

MICHAŁ KOMOROWSKI

Podręcznik

projektowania i budowania
w systemie **STEICO**

Podstawy. Fizyka budowli. Zalecenia wykonawcze



WYDANIE III

Podręcznik projektowania i budowania w systemie STEICO. Podstawy. Fizyka budowli. Zalecenia wykonawcze

pod redakcją
Michała Komorowskiego

*Pojedynczy detal
musi stanowić integralną część całości.
Całość tworzy perfekcyjną
jakość i funkcjonalność tylko wtedy,
gdy wszystkie detale idealnie do siebie pasują.*



Warszawa 2020

Tytuł:

Podręcznik projektowania i budowania w systemie STEICO. Podstawy. Fizyka budowli. Zalecenia wykonawcze

Wydanie III, Warszawa 2020

Redakcja:

Michał Komorowski

Wydawca:

Forestor Communication, www.forestor.pl

ISBN:

978-83-937493-6-2

Egzemplarz bezpłatny. Podręcznik nie jest przeznaczony do sprzedaży.



SPIIS TREŚCI

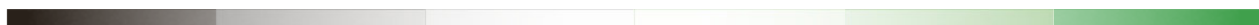
Przedmowa.....	9
Wstęp: Zrównoważone budownictwo energooszczędne w oparciu o tworzywa drzewne	10
Rozdział 1. System budowlany STEICO – sprawdzone rozwiązania dla budownictwa energooszczędnego	12
1.1. Od płyty do systemu budowlanego	16
1.2. Technologia produkcji materiałów termoizolacyjnych STEICO	21
1.3. Technologia produkcji materiałów konstrukcyjnych STEICO	36
1.4. System budowlany STEICO – świadomy bilans ekologiczny.....	46
Rozdział 2. Zasady projektowania w systemie budowlanym STEICO	50
2.1. Trwałość budynków w technologii szkieletu drewnianego	52
2.2. Metody wznoszenia budynków w systemie STEICO	53
2.3. Izolacyjność termiczna	58
2.3.1. Izolacyjność termiczna a komfort cieplny.....	60
2.3.2. Przewodność cieplna materiałów termoizolacyjnych z włókien drzewnych	62
2.3.3. Przewodność cieplna materiałów konstrukcyjnych STEICO	63
2.3.4. Współczynnik przenikania ciepła U	66
2.3.5. Ciepło właściwe i pojemność cieplna materiałów termoizolacyjnych z włókien drzewnych	67
2.3.6. Tłumienie amplitudy wahań temperatury ν	69
2.3.7. Przesunięcie fazowe η	71
2.3.8. Dyfuzyjność cieplna a	72
2.3.9. Izolacja termiczna w lecie w praktyce	73
2.3.10. Zestawienie właściwości termoizolacyjnych dla systemowych konstrukcji STEICO	75
2.4. Szczelność powietrzna budynku	85
2.4.1. Warstwa paroizolacyjna w przegrodach budowlanych STEICO	88
2.4.2. Warstwa wiatroizolacyjna w przegrodach budowlanych STEICO	91
2.5. Konstrukcje otwarte na dyfuzję pary wodnej	93
2.5.1. Zasady projektowania konstrukcji STEICO otwartych na dyfuzję pary wodnej.....	95
2.5.1.1. Współczynnik oporu dyfuzyjnego μ	95
2.5.1.2. Rola równoważnej dyfuzyjnie grubości warstwy powietrza (s_d)	97
2.5.1.3. Zarządzanie transferem pary wodnej	97
2.5.2. Właściwości higroskopijne materiałów termoizolacyjnych z włókien drzewnych	102
2.6. Odporność ogniowa	104
2.6.1. Klasa reakcji na ogień – materiały termoizolacyjne z włókien drzewnych.....	105
2.6.2. Klasa reakcji na ogień – materiały konstrukcyjne.....	107
2.6.3. Odporność ogniowa przegród STEICO	107
2.7. Izolacyjność akustyczna	109
2.7.1. Izolacyjność od dźwięków powietrznych oraz od dźwięków uderzeniowych	111
2.7.2. Izolacyjność akustyczna systemowych przegród STEICO	113
2.7.2.1. Konstrukcje stropów międzypiętrowych	113
2.7.2.2. Konstrukcje ścian wewnętrznych	116
2.7.2.3. Konstrukcje ścian zewnętrznych.....	118
2.7.2.4. Konstrukcje dachów	119

2.7.3. Dodatkowe środki poprawiające izolacyjność akustyczną	120
2.8. Konstrukcje drewniane z elementów nośnych STEICO	123
2.8.1. System konstrukcyjny STEICO	124
2.8.1.1. Belki dwuteowe	125
2.8.1.2. Fornir klejony warstwowo (LVL).....	131
2.8.2. Siatka modularna	134
2.8.3. Redukcja odkształceń konstrukcji drewnianych	135
2.8.4. Wykonywanie otworów w środkach belek dwuteowych	140
2.8.5. Nacięcia boczne w pasach belek dwuteowych	145
2.8.6. Wzmocnienie środka belki dwuteowej	146

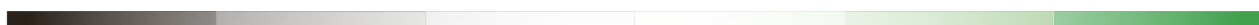
Rozdział 3. Zalecenia wykonawcze dla systemu budowlanego STEICO

3.1. Zalecenia ogólne	149
3.1.1. Transport i magazynowanie	149
3.1.2. Obróbka materiałów termoizolacyjnych i konstrukcyjnych	150
3.1.3. Rozstaw łączników w fornirze klejonym warstwowo	154
3.2. Zalecenia wykonawcze dla konstrukcji ścian zewnętrznych	157
3.2.1. Posadowienie budynku – mocowanie ściany do podłoża	160
3.2.1.1. Mocowanie ściany z wykorzystaniem podwójnej podwaliny	161
3.2.1.2. Mocowanie ściany z wykorzystaniem pojedynczej podwaliny	162
3.2.1.3. Wytrzymałość mechaniczna podwalin ze STEICO <i>LVL</i>	164
3.2.1.4. Zabezpieczenie konstrukcji przeciw poderwaniu i obrotowi – złącza kotwiące	167
3.2.2. Montaż konstrukcji	169
3.2.2.1. Podwalina i oczep	171
3.2.2.2. Połączenie podwaliny i oczepu ze słupkami	173
3.2.2.3. Montaż płyty konstrukcyjnej	176
3.2.2.4. Połączenia ścian	177
3.2.3. Elewacja zewnętrzna	179
3.2.3.1. Termoizolacja zewnętrzna ścian – fasada tynkowana	179
3.2.3.1.1. Zakres zastosowania i dostępne formaty	180
3.2.3.1.2. Ochrona przed warunkami pogodowymi	183
3.2.3.1.3. Mocowanie płyt – zalecenia ogólne.....	183
3.2.3.1.4. Oznakowanie płyt – strona mocowania.....	185
3.2.3.1.5. Przesunięcia spoin między płytami.....	185
3.2.3.1.6. Mocowanie płyt do słupków ściennych.....	187
3.2.3.1.7. Obróbka naroży	187
3.2.3.1.8. Rodzaje i rozmieszczenie łączników	188
3.2.3.1.9. Mocowanie lekkich przedmiotów	193
3.2.3.1.10. Obróbka szczelin.....	194
3.2.3.1.11. Obszary zagrożone odpryskującą wodą deszczową.....	195
3.2.3.1.12. Obróbka otworów okiennych.....	196
3.2.3.1.13. Aplikacja systemów tynkarskich.....	202
3.2.3.2. Termoizolacja zewnętrzna ścian – elewacja wentylowana	208
3.2.3.2.1. Zakres zastosowania i dostępne formaty	209
3.2.3.2.2. Ochrona przed warunkami pogodowymi.....	211
3.2.3.2.3. Wietrzenie budynku – kontrola wilgoci budowlanej.....	211
3.2.3.2.4. Oznakowanie płyt – strona mocowania.....	212

3.2.3.2.5. Łączniki	212
3.2.3.2.6. Obróbka szczelin	215
3.2.3.2.7. Montaż okładziny zewnętrznej	215
3.3. Zalecenia wykonawcze dla konstrukcji ścian wewnętrznych	219
3.3.1. Ściany wewnętrzne nośne	220
3.3.2. Ściany wewnętrzne nienośne	222
3.4. Zalecenia wykonawcze dla konstrukcji stropowych	225
3.4.1. Stropy użytkowe	227
3.4.2. Stropy nieużytkowe.....	228
3.4.3. Montaż konstrukcji	229
3.4.3.1. Mocowanie belek stropowych na podporach	229
3.4.3.2. Mocowanie belek stropowych przy użyciu złączy ciesielskich	234
3.4.3.3. Otwory na schody	239
3.4.3.4. Prowadzenie instalacji w świetle stropu	241
3.4.3.5. Usztywnienie belek stropowych	243
3.4.4. Izolacja akustyczna podłogi na stropie	245
3.4.4.1. Systemy podpodłogowe – suchy jastrych.....	246
3.4.4.2. System izolacji akustycznej pod podłogi z desek drewnianych	249
3.4.4.3. Systemy ogrzewania podłogowego	251
3.5. Zalecenia wykonawcze dla konstrukcji dachowych	253
3.5.1. Montaż konstrukcji	254
3.5.1.1. Połączenia elementów nośnych	255
3.5.1.1.1. Połączenia pojedynczych elementów – montaż na placu budowy	256
3.5.1.1.2. Połączenia elementów prefabrykowanych	266
3.5.2. Termoizolacja nakrokwiowa	277
3.5.2.1. Zakres zastosowania i dostępne formaty	279
3.5.2.2. Mocowanie płyt – zalecenia ogólne	280
3.5.2.3. Ochrona przed warunkami pogodowymi	282
3.5.2.4. Oznakowanie płyt – strona mocowania	284
3.5.2.5. Obróbka szczelin i styków między tępymi krawędziami	285
3.5.2.6. Łączniki.....	286
3.5.2.7. Montaż pokrycia dachowego	290
3.6. Termoizolacja przestrzeni między elementami nośnymi	292
3.6.1. Wypełnienie profilu belki dwuteowej materiałem termoizolacyjnym	292
3.6.2. Montaż mat termoizolacyjnych STEICO <i>flex 036 / 038</i>	295
3.6.3. Aplikacja granulatów termoizolacyjnych STEICO <i>zell / STEICOfloc</i>	299
3.6.3.1. Prawidłowe zagęszczenie	301
3.6.3.2. Przygotowanie przegród	302
3.6.3.3. Wykonanie otworów do aplikacji granulatów	304
3.6.3.4. Aplikacja granulatów STEICO przy użyciu igły do wdmuchiwania	307
3.6.3.5. Aplikacja granulatów STEICO przy użyciu obrotowych dysz wentylowanych	308
3.6.3.6. Nadmuch otwarty – termoizolacja poddaszy nieużytkowych	309
3.7. Uszczelnienie konstrukcji drewnianych	311
3.7.1. System uszczelniający STEICO <i>multi</i>	312
3.7.2. Styki płyt drewnopochodnych	315
3.7.3. Montaż i połączenia membran paroizolacyjnych	321
3.7.4. Przejścia elementów przez przegrody budowlane	324



3.8. Płaszczyzna instalacyjna i wykończenie wewnętrzne	329
3.9. Detale konstrukcyjne	332
Rozdział 4. Przykładowe realizacje w systemie budowlanym STEICO	369
4.1. Dom jednorodzinny w Czarnej Wodzie według projektu indywidualnego.....	369
4.2. Dom jednorodzinny w Milanówku w standardzie pasywnym – z certyfikatem Passivhaus Institut.....	375
4.3. Dom jednorodzinny w Mittergars według projektu indywidualnego	382
4.4. Dom jednorodzinny w Starogardzie Gdańskim według projektu Arnika 2 dr-s	388
4.5. Dom jednorodzinny w Tczewie według projektu indywidualnego.....	393
4.6. Dom jednorodzinny w Szczecinie według projektu indywidualnego	398
4.7. Dom jednorodzinny w Łodzi według projektu indywidualnego	403
Bibliografia.....	409



PRZEDMOWA

Polska jest krajem, w którym każdego roku produkuje się tysiące domów w konstrukcji szkieletu drewnianego – od standardowych domów jednorodzinnych po imponujących rozmiarów obiekty użyteczności publicznej, takie jak np. żłobki, przedszkola, szkoły czy wielorodzinne budynki komunalne. Nowoczesne zaplecze produkcyjne, fachowa kadra oraz bardzo wysoka jakość wykonawstwa powodują, że nasz kraj jest zaliczany do ścisłej czołówki producentów takich właśnie obiektów w Europie. Jak się jednak okazuje, zdecydowana większość rodzimych produktów trafia docelowo za granicę, głównie do krajów Europy Zachodniej i Północnej, gdzie ten typ budownictwa jest szczególnie znany i ceniony od dziesięcioleci. Nasuwa się zatem pytanie: dlaczego nowoczesne, trwałe i bezpieczne budownictwo w technologii szkieletu drewnianego stanowi jeszcze jedynie kilka procent udziału w skali wszystkich obiektów realizowanych w Polsce?

Nie bez znaczenia jest tutaj ogólnie przyjęta opinia społeczna na temat tzw. budynków drewnianych, która uartała się po nieudanej próbie wprowadzenia tego typu obiektów budowlanych w Polsce w latach 90. ubiegłego wieku. Niestety ówczesny niedobór wiedzy na temat zasad fizyki budowli i prawidłowego montażu konstrukcji drewnianych, brak powszechnego dostępu do sprawdzonych, suchych materiałów konstrukcyjnych oraz wysokiej jakości materiałów termoizolacyjnych czy uszczelniających spowodował, że budynki z tamtego okresu nie spełniały wymaganych oczekiwań. W konsekwencji domy drewniane zaczęto utożsamiać w Polsce z budynkami o gorszej jakości i niższej wartości.

Piętno stereotypów z przeszłości odciska się na dzisiejszym rozwoju budownictwa w Polsce, choć trzeba podkreślić, że dynamicznie zwiększająca się świadomość zalet wynikających z ekologicznego budownictwa energooszczędnego oraz coraz większa dostępność nowoczesnych obiektów referencyjnych powoduje widoczny wzrost zainteresowania konstrukcjami drewnianymi.

W ciągu ostatnich pięciu lat liczba obiektów w systemie szkieletu drewnianego w Polsce dynamicznie wzrosła, a zgodnie z prognozami i analizami rynkowymi odczuwalny rozkwit tej gałęzi budownictwa nastąpi w ciągu najbliższej dekady. Szacuje się, że w najbliższych latach wzrośnie zapotrzebowanie na fachowców specjalizujących się w konstrukcjach szkieletowych, takich jak konstruktorzy, montażyści, audytorzy itp. Jest to zatem świetny moment na zagłębienie wiedzy teoretycznej i praktycznej w tym obszernym temacie.

Podręcznik, który oddajemy do Państwa dyspozycji, jest pierwszą tak obszerną polskojęzyczną publikacją poświęconą tematyce zasad nowoczesnego i trwałego budownictwa drewnianego w oparciu o sprawdzone konstrukcje otwarte na zjawisko dyfuzji pary wodnej. Publikacja została opracowana na podstawie fachowej literatury niemieckojęzycznej oraz na podstawie kilkadziesięcioletnich doświadczeń firm będących światowymi liderami w zakresie produkcji rozwiązań dedykowanych dla budownictwa drewnianego.

Szczególne podziękowania za konsultacje podczas procesu pisania niniejszego podręcznika należą się Elizie Kostrzewie, Sebastianowi Görlich oraz firmom Szreder A.C. i HebelDOM. Jednocześnie dziękujemy za współpracę oraz wsparcie merytoryczne prof. Piotrowi Borysiukowi, dr Izabeli Burawskiej, a także naszym wieloletnim partnerom biznesowym: firmie Simpson Strong-Tie, Festool, B.pro, Fermacell, SINIAT, quick-mix, Dietrich's – razem budujemy przyszłość budownictwa drewnianego w Polsce.

Liczymy na Państwa komentarze, uwagi oraz wszelkie wskazówki, które pomogą nam udoskonalać i rozwijać kolejne wydania podręcznika w kierunku istotnym dla Państwa. Wszystkie uwagi prosimy kierować bezpośrednio na adres mailowy: podrecznik@steico.pl.

Michał Komorowski

WSTĘP

Zrównoważone budownictwo energooszczędne w oparciu o tworzywa drzewne

Drewno iglaste stanowi jeden z najlepiej znanych, przebadanych i najczęściej stosowanych w budownictwie surowców naturalnych. Wyjątkowe właściwości fizyczno-mechaniczne drewna, w połączeniu z jego szeroką dostępnością oraz pozytywnym wpływem na redukcję emisji dwutlenku węgla do atmosfery, powodują regularny wzrost zastosowania tego surowca we współczesnych energooszczędnych technologiach budowlanych.

Przykładem efektywnego wykorzystania naturalnego drewna iglastego we współczesnym budownictwie energooszczędnym są tzw. tworzywa drzewne, do których zalicza się zarówno materiały o właściwościach konstrukcyjnych (np. belki dwuteowe), jak i materiały o właściwości termiczno-akustycznych (np. maty termoizolacyjne z włókien drzewnych).

Iglaste drewno lite charakteryzuje się bardzo wysoką zdolnością do akumulacji ciepła (ciepło właściwe c świerka i sosny wynosi $2510 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$), dużą gęstością oraz zdolnością do tymczasowego magazynowania nadmiaru wilgoci. Jednolita budowa drewna iglastego nie zapewnia jednak wystarczająco niskiej wartości przewodnictwa cieplnego – $0,16 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ w poprzek włókien. W rezultacie osiągnięcie optymalnej przegrody budowlanej tylko z drewna litego, spełniającej coraz bardziej rygorystyczne kryteria wartości współczynników przenikania ciepła U , zmusza hipotetycznie do zastosowania nieekonomicznych (dużych) przekrojów konstrukcji ścian czy dachów.

Rozwiązaniem opisanego utrudnienia może być przetworzenie litego drewna iglastego w materiały drewnopochodne do izolacji termiczno-akustycznej. Proces

przetworzenia polega w skrócie na rozwłóknieniu struktury drewna litego i ponownego zbitcia jej w materiał o charakterze porowatym. W efekcie nowa, porowata struktura zapewnia produktom końcowym požądane niskie współczynniki przewodności cieplnej – już od $0,036 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$. Uzyskanie optymalnej przegrody budowlanej z zastosowaniem materiałów termoizolacyjnych na bazie naturalnego drewna staje się w takim przypadku uzasadnione pod względem ekonomicznym, energetycznym i ekologicznym.

Izolacje termiczno-akustyczne produkowane z naturalnych włókien drzewnych stanowią grupę materiałów budowlanych znanych i cenionych na całym świecie już od ponad 120 lat. Izolacje występują w formie płyt, mat oraz luźnego granulatu. Płyty są wykorzystywane z reguły po zewnętrznej stronie przegród budowlanych (np. jako izolacja nakrokwiowa lub izolacja fasady), maty i granulaty znajdują zastosowanie w aplikacjach wewnętrznych (jako izolacja przestrzeni między elementami konstrukcyjnymi). Od kilkudziesięciu lat materiały tego typu dostępne są również na polskim rynku budowlanym. Warto zaznaczyć, że Polska jest jednym z największych producentów wspomnianych produktów na świecie (mowa tu o zakładach produkcyjnych w Czarnkowie i Czarnej Wodzie).

Materiały do izolacji termiczno-akustycznej z włókien drzewnych charakteryzują się wyjątkowymi właściwościami termicznymi czerpanymi prosto z naturalnych zalet drewna litego. Poza niskim współczynnikiem przewodzenia ciepła produkty izolacyjne z włókien drzewnych posiadają zbliżone do drewna iglastego ciepło właściwe c o wartości $2100 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$. Przytoczona wartość jest bardzo wysoka, zwłaszcza w porównaniu

do konwencjonalnych materiałów termoizolacyjnych, takich jak wełna mineralna czy polistyren. Właściwość ta pozwala m.in. na efektywną ochronę budynku przed nagrzewaniem przegród w okresie letnim bez konieczności montażu kosztownych instalacji klimatyzujących. Ograniczone zostaje w ten sposób zużycie energii nie tylko na ogrzewanie, ale również na chłodzenie budynku w okresie wiosna-jesień.

Bardzo istotny jest także ciężar właściwy materiałów termoizolacyjnych. Izolacje z włókien drzewnych zalicza się do tzw. „ciężkich” termoizolacji. Ich gęstość oscyluje w zakresie 50–280 kg/m³. Taka masa własna izolacji cieplnej w połączeniu z bardzo dużym ciepłem właściwym c oraz niskim współczynnikiem przewodnictwa cieplnego λ zapewnia dużą bezwładność cieplną przegrody, a także doskonałą izolacyjność akustyczną. Dodatkowo warto dodać, że maty termoizolacyjne z włókien drzewnych dzięki wysokiej gęstości (50-60 kg/m³) wykazują bardzo dużą sprężystość oraz zredukowane "osiadanie" z biegiem lat – zwłaszcza w porównaniu do konwencjonalnych mat z włókien skalnych czy szklanych.

Tworzywa drzewne o właściwościach nośnych to grupa produktów drewnopochodnych o wyjątkowej wytrzymałości mechanicznej, stabilności wymiarów i trwałości. Intensywny rozwój tej grupy produktów w Europie przypada na ostatnie dwudziestolecie. Do nośnych tworzyw drzewnych zalicza się m.in. belki dwuteowe (z ang. I-joint), fornir klejony warstwowo (z ang. laminated veneer lumber).

Belki dwuteowe są wykorzystywane w budownictwie jako słupki ścienne, belki stropowe oraz krokwie. Fornir klejony warstwowo – jedno z najbardziej wytrzymałych tworzyw drzewnych na świecie – stanowi z kolei doskonałe uzupełnienie systemu belek dwuteowych, np. jako podwalina, nadproże okienne i drzwiowe, oczep, belka czołowa, płatew czy kalenica. Zastosowanie w budownictwie wskazanych tworzyw drzewnych umożliwia efektywne wykorzystanie surowca, jakim jest drewno. Nowoczesne technologie produkcji materiałów drewnopochodnych (opisane dokładnie w podrozdziałach 1.2 i 1.3.) stwarzają możliwość wykorzystania surowca nawet niższej jakości (np. drewna z drzew o mniejszej średnicy czy drewna gorszego gatunkowo), który uważano za nieodpowiedni do produkcji elementów nośnych. Wobec wyczerpywania się wysokojakościowych źródeł drewna, np. z powodu regularnie zwiększającej się konsumpcji tradycyjnego drewna litego, tworzywa drzewne wydają się być przyszłością szeroko rozumianego zrównoważonego budownictwa.

Nośne tworzywa drzewne w połączeniu z materiałami do izolacji termiczno-akustycznej z włókien drzewnych

tworzą system do budowy zrównoważonych konstrukcji ścian, stropów i dachów oraz całych budynków. Równowaga oznacza w tym przypadku perfekcyjną synergię najważniejszych aspektów współczesnego budownictwa:

- efektywna izolacja przed utratą ciepła,
- efektywna izolacja przed nadmiernym nagrzewaniem,
- efektywna izolacja akustyczna,
- ochrona przeciwpożarowa,
- bezpieczna regulacja nadmiaru wilgoci,
- otwartość dyfuzyjna,
- regulacja zdrowego, wewnętrznego mikroklimatu,
- ochrona środowiska naturalnego, redukcja emisji CO₂,
- atrakcyjny design, komplementarność.

Material	Gęstość [kg/m ³]	Współczynnik przewodzenia ciepła λ [W/(m • K)]	Ciepło właściwe c [J/(kg • K)]
Drewno iglaste	450-550	w poprzek włókien: 0,16 wzdłuż włókien: 0,30	2510
Materiały termoizolacyjne z włókien drzewnych	50-280	0,036-0,07 (w zależności od gęstości i zastosowania)	2100

Podane wartości obowiązują dla materiałów w stanie suchym

Tabela 1. Porównanie właściwości iglastego drewna litego oraz materiałów termoizolacyjnych z włókien drzewnych.

Największym światowym producentem przytoczonych materiałów termoizolacyjnych oraz konstrukcyjnych jest firma STEICO, której dwa zakłady produkcyjne zlokalizowane są w Polsce. Podręcznik, który oddajemy do Państwa dyspozycji przybliży tematykę zrównoważonego budownictwa energooszczędnego w oparciu o materiały budowlane produkowane na bazie drewna iglastego. Lektura przybliży Państwu metody produkcji termoizolacyjnych i konstrukcyjnych tworzyw drzewnych, zasady prawidłowego projektowania i montażu przegród budowlanych STEICO, a także zaprezentuje przykłady budynków referencyjnych wykonanych w tej technologii. System budowlany STEICO zdefiniował na nowo znaczenie i możliwości zastosowania jednego z najstarszych i najbardziej cenionych surowców na świecie – drewna. Dziś z ogromną przyjemnością mamy możliwość podzielenia się naszą wiedzą i doświadczeniami z Państwem. Mamy nadzieję, że niniejszy podręcznik otworzy nowe możliwości w Państwa życiu zawodowym oraz prywatnym.

W imieniu całego zespołu STEICO
życzę Państwu owocnej lektury!

ROZDZIAŁ 1

System budowlany STEICO – sprawdzone rozwiązania dla budownictwa energooszczędnego

12

System budowlany STEICO stanowi zbiór kompleksowych, starannie opracowanych rozwiązań dla nowoczesnego budownictwa energooszczędnego w oparciu o materiały budowlane na bazie drewna. Rozwiązania te obejmują liczne warianty sprawdzonych przegród ściennych, stropowych oraz dachowych, bazujących na nośnych tworzywach drzewnych oraz na izolacji termiczno-akustycznej z naturalnych włókien drzewnych. Charakterystyczne właściwości fizyczne płyt i mat produkowanych z włókien drzewnych pozwalają

na projektowanie i budowanie obiektów o bezpiecznych i trwałych przegrodach otwartych dyfuzyjnie. W zależności od planowanych prac budowlanych i ich specyfikacji, system oferuje materiały termoizolacyjne z włókien drzewnych produkowane według tzw. metody mokrej lub metody suchej. Oba procesy produkcyjne oraz różnice między ich produktami końcowymi zostały dokładnie opisane w podrozdziale 1.2. System budowlany STEICO to także solidne know-how traktujące o zasadach prawidłowego projektowania i wykonawstwa.





Zobacz film z procesu budowy

Budynek biurowy w standardzie plus energetycznym w Feldkirchen (Niemcy).



Energooszczędny dom jednorodzinny w Wysogotowie wykonany w systemie STEICO.

Fot. Natura Domy

Rozwiązania budowlane STEICO charakteryzują się wyjątkowo kompleksowym podejściem do tematyki budownictwa energooszczędnego. Jest to jeden z nielicznych systemów budowlanych w Europie, w ramach którego oferowane elementy konstrukcyjne, termoizolacja oraz izolacja akustyczna pochodzą od jednego producenta. Poszerzając tę ofertę o system produktów uszczelniających oraz o know-how, do dyspozycji osób związanych z branżą budowlaną zostały oddane certyfikowane rozwiązania dla przegród budowlanych. Przegrody te mogą być wykonywane w procesie budowlanym bezpośrednio na placu budowy lub w ramach tzw. prefabrykacji. Przestrzegając opisanych w podręczniku zaleceń pro-

jektowych i wykonawczych, system umożliwi projektowanie oraz budowę trwałych obiektów różnego przeznaczenia:

- **budownictwo mieszkalne** (domy jednorodzinne, domy w zabudowie bliźniaczej, domy w zabudowie szeregowej, budynki wielorodzinne, budynki socjalne),
- **budownictwo użyteczności publicznej** (szkoły, przedszkola, żłobki, kluby malucha, hale sportowe),
- **budownictwo przemysłowe** (biurowce, budynki administracyjne, hale przemysłowe, hale magazynowe, hale produkcyjne),
- **inne** (hotele, pensjonaty, restauracje, kościoły).

Fot. Ecologia, grupa EkoInbud



Energooszczędne przedszkola w Gdańsku wykonane w systemie STEICO.

Fot. Ecologia, grupa EkoInbud



Energooszczędny żłobek w Gdańsku wykonany w systemie STEICO.



Energoszczędny żłobek w Gdańsku wykonany w systemie STEICO.

Przytoczone powyżej typy budynków mogą być w całości zaprojektowane oraz wykonane w oparciu o system budowlany STEICO. W takim przypadku konstrukcję całego budynku stanowią belki dwuteowe oraz elementy LVL, natomiast ochronę termiczną i akustyczną zapewniają płyty i maty z włókien drzewnych lub celulozowych. Mowa w tym przypadku zarówno o budownictwie drewnianym szkieletowym w konstrukcji platformowej, jak i balonowej.

Obszerny zakres rozwiązań STEICO stwarza także możliwość łączenia różnych technologii budowlanych w jednym projekcie, tak w budownictwie drewnianym, jak i masywnym*. Do najczęściej spotykanych połączeń różnych technologii można zaliczyć:

Budownictwo drewniane:

- **konstrukcje platformowe lub balonowe z drewna litego** (np. C24) w połączeniu z termoizolacją zewnętrzną/wewnętrzną;
- **konstrukcje z drewna masywnego** (np. CLT, HBE, MHM) w połączeniu z termoizolacją zewnętrzną/wewnętrzną;
- **konstrukcje z materiałów STEICO** w połączeniu z materiałami termoizolacyjnymi różnych typów (np. wełna mineralna).

Budownictwo masywne:

- masywne konstrukcje ścienne i stropowe w połączeniu z systemowym dachem STEICO;
- masywne konstrukcje ścienne w połączeniu z systemowym stropem i dachem STEICO;
- masywne konstrukcje ścienne z zastosowaniem zewnętrznej termoizolacji STEICO;
- rozbudowa istniejących budynków masywnych (np. nadbudowa piętra) w oparciu o system budowlany STEICO.

Z uwagi na cel, jaki towarzyszył opracowaniu podręcznika zawarto w nim wyczerpujące informacje, głównie na temat zasad prawidłowego **budownictwa szkieletowego** w oparciu o kompleksowy system STEICO.

* Pojęcie „budownictwo masywne” odnosi się do szeroko rozumianego budownictwa murowanego.

Szczegółowe zalecenia wykonawcze dla projektów, w których planowane jest połączenie różnych technologii budowlanych, można uzyskać, kontaktując się bezpośrednio z firmą STEICO**.

Ważne:

Niezależnie od typu budynku i sposobu jego montażu (prefabrykacja lub plac budowy) należy pamiętać, że uzyskanie wysokiej jakości i trwałości gotowego obiektu budowlanego jest ściśle powiązane z sumiennym przestrzeganiem przytoczonych zaleceń i detali wykonawczych. Zalecenia systemowe STEICO stanowią zbiór doświadczeń budowlanych z całej Europy. Detale i instrukcje opisane w podręczniku zostały starannie opracowane we współpracy z architektami, projektantami, producentami domów, instytucjami naukowymi, w końcu z samymi użytkownikami domów z całego świata. Są one odzwierciedleniem aktualnego stanu wiedzy na temat prawidłowego, bezpiecznego i trwałego budownictwa w oparciu o materiały drewnopochodne marki STEICO.

Wybór i zastosowanie określonych rozwiązań STEICO powinny być zawsze konsultowane z uprawnionym architektem, konstruktorem oraz firmą wykonawczą. Decyzja o zastosowaniu danego rozwiązania jest zawsze zależna od uprawnionych osób, sprawujących nadzór nad pracami projektowymi oraz wykonawczymi danej realizacji. Należy pamiętać, że poza zaleceniami wykonawczymi STEICO obowiązują aktualne przepisy prawa budowlanego. W uzasadnionych przypadkach istnieje możliwość dopuszczenia zmian w detalach opisanych w podręczniku, pod warunkiem, że zmiany te nie wpłyną negatywnie na elementy budowlane.

** Dane kontaktowe do firmy STEICO znajdują się na str. 410.

1.1. Od płyty do systemu budowlanego

System budowlany STEICO to system z długą tradycją. Opracowanie tak precyzyjnych rozwiązań zajęło wiele lat, odbywało się we współpracy z setkami firm i instytucji z branży budowlanej, ale także naukowej. Przytoczenie pokrótce historii rozwoju branży płyt pilśniowych porowatych pozwoli na dokładniejsze zrozumienie roli doświadczenia i tradycji w rozwoju idei ekologicznego budownictwa STEICO.

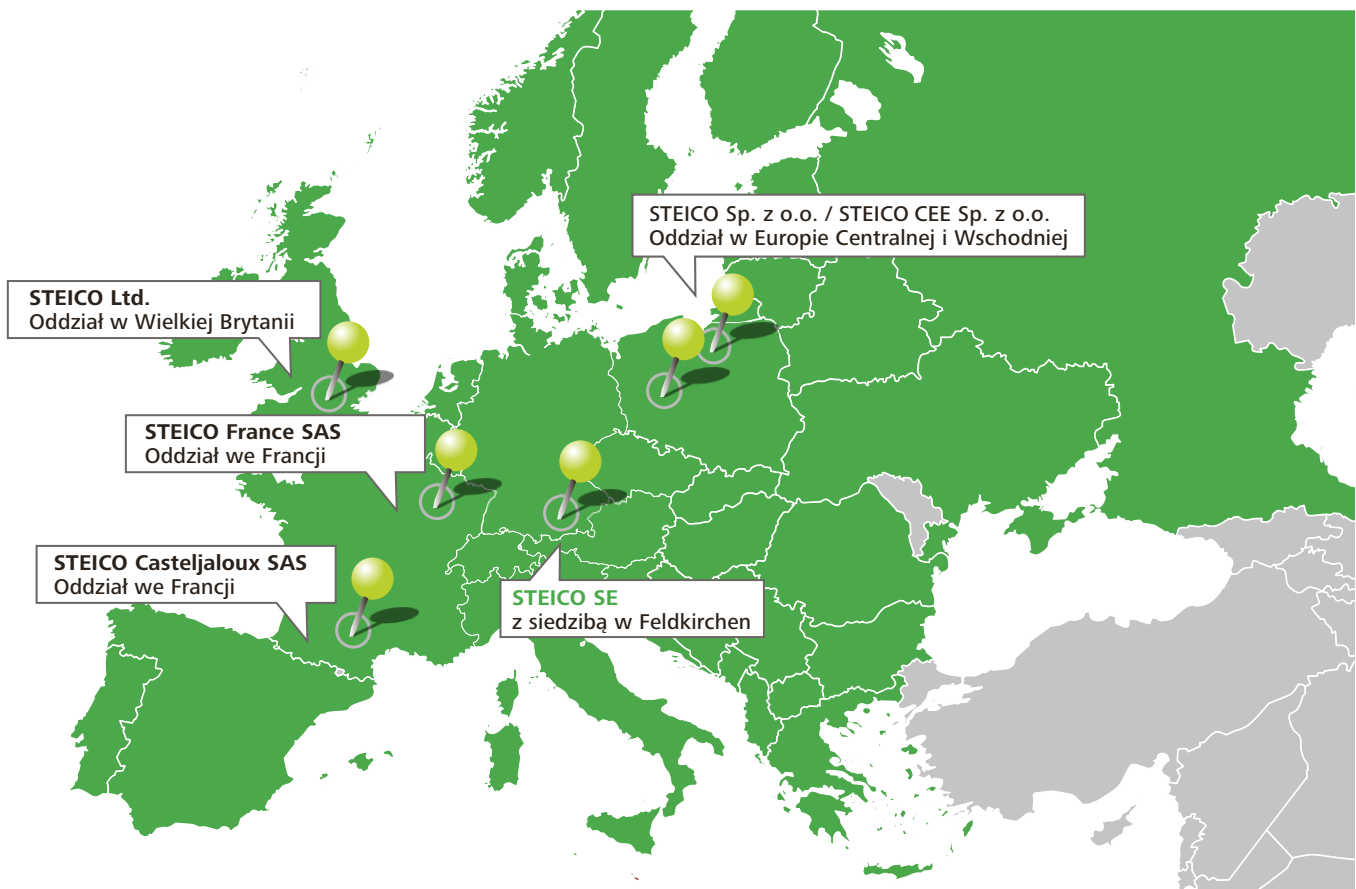
Materiały budowlane STEICO są produkowane aktualnie w dwóch zakładach produkcyjnych w Polsce oraz w jednym zakładzie we Francji. Siedziba zarządu firmy STEICO mieści się w Niemczech, w Feldkirchen koło Monachium. Tradycja zakładów zlokalizowanych w Polsce: w Czarnkowie (woj. wielkopolskie) oraz w Czarnej Wodzie (woj. pomorskie) sięga połowy ubiegłego wieku, kiedy to rozpoczęto w nich produkcję płyt pilśniowych porowatych. Były to wówczas fabryki państwowe. Warto dodać w tym miejscu, iż za rzeczywisty początek rozwoju produkcji płyt pilśniowych można przyjąć już rok 1890, kiedy to otrzymano jednorodną płytę o większej grubości bez konieczności sklejanie kilku warstw. Odkrycie to stanowiło bodziec dla stopniowego rozwoju produkcji płyt pilśniowych w Europie. Ich produkcja na skalę przemysłową została rozpoczęta w 1915 roku i trwa do dziś. W Europie funkcjonuje głównie w oparciu o metodę szwedzką A.Asplunda, wykorzystującą defibrator.

Początkowo w latach 60. i 70. dwudziestego wieku płyty te znajdowały szeroki zakres zastosowania w budownictwie przemysłowym, rolnym oraz w szeroko pojętym przemyśle. Dopiero w latach 80. i 90. płyty pilśniowe porowate zaczęły być stosowane w polskim budownictwie wielo- i jednorodzinny, głównie jako izolacja akustyczna stropów międzypiętrowych. Jeszcze dziś znaleźć można liczne obiekty z lat 80., w których płyty pilśniowe porowate pełnią funkcję izolacji od dźwięków uderzeniowych i powietrznych w konstrukcjach stropów.

Równocześnie płyty tego typu, ze względu na swoje doskonałe właściwości termoizolacyjne i wygłusza-

jące, zyskiwały coraz większą popularność i uznanie w branży budowlanej w Europie Zachodniej i Północnej (mowa tu głównie o rynku niemieckim i skandynawskim). Poza zastosowaniem jako izolator akustyczny płyty były wykorzystywane w celach termoizolacyjnych np. jako wstępne pokrycie zewnętrzne dachu i ścian. Omawiane płyty stały się obiektem różnorodnych badań prowadzonych przez instytucje badawcze, laboratoria zewnętrzne i wewnętrzne, uczelnie, firmy wykonawcze. Celem badań było określenie przydatności i trwałości płyt pilśniowych porowatych do zastosowania w różnych warunkach i obszarach budownictwa.

Końcówka XX i początek XXI wieku to okres intensywnego rozwoju dla płyt pilśniowych porowatych oraz pokrewnych produktów drewnopochodnych, np. mat włóknistych STEICOflex (produkowanych w Polsce). Rozwój ten można powiązać bezpośrednio z coraz większą popularnością trendu budownictwa energooszczędnego w Europie Zachodniej oraz rosnącą świadomością konieczności stosowania materiałów przyjaznych dla środowiska. Wraz z popularyzacją oraz tworzeniem przepisów i norm dla budownictwa energooszczędnego w Niemczech zwiększało się na tym rynku zapotrzebowanie na sprawdzone materiały budowlane, które byłyby w stanie spełnić rosnące wymagania izolacyjności termiczno-akustycznej budynków. Takimi materiałami okazały się być płyty termoizolacyjne produkowane z włókien drzewnych, które poza aspektem energooszczędności pozwalały stosować w budownictwie rozwiązania prawdziwie ekologiczne. Warto dodać, iż w dniu wydania tej publikacji trend budownictwa energooszczędnego w oparciu o ekologiczne produkty budowlane znajduje swoje odzwierciedlenie w przepisach prawa budowlanego oraz strategiach długoterminowych większości państw Unii Europejskiej.



Rys 1. Mapa Europy z lokalizacjami zakładów i oddziałów STEICO.

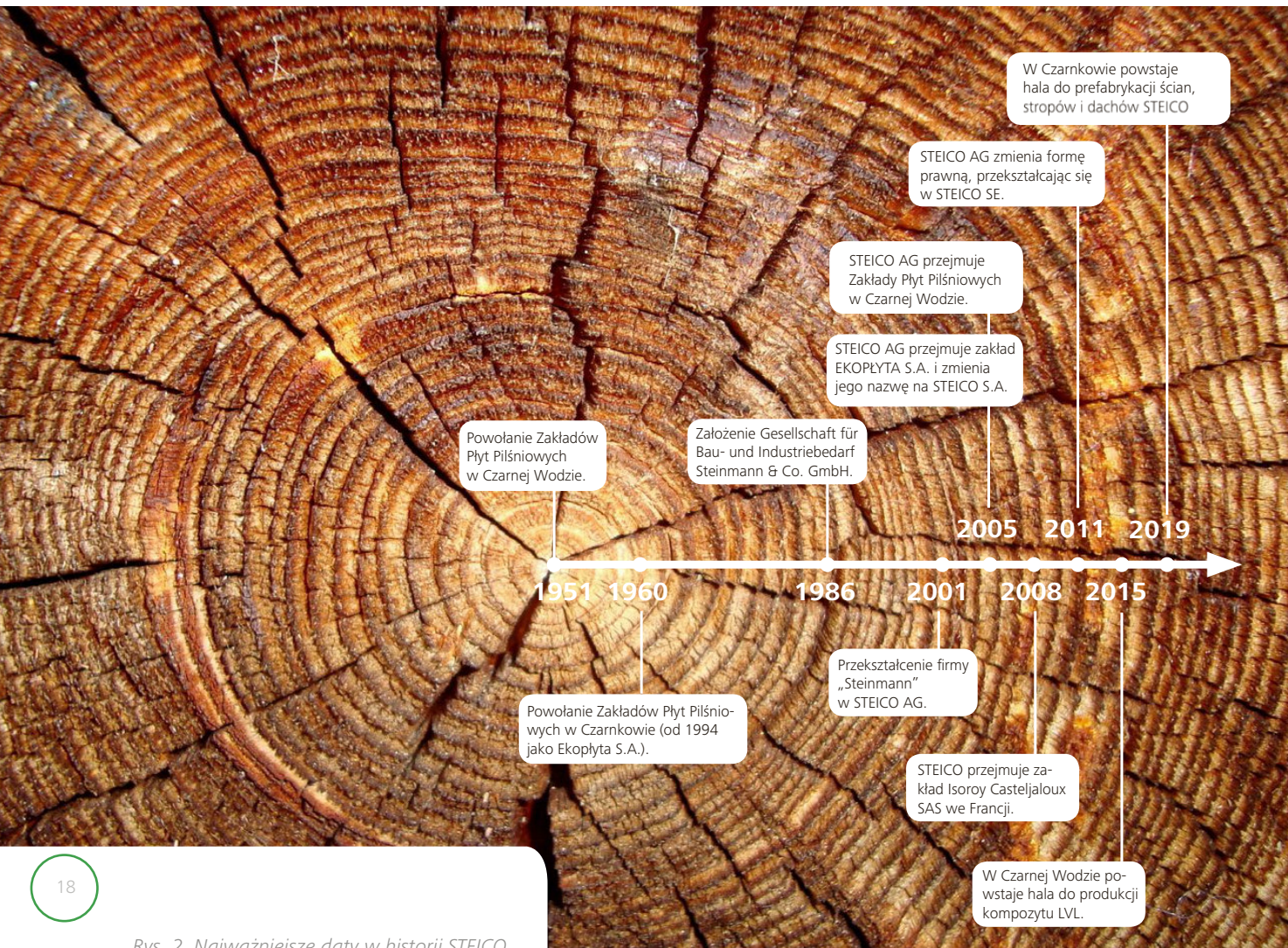
W 1986 roku w Niemczech została założona firma Gesellschaft für Bau- und Industriebedarf Steinmann & Co. GmbH, która specjalizowała się w imporcie materiałów drewnopochodnych. Firma poważnie zainteresowała się możliwościami szerszego zastosowania płyt pilśniowych porowatych w budownictwie (nie docenianych wówczas w Polsce). W roku 1998 spółka „Steinmann” nabyła 33% udziałów w zakładzie produkcyjnym w Czarnkowie, który nosił wówczas nazwę EKOPŁYTA S.A. Dla czarnkowskiej fabryki rozpoczął się proces intensywnej modernizacji i rozbudowy. Powstały nowe linie do produkcji coraz nowocześniejszych ekologicznych materiałów budowlanych. W międzyczasie spółkę „Steinmann” przekształcono w STEICO AG (rok 2001).

Kulminacyjnym punktem dla firmy STEICO był rok 2005, kiedy to nastąpiło całkowite przejście spółki EKOPŁYTA S.A. i zmiana nazwy na STEICO S.A. W tym samym roku grupa STEICO przejęła Zakład Płyt Pilśniowych w Czarnej Wodzie, stając się największym producentem płyt izolacyjnych z włókien drzewnych w Europie. Moce produkcyjne zostały wzmocnione ponownie w roku 2008, dzięki przejściu przez grupę STEICO zakładu produkcji płyt z włókien drzewnych

Isoroy Casteljalous SAS we Francji.

Wizją STEICO było stworzenie kompleksowego systemu budowlanego. W związku z tym w roku 2006 na terenie zakładu w Czarnkowie została ukończona najnowocześniejsza w Europie linia do produkcji belek dwuteowych, zaliczanych do innowacyjnych nośnych tworzyw drzewnych. Dzięki tej inwestycji oferta materiałów do izolacji termiczno-akustycznej została uzupełniona o nowoczesne elementy konstrukcyjne, co umocniło STEICO na pozycji europejskiego lidera w branży. W roku 2008 asortyment elementów nośnych został rozszerzony o jedną z najbardziej wytrzymałych klas materiałów drewnopochodnych na świecie – fornir klejony warstwowo (LVL). Samodzielną produkcję elementów LVL STEICO rozpoczęło w 2015 roku w najnowocześniejszej na świecie fabryce tego typu w Czarnej Wodzie.

W drugiej połowie 2019 roku STEICO wykonało kolejny milowy krok w rozwoju, uruchamiając jedną z największych w Europie, w pełni zautomatyzowaną linię do prefabrykacji gotowych elementów budowlanych na terenie zakładu w Czarnkowie. Linia wytwarza systemowe ściany, stropy i dachy STEICO dla partnerskich firm budowlanych. Zlokalizowanie linii na terenie zakła-



Rys. 2. Najważniejsze daty w historii STEICO.

du produkcyjnego w Czarnkowie, umożliwiło zoptymalizowanie całego łańcucha dostaw, a co z tym związane dalszą redukcję śladu CO₂ w produkcie końcowym.

Podstawą rozwoju systemu budowlanego STEICO była i jest regularna współpraca z jego docelowymi odbiorcami. Dzięki komunikacji z architektami, konstruktorami, firmami wykonawczymi, fabrykami domów, instytucjami naukowymi powstały rozwiązania spełniające rygorystyczne oczekiwania różnych jednostek biorących udział w szeroko pojętym procesie budowlanym. Liczne detale i zalecenia montażowe przytoczone w tym podręczniku są swoistym podsumowaniem wieloletnich doświadczeń i wiedzy z całego świata.

Aktualnie grupa STEICO jest największym producentem materiałów termoizolacyjnych z włókien drzewnych na świecie oraz jednym z największych producentów nośnych tworzyw drzewnych w postaci belek dwuteowych i kompozytu LVL. Moce produkcyjne dla poszczególnych zakładów STEICO prezentują się następująco:

Zakład produkcyjny w Czarnkowie



Zakład produkcyjny STEICO w Czarnkowie.

Linie produkcyjne:

- 1x linia do produkcji belek dwuteowych;
- 2x linia do produkcji płyt LDF (metoda sucha);
- 4x linia do produkcji płyt pilśniowych porowatych metodą moką;
- 2x linia do produkcji sprężystych mat włóknistych metodą suchą;
- 1x linia do produkcji luźnego włókna drzewnego do wdmuchiwania;
- 2x linia do produkcji celulozy do wdmuchiwania;
- 1x linia do prefabrykacji ścian, stropów i dachów.

Zakład produkcyjny w Czarnej Wodzie



Zakład produkcyjny STEICO w Czarnej Wodzie.

Linie produkcyjne:

- 2x linia do produkcji forniru klejonego warstwowo (LVL);
- 3x linia do produkcji płyt pilśniowych porowatych metodą moką;
- 2x linia do produkcji płyt pilśniowych twardych.

Zakład produkcyjny w Casteljalous



Rok założenia: 1949

Powierzchnia zakładu: około 34 ha

Zakład produkcyjny STEICO w Casteljalous.

Linie produkcyjne:

1x linia do produkcji sprężystych mat włóknistych metodą suchą;

20

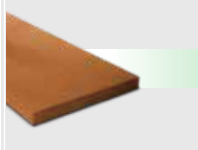
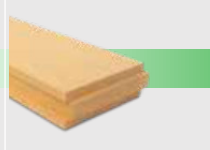




					
Płyty termoizolacyjne z włókien drzewnych (metoda mokra)	Płyty termoizolacyjne z włókien drzewnych (metoda sucha)	Sprężyste maty termoizolacyjne	Termoizolacje wdmuchiwane z włókien drzewnych i celulozowych	Belki dwuteowe	Fornir klejony warstwowo (LVL)
7 linii	2 linie	3 linie	2 linie	1 linia	1 linia
około 1 000 000 m ³ /rok	około 700 000 m ³ /rok	około 1 500 000 m ³ /rok		około 25 000 mb/rok	około 160 000 m ³ /rok

Tabela 2. Całkowite zdolności produkcyjne STEICO.

Koncern STEICO, wg danych z 2019 roku, produkuje łącznie około 2 500 000 m³ ekologicznych materiałów termoizolacyjnych z włókien drzewnych rocznie. Zakładając, iż do pełnej termoizolacji współczesnego domu jednorodzinnego w technologii szkieletowej potrzebne jest średnio ok. 75 m³ termoizolacji, można przyjąć, że łączne moce produkcyjne STEICO są wystarczające do zaizolowania około 33 000 domów rocznie.

1.2. Technologia produkcji materiałów termoizolacyjnych STEICO

PIOTR BORYSIUK

Drewnopochodne materiały termoizolacyjne wytwarzane są na bazie włókien lignocelulozowych, pozyskanych na ogół z surowca drzewnego (możliwe jest również wykorzystanie do tego celu roślin jednorocznych). W zależności od zastosowanej technologii materiały te mogą być wytwarzane metodami:

- **mokrą** – płyty pilśniowe porowate,
- **suchą** – płyty LDF (low density fiberboards) i ULDF (ultra-low density fiberboards), maty włókniste, masa włóknista w postaci sypkiej.

W obu procesach drewno rozdrabniane jest do postaci masy włóknistej, z której następnie formowane są kobierce płyt. W technologii mokrej kobierce formowane jest w stanie mokrym, po czym przechodzi proces suszenia. W przypadku metody suchej włókna są zaklejone, suszone i dopiero z nich formowany jest kobierce. Włókna lignocelulozowe wykorzystywane do wytwarzania poszczególnych rodzajów materiałów termoizolacyjnych są zróżnicowane pod względem wymiarów i jakości, jednak sposób ich pozyskania z surowca drzewnego jest zbliżony.

21



Defibrator.



Surowiec przetworzony w formę zrębek – plac w zakładzie produkcyjnym STEICO Czarnków.

Surowiec drzewny wykorzystywany do produkcji masy włóknistej jest **rozdrabniany wstępnie** do postaci zrębków z wykorzystaniem rębarek bębnowych. Przed rozdrobnieniem drewno okrągłe może być okorowane, co poprawia jakość masy włóknistej, a co za tym idzie również wytworzonych płyt. Po rozdrobnieniu następuje **sortowanie surowca** w sortownikach sitowych, zrębki zbyt duże są dodatkowo rozdrabniane w rozdrabniarkach młotkowych. W przypadku surowca niekorowanego na tym etapie częściowo usuwana jest kora oraz inne zanieczyszczenia. Tak przygotowane zrębki kierowane są do **defibratora**, gdzie dochodzi do ich rozwłókniania.

Rozwłóknianie to proces rozdzielenia tkanki drzewnej na pojedyncze elementy morfologiczne (włókna) lub pęczki włókien. Defibrator składa się z czterech zasadniczych zespołów: zasilania, podgrzewania, rozwłókniania i opróżniania. W części zasilającej defibratora **zrębki poddawane są sprasowaniu** za pomocą ślimaka umieszczonego w zwężającej się i perforowanej rurze (ciśnienie 2–10 MPa), dzięki czemu następuje usunięcie nadmiaru wody i tworzy się z nich **korek**, który poprzez rurę korka wprowadzany jest do podgrzewacza, co pozwala utrzymać odpowiednie parametry w dalszej części układu. W podgrzewaczu korek ponownie rozpada się, a zrębki poddawane są działaniu nasyconej pary wodnej o temperaturze ok. 150–190°C, która ogrzewa tkankę drzewną, skrapla się i nawilża zrębki. Temperatura w podgrzewaczu uzależniona jest od rodzaju płyt, które mają być produkowane docelowo z masy włóknistej.

W efekcie zmiany stanu skupienia ligniny ze stałego w miękką i plastyczny następuje uplastycznienie blaszki środkowej, a następnie osłabienie połączeń między włóknami. Na **przebieg parowania** decydujący wpływ mają: ciśnienie pary, czas trwania operacji regulowany poziomem zrębków w podgrzewaczu, rodzaj surowca, jego gęstość, ciepło właściwe, współczynnik przewodnictwa cieplnego, wilgotność początkowa. Podgrzane i uplastycznione zrębki przenośnikiem ślimakowym kierowane są do komory mielenia i trafiają między odpowiednio wyprofilowane, obracające się tarcze mielące. W trakcie przechodzenia surowca między stopniowo zbliżającymi się ku sobie tarczami, na skutek mechanicznego, cyklicznego oddziaływania elementów profili tarcz (występów i zagłębień) następuje rozdzielanie tkanki drzewnej na pojedyncze elementy morfologiczne (włókna) lub pęczki włókien. Włókna drzewne ulegają **fibrylacji zewnętrznej i wewnętrznej** (rozluźnienie ich struktury micelarnej), dzięki czemu stają się giętkie i elastyczne oraz bardziej podatne na proces łączenia – zwiększa się ich powierzchnia właściwa. Odległość między tarczami mielącymi zależy od wymaganego stopnia zmielenia i wydajności defibratora i zwykle wynosi około 0,1 mm (w strefie mielenia). Wytworzona masa włóknista poprzez zawór wypustowy odprowadzana jest poza komorę mielenia i w zależności od przeznaczenia poddawana dalszym procesom technologicznym.

Płyty pilśniowe porowate

Płyty pilśniowe porowate (SB – softboard), zgodnie z normą PN-EN 316-2001 „Płyty pilśniowe. Definicja, klasyfikacja i symbole”, charakteryzują się gęstością zawierającą się w przedziale $\geq 230 \text{ kg/m}^3$ i poniżej 400 kg/m^3 . Należy jednak dodać, że obecnie produkowane są również płyty o gęstości poniżej 200 kg/m^3 .

Płyty pilśniowe porowate są materiałem **w pełni naturalnym i ekologicznym** – do ich wytwarzania nie stosuje się na ogół żywic klejowych. W zależności od późniejszego wykorzystania do wybranych rodzajów

płyt mogą być dodawane środki hydrofobowe, środki zaklejające, bitum, barwniki itp. Obecnie w Polsce produkcja różnego typu płyt pilśniowych porowatych odbywa się w oparciu o osiem ciągów produkcyjnych, z czego siedem należy do firmy STEICO – są to zakłady zlokalizowane w Czarnkowie i w Czarnej Wodzie. Całkowita zdolność produkcyjna firmy STEICO wynosi około $1\,000\,000 \text{ m}^3$ płyt na rok, co plasuje Polskę jako największego producenta płyt pilśniowych porowatych w Europie.



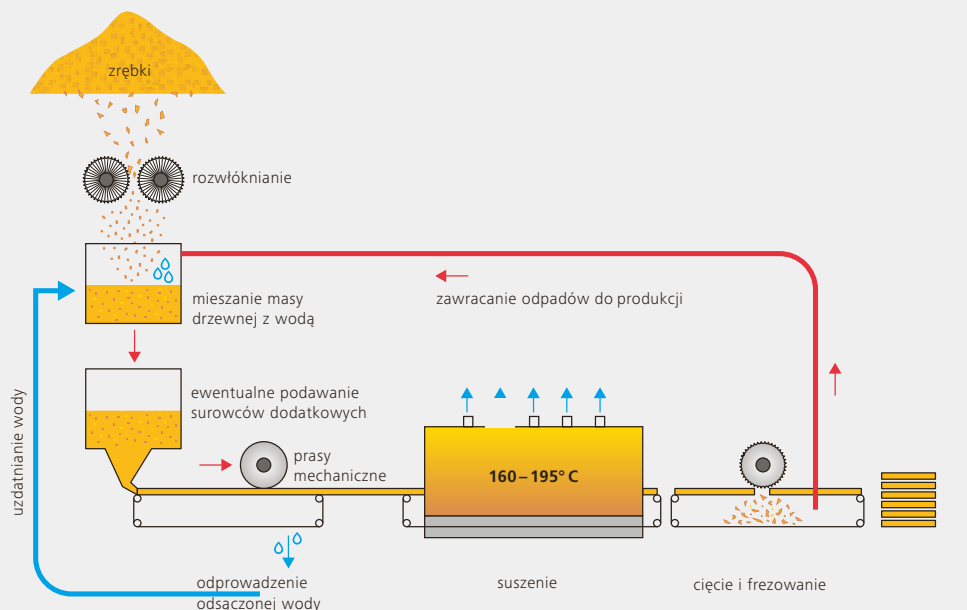
Płyta pilśniowa porowata.

W ofercie firmy STEICO dostępne są między innymi następujące płyty pilśniowe porowate, zróżnicowane pod względem właściwości i zastosowania:

STEICO <i>universal</i>	plyta do termoizolacji nakrokwiowej oraz do zewnętrznej termoizolacji fasad wentylowanych
STEICO <i>special</i>	plyta do termomodernizacji dachów
STEICO <i>universal black</i>	plyta do termoizolacji fasad wentylowanych
STEICO <i>protect</i>	plyta do termoizolacji fasad (dedykowana pod systemy tynkarskie)
STEICO <i>duo</i>	uniwersalna plyta do termoizolacji fasad tynkowych i wentylowanych
STEICO <i>therm</i>	wytrzymała izolacja termiczno-akustyczna o wszechstronnym zastosowaniu
STEICO <i>internal</i>	plyta do termoizolacji ścian zewnętrznych od wewnątrz
STEICO <i>isorel</i>	plyta pilśniowa o wszechstronnym zastosowaniu
STEICO <i>floor</i>	system do izolacji akustycznej pod podłogi drewniane
STEICO <i>underfloor</i>	podkład pod panele i podłogi pływające
STEICO <i>base</i>	wytrzymała na ściskanie izolacja akustyczna podłóg
STEICO <i>phaltex</i>	bitumowana plyta pilśniowa o wszechstronnym zastosowaniu

Metodą moką wytwarzane są również płyty pilśniowe twarde (HB – hardboard), których gęstość wynosi od 800 kg/m³ do ponad 1000 kg/m³ w przypadku płyt o bardzo wysokich wymaganiach wytrzymałościowych. Obecnie firma STEICO dysponuje dwoma ciągami płyt pilśniowych twardych. W budownictwie płyty pilśniowe twarde (o podwyższonej gęstości ponad 1000 kg/m³) mogą być wykorzystywane jako materiał na środniki do produkcji belek dwuteowych. Schemat procesu technologicznego płyt pilśniowych porowatych przedstawiono na rys. 3.

Pozyskana z surowca drzewnego masa włóknista przechowywana jest w postaci zawiesiny włókien w wodzie obiegowej w specjalnych kadziach zapewniających ciągłość produkcji linii. W kadziach odbywa się też nieustanne mieszanie w celu zachowania odpowiedniego stężenia masy. Przed procesem formowania, jeżeli wymagają tego późniejsze warunki stosowania płyt, masę włóknistą poddaje się zaklejaniu hydrofobowemu. Wpływa ono na zwiększenie odporności płyt na działanie wody. Do tego celu wykorzystuje się na ogół emulsje parafinowe, przy czym wielkość dodatku nie przekracza 1% w stosunku do masy zupełnie suchych włókien.



Zobacz film z procesu produkcji

Rys. 3. Schemat procesu technologicznego produkcji płyt pilśniowych porowatych (tzw. metoda mokra).

W pewnych odmianach płyt porowatych – tzw. **bitumowanych** – jako środka hydrofobowego używa się bitumu. Wprowadza się go w stanie stopionym bezpośrednio do defibratora lub do masy w postaci emulsji. W zależności od przeznaczenia płyt jego udział może wynosić nawet 35%. Tak przygotowana mieszanina włókien w wodzie podawana jest na maszynę odwadniającą, gdzie w sposób ciągły formowana jest wstęga włóknista. Na tym etapie następuje stopniowe **odwodnienie kobierca**. Wstęga opuszczająca ostatni etap formowania – prasę wałową (wyzymakową) charakteryzuje się wilgotnością na poziomie 50–55%. Woda obiegowa odprowadzona w ramach formowania wstęgi, po oczyszczeniu, zwracana jest ponownie do procesu technologicznego.

Wilgotna wstęga dzielona jest na poszczególne arkusze płyt, które trafiają do suszarki rolkowej. Płyty porowate suszone są w temperaturach do 195°C przez 2–3,5 h, przy czym czas ten jest uzależniony od wilgotności początkowej, grubości oraz stosowanej temperatury. Końcowa wilgotność płyt wynosi 0,6–6,0%.

Wybrane właściwości płyt porowatych przedstawiono w tabeli 3 i 4. Płyty te, ze względu na swoje doskonałe właściwości izolacyjne, są wykorzystywane w budownictwie do kompleksowej izolacji dachów, stropów, ścian i podłóg. Jest to materiał otwarty dyfuzyjnie (paroprzepuszczalny), dzięki czemu umożliwia odpro-

wadzenie nadmiaru wilgoci z wnętrza pomieszczeń oraz z wnętrza przegród budowlanych. Pozwala to w sposób naturalny regulować klimat wewnątrz pomieszczeń. Porowata struktura płyty oraz stosunkowo wysoka gęstość zapewniają jej również zwiększoną dźwiękochłonność, dzięki czemu może być stosowana jako doskonała izolacja akustyczna pomieszczeń. Wybrane obszary zastosowań płyt porowatych produkowanych przez STEICO przedstawiono w tabeli 5.



Linia technologiczna do produkcji płyt pilśniowych porowatych – zakład STEICO Czarnków.

Właściwość	Grubość [mm]	Typ płyty*				
		SB	SB.H	SB.E	SB.LS	SB.HLS
Spęczniecie na grubość po 2 h [%]	≤ 10	10	7	6	8	6
	> 10 do 19	10	7	6	8	6
	> 19	10	7	6	8	6
Wytrzymałość na zginanie statyczne [N/mm ²]	≤ 10	0,9	1,1	1,2	1,2	1,3
	> 10 do 19	0,8	1,0	1,1	1,1	1,2
	> 19	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0
Moduł sprężystości przy zginaniu statycznym [N/mm ²]	≤ 10	–	–	–	140	150
	> 10 do 19	–	–	–	130	140
	> 19	–	–	–	100	120

*

SB – płyta ogólnego przeznaczenia użytkowana w warunkach suchych

SB.H – płyta ogólnego przeznaczenia użytkowana w warunkach wilgotnych

SB.E – płyta ogólnego przeznaczenia użytkowana w warunkach zewnętrznych

SB.LS – płyta przenosząca obciążenia użytkowana w warunkach suchych

SB.HLS – płyta przenosząca obciążenia użytkowana w warunkach wilgotnych

Tabela 3. Wymagania dla płyt porowatych zgodnie z normą PN-EN 622-4:1997 „Płyty pilśniowe, wymagania techniczne, wymagania dla płyt porowatych”.

Właściwość	STEICO <i>universal</i>	STEICO <i>special</i>	STEICO <i>therm</i>	STEICO <i>internal</i>	STEICO <i>isorel</i>	STEICO <i>floor</i>	STEICO <i>underfloor</i>	STEICO <i>base</i>	STEICO <i>protect</i>	STEICO <i>duo</i>
Grubość [mm]	22 do 60	60 do 120	20 do 200	40 do 80	8 do 19	40 i 60	3 do 7	20 do 100	20 do 100	40 i 60
Gęstość [kg/m ³]	ok. 270	ok. 240	ok. 160	ok. 160	ok. 230	ok. 160	ok. 250	ok. 250	ok. 230–265	ok. 265
Deklarowany współczynnik przewodzenia ciepła λ_D [W/(m·K)]	0,048	0,046	0,038	0,038	0,048	0,038	0,070	0,048	0,046 –0,048	0,048
Wytrzymałość na ściskanie [kPa]	200	100	50	50	100	50	150	150	100–180	180
Wytrzymałość na ściskanie przy 10-procentowym odkształceniu względnym σ_{10} [N/mm ²]	0,20	0,10	0,05	0,05	≥ 0,10	0,05		≥ 0,15	≥ 0,10	0,18
Wytrzymałość na rozciąganie prostopadle do powierzchni czołowych [kPa]	≥ 30	≥ 10	≥ 2,5		≥ 10	≥ 2,5		≥ 10	15–20	20
Oporność przepływu powietrza [kPa·s/m ²]	100	100	100	100	100	100		100	100	100
Klasa reakcji na ogień wg PN EN 13501-1	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Deklarowany opór cieplny R_D [(m ² ·K)/W]	0,45(22) + 1,259(60)	1,30(60) + 2,60(120)	0,50(20) + 5,25(200)	1,0(40) + 2,0(80)	0,16(8) + 0,38(19)	1,05(40) + 1,55(60)	0,043(3,0) + 0,10(7,0)	0,40(20) + 2,05(100)	0,40(20) + 2,05(100)	0,80(40) + 1,25(60)
Współczynnik oporu dyfuzyjnego	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Równoważny opór dyfuzyjny S_d [m]	0,11(22) + 0,30(60)	0,3(60) + 0,6(120)	0,1(20) + 1,0(200)	0,2(40) + 0,4(80)	0,04(8) + 0,1(19)	0,2(40) + 0,3(60)	0,02(3,0) + 0,04(7,0)	0,1(20) + 0,5(100)	0,1(20) + 0,5(100)	0,2(40) + 0,3(60)
Ciepło właściwe c [J/(kg·K)]	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100
Wzdłużny opór przepływu powietrza [(kPa·s)/m ²]	≥ 100	≥ 100	≥ 100	≥ 100	≥ 100	≥ 100		≥ 100	≥ 100	≥ 100

Tabela 4. Wybrane właściwości płyt porowatych produkowanych przez firmę STEICO.

Obszar		STEICO universal	STEICO special	STEICO therm	STEICO internal	STEICO isorel	STEICO roof	STEICO floor	STEICO underfloor	STEICO base	STEICO protect	STEICO duo
Dach	izolacja zewnętrzna pod pokrycia	x	x	x			x					x
	izolacja zewnętrzna pod uszczelnieniem	x	x	x								x
	izolacja przestrzeni międzykrokwowych			x								
	izolacja wewnętrzna od spodu			x	x					x	x	x
Ściana	izolacja zewnętrzna, pod elewację zewnętrzną	x	x	x							x	x
	budownictwo drewniane	x	x	x	x	x				x	x	x
	izolacja wewnętrzna			x	x	x				x		
	izolacja ścian działowych			x	x	x				x		
Stropy, podłogi				x		x		x	x	x		

Tabela 5. Obszary zastosowań płyt porowatych produkowanych przez firmę STEICO.



Przykład zastosowania płyt porowatych STEICO – izolacja termiczno-akustyczna dachów płaskich.

Płyty LDF i ULDF

Płyty LDF (low density fiberboards) i ULDF (ultra-low density fiberboards) należą do grupy płyt pilśniowych suchoformowanych. Oprócz nich do grupy tej zaliczane są również płyty MDF (medium density fiberboard), HDF (high density fiberboard), THDF (thin high density fiberboard) oraz UTHDF (ultra thin high density fiberboard). Zróżnicowanie poszczególnych płyt związane jest z zakresem produkowanych grubości i gęstości i ma swoje odbicie w przeznaczeniu płyt. Zgodnie z normą PN-EN 316:2009 płyty pilśniowe suchoformowane można podzielić na:

- **HDF – MDF** o gęstości $\geq 800 \text{ kg/m}^3$,
- **lekkie MDF** – MDF o gęstości $\leq 650 \text{ kg/m}^3$,
- **ultralekkie MDF** – MDF o gęstości $\leq 550 \text{ kg/m}^3$.

Z kolei Nicewicz i Sala [2014], uwzględniając kryteria gęstości i grubości, dzielą płyty pilśniowe suchoformowane w następujący sposób:

PŁYTA	GĘSTOŚĆ	GRUBOŚĆ
LDF	$< 450 \text{ kg/m}^3$	10–240 mm
MDF	$450\text{--}850 \text{ kg/m}^3$	8–40 mm
HDF	$700\text{--}900 \text{ kg/m}^3$	5–8 mm (na panele podłogowe)
THDF	do 1050 kg/m^3	1,2–6 mm

Tabela 6. Podział płyt suchoformowanych.



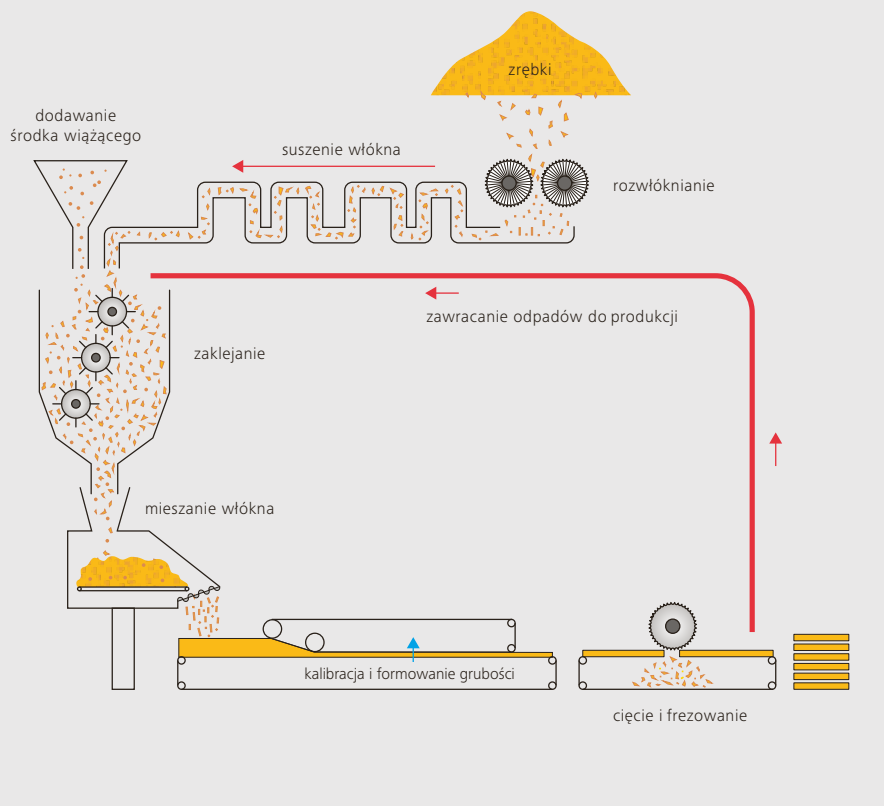
Płyta STEICO LDF.

Obecnie największym producentem płyt LDF na rynku polskim jest firma STEICO z łączną produkcją ok. 700 tysięcy ton rocznie. Wytwarza ona płyty o gęstościach z zakresu $110\text{--}210 \text{ kg/m}^3$ przy grubościach, zależnie od rodzaju płyty, w przedziale od 26 do 300 mm.

W ofercie firmy STEICO dostępne są następujące płyty LDF:

STEICO <i>universal dry</i>	płyta do termoizolacji nakropkowanej oraz do zewnętrznej termoizolacji fasad wentylowanych
STEICO <i>special dry</i>	płyta do termomodernizacji dachów od zewnątrz
STEICO <i>roof dry</i>	płyta do termoizolacji dachów przemysłowych i płaskich
STEICO <i>therm dry</i>	wytrzymała izolacja termiczno-akustyczna o wszechstronnym zastosowaniu
STEICO <i>install</i>	płyta termoizolacyjna do zabudowy przestrzeni instalacyjnych
STEICO <i>top</i>	izolacja termiczno-akustyczna poddasza nieużytkowego
STEICO <i>protect dry</i>	płyta do termoizolacji fasady (dedykowana pod systemy tynkarskie)
STEICO <i>duo dry</i>	uniwersalna płyta do termoizolacji fasad tynkowanych i wentylowanych

Schemat technologiczny wytwarzania płyt LDF przedstawiony został na rys. 4.



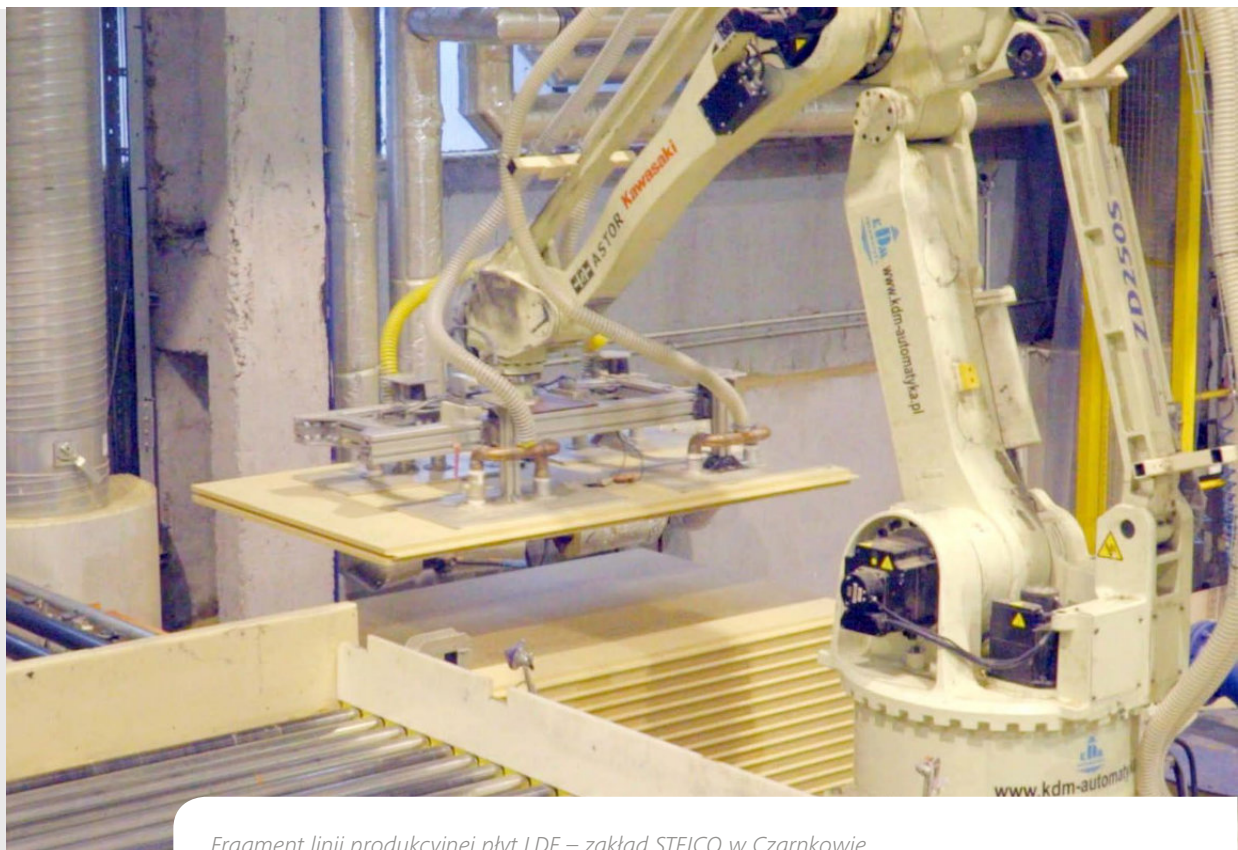
Zobacz film z procesu produkcji

Rys. 4. Schemat produkcji płyt LDF (tzw. metoda sucha).

Do wytwarzania płyt LDF wykorzystywana jest masa włóknista pozyskana w procesie rozwałkowania. Na tym etapie do defibratora dodawane są również środki hydrofobowe. Następnie masa włóknista jest suszona do wilgotności około 5% i składowana w zbiorniku magazynowym. Wysuszone włókna zaklejane są z wykorzystaniem kleju poliuretanowego (PUR) i kierowane do linii nasypowej. Z tak przygotowanego surowca formowany jest kobierzec, który następnie poddawany jest kolejno procesom zagęszczania na zimno oraz prasowania na gorąco w prasie parowej ciągłego działania (CSP). W efekcie oddziaływania na zaklejoną masę włóknistą pary wodnej przy założonym ciśnieniu w określonym czasie następuje jej połączenie w gotowy wyrób. Parametry prasowania są ściśle powiązane z rodzajem i właściwościami produkowanych wyrobów. Po wyjściu z prasy wstęga jest dzielona na poszczególne arkusze i magazynowana. W przypadku niektórych zastosowań, płyty mogą być dodatkowo impregnowane poprzez naniesienie na ich powierzchnię środka hydrofobowego.

Płyty pilśniowe suchoformowane LDF, w zależności od grubości i gęstości, stosowane są głównie jako materiały termoizolacyjne w nowoczesnym budownictwie

energooszczędnym. Wybrane właściwości płyt LDF oferowanych przez firmę STEICO przedstawiono w tabeli 7, zaś kierunki ich wykorzystania w tabeli 8. Płyty LDF znajdują zastosowanie zarówno w ocieplaniu, jak i wygłuszeniu dachów, ścian oraz stropów. Dzięki swojej elastyczności i odporności na rozrywanie nawet przy montażu zachowują właściwy kształt. Ich efektywność szczególnie uwidacznia się w ocieplaniu prefabrykowanych elementów budynku. Technologia produkcji płyt eliminuje również niebezpieczeństwo ich osiadania podczas użytkowania. Zwarta struktura i sprężystość płyt umożliwia szczelne i dokładne wypełnienie przestrzeni między belkami czy krokiewiami, eliminując występowanie tzw. mostków termicznych i akustycznych [Nicewicz, Sala: 2014]. Włókna drzewne stanowiące główny składnik płyt sprawiają, że mają one właściwości antyalergiczne, nie podrażniają skóry oraz są przyjazne środowisku. Równocześnie płyty w sposób naturalny regulują klimat w pomieszczeniach.



Fragment linii produkcyjnej płyt LDF – zakład STEICO w Czarnkowie.



Przykład zastosowania płyt LDF (STEICOprotect L dry) – termoizolacja fasady.

Właściwości	STEICO <i>universal dry</i>	STEICO <i>special dry</i>	STEICO <i>roof dry</i>	STEICO <i>therm dry</i>	STEICO <i>install</i>	STEICO <i>top</i>	STEICO <i>protect dry</i>	STEICO <i>duo dry</i>
Grubość [mm]	35 do 100	40 do 200	60-200	40 do 300	50	80 i 100	40 do 240	40 i 60
Gęstość [kg/m ³]	ok. 180-210	ok. 140	ok. 140	ok. 110	ok. 140	ok. 140	ok. 110–180	ok. 180
Deklarowany współczynnik przewodzenia ciepła λ_D [W/(m·K)]	0,043/ 0,045	0,041	0,040	0,037	0,040	0,041	0,037–0,043	0,043
Wytrzymałość na ściskanie [kPa]	200	100	100	50	100	100	50–200	200
Wytrzymałość na ściskanie przy 10-procentowym odkształceniu względnym σ_{10} [N/mm ²]	0,20	0,10	0,10	0,05	0,10	0,10	≥ 0,05	0,20
Wytrzymałość na rozciąganie prostopadle do powierzchni czołowych [kPa]	≥ 30	≥ 10	≤ 10	5	10	≥ 10	10–30	30
Oporność przepływu powietrza [kPa·s/m ²]	100	100	100	100	100	100	100	100
Klasa reakcji na ogień wg PN EN13501-1	E	E	E	E	E	E	E	E
Deklarowany opór cieplny R_D [(m ² ·K)/W]	0,75(35) + 2,30(100)	2,90(120) + 4,85(200)	1,50(60) + 5,00(200)	1,05(40) + 8,10(300)	1,22(50)	1,95(80) + 2,40(100)	0,90(40) + 6,15(240)	0,90(40) + 1,35(60)
Współczynnik oporu dyfuzyjnego μ	3	3	3	3	3	3	3	3
Równoważny opór dyfuzyjny S_a [m]	0,11(35) + 0,30(100)	0,36(120) + 0,60(200)	0,18(60) + 0,60(200)	0,12(40) + 0,9(300)	0,15(50)	0,24(80) + 0,30(100)	0,12(40) + 0,72(240)	0,12(40) + 0,18(60)
Ciepło właściwe c [J/(kg·K)]	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100
Wzdłużny opór przepływu powietrza [(kPa·s)/m ²]	≥ 100	≥ 100	≥ 100	≥ 100	≥ 100	≥ 100	≥ 100	≥ 100

Obszar		STEICO <i>universal dry</i>	STEICO <i>special dry</i>	STEICO <i>roof dry</i>	STEICO <i>therm dry</i>	STEICO <i>install</i>	STEICO <i>top</i>	STEICO <i>protect dry</i>	STEICO <i>duo dry</i>
Dach	Izolacja zewnętrzna pod pokrycia	X	X	X	X				X
	Izolacja zewnętrzna pod uszczelnieniem	X	X	X	X				X
	Izolacja przestrzeni międzykrokwowych			X	X				
	Izolacja wewnętrzna od spodu				X	X			X
Ściana	Izolacja zewnętrzna, pod elewację zewnętrzną	X	X		X			X	X
	Budownictwo drewniane	X	X		X	X		X	X
	Izolacja wewnętrzna				X	X			
	Izolacja ścian działowych				X	X			
Stropy, podłogi					X		X		

Tabela 8. Obszary zastosowań płyt LDF produkowanych przez firmę STEICO.

Maty włókniste

Maty włókniste należą do materiałów termoizolacyjnych suchoformowanych. W przeciwieństwie jednak do płyt LDF czy ULDF, do ich wytwarzania nie wykorzystuje się tradycyjnych żywic klejowych, a rolę spoiwa spełniają dwukomponentowe, termoplastyczne włókna poliolefinowe. Dzięki temu maty włókniste, w porównaniu do innych materiałów drewnopochodnych, charakteryzują się niską gęstością (około $50/60 \text{ kg/m}^3$), a przy tym wysoką elastycznością i stabilnością kształtu. Dzięki temu maty w pełni wypełniają izolowaną przestrzeń i nie osiadają w trakcie użytkowania. Firma STEICO jest największym producentem mat włóknistych w Europie (STEICOflex 038 i STEICOflex 036). Zdolności produkcyjne firmy w tym zakresie wynoszą około $1\,500\,000 \text{ m}^3$ rocznie. STEICO oferuje maty włókniste w grubościach 20–240 mm i formatach 1220×575 mm (675 mm dla grubości 40, 60, 80 mm)

Do wytwarzania mat włóknistych wykorzystywana jest masa lignocelulozowa pozyskana w procesie rozwłókniania. Na mokre włókna nanoszony jest środek uniepalniający, a następnie są one suszone w suszarzni rurowej. Tak przygotowany surowiec lignocelulozo-

wy podawany jest do urządzenia homogenizującego, w którym następuje jego połączenie z włóknami termoplastycznymi stanowiącymi spoiwo masy. Udział włókien termoplastycznych wynosi na ogół kilka procent. W trakcie homogenizacji istnieje również możliwość wprowadzenia innych, dodatkowych włókien nadających matom sprężystość (np. z tworzyw sztucznych). Urządzenie homogenizujące zapewnia równomierne wymieszanie wszystkich surowców, które następnie trafiają do stacji formującej kobierzec. Formowanie realizowane jest w sposób ciągły. Kobierzec włóknisty w postaci wstęgi poddawany jest przegrzaniu gorącym powietrzem w suszarzni przelotowej (strumień powietrza podawany jest prostopadle do powierzchni maty). W trakcie ogrzewania następuje uplastycznienie i częściowe stopienie termoplastycznych włókien poliolefinowych i dzięki temu połączenie cząstek lignocelulozowych w macie. Po „wysuszeniu” kobierzec jest przycinany do żądanych wymiarów. Otrzymane maty są układane na paletach i pakowane w folię.



Maty włókniste.

Wybrane właściwości mat włóknistych przedstawione zostały w tabeli 9. Maty włókniste, podobnie jak inne drewnopochodne płyty izolacyjne, są materiałem otwartym dyfuzyjnie, dzięki czemu umożliwiają odprowadzenie nadmiaru wilgoci znajdującej się wewnątrz pomieszczenia na zewnątrz. Ogranicza to zjawisko kondensacji pary wodnej i w naturalny sposób reguluje wilgotność wewnątrz pomieszczeń. Dodatkowo porowata struktura oraz sprężystość mat włóknistych, zapewniająca ich dokładne przyleganie do izolowanych powierzchni, pozwala efektywnie ograniczyć przenika-

nie dźwięków. Maty włókniste, tak jak pozostałe drewnopochodne materiały izolacyjne, są materiałem hipoaergicznym, nie powodują podrażnień skóry zarówno w trakcie montażu, jak i użytkowania. Maty włókniste wykorzystywane są do termoizolacji dachów, ścian i stropów. Dzięki dużej elastyczności łatwo wypełniają izolowane przestrzenie, a montaż polega jedynie na wciśnięciu ich pomiędzy elementy konstrukcyjne przegrody.



Przykłady zastosowania mat włóknistych – termoizolacja przestrzeni między słupkami ściennymi.

Parametr	Wartość	
	STEICOflex 036	STEICOflex 038
Gęstość [kg/m ³]	ok. 60	ok. 50
Klasa reakcji na ogień (wg PN EN 13501-1)	E	E
Deklarowany współczynnik przewodzenia ciepła λ_D [W/(m·K)]	0,036	0,038
Deklarowany opór cieplny R_D [(m ² ·K)/W] (dla danej grubości [mm])	0,55(20); 0,80(30); 1,10(40); 1,35(50); 1,65(60); 2,20(80); 2,75(100); 3,30(120); 3,85(140); 4,40(160); 5,00(180); 5,55(200); 6,10(220); 6,65(240)	0,50(20); 0,75(30); 1,05(40); 1,30(50); 1,55(60); 2,10(80); 2,60(100); 3,15(120); 3,65(140); 4,20(160); 4,70(180); 5,25(200); 5,75(220); 6,30(240)
Współczynnik oporu dyfuzyjnego μ	1-2	1-2
Ciepło właściwe c [J/(kg·K)]	2100	2100
Oporność przepływu powietrza [(kPa·s)/m ²]	≥ 5	≥ 5

Tabela 9. Właściwości mat włóknistych STEICOflex 036 i STEICOflex 038.

Termoizolacyjna masa włóknista w postaci sypkiej

Termoizolacja może być wykonana z luźnych włókien drzewnych lub celulozowych, które przy użyciu specjalnego agregatu* są wdmuchiwane lub nadmuchiwane w specjalnie przygotowane w tym celu przestrzenie (np. zamknięta przegroda stropu). Tego typu materiał do izolacji cieplnej firma STEICO oferuje w Polsce pod nazwą STEICOzell (z włókien drzewnych) oraz STEICOfloc (z włókien celulozowych).

Metoda wdmuchiwania sypkich materiałów termoizolacyjnych (blow-in) i pochodna jej metoda nadmuchiwania termoizolacji (open blow), to dwie najbardziej rozpowszechnione i bardzo szybkie technologie instalacji dociepleń z materiałów sypkich.

Włókna drzewne/celulozowe mogą być wdmuchiwane w przestrzenie dachów, stropodachów, stropów, ścian

* Listę agregatów zalecanych do wdmuchiwania granulatu STEICOzell/STEICOfloc można uzyskać, kontaktując się z firmą STEICO.

i podłóg. W elementach zewnętrznych przegród wycinane są otwory instalacyjne, które po zakończeniu zasypywania są uszczelniane (np. przy użyciu zatyczek STEICO z włókien drzewnych).

W trakcie aplikacji pojedyncze włókna mieszane są z powietrzem w maszynie wdmuchującej. Następnie pod ciśnieniem są z niej wydmuchiwane i doprowadzane rurami w pustki ścienne, dachowe czy podłogowe. Specjalne końcówki rur odpowiednio nakierowują strumień włókien i powietrza wewnątrz szczelin. W efekcie włókna tworzą nieprzerwaną, szczelną izolację, równomiernie wypełniając docieplane przestrzenie (nawet te o niestandardowych kształtach) i idealnie przylegając do tworzących je ścianek.



Granulat z włókien drzewnych.



Granulat z włókien celulozowych.

Parametr	Wartość
Klasa reakcji na ogień (wg PN EN 13501-1 + A1:2010)	STEICOzell - B-s2,d0 STEICOfloc - B-s2,d0
Deklarowany współczynnik przewodzenia ciepła λ_D [W/(m•K)]	STEICOzell - 0,038 STEICOfloc - 0,038
Współczynnik oporu dyfuzyjnego μ	1–2
Ciepło właściwe c [J/(kg•K)]	2100

Tabela 10. Właściwości termoizolacyjnej masy włóknistej w postaci sypkiej STEICOzell/STEICOfloc.

1.3. Technologia produkcji materiałów konstrukcyjnych STEICO

Rozwój budownictwa, a w szczególności budownictwa drewnianego, pociąga za sobą nieustanny wzrost zapotrzebowania nie tylko na materiały izolacyjne, ale również na coraz nowsze i efektywniejsze rozwiązania konstrukcyjne. W tym zakresie także w Polsce dynamicznie rozwi-

jana jest produkcja nośnych tworzyw drzewnych (z ang. EWP – Engineered Wood Products), do których można zaliczyć fornir klejony warstwowo LVL czy belki dwuteowe (I-joist).



Fornir klejony warstwowo (LVL)

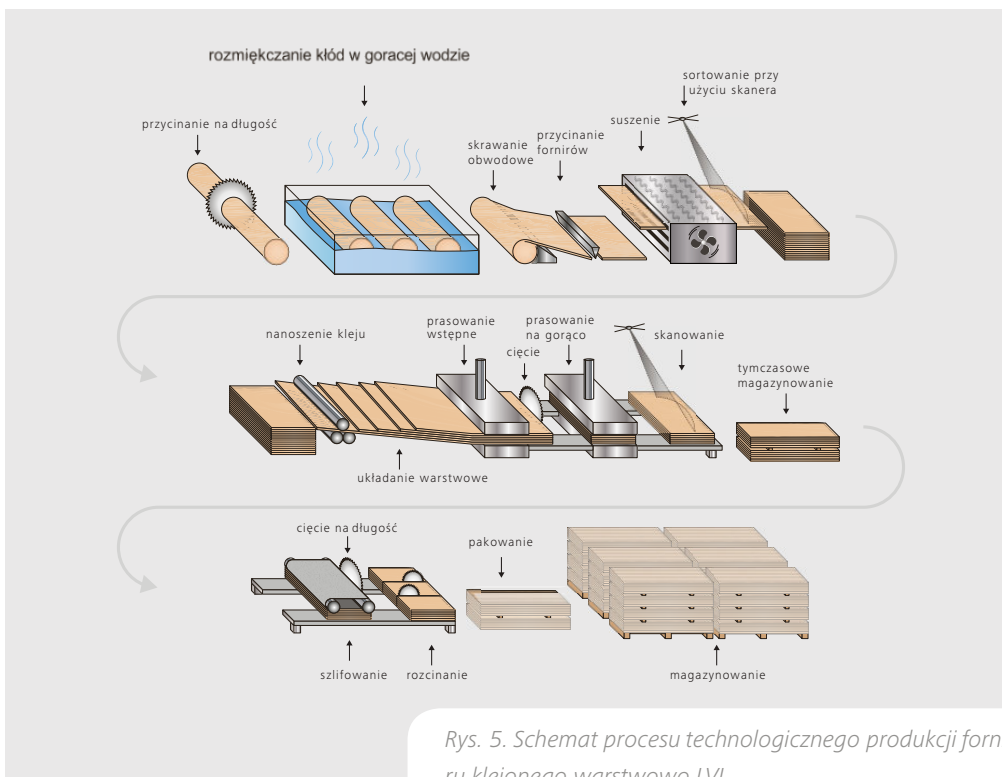
LVL (Laminated Veneer Lumber) jest konstrukcyjnym tworzywem warstwowym powstałym ze sklejenia fornirów o grubości ok. 3 mm, przy czym sąsiednie warstwy charakteryzują się wzajemnie równoległym układem włókien. W pewnych odmianach LVL mogą występować również wybrane warstwy o układzie poprzecznym włókien. Zgodnie z PN-EN 14279 „Deski warstwowo klejone z forniru (LVL) – Definicje, klasyfikacja i wymagania” można wyróżnić trzy klasy LVL:

- **LVL 1** – do użytku w warunkach suchych; wilgotność materiału odpowiada parametrom powietrza: $t = 20^{\circ}\text{C}$, $\varphi = 65\%$ (wyższa wilgotność względna powietrza nie dłużej niż kilka tygodni w roku),
- **LVL 2** – do użytku w warunkach wilgotnych; wilgotność materiału odpowiada parametrom powietrza: $t = 20^{\circ}\text{C}$, $\varphi = 85\%$ (wyższa wilgotność względna powietrza nie dłużej niż kilka tygodni w roku),
- **LVL 3** – do użytku w warunkach zewnętrznych; parametry powietrza przekraczają wartości dopuszczalne dla LVL 2.

Obecnie produkcja LVL na świecie realizowana jest w kilkunastu zakładach, których roczne zdolności produkcyjne wynoszą łącznie około 6,5 mln m^3 .

W Europie (uwzględniając Rosję) zlokalizowanych jest sześć zakładów wytwarzających różne odmiany tego tworzywa. Jednym z nich jest zakład STEICO w Czarnej Wodzie (jedyne tego typu w Polsce) wyposażony w dwie najnowocześniejsze w Europie linie o rocznej zdolności produkcyjnej około 160 000 tys. m^3 . Jak już wcześniej wspomniano, biorąc pod uwagę budowę LVL, można wyróżnić dwa podstawowe rodzaje tego tworzywa:

- materiał o wzajemnie równoległym układzie włókien we wszystkich warstwach fornirów, np. STEICO **LVL R** – odznaczający się maksymalną wytrzymałością na działanie sił zginających – stosowany w konstrukcjach nośnych na podwaliny, oczepy, nadproża, belki, słupy, stojaki, podpory, dźwigary, płatwie, kalenice itp.,
- materiał w większości o wzajemnie równoległym układzie włókien w sąsiadujących warstwach fornirów, przy czym występują również, symetrycznie rozmieszczone na grubości, warstwy o układzie prostopadłym włókien (około jedna piąta warstw fornirów), np. STEICO **LVL X** – charakteryzujący się zwiększoną stabilnością kształtu w układzie poprzecznym – stosowany w konstrukcjach głównie w postaci płytowej lub jako stabilna na odkształcenia belka czołowa w konstrukcjach stropów.



Zobacz film z procesu produkcji

Wykorzystanie do produkcji LVL fornirów skrawanych obwodowo pozwala całkowicie wyeliminować lub ograniczyć wpływ naturalnych wad drewna (sęki, zażyły układ włókien, nierównomierna słoistość, zmienność gęstości) na jego parametry wytrzymałościowe i fizyczne. Dzięki temu, w porównaniu do drewna litego, LVL charakteryzuje się również mniejszym rozrzutem tych właściwości. Firma STEICO oferuje LVL w grubościach od 21 do 90 mm, szerokości do 2500 mm i długości maksymalnej do 18 m – zależnie od przeznaczenia i budowy wewnętrznej (*LVL R*, *LVL RL*, *LVL RS*, *LVL X*, *GLVL*).

LVL w firmie STEICO produkowany jest z drewna świerkowego i sosnowego. Schemat procesu technologicznego przedstawiono na rys. 5. Surowiec dowożony jest do zakładu w postaci kłód. Po przesortowaniu i okorowaniu są one poddawane obróbce hydrotermicznej w basenach warzelnianych. Ma ona na celu uplastycznienie drewna, co w konsekwencji przekłada się na poprawę procesu skrawania obwodowego. Obróbka hydrotermiczna realizowana jest w wodzie o temperaturze ok. 60°C, zaś jej czas uzależniony jest od średnicy kłód oraz pory roku. Po uplastycznieniu kłody podawane są na stanowisko łuszczenia. W trakcie skrawania obwodowego wytwarzana jest ciągnąca wstęga forniru o grubości ok. 3 mm. Mokry fornir dzielony jest na poszczególne arkusze z jednoczesną manipulacją wad. Klasyfikacja forniru, uwzględniająca szerokość arkuszy, występowanie wad, rodzaj drewna (bielaste lub twarde), prowadzona jest z wykorzystaniem skanerów optycznych. Mokra łuszcza poddawana jest procesowi suszenia z wykorzystaniem suszarki rolkowej. Temperatura i prędkość suszenia uzależnione są od wilgotności początkowej fornirów oraz od rodzaju drewna (twarde lub bielaste). Wysuszony materiał poddawany jest klasyfikacji jakościowo-wytrzymałościowej, w efekcie której jest on dzielony na osiem klas w zależności od ilości wad i wytrzymałości. Arkusze o niepełnej szerokości oraz te obciążone dużą ilością wad kierowane są na linię do spajania poprzecznego. Tutaj po manipulacji wad poszczególne arkusze o niepełnej szerokości zostają połączone z wykorzystaniem nitki klejowej i przycięte na pełne wymiary. Gotowe arkusze trafiają na automatyczną linię kompletowania zestawów. W ramach linii każdy fornir jest poddawany procesowi uciosowania (tzw. scarfing) zapewniającemu możliwość połączenia arkuszy na długość. Następnie na górną powierzchnię arkusza forniru nanoszony jest klej na bazie żywicy fenolowo-formaldehydowej. Tak przygotowane forniry układane są w sposób ciągły w zestaw o określonej liczbie warstw. Formowanie realizowane jest w taki sposób, że do środka zestawu kierowane są forniry obciążone większą liczbą

wad, zaś na warstwy zewnętrzne forniry o najwyższej klasie jakościowo-wytrzymałościowej. Po uformowaniu zestawu trafia on do prasy wstępnej na zimno, a następnie po wyrównaniu powierzchni bocznych – jest dzielony na żadaną długość. Tak przygotowane zestawy trafiają do prasy zasadniczej i są prasowane na gorąco w temperaturze 140–180°C. Czas prasowania uzależniony jest od grubości prasowanych płyt. Po prasowaniu każda płyta kontrolowana jest pod względem obecności miejsc niesklejonych oraz grubości, a następnie odpowiednio oznaczana. W dalszym etapie płyty LVL trafiają do klimatyzacji i na linię wykańczającą (szlifowanie, podział na długość i szerokość).

LVL jako materiał konstrukcyjny charakteryzuje się wysokimi parametrami wytrzymałościowymi przy stosunkowo niskim ciężarze jednostkowym gotowego wyrobu. Moduł sprężystości przy zginaniu statycznym dla STEICO *LVL R* wynosi 14 000 N/mm², zaś dla STEICO *LVL X* 10 600 N/mm². Charakterystyczna wytrzymałość na zginanie wynosi dla STEICO *LVL R* w ułożeniu na sztorc 44 N/mm², a w ułożeniu płaskim 50 N/mm². Pozwala to w efekcie końcowym między innymi zmniejszyć wymiary przekrojów belek w stosunku do wyrobów z drewna litego, bez obniżenia ich nośności.

Wybrane właściwości STEICO *LVL R* i STEICO *LVL X* w porównaniu do tradycyjnego drewna litego oraz klejonego przedstawiono w tabeli 11. Warstwowa budowa tworzywa zapewnia również większą jego stabilność wymiarową. Jednocześnie należy zaznaczyć, że LVL posiada wszystkie zalety drewna jako naturalnego materiału konstrukcyjnego.

Do głównych korzyści wynikających z zastosowania STEICO *LVL* w konstrukcjach należy zaliczyć:

- bardzo dużą stabilność wymiarową (redukcja odkształceń w wyniku kurczenia nawet do 80% w stosunku do drewna litego),
- bardzo dużą wytrzymałość mechaniczną w stosunku do konwencjonalnych klas drewna (możliwość stosowania smuklejszych przekrojów elementów nośnych, a w efekcie redukcja mostków termicznych oraz ciężaru konstrukcji),
- w porównaniu do drewna litego niższy obliczeniowy współczynnik przewodności cieplnej o wartości 0,13 W/m·K (dla drewna litego 0,16 W/m·K),
- niski poziom wilgotności (na poziomie ok. 9%),
- bardzo szeroką gamę dostępnych przekrojów, dostosowaną do wymagań budownictwa energooszczędnego (w tym pasywnego),
- łatwość obróbki i montażu.

Zdjęcia z linii do produkcji STEICO LVL w Czarnej Wodzie.



Skrwanie obwodowe okorowanego surowca.



Grupowanie fornirow.



Prasa.



Transport gotowych płyt LVL.



Kontrola jakości.





STEICO LVL R w konstrukcjach stropowych.



STEICO GLVL R w konstrukcjach stropowych.

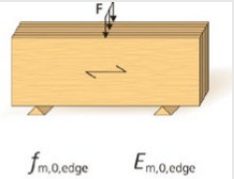
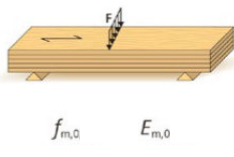
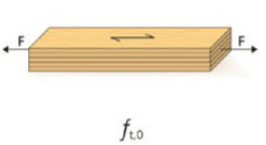
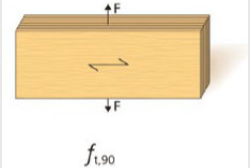
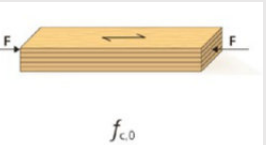
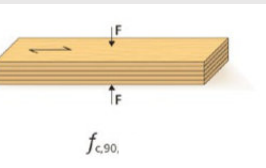
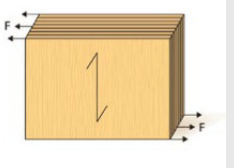
Właściwość w [N/mm ²]	Rodzaj elementu nośnego			
Zginanie równoległe do włókien $f_{m,0,k}$ w ułożeniu na sztorc 	C24	BSH/GL 24c	LVL R	LVL X (≥27mm)
	24	24	44	32
	porównanie wytrzymałości			
	punkt wyjścia	więcej o 0%	więcej o 83%	więcej o 33%
Zginanie równoległe do włókien $f_{m,0,k}$ w ułożeniu na płasko 	24	24	50	36
	porównanie wytrzymałości			
	punkt wyjścia	więcej o 0%	więcej o 108%	więcej o 50%
	porównanie wytrzymałości			
Rozciąganie równoległe do włókien $f_{t,0,k}$ w ułożeniu na płasko 	14	16,5	36	18
	porównanie wytrzymałości			
	punkt wyjścia	więcej o 18%	więcej o 157%	Więcej o 29%
	porównanie wytrzymałości			
Rozciąganie prostopadłe do włókien $f_{t,90,k}$ w ułożeniu na sztorc 	0,4	0,5	0,9	5,0
	porównanie wytrzymałości			
	punkt wyjścia	więcej o 25%	więcej o 125%	więcej o 150%
	porównanie wytrzymałości			
Ściskanie równoległe do włókien $f_{c,0,k}$ w ułożeniu na płasko 	21	24	40	30
	porównanie wytrzymałości			
	punkt wyjścia	więcej o 14%	więcej o 90%	więcej o 43%
	porównanie wytrzymałości			
Ściskanie prostopadłe do włókien $f_{c,90,k}$ w ułożeniu na płasko 	2,5	2,7	3,6	4,0
	porównanie wytrzymałości			
	punkt wyjścia	więcej o 8%	więcej o 33%	więcej o 60%
	porównanie wytrzymałości			
Ścinanie prostopadłe do włókien $f_{v,90,k}$ w ułożeniu na sztorc 	4,0	3,5	4,6	4,6
	porównanie wytrzymałości			
	punkt wyjścia	mniej o 13%	więcej o 15%	więcej o 15%
	porównanie wytrzymałości			

Tabela 11. Wybrane właściwości kompozytu STEICO LVL R/X w porównaniu do tradycyjnych klas drewna C24 i BSH/GL 24c.

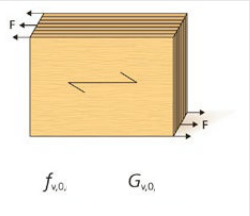
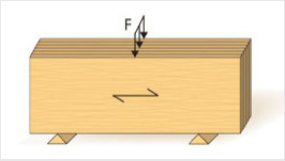
Właściwość w [N/mm ²]	Rodzaj elementu nośnego			
<p>Ścinanie równoległe do włókien $f_{v,90,k}$ w ułożeniu na sztorc</p>  <p>$f_{v,0}$ $G_{v,0}$</p>	C24	BSH/GL 24c	LVL R	LVL X (≥27mm)
	2,7	2,4	4,6	4,6
	porównanie wytrzymałości			
	Punkt wyjścia	Mniej o 13%	Więcej o 70%	Więcej o 70%
<p>Moduł sprężystości równoległe do włókien $E_{0,mean}$</p>  <p>$E_{0,mean}$</p>	11,0	11,0	14,0	10,6
	porównanie wytrzymałości			
	Punkt wyjścia	Więcej o 0%	Więcej o 27%	Mniej o 4%

Tabela 11 – ciąg dalszy. Wybrane właściwości kompozytu STEICO LVL R/X w porównaniu do tradycyjnych klas drewna C24 i BSH/GL 24c.



STEICO LVL R/X w konstrukcjach prefabrykowanych stropów skrzynkowych.

Belki dwuteowe

Belki dwuteowe stanowią doskonałą alternatywę dla belek litych wykorzystywanych w budownictwie. Są wytrzymałe i stabilne, a przy tym lekkie. Produkcja belek dwuteowych w Polsce realizowana jest między innymi w firmie STEICO w zakładzie w Czarnkowie, gdzie belki vyrabiane są z połączenia kompozytu LVL (jako materiału na pasy) i płyty pilśniowej twardej (o grubości 6 i 8 mm) lub OSB wykorzystywanych do produkcji środków. Jako dodatkowa termoizolacja strefy środni-

ka może być wykorzystana płyta pilśniowa porowata lub mata włóknista. Roczna zdolność produkcyjna zakładu w tym zakresie wynosi ok. 25 mln mb belek.

Belki dwuteowe produkowane są w dwóch odmianach:

- STEICO*joist* – belki do stosowania w konstrukcjach stropów, dachów i ścian (przenoszą obciążenia prostopadłe i pionowe),
- STEICO*wall* – belki do stosowania w konstrukcjach ścian (przenoszą tylko obciążenia pionowe).

Typ		Pas (tzw. stopka)	Wysokość/ szerokość	Długość
		szerokość x wysokość [mm]	wysokość/ szerokość [mm]	[m]
STEICO <i>joist</i>	SJ 45	45×39	160 + 400	do 16
	SJ 60	60×39	160 + 500	
	SJ 90	90×39	160 + 500	
STEICO <i>wall</i>	SW 45	45×39	160 + 360	
	SW 60	60×39	160 + 500	
	SW 90	90×39	240 + 400	

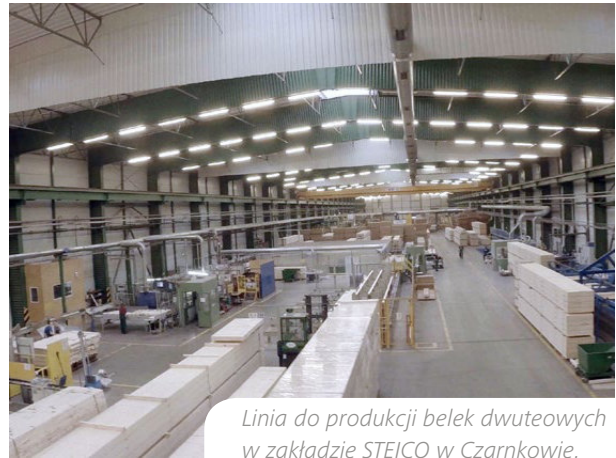
Tabela 12. Charakterystyka przekrojów belek dwuteowych produkcji STEICO.

Proces produkcyjny belek dwuteowych rozpoczyna się od przygotowania pasów, zwanych potocznie stopkami. W tym celu gotowe płyty STEICO *LVL R* są rozpiłowywane automatycznie na pojedyncze pasy o szerokości 45, 60 lub 90 mm. Tak przygotowany materiał podawany jest na linię formowania belek. Równolegle dokonywany jest podział płyt pilśniowych twardych lub OSB na pasy środków. W linii formowania belek w jednej operacji następuje **frezowanie wpustu** na środek, nanoszenie kleju i wprowadzanie przygotowanych uprzednio środków. Uformowane belki trafiają do tunelu klimatyzacyjnego, gdzie w temperaturze 60°C następuje **utwardzenie kleju**. Gotowe belki dwuteowe są przycinane na odpowiednią długość i składowane na paletach w formie pakietów.

Zobacz film z procesu produkcji



Belki dwuteowe.



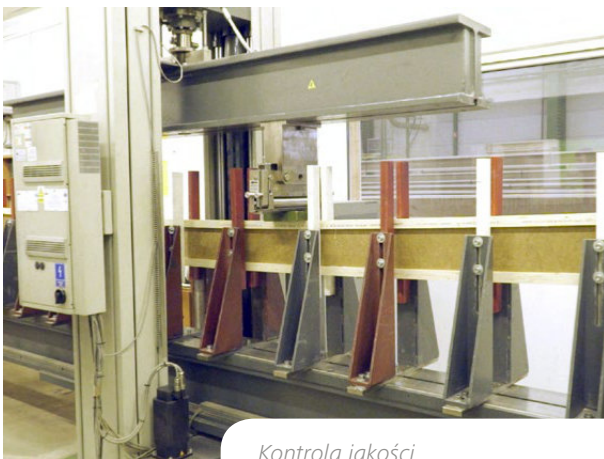
Linia do produkcji belek dwuteowych w zakładzie STEICO w Czarnkowie.



W pełni zautomatyzowane łączenie pasów ze środkiem.



Linia do zabezpieczenia belek dwuteowych wodoodporną folią.



Kontrola jakości.



Magazyn tymczasowy.



Certyfikowany dom pasywny w Milanówku wykonany w systemie budowlanym STEICO.

Do głównych korzyści wynikających z zastosowania belek dwuteowych w konstrukcjach należy zaliczyć:

- niski ciężar własny konstrukcji (belki dwuteowe STEICO są lżejsze od suchego drewna litego o ok. 50%);
- dużą wytrzymałość na obciążenia zginające przy stosunkowo dużych rozpiętościach belek;
- ok. 40-procentową redukcję liniowych mostków cieplnych w konstrukcji budynku w stosunku do porównywalnych przekrojów drewna litego lub klejonego – o czym decyduje niewielka grubość środka oraz możliwość jego zaizolowania;
- bardzo dużą stabilność wymiarową (redukcja odkształceń w wyniku pęcznienia i kurczenia nawet do 90% w stosunku do drewna litego);
- łatwość obróbki i montażu;
- możliwość prowadzenia instalacji technicznych przez środki belek (przy zachowaniu zasad bezpiecznego wykonywania otworów);
- szeroką gamę dostępnych przekrojów, dostosowaną do wymagań budownictwa energooszczędnego (w tym pasywnego).

1.4. System budowlany STEICO – świadomy bilans ekologiczny

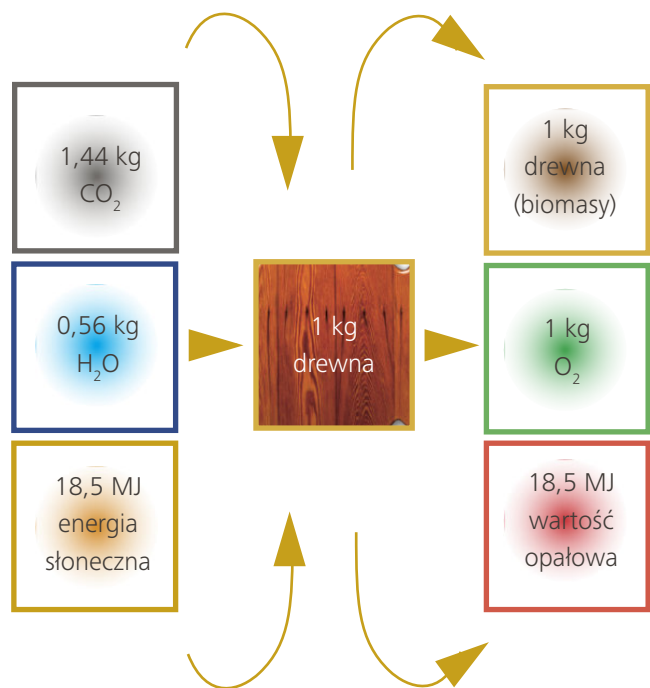
Materiały do izolacji termiczno-akustycznej oraz elementy konstrukcyjne tworzące system budowlany STEICO są produkowane z drewna iglastego. Drzewo charakteryzuje się naturalną zdolnością do obniżania poziomu dwutlenku węgla w powietrzu. W rezultacie jego zastosowanie w nowoczesnym budownictwie energooszczędnym, poza aspektem minimalizacji ilości energii potrzebnej do ogrzewania i chłodzenia budynków, powoduje świadomą, efektywną redukcję emisji dwutlenku węgla do atmosfery.

Drzewa rosną dzięki energii słonecznej oraz wodzie. Podczas fazy wzrostu, w wyniku procesu fotosyntezy, drzewo pobiera z powietrza CO_2 . Atomy węgla są magazynowane we włóknach drzewnych, natomiast pozostały tlen jest oddawany do atmosfery. Węgiel ulega przetworzeniu na cukry proste, które łącząc się, budują cukry złożone takie jak lignina i celuloza, niezbędne do wzrostu rośliny. Szacuje się, że drewno zawiera do 60% celulozy oraz około 30% ligniny. Największa ilość węgla jest magazynowana w pniu – około 66% biomasy drzewnej. Węgiel pozostaje związany w ten sposób w ciągu całego cyklu życia drzewa. Po obumarciu rośliny rozpoczyna się proces jej rozkładu biologicznego. W wyniku tego procesu węgiel zawarty w strukturze drewna łączy się z tlenem w powietrzu. Powstaje dokładnie tyle samo dwutlenku węgla, ile drzewo pochłonięło w fazie wzrostu. Opisany proces jest zatem naturalny pod względem emisji CO_2 do atmosfery.

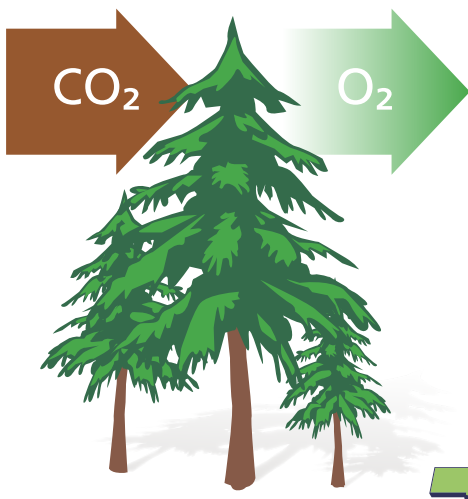
Okres magazynowania węgla w masie drzewnej można jednak świadomie wydłużyć poprzez wykorzy-

stanie drewna do produkcji materiałów budowlanych. W konsekwencji zapobiega się biologicznemu rozkładowi drewna, podczas którego zmagazynowane cząsteczki węgla trafiają z powrotem do atmosfery.

Założeniem systemu budowlanego STEICO jest świadome projektowanie oraz wykonywanie obiektów budowlanych



Rys. 6. Bilans dla 1 kg drewna.



CO_2 jest pochłaniany przez drzewa i magazynowany przez nie w formie węgla. Związek ten pozostaje trwale związany także w drewnopochodnych produktach gotowych. Dopiero na samym końcu cyklu życia produktu związek zostaje ponownie uwolniony (np. poprzez spalanie) i trafia z powrotem do cyklu obiegowego.



Rys. 7. Cykl obiegowy CO_2 na przykładzie drewna.

w oparciu o termoizolacyjne i konstrukcyjne produkty na bazie drewna. Podczas całego cyklu życia takich gotowych produktów dwutlenek węgla pozostaje trwale związany, odciążając atmosferę. W rezultacie drewno zostaje wyjęte z naturalnego procesu obiegu dwutlenku węgla, tworząc korzystny (ujemny) bilans CO₂.

Drewno jest powszechnie stosowane jako elementy konstrukcyjne przegród dachowych w budownictwie masywnym oraz jako elementy konstrukcyjne przegród ściennych, stropowych i dachowych w budownictwie drewnianym. Każdy z takich obiektów staje się naturalnym magazynem węgla, przyczyniając się do redukcji emisji CO₂.

Bilans ten można jednak znacząco poprawić poprzez świadome wykorzystywanie w budownictwie nośnych tworzyw drzewnych oraz materiałów izolacyjnych z włókien drzewnych. Konwencjonalne materiały termoizolacyjne, takie jak: wełna mineralna, wełna szklana, polistyren czy poliuretan nie biorą udziału w procesie naturalnego pochłaniania CO₂ z atmosfery. Proces ten jest charakterystyczny **tylko** dla włókien roślinnych. Trafnym przykładem potwierdzającym korzystny wpływ stosowania materiałów budowlanych z drewna na ochronę środowiska jest badanie bilansu ekologicznego różnych materiałów termoizolacyjnych, przeprowadzone przez Instytut ds. Biologii Budowlanej w Austrii. Z badań wynika jasno, iż w porównaniu do konwencjonalnych materiałów termoizolacyjnych to właśnie płyta z włókien drzewnych wpływa pozytywnie na zmniejszenie potencjału tworzenia efektu cieplarnianego (GWP - Global Warming Potential). GWP określa wkład danego produktu w proces ogrzewania warstw powietrza położonych blisko ziemi oraz mórz, zwany potocznie procesem globalnego ocieplenia. Wszelkiego rodzaju emisje mające wpływ na efekt cieplarniany wyrażane są w tak zwanych ekwiwalentach dwutlenku węgla (ekwiwalentach CO₂),

gdzie GWP dla dwutlenku węgla wynosi z definicji 1. Analiza wyników badania wykazuje, iż w przypadku zastosowania termoizolacji z włókien drzewnych uwalnianych jest zauważalnie mniej ekwiwalentów CO₂, niż ma to miejsce w przypadku użycia konwencjonalnych materiałów izolacyjnych.

Także zawartość energii pierwotnej (w skrócie PEI) jest wyraźnie niższa w przypadku płyt z włókien drzewnych. PEI określa całkowite zapotrzebowanie na zasoby energetyczne wymagane do wytworzenia danego produktu. Podsumowanie wyników badania znajduje się w tabeli 13. Tabela prezentuje potencjał tworzenia efektu cieplarnianego dla wybranych materiałów termoizolacyjnych w perspektywie czasowej 100 lat.

Doskonałym przykładem ekologicznego potencjału drewna może być energooszczędne budownictwo szkieletowe. Przyjmuje się, że udział drewnianych elementów nośnych w kubaturze obiektów szkieletowych wynosi od 8 do 20%. Jeżeli takie konstrukcje zostaną w całości zaizolowane cieplnie oraz akustycznie płytami i matami z włókien drzewnych, cały obiekt stanie się naturalnym magazynem węgla.

Szczegółowe obliczenia kumulacji CO₂ dla materiałów budowlanych prowadzi się w oparciu o arkusz kalkulacyjny zgodnie z EN 16449:2012. W tabeli 14 zestawiono ilość dwutlenku węgla [kg] związaną w wybranych produktach STEICO [m³]. Wartości podane w tabeli mogą zostać wykorzystane do opracowania bilansu ekologicznego dla obiektów budowlanych realizowanych w systemie budowlanym STEICO.

Nowoczesny dom drewniany wykonany z produktów STEICO gromadzi około 16 ton CO₂. Jest to ilość CO₂ emitowanego przez mały samochód na odcinku ponad 80.000 kilometrów - mniej więcej tyle samo, co dwukrotna podróż dookoła świata.

Pochodzenie	Materiał termoizolacyjny	Potencjał tworzenia efektu cieplarnianego GWP (ekwiwalent CO ₂ /kg)	Pierwotna zawartość energii nieodnawialnej* (MJ/m ³)	Pierwotna zawartość energii odnawialnej* (MJ/m ³)
Odnawialne	Płyta termoizolacyjna z włókien drzewnych	-0,804	15,55	14,40
Konwencjonalne	Wełna szklana	2,454	49,83	46,25
Konwencjonalne	Wełna skalna	1,935	23,19	21,36
Konwencjonalne	Polistyren ekstrudowany	4,169	105,08	98,90
Konwencjonalne	Poliuretan Płyta z tworzywa piankowego	4,299	100,03	94,40

* W tabeli wskazano pierwotną zawartość energii w PEI z zasobów nieodnawialnych i PEI z zasobów odnawialnych.

Tabela 13. Badanie bilansu ekologicznego różnych materiałów termoizolacyjnych
Źródło: Instytut ds. Biologii Budowlanej w Austrii.

Produkt	Kumulacja CO ₂
STEICO <i>flex 038</i>	69,9 kg CO ₂ /m ³
STEICO <i>flex 036</i>	85,1 kg CO ₂ /m ³
STEICO <i>zell</i>	62,6 kg CO ₂ /m ³
STEICO <i>therm</i>	272,9 kg CO ₂ /m ³
STEICO <i>therm dry</i>	161,5 kg CO ₂ /m ³
STEICO <i>protect H</i>	403,8 kg CO ₂ /m ³
STEICO <i>protect dry H</i>	260,5 kg CO ₂ /m ³
STEICO <i>protect dry M</i>	205,5 kg CO ₂ /m ³
STEICO <i>protect dry L</i>	161,5 kg CO ₂ /m ³
STEICO <i>universal</i>	415,8 kg CO ₂ /m ³
STEICO <i>universal dry (35 mm)</i>	303,9 kg CO ₂ /m ³
STEICO <i>universal dry (52–100 m)</i>	260,5 kg CO ₂ /m ³
STEICO <i>special</i>	376,6 kg CO ₂ /m ³
STEICO <i>special dry</i>	202,6 kg CO ₂ /m ³
STEICO <i>internal</i>	272,9 kg CO ₂ /m ³
STEICO <i>LVL</i>	881,7 kg CO ₂ /m ³
STEICO <i>joist</i>	1179,2 kg CO ₂ /m ³

Tabela 14. Kumulacja CO₂ dla wybranych produktów STEICO. Źródło: Obliczenia wykonane zgodnie z arkuszem kalkulacyjnym z EN 16449:2012.

Wykorzystywanie drewna w budownictwie nie odzwierciedla – jak to często jest podkreślane – gospodarki rabunkowej lasów. Przeciwnie, posiada znaczący udział w procesie stabilizacji oraz utrzymywania dobrej kondycji lasów i powietrza na całym świecie. Elementy systemu budowlanego STEICO są produkowane z drewna pochodzącego z odpowiedzialnie zarządzanych lasów. Dowodem na to, że drewno jest naprawdę pozyskiwane w sposób odpowiedzialny i przyjazny środowisku, jest z reguły certyfikacja znanej, niezależnej instytucji. Grupa STEICO jako producent materiałów budowlanych z drewna otrzymała certyfikat FSC® (Forest Stewardship Council®) oraz PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification schemes) na całą paletę produktów termoizolacyjnych i konstrukcyjnych. Kryteria prawne FSC® oraz PEFC reprezentują znane na całym świecie standardy certyfikacji drewna oraz produktów drewnopochodnych. Ścisły nadzór nad drewnem, poprzez etap

pozyskania, produkcji, aż do gotowego produktu, pozwala kontrolować przyjazny środowisku i społeczeństwu łańcuch wykorzystania drewna, powiększając w sposób kontrolowany powierzchnię lasów. Zdrowe i stabilne lasy zapewniają z kolei długotrwałą i powtarzalną produkcję drewna, które może być wykorzystywane jako ekologiczny surowiec lub materiał budowlany. W miejsce pozyskanych drzew zasadza się nowe, które od początku fazy wzrostu redukują CO₂ i produkują tlen. Stopień redukcji CO₂ jest ściśle uzależniony od rozmiarów drzewostanu. Wykorzystywanie drewna w budownictwie przyczynia się zatem bezpośrednio do redukcji emisji CO₂ na całym świecie. Na końcu cyklu życia produktu zmagazynowany dwutlenek węgla powraca do naturalnego obiegu, powodując, że bilans pozostaje neutralny.



Znak odpowiedzialnej gospodarki leśnej

Rys. 8. Certyfikat FSC®.



Rys. 9. Certyfikat PEFC®.

Proekologiczne procesy produkcyjne

Procesy produkcyjne w STEICO, opisane w podrozdziałach 1.2. oraz 1.3., odtwarzają zamknięte cykle, dzięki czemu gwarantują produkcję przyjazną dla środowiska. Również energia pozyskiwana jest w sposób ekologiczny. Odpady produkcyjne (resztki drewna) są przetwarzane na energię w elektrowni na biomasę. Biomasa drzewna jest surowcem wysokoenergetycznym dzięki energii pozyskiwanej z promieniowania słonecznego (około 5 MWh/m³). W efekcie dochodzi do redukcji stosowania paliw kopalnych. Stała kontrola i nadzór pro-

cesów produkcyjnych poprzez niezależne instytucje są z kolei gwarantem trwałych i wysokich standardów proekologicznych.

Do dyspozycji architektów, projektantów czy inwestorów oddane zostały również deklaracje środowiskowe produktów (z ang. EPD – Environmental Product Declaration). EPD to niezależnie potwierdzony, uznawany na całym świecie dokument wykazujący wpływ produktu na środowisko naturalne. Jest on oparty na analizie "cyklu życia" produktu (z ang. LCA – Life Cycle Assessment). Poza informacjami o procesie produkcyjnym i właściwościach technicznych produktu dokument zawiera dane takie jak: emisja CO₂, użyte surowce i ich pochodzenie, ilość materiałów na bazie biologicznej, z recyklingu oraz nadających się do ponownego użycia, deklaracja ilości i rodzaju zużywanej energii, wpływ na zdrowie użytkowników. Deklaracje środowiskowe produktów STEICO są wydawane przez niemiecki Instytut Budownictwa i Środowiska (Institut Bauen und Umwelt) w oparciu o normy ISO 14025 i EN 15804.



Rys. 10 Instytut Budownictwa i Środowiska.

Brak emisji substancji niebezpiecznych dla zdrowia człowieka

Materiały termoizolacyjne STEICO zostały przebadane pod względem możliwej emisji substancji lotnych niebezpiecznych dla zdrowia człowieka oraz środowiska naturalnego. Jednostką przeprowadzającą badania był niezależny niemiecki Instytut Biologii Budownictwa w Rosenheim. Badania potwierdziły, że produkty termoizolacyjne STEICO zapewniają biologicznie nieszkodliwe mieszkanie/życie oraz równocześnie spełniają wymogi ochrony środowiska. Dowodem jest przyznany certyfikat „SPRAWDZONE I ZALECANE PRZEZ IBR”.



Rys. 11. Znak certyfikatu „Sprawdzone i zalecane przez IBR”.

Utylizacja odpadów

Odpady, resztki pozostałe po obróbce mechanicznej belek dwuteowych, forniru klejonego warstwowo oraz materiałów termoizolacyjnych z włókien drzewnych STEICO podlegają takim samym zasadom usuwania/utylizowania jak drewno i materiały drewnopochodne – kod odpadu (EAK) 030105/170201.

Pozostałości celulozy STEICO**floc** mogą być natomiast utylizowane analogicznie do starego papieru – kod odpadu 170604/170904.

ROZDZIAŁ 2

Zasady projektowania w systemie budowlanym STEICO

W dobie wysokiej klasy budownictwa energooszczędnego szczególną uwagę zwraca się na zapewnienie optymalnej izolacyjności termicznej oraz szczelności powietrznej przegród budowlanych. Polskie prawo budowlane, podążając za globalnym trendem efektywniejszego i zrównoważonego budownictwa energooszczędnego, wprowadza coraz bardziej rygorystyczne przepisy regulujące i kontrolujące standardy projektowania i wznoszenia obiektów budowlanych.

Zapisy Rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie określają m.in. wymagania odnośnie maksymalnych wartości współczynników przenikania ciepła U dla przegród ścian, dachów, stropów i stropodachów we wszystkich typach budynków.

Analiza nowelizacji rozporządzenia pozwala na stwierdzenie, iż wymagania prawne, stawiane zapotrzebowaniu budynków na energię grzewczą, będą ulegać zaostrzeniu (szczegóły w podrozdziale 2.3). Zapewnienie trwałej izolacyjności cieplnej na coraz wyższym poziomie wymaga poszukiwania rozwiązań budowlanych zbilansowanych optymalnie pod względem ekonomicznym, jakościowym oraz ekologicznym.

Rozwiązaniem, sprawdzonym w krajach Europy Zachodniej czy Północnej, jest wysokiej jakości budownictwo bazujące na konstrukcji szkieletu drewnianego. Niejednorodne konstrukcje szkieletowe w całej swojej płaszczyźnie stanowią zarówno warstwę nośną, jak i termoizolacyjną budynku, ograniczając znacznie gabaryty przegród w stosunku do konstrukcji jednorodnych o takich samych wartościach współczynników przenikania ciepła.

Trwałe, nowoczesne budownictwo szkieletowe wymaga stosowania sprawdzonych i certyfikowanych rozwiązań, zaczynając od procesu projektowania, a kończąc na procesie wykonawczym. Zaleca się zatem korzystanie z pewnych i rzetelnie opracowanych systemów budowlanych. Wiodącym europejskim dostawcą optymalnych rozwiązań dla wysoce energooszczędnego budownictwa drewnianego jest firma STEICO. Na bazie wieloletnich doświadczeń Grupa STEICO opracowała zestaw sprawdzonych reguł oraz detali konstrukcyjno-wykonawczych dla bezpiecznego budownictwa szkieletowego. Już najprostsze i najbardziej ekonomiczne rozwiązania STEICO pozwalają spełnić aktualne wymagania charakterystyki energetycznej budynków w Polsce. Szeroki zakres dostępnych wariantów przegród STEICO umożliwi dodatkowo dostosowanie wartości izolacji termicznej budynku do wymagań stawianych przez standardy budownictwa: energooszczędnego, niskoenergetycznego, pasywnego, zero energetycznego oraz plus energetycznego.

W niniejszym rozdziale omówione zostały zagadnienia mające istotny wpływ na ostateczną formę układu warstwowego oraz konstrukcji przegród docelowego obiektu w systemie budowlanym STEICO. Każda warstwa w systemowej przegrodzie ściany czy dachu STEICO pełni jedną lub więcej funkcji, które zostały opisane w kolejnych podrozdziałach: **izolacja termiczna, izolacja akustyczna, wiatroizolacja, szczelność powietrzna, ochrona przed wilgocią, ochrona przed ogniem, nośność i usztywnienie.**

Umiejętność prawidłowego dopasowania poszczególnych produktów STEICO oraz materiałów uzupełniających, z uwzględnieniem ich zakładanej funkcji i specyficznych właściwości, jest podstawą do zaprojektowania prawidłowych i trwałych konstrukcji ściennych, stropowych oraz dachowych. Dane przedstawione w niniejszym rozdziale mają na celu przybliżenie roli i zasad funkcjonowania poszczególnych warstw w przegrodach STEICO. Na ich podstawie zarówno architekt, konstruktor, jak i firma wykonawcza mogą opracować prawdziwie zoptymalizowany projekt budowlano-wykonawczy.

Należy pamiętać, że uzyskanie ekonomicznych, wysoce energooszczędnych konstrukcji o najwyższej jakości i trwałości jest także ściśle uzależnione od płynnej współpracy i komunikacji między jednostkami biorącymi udział w całym procesie planowania. Trzeba tu wspomnieć, że odpowiednio wczesne włączenie firmy wykonawczej do procesu projektowania może przynieść wiele wymiernych korzyści. W przypadku kiedy firma wykonawcza ma możliwość dostarczenia informacji o swoich możliwościach produkcyjnych oraz doświadczeniach, architekt i konstruktor są w stanie dostosować projekt tak, aby jego realizacja przebiegła możliwie szybko, dokładnie oraz sprawnie.

Ważne:

Istotnym etapem przy wdrażaniu prac budowlanych jest przygotowanie szczegółowego projektu budowlanego oraz wykonawczego. Wytyczne obrazujące formę i zakres projektu budowlanego są określone w obowiązującym Rozporządzeniu Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z 2012 roku.

Fot. FuturaDom



Dom jednorodzinny w Łodzi, wykonany w systemie budowlanym STEICO.

2.1. Trwałość budynków w technologii szkieletu drewnianego

Pod pojęciem trwałości (lub żywotności) prawidłowo zaprojektowanego i wykonanego obiektu budowlanego należy rozumieć okres, w którym budynek spełnia swoje funkcje gospodarcze, nośne, termoizolacyjne oraz inne wymagania jego użytkowników. W tym okresie budynek należy użytkować w sposób zgodny z jego przeznaczeniem oraz poddawać niezbędnym konserwacjom. Zgodnie z przeprowadzonymi badaniami [Winter S., Kehl D.: 2002] trwałość obiektów budowlanych w technologii szkieletu drewnianego, budowanych od roku 1985, jest oceniana na takim samym poziomie jak trwałość tradycyjnych budynków masywnych i wynosi **od 80 do 100 lat**.



Budynek biurowy w Gdańsku wykonany w systemie budowlanym STEICO.

2.2. Metody wznoszenia budynków w systemie STEICO

Wyróżniamy dwie główne metody wznoszenia budynków – **na placu budowy** oraz **w systemie prefabrykacji**. Dobór metody budowy leży głównie w gestii inwestora, który w odniesieniu do planowanej konstrukcji budynku rozważa wady i zalety obu metod. Niezależnie od wybranej metody wykonawczej czas potrzebny na wybudowanie domu jednorodzinnego w konstrukcji szkieletu drewnianego nie przekracza z reguły trzech miesięcy. Z doświadczeń wynika, iż w tak krótkim terminie realizowane mogą być także obiekty budowlane o znacznie większych gabarytach np. przedszkola, biurowce. W budownictwie drewnianym coraz częściej spotykamy się z prefabrykacją poszczególnych elementów budynku w postaci gotowych paneli dachowych, stropowych lub ściennych. Zastosowanie gotowego prefabrykatu zmniejsza czas montażu całej konstrukcji budynku. Za najprostszą typ prefabrykacji uważana jest tzw. **prefabrykacja otwarta**, która charakteryzuje się montażem

elementów konstrukcyjnych (np. ściennych, stropowych) w formie pojedynczych paneli z przymocowanymi płytami konstrukcyjnymi, ale bez izolacji cieplnej. Z przygotowanych w ten sposób zespołów elementów montowane są odpowiednie przegrody, po czym budynek poddany jest w pierwszym etapie wykończeniu od zewnątrz, a następnie od wewnątrz.

Drugą metodą prefabrykacji jest tzw. **prefabrykacja zamknięta**. Uwzględnia przemyślane rozwiązania wykorzystywane przy montażu, polegające na wykończeniu powierzchni ściany od wewnątrz płytą gipsowo-kartonową, a od zewnątrz przy zastosowaniu warstwy elewacyjnej. Istnieje możliwość rozwinięcia prefabrykacji zamkniętej o montaż stolarki okiennej i drzwiowej, jak również instalacji przewidzianych projektem. Przestrzeń wewnątrz przegrody standardowo wypełniona jest izolacją cieplną. Domy w zaawansowanym systemie prefabrykacji zamkniętej można zmontować nawet w kilkanaście godzin.



Proces prefabrykacji systemowej ściany STEICO przy użyciu nowoczesnego parku maszynowego.

Budownictwo modułowe odnosi się do jeszcze wyższego stopnia prefabrykacji, które umożliwia dodatkowe skrócenie czasu montażu. Prefabrykacji podlegają kompletne moduły przestrzenne budynku, a nawet całe budynki, jeżeli nie są one wysokokubaturowe.

Określenie metody wykonawstwa powinno mieć miejsce jeszcze przed rozpoczęciem prac nad projektem budowlanym, a nie – jak to ma często miejsce – po nabyciu projektu gotowego lub w trakcie jego wykonywania. Pozwoli to już na etapie projektu na wybór formatów poszczególnych produktów, odpowiednich dla danej technologii wykonawczej. Tak nieistotna na pierwszy rzut oka decyzja może powodować pozytywne lub negatywne konsekwencje w ogólnym bilansie ekonomicznym całego procesu budowlanego.

Materiały konstrukcyjne oraz termoizolacyjne STEICO są dostępne w różnych formatach, tak aby sprostać wymaganiom stawianym przez obie metody produkcji budynków. Wytrzymałe płyty STEICO przeznaczone do zewnętrznej izolacji termiczno-akustycznej przegród budowlanych montowanych w procesie prefabrykacji, występują z regułą w większym formacie niż płyty dedykowane do wznoszenia konstrukcji bezpośrednio na placu budowy.

Większe formaty płyt umożliwiają przyspieszenie montażu poszczególnych paneli, zredukowanie ilości odpadów powstających podczas obróbki płyt, a także efektywne wykorzystanie możliwości współczesnych stołów montażowych. Płyty te, ze względu na swoje gabaryty, charakteryzują się stosunkowo wysokim ciężarem własnym.

O ile w procesie prefabrykacji ciężar płyt nie wpływa przeważnie na płynność i tempo prac wykonawczych, to może powodować utrudnienia w trakcie realizacji budynków bezpośrednio na placu budowy. Stąd też dla tej metody wykonawczej zaleca się stosowanie zewnętrznych płyt STEICO w mniejszych rozmiarach, zaprojektowanych z myślą o warunkach panujących na placu budowy.

Mniejsze, poręczne formaty oznaczają niższy ciężar własny płyt, wygodniejszy transport oraz łatwiejszą i szybszą obróbkę. Elementy nośne STEICO, produkowane z myślą o zautomatyzowanym procesie prefabrykacji, występują w standardowych długościach rynkowych oraz w regularnym pakowaniu fabrycznym, tzw. program magazynowy*.

* Aktualny program dostaw dla elementów nośnych STEICO można znaleźć na stronie producenta www.steico.com.

System budowlany STEICO: prefabrykacja otwarta i zamknięta		Zalety
Zalecane formaty		
Płyty fasadowe		<ul style="list-style-type: none"> • większy obszar pokrycia przegrody przy jednym ułożeniu – skrócony i ułatwiony montaż, • formaty dostosowane do standardowych rozmiarów gotowych paneli ściennych i dachowych – redukcja odpadów podczas obróbki, skrócony czas montażu, • mniej połączeń między płytami, • niższy koszt roboczogodziny.
STEICO <i>protect</i>	1250 x 2800 mm, 1175 x 2625 mm*	
STEICO <i>protect dry</i>	1250 x 2800 mm, 2500 x 3000 mm, 2500 x 6000 mm	
STEICO <i>duo dry</i>	2500 x 3000 mm, 2500 x 6000 mm	
Płyty nakrokwiove		
STEICO <i>universal</i>	1250 x 2800 mm*	
STEICO <i>duo dry</i>	2500 x 3000 mm, 2500 x 6000 mm	
Płaszczyzna instalacyjna		
STEICO <i>install</i>	2595 x 1250 mm	

*płyty o profilu pióro-wpust

Tabela 15. Płyty termoizolacyjne STEICO zalecane do prefabrykacji.



Konstrukcja ściany prefabrykowana z belek dwuteowych oraz z LVL.



Mocowanie płyt STEICOprotect H 60 mm 1250x2800 mm do elementów nośnych ściany przy użyciu zszywki.



Specjalnie dopasowany format płyt STEICOprotect H umożliwia szybkie pokrycie ściany na jej całej wysokości.



Obcięcie ewentualnego naddatku płyty przy użyciu pilarki elektrycznej.



Wycięcie otworu okiennego.



Płyty STEICOprotect H 60 mm zamocowane do konstrukcji ściany.

System budowlany STEICO: wznoszenie budynku na placu budowy		Zalety	
Zalecane formaty			
Płyty fasadowe			
STEICO <i>protect</i>	1325 x 600 mm*	<ul style="list-style-type: none"> • poręczne formaty płyt; • mały ciężar własny; • łatwa i szybka obróbka; • wygodniejszy transport podczas prac wykonawczych na placu budowy; • ułatwiony montaż na placu budowy 	
STEICO <i>protect dry</i>			
STEICO <i>duo</i>	1880 x 600 mm*		
STEICO <i>duo dry</i>			
Płyty nakrokwiowe			
STEICO <i>universal</i>	2500 x 600 mm*, 1880 x 600 mm*		
STEICO <i>universal dry</i>	1880 x 600 mm*		
STEICO <i>duo</i>	1880 x 600 mm*		
STEICO <i>duo dry</i>	1880 x 600 mm*		

* płyty o profilu pióro-wpust

Tabela 16. Płyty termoizolacyjne STEICO zalecane przy wznoszeniu budynku na placu budowy.



Mocowanie płyt STEICOprotect H 40 mm 1325x600 mm do słupków ściennych STEICOWall przy użyciu zszywek.

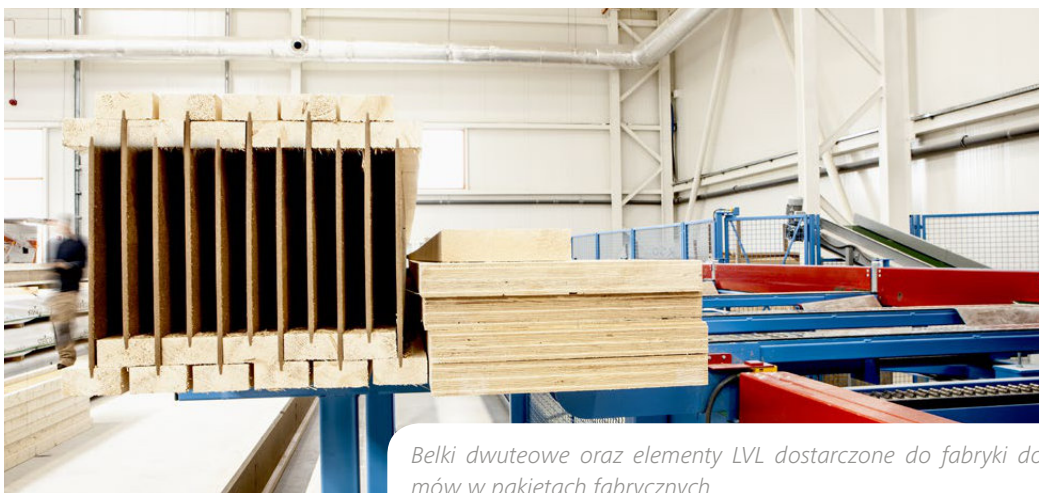


Tego typu elementy są wykorzystywane najczęściej przez fabryki domów wyposażone w wydajne linie i instalacje do produkcji gotowych paneli ściennych, stropowych czy dachowych. Podczas procesu prefabrykacji regularne elementy nośne są dokładnie obrabiane do przekrojów przewidzianych w projekcie budowlano-wykonawczym. Hale produkcyjne w fabryce STEICO są wyposażone również w nowoczesne instalacje umożliwiające szeroki zakres własnej obróbki belek dwuteowych oraz kompozytu LVL. Serwis ten jest szczególnie ceniony przez firmy wykonawcze specjalizujące się w realizacjach bezpośrednio na placu budowy.

Do wspomnianego zakresu można zaliczyć: cięcie na wymagane długości oraz szerokości, dodatkowe oznakowanie elementów nośnych, pakowanie indywidualne. W rezultacie tolerancja błędów, jakie mogą się pojawić podczas tradycyjnej obróbki drewna na placu budowy, zostaje zredukowana do minimum.



Fot. Ecologią grupa EkoInbud.



Belki dwuteowe oraz elementy LVL dostarczone do fabryki domów w pakietach fabrycznych.

Fot. Ecologią grupa EkoInbud.



Elementy konstrukcyjne przycięte na wymagane wymiary przy pomocy centrum obróbki drewna Hundegger Speed-Cut SC3.

2.3. Izolacyjność termiczna

Izolację termiczną zewnętrznych przegród budynku należy zaprojektować w taki sposób, aby przez cały okres użytkowania stwarzała warunki niezbędne do zapewnienia stanu **komfortu cieplnego** jego mieszkańcom. Pod pojęciem komfortu cieplnego w budynku rozumie się spełnienie określonych warunków cieplno-wilgotnościowych otoczenia, w których to bilans cieplny ciała ludzkiego pozostaje zrównoważony. Innymi słowy budynek powinien zapewniać wewnętrzny klimat, w którym człowiek nie odczuwa nieprzyjemnego zimna lub ciepła, nawet gdy warunki klimatu zewnętrznego nie sprzyjają temu celowi. W wyniku licznych badań dotyczących zagadnień fizyki budowli i biologii organizmu człowieka okazało się, że decydującym czynnikiem mającym wpływ na zapewnienie komfortu cieplnego jest zależność występująca równocześnie między temperaturą powietrza, temperaturą powierzchni wewnętrznych a wilgotnością względną oraz prędkością przepływu powietrza. Zależność ta jest ściśle określona i nie powinna być dowolnie zmieniana np. za pomocą systemów instalacji grzewczych (więcej w podrozdziale 2.3.1.). Układ warstwowy przegród w połączeniu z systemem grzewczo-chłodzącym powinien zostać dobrany tak, aby cała zewnętrzna powłoka budynku była w stanie kompensować nawet największe wahania temperatury powietrza zewnętrznego oraz wahania temperatury spowodowane przerwami w dostarczaniu ciepła lub chłodu z systemów wewnętrznych. Tłumienie wahań temperatur

uzyskuje się poprzez zapewnienie odpowiednio wysokiej stateczności cieplnej budynku w połączeniu z optymalnie niskim współczynnikiem przenikania ciepła U . Jako miarę stateczności cieplnej budynku można przyjąć dwie istotne wielkości fizyczne: **tłumienie amplitudy wahań temperatury** oraz **przesunięcie fazowe** (opisane w niniejszym rozdziale). Niestety częsty brak rozeznania we wskazanych właściwościach fizycznych oraz stosowanie utartych rozwiązań budowlanych może prowadzić do błędnych założeń projektowych.

Jeden z najczęściej popełnianych błędów już na etapie projektowania budynku stanowi błędne założenie, iż wyznacznikiem komfortu cieplnego jest wartość współczynnika przenikania ciepła U . W praktyce uwaga osób odpowiedzialnych za realizację budynku skupia się często na tym współczynniku. Ma on jednak niewielki wpływ na poczucie komfortu cieplnego w budynku. Współczynnik U jest przede wszystkim miernikiem zużycia energii grzewczej. Istnieją budynki o nadzwyczaj dobrych (niskich) wartościach współczynnika U ale niespełniające jednocześnie standardu komfortu cieplnego. Istnieją także liczne budynki niespełniające współczesnych norm termoizolacyjności, ale zapewniające użytkownikom doskonały klimat mieszkania.

Obszarem szczególnie narażonym na takie błędy jest budownictwo na bazie szkieletu drewnianego, kojarzone powszechnie z niską bezwładnością cieplną (nie-

Rodzaj przegrody	Współczynnik przenikania ciepła $U_{c(max)}$ [W/(m ² ·K)] przy temperaturze w pomieszczeniu $t_i \geq 16^\circ\text{C}$		
	od 01.01.2014 r.	od 01.01.2017 r.	od 1.01.2021 r.
Ściany zewnętrzne	0,25	0,23	0,20
Dachy, stropodachy i stropy pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	0,20	0,18	0,15

Tabela 17. Wymagane wartości współczynników przenikania ciepła U na podstawie Rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.

korzystna wartość przesunięcia fazowego, tłumienia wahań amplitudy temperatury), a w efekcie z niedostatecznym komfortem cieplnym. Konstrukcje szkieletowe zaizolowane termicznie materiałami o optymalnych właściwościach fizycznych obalają jednak skutecznie ten stereotyp. Prawidłowo zaprojektowany i wykonany układ konstrukcji szkieletowych z wykorzystaniem materiałów termoizolacyjnych z włókien drzewnych w połączeniu z nośnymi tworzywami drzewnymi pozwala osiągnąć nie tylko wymagane prawnie wartości współczynników przenikania ciepła U , ale również względnie długie przesunięcie fazowe i korzystne tłumienie amplitudy wahań temperatury. Są to wartości często pomijane w charakterystyce energetycznej budynku, aczkolwiek **niezbędne** do uwzględnienia w kontekście zapewnienia całorocznego komfortu cieplnego na wysokim poziomie. Szczegółowe wymagania w zakresie ochrony termicznej, stawiane wszystkim obiektom budowlanym, są regulowane normami krajowymi oraz przepisami lokalnymi. Zapisy nowelizacji aktualnie obowiązującego Rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie określają głównie wymagania odnośnie maksymalnych wartości współczynników przenikania ciepła $U_{c(max)}$ dla przegród ścian, dachów, stropów i stropodachów, nie definiując wartości przesunięcia fazowego czy tłumienia amplitudy wahań temperatury.

Analiza nowelizacji rozporządzenia pozwala na stwierdzenie, iż w świetle prawa wymagania stawiane izolacyjności

termicznej budynków będą regularnie ulegać zaostrzeniu. Wynika to z przyjętych aktów prawnych, w tym m.in. Dyrektywy 2002/91/WE Parlamentu Europejskiego i Rady Europy w sprawie charakterystyki energetycznej budynków. Wartości zestawione w tabeli 17 określają minimalne wymogi dla polskiego prawa budowlanego. Warto jednak dodać, że już dziś wznoszone są obiekty budowlane o znacznie niższych wartościach współczynnika przenikania ciepła, nawet poniżej $0,08 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ dla konstrukcji ściennych i dachowych. Mowa tu o budynkach projektowanych i realizowanych w standardzie niskoenergetycznym czy w coraz bardziej rozpowszechnionym standardzie pasywnym. Budynki takie charakteryzują się bardzo niskim zapotrzebowaniem na energię cieplną uzyskiwanym poprzez stosowanie wysokiej jakości materiałów termoizolacyjnych, stolarki okiennej i drzwiowej czy wydajnych systemów wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła.

W obliczu wysokiej świadomości zalet budownictwa energooszczędnego, rosnących kosztów energii potrzebnej na ogrzewanie oraz chłodzenie budynków, jak również przepisów prawnych obligujących do minimalizacji zapotrzebowania na energię cieplną, nowoczesne budownictwo w technologii szkieletu drewnianego staje się wyjątkowo optymalnym rozwiązaniem zorientowanym na przyszłość. Konstrukcje szkieletowe STEICO wykazują bardzo korzystne właściwości termoizolacyjne w stosunku do konwencjonalnych „mokrych” technologii budowlanych, jak i w porównaniu do klasycznego budownictwa drewnianego. Powodem jest układ warstwowy przegród,

w którym największy udział termoizolacji przypada w płaszczyźnie konstrukcyjnej – między elementami nośnymi. Zastosowanie jako elementy nośne innowacyjnych tworzyw drzewnych w postaci smukłych belek dwuteowych oraz elementów uzupełniających LVL prowadzi dodatkowo do znacznej redukcji liniowych i geometrycznych mostków termicznych w porównaniu do drewna litego. Pozostałe liniowe straty ciepła mogą zostać łatwo zniwelowane poprzez zamontowanie po

zewewnętrznej oraz wewnętrznej stronie przegrody systemowych termoizolacyjnych płyt z włókien drzewnych. W rezultacie przegrody budowlane STEICO w całym swoim przekroju stanowią płaszczyznę termoizolacyjną: udział materiałów termoizolacyjnych sięga do 90% ogólnej objętości przegrody, stawiając tego typu konstrukcje w światowej czołówce rozwiązań dla budownictwa wysoce energooszczędnego.

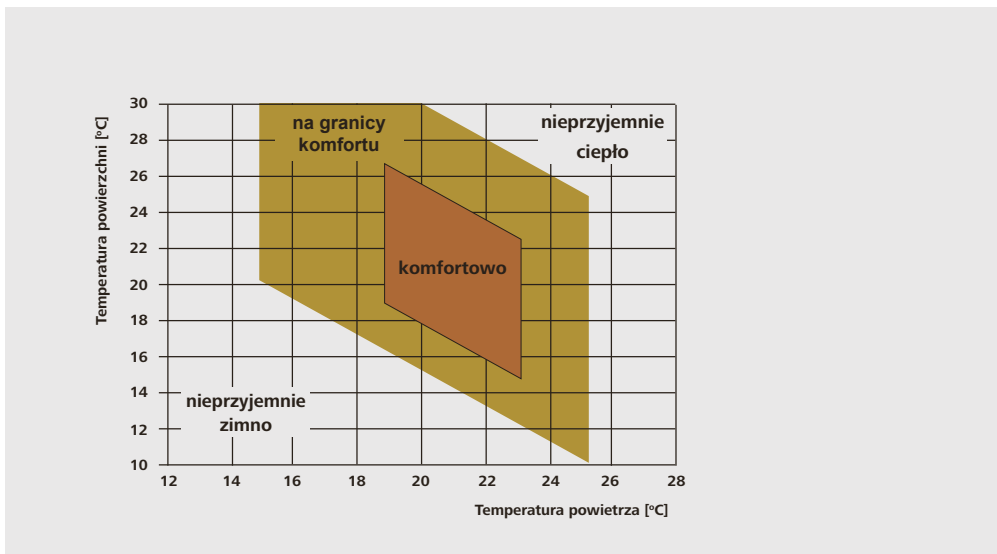
Rodzaj przegrody	Współczynnik przenikania ciepła $U_{c(max)}$ [W/(m ² ·K)]
Nieprzezroczyste przegrody zewnętrzne	0,15 – wartość wymagana
	0,10 – wartość zalecana

Tabela 18. Wymagane wartości współczynników przenikania ciepła U dla budynków w standardzie pasywnym (na podstawie zaleceń Instytutu Budownictwa Pasywnego w Darmstadt).

2.3.1. Izolacyjność termiczna a komfort cieplny

Jak wspomniano wcześniej komfort cieplny jest to stan, w którym bilans cieplny człowieka pozostaje zrównoważony, tzn. ilość ciepła wewnętrznego, wyprodukowanego przez organizm ludzki w efekcie szeregu procesów biochemicznych jest równa ilości ciepła odprowadzonego poza ciało. W tym stanie wszystkie czynności wewnętrzne przebiegają normalnie, człowiek może normalnie wypoczywać czy pracować bez odczuwania jakiegokolwiek nieprzyjemnego wrażenia cieplnego. Wymiana ciepła między organizmem ludzkim a otoczeniem, czyli odprowadzanie nadmiaru lub kompensowanie jego braków, odbywa się poprzez naszą skórę. Wymiana taka następuje w skutek dobrze znanych procesów przewodzenia, promieniowania, konwekcji oraz parowania. Skóra jest także odpowiedzialna za odbiór wrażenia ciepła lub zimna. Wyposażona w około 250 000 receptorów zimna oraz około 30 000 receptorów ciepła, skóra odbiera bez przerwy i przekazuje do mózgu informacje o warunkach cieplnych otoczenia.

Jeżeli w otoczeniu powstają warunki niezgodne ze stanem komfortu cieplnego to informacja o tym jest przekazywana ze skóry poprzez układ nerwowy do układu regulacji cieplnej, który zlokalizowany jest w mózgu. Wówczas to układ regulacji cieplnej podejmuje szereg procesów mających na celu przeciwdziałanie temu odczuciu. Mówi się w takiej sytuacji, iż układ regulacji cieplnej człowieka ulega przeciążeniu. Przeciążenie organizmu dokonuje się kosztem zużycia jego energii użytkowej, całkowita ilość energii, jaką człowiek dysponuje jest bowiem ograniczona. Jednocześnie ze wzrostem stopnia przekroczenia strefy komfortu cieplnego zmniejsza się zdolność koncentracji, wydajność pracy, która w skrajnych przypadkach może spaść do zera. Redukcji ulega również zdolność organizmu do samoobrony przed bakteriami, wirusami itd. Jeżeli przekroczenie pewnych granic strefy komfortu cieplnego trwa stosunkowo długo (np. regularnie przegrzewające się poddasze budynku) to organizm ludzki przebywający



Rys. 12. Komfort cieplny w zależności od temperatury powietrza wewnątrz pomieszczeń oraz od temperatury powierzchniowej wewnętrznej powłoki budynku [13].

w takim otoczeniu jest narażony na rozregulowanie czynności wewnętrznych, wyczerpanie niektórych organów jak: serce, wątroba, nerki itd. Między innymi z tych powodów zapewnienie strefy jednolitego komfortu cieplnego wewnątrz budynków jest tak ważnym zagadnieniem oraz wyzwaniem dla projektantów oraz wykonawców.

Budynek powinien zostać zaprojektowany w taki sposób, aby jego zewnętrzna powłoka kreowała i jednocześnie zabezpieczała przestrzeń mieszkalną od wpływów zewnętrznego otoczenia, tak aby bilans cieplny ciała ludzkiego pozostawał stale w stanie równowagi – nawet gdy warunki pogodowe na zewnątrz są skrajnie niekorzystne. Stworzenie wewnątrz budynku stanu komfortu cieplnego jest związane z zapewnieniem odpowiedniego stosunku między temperaturą powietrza, temperaturą powierzchni przegród budynku, wilgotnością względną powietrza oraz prędkością strumienia powietrza. Zakładając, iż w szczelnie wykonanym budynku (czyli wykonanym prawidłowo) powietrze znajduje się praktycznie w bezruchu ($<0,2\text{m/s}$) oraz że wilgotność względną powietrza nie przekracza typowo przyjmowanego poziomu 30-70%, do rozważenia pozostaje kwestia prawidłowej temperatury powietrza oraz temperatury wewnętrznych powierzchni przegród budynku.

Rysunek 12 przedstawia sposób odczuwania temperatury wewnątrz budynku przez człowieka w zależności od poziomu temperatury powierzchni wewnętrznej oraz powietrza wewnętrznego. Na podstawie diagramu można stwierdzić, że pole temperatur, w którym użytkownik odczuwa pożądaną komfort cieplny, jest względnie niewielkie w stosunku do przebadanych pól. Minimalna temperatura powierzchni wewnętrznej, która umożliwia uzyskanie komfortu cieplnego, wynosi zgodnie z diagramem $15,5^{\circ}\text{C}$. Jednak przy takiej temperaturze wymagane jest podgrzanie powietrza wewnętrznego do poziomu $23\text{--}24^{\circ}\text{C}$. Dzieje się tak, po-

nieważ wewnętrzne ciepło człowieka zostanie częściowo odprowadzone drogą promieniowania w kierunku chłodniejszej powierzchni przegrody budynku. Aby zrekompensować takie straty ciepła należy zwiększyć temperaturę powietrza. Górna tolerancja pola „komfortu cieplnego” dopuszcza z kolei temperaturę powierzchniową w wysokości $26\text{--}27^{\circ}\text{C}$ przy temperaturze powietrza 19°C . W tym przypadku temperatura powierzchni otoczenia jest wyższa niż średnia temperatura powierzchni ciała ludzkiego, stąd też ciepło zakumulowane przez przegrodę zostanie przekazane częściowo poprzez promieniowanie do ciała ludzkiego. Podobnie jak w poprzednim stadium aby zrekompensować zyski ciepła, niezbędna jest ingerencja w poziomie temperatury powietrza – tym razem należy ją obniżyć do poziomu 19°C . Zapewnienie komfortu cieplnego w górnych granicach dopuszczalnych temperatur będzie wymagało zatem zwiększonych nakładów energii na podgrzewanie powietrza w okresie grzewczym oraz na mechaniczne schładzanie powietrza w lecie (również wiosną, niemniej układ regulacji cieplnej człowieka nie ulega przeciężeniu). Wykazano, że najefektywniejszym polem temperatur jest utrzymanie temperatury powierzchniowej przegród budynku na poziomie ok. 19°C , wówczas temperatura powietrza może kształtować się w zakresie $19\text{--}20^{\circ}\text{C}$. Generalnie można przyjąć zasadę, że im mniejsza różnica między temperaturami, tym większy komfort cieplny. W praktyce spowoduje to redukcję energii potrzebnej do ogrzewania powietrza oraz brak konieczności jego schładzania w okresie letnim. Osiągnięcie takiej zależności w przypadku budownictwa szkieletowego jest jak najbardziej możliwe, pod warunkiem przemyślanego doboru układu warstwowego przegród.

Temperaturę powietrza wewnętrznego można łatwo regulować przy wykorzystaniu coraz sprawniejszych instalacji grzewczych bądź chłodniczych. Wpływ tego typu instala-

cji na temperaturę wewnętrznych przegród budynku jest jednak niewielki. Ponadto praktyka wskazuje, że wzrost różnicy między temperaturą powietrza wewnętrznego a temperaturą wewnętrzną powierzchni przegrody powoduje wzrost prędkości wznoszących lub opadających prądów konwekcyjnych, co może powodować nieprzyjemne odczucia. W miarę możliwości zaleca się zatem minimalizowanie udziału instalacji grzewczych i chłodniczych w procesie regulowania stosunku omawianych temperatur na korzyść właściwości cieplnych przegród budowlanych. Dlatego do budowy zewnętrznej powłoki budynku należy wykorzystywać materiały o możliwie optymalnym stosunku przewodności cieplnej, ciepła właściwego i gęstości objętościowej, gdyż umożliwiają one utrzymanie stosunkowo jednolitej temperatury wewnętrznych powierzchni budynku przez cały rok, nawet przy niesprzyjających warunkach pogodowych na zewnątrz. W praktyce jedną z najważniejszych wielkości, które charakteryzują materiał termoizolacyjny w tym kontekście jest **dyfuzyjność cieplna a** oraz **aktywność cieplna b** .

Główną wielkością, w odniesieniu do której określa się izolacyjność termiczną budynku w okresie grzewczym, jest współczynnik przenikania ciepła U . Im niższa jego wartość, tym korzystniejszą ochronę przed stratami ciepła zapewnia dana konstrukcja. Sama niska wartość współczynnika U nie oddaje jednak faktycznego charakteru izolacyjności cieplnej budynku w okresie dłuższej ekspozycji na promieniowanie słoneczne. W sezonie wiosennym oraz letnim zewnętrz-

na powłoka budynku (szczególnie połacie dachowe) jest narażona na stosunkowo długie oddziaływanie promieniowania słonecznego, które powoduje wzrost temperatury powierzchniowej i wewnętrznej przegród budynku. W tym okresie roku dochodzi także do największych wahań temperatur między nagrzaną powierzchnią zewnętrzną a wewnętrzną przegrody. Są to wahania znacznie wyższe niż te spotykane w sezonie grzewczym. Celem powłoki termoizolacyjnej nie jest wobec tego ochrona przed stratami ciepła (jak w sezonie grzewczym), lecz zapewnienie maksymalnie stłumionego i długiego opóźnienia przenikania ciepła (akumulowanego przez przegrodę) do wnętrza budynku (więcej w podroz. 2.3.6 i 2.3.7.). W związku z tym materiał termoizolacyjny, którego zastosowanie jest uzasadnione w kontekście zapewnienia odpowiedniego komfortu cieplnego w sezonie grzewczym, nie może być traktowany automatycznie jako właściwy pod względem izolacyjności termicznej w okresie letnim. Zapewnienie komfortu cieplnego w okresie całego roku wymaga zastosowania takich rozwiązań izolacyjnych, aby w efekcie końcowym przegrody charakteryzowały się możliwie niską wartością współczynnika przenikania ciepła U , maksymalnie długim przesunięciem fazowym oraz optymalnym tłumieniem amplitudy wahań temperatury. Metody obliczania przytoczonych wielkości, ich rola w fizyce budowli, a także wartości możliwe do uzyskania w ramach systemu budowlanego STEICO są tematem dalszej części tego rozdziału.

2.3.2. Przewodność cieplna materiałów termoizolacyjnych z włókien drzewnych

Przewodność cieplna, określana powszechnie w literaturze jako współczynnik przewodzenia ciepła λ (W), stanowi jedną z kluczowych właściwości charakteryzujących izolacyjność termiczną materiału budowlanego. Wartość ta informuje, jaki strumień cieplny – wyrażany w watach (W) – przenika przez element budowlany o powierzchni 1 metra kwadratowego (m^2) i o grubości 1 metra (m) przy różnicy temperatur wynoszącej 1 kelwin (K) na sekundę. Jednostką przewodności cieplnej jest $W/(m \cdot K)$.

W takich samych warunkach więcej ciepła przenika przez materiały o większym współczynniku przewodności ciepl-

nej, stąd w nowoczesnym budownictwie energooszczędnym zaleca się stosowanie materiałów termoizolacyjnych o stosunkowo niskiej wartości przewodności cieplnej: $\lambda < 0,05 W/(m \cdot K)$.

Materiały termoizolacyjne STEICO z włókien drzewnych należą do grupy produktów o niskiej przewodności cieplnej. Deklarowana wartość współczynnika przewodzenia ciepła dla mat i płyt produkowanych według metody suchej wynosi od 0,036 do 0,045 $W/(m \cdot K)$, natomiast dla typowo budowlanych płyt produkowanych metodą mokrą od 0,038 do 0,048 $W/(m \cdot K)$.

Przykład:

wartość współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda = 1$

Przez jednolity materiał o powierzchni 1 m^2 i grubości 1 m, przy różnicy temperatur po obu stronach materiału wynoszącej 1 K, zostanie przeniesiona na sekundę energia cieplna o wartości 1 wata.

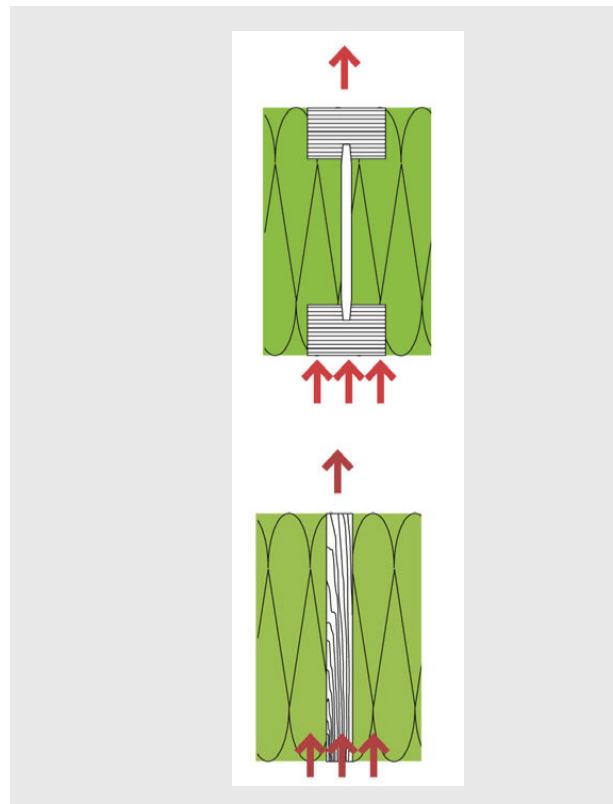
2.3.3. Przewodność cieplna materiałów konstrukcyjnych STEICO

Obliczeniowy współczynnik przewodzenia ciepła λ dla forniru klejonego warstwowo STEICO **LVL** wynosi $0,13 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$. Warto dodać, iż kompozyt LVL z uwagi na bardzo dużą wytrzymałość mechaniczną pozwala z reguły zastąpić powszechnie stosowane przekroje drewna litego czy klejonego znacznie smuklejszym elementem. W efekcie stosowania kompozytu LVL ogranicza się zatem ilość drewna w całej płaszczyźnie konstrukcji, co prowadzi do redukcji udziału mostków termicznych, a w efekcie do istotnej poprawy charakterystyki energetycznej budynku.

Przewodność cieplna belek STEICO**joist** i STEICO**wall** jest znacznie lepsza w porównaniu do drewna litego czy klejonego wskutek zoptymalizowanej geometrii przekroju dwuteowego. W celu obliczenia współczynnika przewodności cieplnej dla danego przekroju belki dwuteowej STEICO należy uwzględnić wartość współczynnika λ dla pasów oraz średnika belki. Wartość współczynnika przewodzenia ciepła dla pasów z kompozytu LVL wynosi $0,13 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, natomiast dla średnika z płyty twardej pilśniowej $0,14 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$. Średnik belki dwuteowej może zostać wykonany również z płyty OSB, wartość współczynnika λ wynosi wówczas $0,13 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$. Wartości te są zgodne z Europejską Oceną Techniczną ETA-06-0238.

W praktyce przeprowadzenie obliczeń współczynnika przewodności cieplnej dla określonego przekroju belki dwuteowej polega na porównaniu belki STEICO do elementu z drewna litego o równoważnej grubości. Umożliwia to korzystanie z ogólnodostępnych programów służących do obliczania współczynników przenikania ciepła U , nawet gdy do bazy danych takiego programu nie zostały dołączone belki dwuteowe.

Równoważne grubości drewna litego wraz z wartością przewodności cieplnej dla belek STEICO**joist** i STEICO**wall** są przedstawione w tabelach 19 i 20. Równoważne grubości odnoszą się do przekroju drewna litego o współczynniku przewodności cieplnej równym $0,13 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$. Na potrzeby tabeli założono, iż pusta przestrzeń w profilu belki dwuteowej jest wypełniona materiałem termoizolacyjnym – z podziałem na różne deklarowane wartości przewodności cieplnej λ . Należy tu wspomnieć, że systemowe paski służące do termoizolacji średników belek dwuteowych STEICO są wykonywane z mat STEICO**flex** o deklarowanym współczynniku λ równym $0,038 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$.



Rys. 13. Zasada równoważnej grubości drewna litego. Zamiast przekroju belki dwuteowej do obliczeń przyjmowany jest znacznie smuklejszy, hipotetyczny przekrój drewna litego (grubość równoważna).

Typ belki	Szerokość /wysokość belki [mm]	Współczynnik przewodzenia ciepła λ W/(m•K) dla termoizolacji wypełniającej pustą przestrzeń w profilu belki dwuteowej			
		0,032	0,035	0,038	0,040
		Równoważne grubości drewna litego w [mm] / współrzędne przewodzenia ciepła λ W/(m•K)			
SJ 45	200	21 (0,065)	21 (0,067)	22 (0,069)	22 (0,071)
	220	20 (0,063)	20 (0,066)	21 (0,068)	21 (0,070)
	240	19 (0,062)	19 (0,064)	20 (0,067)	20 (0,069)
	300	18 (0,061)	18 (0,063)	19 (0,065)	19 (0,068)
	360	17 (0,059)	17 (0,062)	18 (0,064)	18 (0,067)
SJ 60	200	24 (0,070)	24 (0,072)	25 (0,075)	25 (0,077)
	220	23 (0,068)	23 (0,070)	24 (0,073)	24 (0,075)
	240	22 (0,066)	22 (0,069)	23 (0,071)	23 (0,074)
	300	21 (0,064)	21 (0,067)	21 (0,069)	22 (0,072)
	360	20 (0,063)	20 (0,065)	20 (0,068)	19 (0,070)
	400	19 (0,061)	19 (0,064)	19 (0,066)	19 (0,069)
SJ 90	200	29 (0,078)	30 (0,081)	31 (0,084)	31 (0,086)
	220	27 (0,075)	28 (0,078)	29 (0,081)	29 (0,083)
	240	25 (0,072)	26 (0,075)	27 (0,078)	27 (0,080)
	300	23 (0,069)	24 (0,072)	25 (0,075)	25 (0,077)
	360	22 (0,067)	22 (0,069)	23 (0,072)	23 (0,074)
	400	20 (0,065)	21 (0,067)	21 (0,070)	22 (0,072)

Tabela 19. Równoważne grubości drewna litego wraz z wartością przewodności cieplnej dla wybranych przekrojów belek STEICOjoist.

Typ belki	Szerokość/wysokość belki [mm]	Współczynnik przewodzenia ciepła λ W/(m·K) dla termoizolacji wypełniającej pustą przestrzeń w profilu belki dwuteowej			
		0,032	0,035	0,038	0,040
		Równoważne grubości drewna litego w [mm] / współrzędne przewodzenia ciepła λ W/(m·K)			
SW 45	160	21 (0,064)	21 (0,067)	22 (0,069)	22 (0,072)
	200	18 (0,060)	18 (0,063)	19 (0,066)	19 (0,068)
	240	16 (0,057)	16 (0,060)	17 (0,063)	17 (0,065)
	300	15 (0,056)	16 (0,059)	16 (0,061)	16 (0,064)
	360	15 (0,055)	15 (0,057)	15 (0,060)	15 (0,063)
SW 60	160	24 (0,070)	25 (0,073)	25 (0,075)	26 (0,078)
	200	21 (0,065)	21 (0,068)	22 (0,070)	22 (0,073)
	240	18 (0,061)	19 (0,064)	19 (0,066)	20 (0,069)
	300	17 (0,059)	17 (0,062)	18 (0,064)	18 (0,067)
	360	16 (0,058)	16 (0,060)	17 (0,063)	17 (0,065)
	400	15 (0,056)	16 (0,059)	16 (0,061)	16 (0,064)
SW 90	240	22 (0,067)	23 (0,070)	24 (0,073)	24 (0,075)
	300	20 (0,064)	21 (0,067)	22 (0,070)	22 (0,072)
	360	19 (0,062)	19 (0,064)	20 (0,067)	20 (0,069)
	400	17 (0,060)	18 (0,062)	18 (0,065)	19 (0,067)

Tabela 20. Równoważne grubości drewna litego wraz z wartością przewodności cieplnej dla wybranych przekrojów belek STEICOWall.

Przykład:

Projekt przewiduje konstrukcję ściany z zastosowaniem słupków ściennych STEICOWall 60/300 mm wypełnionych matami STEICOflex 038 (0,038 [W/(m·K)]). Zakładając, że program do obliczania wartości współczynnika przenikania ciepła U nie zawiera w bazie danych przekrojów belek dwuteowych, poprawne obliczenia można przeprowadzić na dwa sposoby:

Metoda 1

Ręczne wprowadzenie nowego słupka ściennego do bazy programu. W tym przypadku wartość współczynnika λ dla słupka STEICOWall 60/300 zgodnie z tabelą 19 wynosi 0,064 W/(m·K).

Metoda 2

Zamiast przekroju słupka w postaci belki dwuteowej 60/300mm można wprowadzić równoważny pod względem przewodności cieplnej przekrój słupka z drewna litego. Przyjmując, że przewodność cieplna dla słupka z drewna litego wynosi 0,13 W/(m·K), to w tym przypadku zamiast STEICOWall 60/300 — zgodnie z tabelą 20 — należy podstawić słupek z drewna litego 18/300mm.

2.3.4. Współczynnik przenikania ciepła U

Współczynnik przenikania ciepła, oznaczany literą U, jest podstawową wielkością charakteryzującą izolacyjność termiczną zewnętrznych przegród budynku w okresie sezonu grzewczego. Współczynnik ten określa ilość energii, jaka przenika przez przegrodę o powierzchni 1 m², przy różnicy temperatur po obu stronach przegrody wynoszącej jeden kelwin. Wielkość jest wyrażana w W/(m²·K). Im niższą wartość współczynnika U wykazuje przegroda budowlana, tym lepszą zapewnia ochronę przed stratami ciepła. Dlatego też należy tak dobierać układ warstwowy, aby w efekcie końcowym przegroda zewnętrzna budynku charakteryzowała się jak najniższą wartością współczynnika U. Generalnie określenie współczynnika przenikania ciepła U dla danej przegrody odbywa się poprzez zsumowanie oporów cieplnych R [m² K/W] każdej jej warstwy, zgodnie z normą PN-EN ISO 6946. Aby obliczyć wartość oporu cieplnego R, należy podzielić grubość materiału d [m]

(tworzącego daną warstwę przegrody) przez odpowiadający mu współczynnik przewodzenia ciepła λ , czyli: $R = d/\lambda$. Po obliczeniu wartości oporów cieplnych R dla poszczególnych warstw przegrody wyniki sumuje się, dodając dodatkowo wartości oporu przejmowania ciepła na powierzchni wewnętrznej R_{si} i zewnętrznej R_{se} (wartości te są określane normowo).

W efekcie uzyskuje się wartość całkowitego oporu cieplnego przegrody R_T [m² K/W], której odwrotność stanowi współczynnik przenikania ciepła U:

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + R_3 + R_{\dots} + R_{se}$$

$$U = 1/R_T$$

Wartości współczynników przenikania ciepła U możliwe do osiągnięcia dla systemowych konstrukcji ściennych, dachowych oraz stropodachowych STEICO zostały zestawione w tabelach 23–33.

Wskazówka :

Maty STEICOflex i granulaty STEICOzell/STEICOfluc przeznaczone do termoizolacji przestrzeni między elementami konstrukcyjnymi charakteryzują się niższą wartością współczynnika przewodzenia ciepła λ oraz niższą ceną zakupową aniżeli gęstsze płyty STEICO stosowane do termoizolacji przegród od zewnątrz (np. STEICOprotect). W związku z tym zaleca się projektowanie przegród budynku w taki sposób, aby możliwie największy udział płaszczyzny termoizolacyjnej przypadł w przestrzeni nośnej przegrody, czyli między słupkami ściennymi czy krokwiemi. Obszerny typoszereg belek dwuteowych oraz elementów LVL dostarcza elementy konstrukcyjne o szerokości nawet 50 cm, co umożliwi uzyskanie bardzo niskich wartości współczynnika przenikania ciepła U już w samej warstwie przestrzeni nośnej. Grubość zewnętrznej powłoki termoizolacyjnej przegrody w postaci wytrzymałych płyt STEICOprotect czy STEICOuniversal może w takim układzie zostać zredukowana w przypadku ścian do 40–60 mm, natomiast w przypadku dachu do 35–52 mm. Przy takiej grubości płyt nie jest wymagane wykonywanie obliczeń strat ciepła poprzez liniowe mostki termiczne, tzn. dla obliczonej wartości współczynnika U przegrody nie ma konieczności uwzględniania ogólnego współczynnika korekcyjnego strat z mostków cieplnych $U_{WB} = 0,1 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$. Rozwiązanie takie redukuje całkowitą grubość przegrody oraz jest optymalne pod względem ekonomicznym.

2.3.5. Ciepło właściwe i pojemność cieplna materiałów termoizolacyjnych z włókien drzewnych

Do podstawowych właściwości termicznych materiałów budowlanych zalicza się, obok przewodnictwa cieplnego, również ciepło właściwe c . Ciepło właściwe definiowane jest poprzez ilość energii, jaką należy dostarczyć do materiału o masie 1 kg celem zwiększenia jego temperatury o 1 K.

$$c = \frac{\Delta Q}{m \cdot \Delta T}$$

gdzie:

ΔQ – ilość dostarczonego ciepła [J],

m – masa materiału budowlanego [kg],

ΔT – wzrost temperatury [K].

Ciepło właściwe c jest stałą właściwością materiałową. Dla granulatów, mat i płyt STEICO z włókien drzewnych wynosi $2100 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$. Jest to wartość bliska ciepłu właściwemu naturalnego drewna iglastego, które osiąga $2510 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$. Wielkość ta może być także wyrażana w $\text{kJ/(kg} \cdot \text{K)}$.

Materiał budowlany	Ciepło właściwe c J/(kg•K)
Drewno iglaste	2510
Granulat, maty i płyty termoizolacyjne STEICO z włókien drzewnych	2100
Granulat z włókien celulozowych (np. STEICO <i>floc</i>)	2100
Płyta OSB	1700
Fornir klejony warstwowo (LVL)	1600
Styropian	1460
Pianka poliuretanowa	1460
Płyta gipsowo-kartonowa	1000
Mur z cegły silikatowej pełnej	880
Mur z cegły ceramicznej pełnej	880
Maty termoizolacyjne z włókien szklanych	840
Żelbet	840
Beton zbrojony	840
Tynk wapienny	840
Maty i płyty termoizolacyjne z włókien skalnych	750
Wełna mineralna granulowana	750
Stal budowlana	440

Tabela 21. Porównanie ciepła właściwego c dla różnych materiałów budowlanych według PN-EN ISO 12524:2003, PN-EN ISO 6946:1999 i PN-91/B-02020 oraz danych rynkowych.

W praktyce ciepło właściwe c jest wykorzystywane do obliczenia dyfuzyjności cieplnej a (więcej w podrozdziale 2.3.8.) oraz pojemności cieplnej C [J/K] danego materiału, wyrażanej wzorem:

$$C = c \cdot m$$

lub

$$C = c \cdot q \text{ (tzw. objętościowa pojemność cieplna, wyrażana w [J/(m}^3 \cdot \text{K)])}$$

Pojemność cieplna C stanowi o zdolności pobierania i akumulowania ciepła pochodzącego z otoczenia. Materiały budowlane o wysokiej pojemności cieplnej i stosunkowo niskim współczynniku przewodzenia ciepła λ są w stanie pochłaniać nadwyżki ciepła, zapobiegając zbytniemu nagrzaniu pomieszczenia w okresie letnim. Materiały o wysokiej pojemności cieplnej redukują jednocześnie ilość ciepła potrzebną do zapewnienia komfortu cieplnego

w okresie grzewczym. Ciepło zakumulowane w strukturze przegrody przede wszystkim podwyższa i pozwala na dłuższe utrzymanie wewnętrznej temperatury powierzchniowej na pożądanym poziomie, co z kolei ma bardzo istotny wpływ na spełnienie warunków komfortu cieplnego. Ponadto część zmagazynowanego ciepła jest emitowana z powrotem do wnętrza budynku, minimalizując dobowe wahania temperatury powietrza wewnętrznego oraz tym samym ilość energii potrzebnej do jego dogrzania.

W porównaniu do konwencjonalnych materiałów termoz izolacyjnych np. z włókien szklanych, skalnych czy pian poliuretanowych produkty z włókien roślinnych (drzewnych) wyróżniają się znacznie większą wartością ciepła właściwego c oraz większą masą, a co za tym idzie istotnie większą pojemnością cieplną C .

2.3.6. Tłumienie amplitudy wahań temperatury v

Jedną z głównych przyczyn determinujących komfort cieplny w budynku są dobowe wahania temperatury zewnętrznej oraz wewnętrznej powierzchni przegród budowlanych. Stopień takich wahań temperatury jest ściśle uzależniony od pory roku oraz układu warstwowego samej przegrody budowlanej. W strefie klimatu umiarkowanego największe wahania temperatury notowane są w okresie słonecznych dni późnej wiosny, lata i wczesnej jesieni. Wówczas to różnica między najwyższą i najniższą dobową temperaturą powietrza zewnętrznego dochodzi nawet do około $+30^{\circ}\text{C}$ (rys. 14). Można przyjąć, że przynajmniej takie same różnice temperatury występują na zewnętrznej powierzchni przegrody budowlanej, choć w praktyce są znacznie wyższe. W celu zapewnienia użytkownikom budynku komfortu cieplnego należy tak zaprojektować układ warstwowy zewnętrznej powłoki budynku aby w jego wnętrzu występowały z kolei możliwie niewielkie wahania temperatury powietrza oraz wewnętrznej powierzchni powłoki. Należy pamiętać, iż pole temperatury powietrza wewnętrznego w stosunku do temperatury wewnętrznej powierzchni przegrody budynku jest bardzo ograniczone, a jego przekroczenie, zwłaszcza w okresie upałów, skutkuje przeciążeniem układu regulacji cieplnej człowieka. W zależności od właściwości materiałów zastosowanych do budowy przegród zewnętrznych budynku występujące wahania temperatur zostają stłumione w mniejszym lub większym stopniu.

Określenie zdolności powłoki zewnętrznej budynku do tłumienia wahań temperatury odbywa się poprzez oblicze-

nie **współczynnika tłumienia v** , funkcjonującego także pod pojęciem **tłumienia amplitudy wahań temperatury v** .

Tłumienie amplitudy wahań temperatury v (TAD*) określa stopień maksymalnego dobowego wahań temperatury zewnętrznej (A_{te}) w stosunku do maksymalnego dobowego wahań temperatury powierzchni wewnętrznej przegrody budowlanej (A_g):

$$v = A_{te} / A_g$$

Wielkość ta jest wielkością bezwymiarową z uwagi na fakt, iż wyraża stosunek dwóch wielkości o takim samym wymiarze. Jeżeli przykładowo temperatura powietrza na zewnątrz w ciągu letniego dnia waha się między 10 a 40°C , a wahanie temperatury powierzchni wewnętrznej przegrody dachu mieści się w granicach 18 do 21°C , to dobowe wahanie temperatury zewnętrznej wynosi 30°C , a wewnętrznej 3°C . Tłumienie amplitudy jako stosunek tych dwóch wartości wynosi natomiast w tym przypadku 10 ($=30/3$). W praktyce wynik równy 10 oznacza, że wahania temperatury wewnętrznej powierzchni przegrody dachu są 10 -krotnie mniejsze niż wahania temperatury powietrza zewnętrznego.

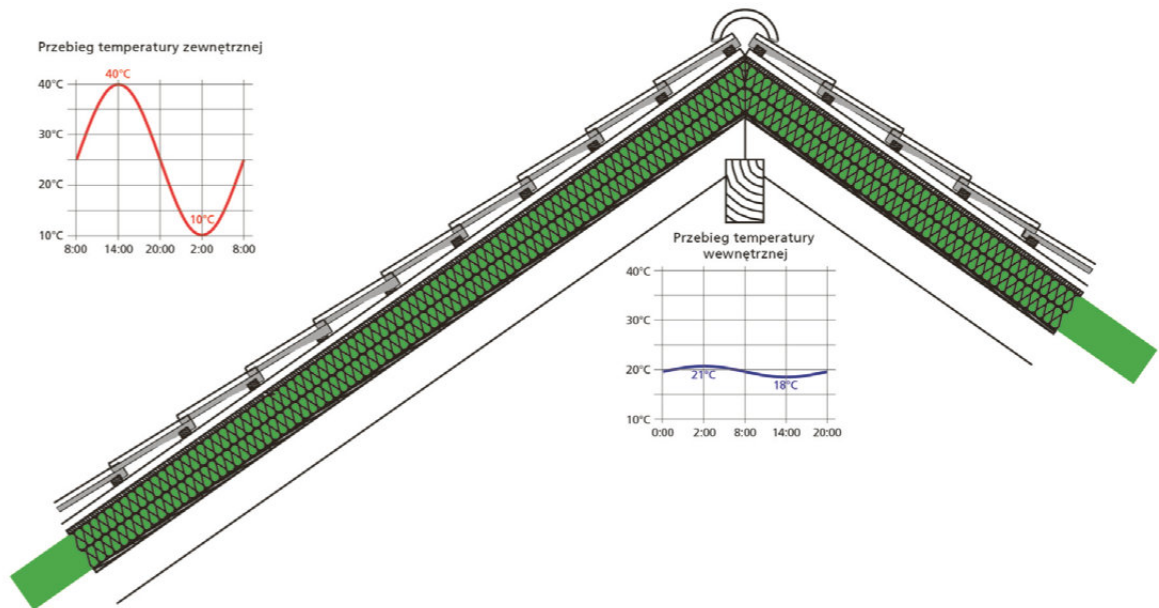
* TAD – skrót pochodzący z języka niemieckiego, od słowa Temperaturamplitudendämpfung (stosowany w europejskiej literaturze).

Odwrotnością tłumienia amplitudy wahań temperatury jest **stosunek amplitud temperatur** (TAV**).

$$TAD = 1/TAV$$

Stosunek amplitud temperatur (TAV) jest wyrażany procentowo. Powracając do przytoczonego przykładu

** TAV – skrót pochodzący z języka niemieckiego, od słowa Temperaturamplitudenverhältnis (stosowany w europejskiej literaturze).



Rys. 14. Dobowy przebieg temperatury zewnętrznej i wewnętrznej w przypadku przegrody dachu STEICO.

W praktyce wymiarowanie przegród budynku pod względem wartości współczynnika v wykonuje się w kontekście wahań temperatur występujących w okresie maj-wrzesień. W pozostałym okresie obserwowane wahania są znacznie mniejsze.

Dokładne obliczenie współczynnika tłumienia amplitudy temperatury v jest stosunkowo skomplikowane. Obliczenia wymagają bowiem zastosowania liczb urojonych. Dlatego też w praktyce, obliczenia tego typu są wykonywane z reguły za pośrednictwem ogólnie dostępnych programów do obliczania izolacyjności cieplnej przegród budynku. Programy takie bazują na serii algorytmów, a ich obsługa nie wymaga większej wiedzy specjalistycznej.

Niemniej warto wskazać na jedną z najczęściej stosowanych metod obliczania współczynnika tłumienia v – metodę opracowaną przez Szklówer [1]:

$$v = \frac{A_w}{A_{\dot{a}_i}} \quad v = 0,9e^{\frac{\sum D}{\sqrt{2}} * \frac{s_1 + \alpha_1}{s_1 + U_1} * \frac{s_2 + U_1}{s_2 + U_2} * \dots * \frac{s_n + U_{n-1}}{s_n + U_n} * \frac{\alpha_e + U_n}{\alpha_e}}$$

Gdzie:

e – podstawa logarytmu naturalnego

D – wskaźnik bezwładności cieplnej

dachu, jeżeli wartość TAD ($1/TAV$) wynosi 10, to wartość TAV będzie wynosiła odpowiednio 0,1, czyli 10%. W tym przypadku wahanie temperatury poprzez przegrodę (od zewnątrz do wewnątrz) zostanie stłumione do 10%. W efekcie jeśli po zewnętrznej stronie przegrody budynku wahanie amplitudy temperatury wyniosło 30°C to na wewnętrznej powierzchni tej przegrody zanotowane zostanie wahanie w zakresie 3°C.

s_n – współczynnik przyswajania ciepła materiałów kolejnych warstw przegrody

α_i – współczynnik przejmowania ciepła na wewnętrznej powierzchni przegrody

α_e – współczynnik przejmowania ciepła na zewnętrznej powierzchni przegrody

U_n – współczynnik przyswajania ciepła przez powierzchnie kolejnych warstw przegrody (licząc od powierzchni wewnętrznej)

Z uwagi na fakt, iż wartości liczbowe otrzymywane według tej metody są większe od rzeczywistych o 10-15%, we wzorze zastosowano współczynnik korekcyjny: 0,9.

Wartość współczynnika v powinna być możliwie jak najwyższa, przy czym absolutnie minimalna pod względem dostatecznej izolacji przed przegrzewaniem przegród w lecie jest wartość 10, zalecana powyżej 20. W przypadku wyrażania wielkości v w formie procentowej należy dążyć z kolei do uzyskania jak najniższej wartości.

2.3.7. Przesunięcie fazowe η

Przesunięcie fazowe (przesunięcie fazy strumienia ciepłego) jest różnicą faz dwóch fal temperatury: fali określającej wahania temperatury powietrza zewnętrznego i fali określającej wahania temperatury powierzchni wewnętrznej przegrody. Wielkość wyrażana jest w godzinach. Badania wskazują, że przy temperaturze powietrza zewnętrznego wynoszącej w lecie ok. 35°C, w bezchmurny dzień, pokrycie dachowe, a właściwie jego wewnętrzna powierzchnia wskutek nasłonecznienia osiąga znacznie wyższą temperaturę, dochodzącą nawet do +80°C. W związku z tym przy obliczaniu przesunięcia fazowego należy przyjąć wahania temperatury zewnętrznej powierzchni przegrody, zamiast wahań temperatury powietrza zewnętrznego. Wówczas przesunięcie fazowe definiuje przedział czasu między wystąpieniem najwyższej dobowej temperatury na zewnętrznej powierzchni przegrody a momentem osiągnięcia najwyższej temperatury na wewnętrznej powierzchni tego samego elementu budynku. Ciepło promieniujące z tak nagrzanego pokrycia dachowego jest przekazywane do kolejnych warstw przegrody dachu czy ściany, przenikając zgodnie z prawami fizyki budowli do wnętrza pomieszczeń. Podczas przenikania następuje omówione już tłumienie amplitudy wahań temperatury, którego stopień jest zależny o właściwości cieplnych zastosowanych materiałów budowlanych.

W praktyce pokrycie dachowe osiąga najwyższą dobową temperaturę między godziną 13.00 a 15.00. Konstrukcję dachu czy ściany należy zaprojektować w taki sposób, aby w wyniku długości przesunięcia fazowego temperatura wewnętrznej powierzchni przegrody osiągnęła swoją maksymalną (lecz stłumioną) wartość dopiero w nocy. Temperatura powietrza zewnętrznego w godzinach nocnych jest bowiem na tyle niska, że większa część ciepła zmagazynowanego w przegrodzie budowlanej w ciągu dnia zacznie być odprowadzana z powrotem na zewnątrz – zgodnie z podstawowymi prawami fizyki budowli. W rezultacie na wewnętrznej powłoce przegrody nie dochodzi do tak wysokiego podwyższenia temperatury, jak w przypadku jej zewnętrznej powierzchni. Jedynie niewielka część zakumulowanego ciepła zostanie oddana także do wnętrza pomieszczeń. W nocy temperatura zewnętrzna jest jednak wystarczająco niska, aby nadmiar ciepła mógł z łatwością zostać odprowadzony poza budynek poprzez zwyczajne wietrzenie bądź poprzez wentylację mechaniczną. W przypadku wentylacji mechanicznej dochodzi wówczas do mniejszego poboru energii niż podczas chłodzenia w ciągu dnia, ponieważ wykorzystuje ona znacznie chłodniejsze zewnętrzne powietrze.

W kontekście powyższego przesunięcie fazowe przegrody budowlanej powinno wynosić przynajmniej od

10 do 12 godzin – jest to minimalna wartość w strefie klimatu umiarkowanego, zapewniająca komfort cieplny w upalne dni lata. W konstrukcjach budowlanych o tak długim przesunięciu fazowym najwyższa temperatura wewnętrznej powierzchni przegrody wystąpi tym samym między godziną 23.00 a 3.00 w nocy, a więc w pożądanym przedziale czasowym. W ciągu nocy przegroda wychłodzi się, oddając zakumulowane ciepło na zewnątrz. Proces magazynowania ciepła rozpocznie się na nowo następnego dnia, od momentu wystąpienia promieniowania słonecznego na powierzchni powłoki budynku. Dzięki temu najniższa temperatura powierzchni wewnętrznych pomieszczeń będzie występowała w ciągu dnia, zapewniając odpowiedni komfort cieplny użytkownikom budynku.

Przesunięcie fazowe dla przegród budowlanych składających się z kilku warstw oblicza się według następującego wzoru [1]:

$$\eta = \frac{1}{15} (40,5 \sum D - \arctg \frac{\alpha_i}{\alpha_i + U_i \sqrt{2}} + \arctg \frac{U_e}{U_e + \alpha_e \sqrt{2}})$$

Gdzie:

D – wskaźnik bezwładności cieplnej

α_i – współczynnik przejmowania ciepła na wewnętrznej powierzchni przegrody

α_e – współczynnik przejmowania ciepła na zewnętrznej powierzchni przegrody

U_i – współczynnik przyswajania ciepła wewnętrznej powierzchni przegrody

U_e – współczynnik przyswajania ciepła zewnętrznej powierzchni przegrody

Podobnie jak w przypadku współczynnika tłumienia wahań amplitudy temperatury również przesunięcie fazowe jest określane w praktyce za pośrednictwem ogólnie dostępnych programów obliczeniowych.

Osiągnięcie zalecanych wartości tłumienia amplitudy wahań temperatury oraz przesunięcia fazowego uzyskuje się poprzez stosowanie materiałów budowlanych o względnie niskiej wartości **dyfuzyjności cieplnej a** . Optymalne rozwiązanie stanowią materiały wykazujące wartość współczynnika a na poziomie poniżej 14 cm²/h (tabela 22), czyli granulaty, maty oraz płyty produkowane z włókien roślinnych. Poza współczynnikiem a , decydującą rolę w kształtowaniu efektywności izolacji termicznej powłoki budynku w lecie, odgrywa także całkowita grubość i szczelność powietrzna przegrody budowlanej. Dodatkowo należy wspomnieć, że materiały termoizolacyjne powinny zostać zamontowane w sposób zapewniający bezspoinową powierzchnię.

2.3.8. Dyfuzyjność cieplna a

Do ochrony przed wysokimi temperaturami w lecie odpowiednie są materiały termoizolacyjne umożliwiające bardzo wolne przenikanie temperatur, tzn. materiały wykazujące możliwie najniższą wartość **dyfuzyjności cieplnej** a . Mowa tu o materiałach, które posiadają względnie niską przewodność cieplną, a jednocześnie charakteryzują się wysoką zdolnością do akumulacji ciepła (duża gęstość w połączeniu z dużym ciepłem właściwym c), chroniąc pomieszczenia mieszkalne przed nadmiernym nagrzewaniem się w okresie letnim, ale również wewnętrzne powierzchnie przegród przed zbyt szybkim wychładzaniem w okresie grzewczym. Przykładem takiej optymalnej synergii wymienionych właściwości fizycznych są produkty termoizolacyjne na bazie włókien roślinnych (w tym drzewnych).

Dyfuzyjność cieplna a (określana także jako współczynnik wyrównania temperatur) opisuje, jak szybko dany materiał reaguje na zmiany temperatury. Współczynnik ten wyraża prędkość rozpraszania się różnicy temperatury w materiale podczas nagrzewania lub ochładzania (np. z powierzchni wewnętrznej w kierunku zewnętrznej), innymi słowy podatności materiału na zmiany temperatury. Im niższa wartość dyfuzyjności cieplnej, tym wolniej temperatura materiału będzie się zmieniać w stosunku do zmian temperatury powierzchni.

72

$$\lambda \text{ [W/(m}\cdot\text{K)]}$$

$$a \text{ [m}^2\text{/s]} = \frac{\lambda \text{ [W/(m}\cdot\text{K)]}}{\rho \text{ [kg/m}^3\text{]} \cdot c \text{ [J/(kg}\cdot\text{K)]}}$$

Dyfuzyjność cieplna a jest wyrażana w $[\text{m}^2/\text{s}]$. Zdecydowanie częściej w literaturze oraz w praktycznych obliczeniach operuje się jednak jednostką w $[\text{cm}^2/\text{h}]$. Aby wartość współczynnika a w $[\text{m}^2/\text{s}]$ przeliczyć na $[\text{cm}^2/\text{h}]$ wystarczy pomnożyć otrzymany wynik przez liczbę 36000000.

Przykład.

Obliczenie dyfuzyjności cieplnej a dla mat STEICOflex 036
 $a = 0,036 / (60 \cdot 2100) = 0,00000029 \text{ [m}^2\text{/s]}$

Zmiana jednostki:

$$0,00000029 \text{ [m}^2\text{/s]} \cdot 36000000 = 10,29 \text{ [cm}^2\text{/h]}$$

Odwrotność dyfuzyjności cieplnej a – $1/a$ – jest miarą bezwładności cieplnej materiału. W nowoczesnym budownictwie energooszczędnym uzasadnione jest wykorzystywanie rozwiązań do izolacji cieplnej wykazujących jak najniższą wartość współczynnika wyrównywania temperatur – zarówno w kontekście oszczędności energii potrzebnej do ogrzewania, jak i do chłodzenia obiektów budowlanych.

Material	Gęstość [kg/m ³]	Współczynnik przewodzenia ciepła [W/(m·K)]	Ciepło właściwe c [J/(kg·K)]	Dyfuzyjność cieplna a [cm ² /h]*
Sosna, świerk	600	0,13	2510	3
Płyta do izolacji nakrokwiowej STEICOuniversal	270	0,048	2100	3
Płyta fasadowa STEICOprotect H	265	0,048	2100	3
Płyta nakrokwiowa STEICOspecial dry	140	0,041	2100	5
Płyta STEICOtherm	160	0,039	2100	4
Mata STEICOflex 036	60	0,036	2100	10
Cegła pełna	1800	0,8	1000	16
Żelbet	2100	1,4	1050	22
Płyta styropianowa XPS	30	0,030	1380	26
Płyta styropianowa EPS 100	22	0,038	1380	45
Wetna szklana	30	0,035	800	53
Stal	7800	58	600	446
Aluminium	2700	200	921	2895

* wartości w zaokrągleniu do jedności

Tabela 22. Porównanie dyfuzyjności cieplnej a dla wybranych materiałów budowlanych (właściwości fizyczne na podstawie danych rynkowych).

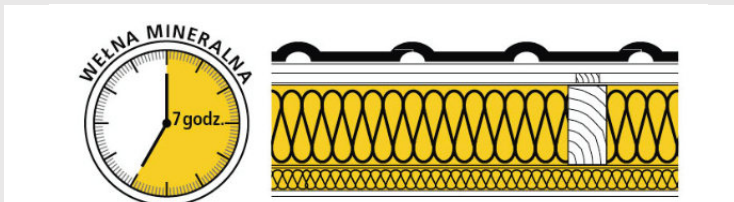
W tabeli 22 zestawiono wartości współczynnika wyrównywania temperatur dla różnych produktów budowlanych, bazując na właściwościach fizycznych deklarowanych przez producentów. Na podstawie tabeli można wywnioskować, iż konwencjonalne materiały termoizolacyjne z włókien szklanych czy skalnych wykazują stosunkowo wysoką (niekorzystną) dyfuzyjność cieplną a . Powodem jest charakterystyczny dla tej grupy materiałów stosunek między niską wartością przewodności cieplnej, małym ciężarem własnym oraz względnie niewielkim ciepłem właściwym c . W efekcie zastosowania w konstrukcji dachu czy ściany tego rodzaju termoizolacji możliwe jest uzyskanie jedynie odpowiednio niskiego poziomu współczynnika przenika-

nia ciepła U , co spełnia teoretycznie wymagania stawiane ochronie przed stratami ciepła w zimie. Ta sama warstwa termoizolacyjna nie sprawdzi się jednak jako izolator w okresie letnim. Dla porównania materiały termoizolacyjne z włókien drzewnych charakteryzują się szczególnie korzystną zależnością między przytoczonymi już właściwościami fizycznymi (najbardziej zbliżoną do ideału termoizolacji według światowej literatury specjalistycznej). Maty i płyty z włókien roślinnych znacznie wolniej wyrównują różnice temperatur np. podczas nagrzewania, stanowiąc swoiście optymalne rozwiązanie termoizolacyjne w celu zagwarantowania całorocznego komfortu cieplnego.

2.3.9. Izolacja termiczna w lecie w praktyce

Poza zewnętrznym pokryciem dachu oraz wewnętrzną warstwą poszycia masa akumulacyjna konstrukcji dachowej bazuje tylko na materiale termoizolacyjnym. Szczególnie istotne jest wobec tego wyregulowanie tłumienia amplitudy i przesunięcia fazowego za pomocą materiału izolacyjnego, który charakteryzuje się bardzo niskim współczynnikiem wyrównywania temperatur a . Przy temperaturze zewnętrznej wynoszącej 35°C temperatura pod pokryciem dachu może osiągnąć wspomniane już $+80^{\circ}\text{C}$. Tylko zastosowanie przemyślanego układu warstwowego stłumi i spowolni przepływ tak wysokiej temperatury do wnętrza budynku. Na potrzeby niniejszego podręcznika porównano w tych warunkach temperaturowych dwie konstrukcje dachowe o porównywalnej wartości współczynnika przenikania ciepła U . Dach z termoizolacją z wełny mineralnej o przewodnic-

twie cieplnym $0,035 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ i z gęstością wynoszącą $20 \text{ kg}/\text{m}^3$ posiada według obliczeń tłumienie amplitudy wahań temperatury równe 7 (TAV 14%) i przesunięcie fazowe wynoszące siedem godzin. Według obliczeń na wewnętrznej stronie przegrody dachu o godzinie 19.00 wystąpi podwyższenie temperatury do 29°C . Taka temperatura jest jednak stanowczo za wysoka w kontekście komfortu cieplnego (zapewnienia przyjemnego snu). O godzinie 19.00 temperatura na zewnątrz znajduje się bowiem jeszcze na podobnym poziomie, w związku z czym wietrzenie pomieszczeń nie przynosi odczuwalnej ulgi, a wentylacja mechaniczna wymaga zwiększonego zapotrzebowania na energię (w celu schłodzenia stosunkowo ciepłego powietrza zewnętrznego). Wymieniając w identycznej konstrukcji dachowej wełnę mineralną na matę termoizolacyjną z włókien drzewnych



- współczynnik $U = 0,16 \text{ W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$
- tłumienie amplitudy wahań temperatury = 7 (TAV 14%)
- przesunięcie fazowe = 7 godz.

Przekrój dachu od zewnątrz do wewnątrz:

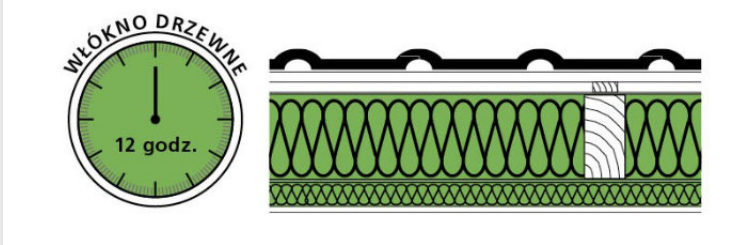
1. Pokrycie dachu
2. Łata
3. Kontrłata
4. Membrana dachowa
5. Wełna mineralna o gr. 200 mm
6. Paroizolacja
7. Wełna mineralna o gr. 40 mm
8. Płyta gipsowo-kartonowa 12,5 mm

Rys. 15. Konstrukcja dachu zaizolowanego termicznie wełną mineralną.

o przewodnictwie cieplnym $0,038 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ i gęstości wynoszącej $50 \text{ kg}/\text{m}^3$, uzyska się pięciokrotnie większą zdolność akumulacyjną warstwy termoizolacyjnej. Powodem takiego stanu jest m.in. duże ciepło właściwe c mat z włókien drzewnych. Dla przegrody dachu oznacza to podwojenie tłumienia amplitudy wahań temperatury na 14 (TAV 7%) oraz polepszenie przesunięcia fazowego o pięć godzin, czyli w sumie do 12 godzin. Również przepływ temperatur do pomieszczenia wypada w tym przypadku

znacznie korzystniej: temperatura po wewnętrznej stronie dachu podwyższa się maksymalnie do poziomu 21°C i to dopiero o godzinie 23.00. W tym czasie temperatura na zewnątrz jest znacznie niższa, zatem jeśli temperatura 21°C stanowi dyskomfort dla użytkowników budynku, z łatwością można ją wówczas obniżyć poprzez przewietrzenie (lub wentylację) pomieszczenia.

Zoptymalizowana izolacja cieplna budynku w okresie lata powinna zostać uzupełniona w wyniku wdrożenia do

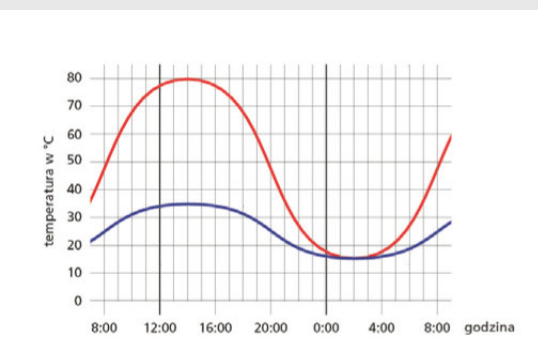


- współczynnik $U = 0,17 \text{ W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$
- tłumienie amplitudy wahań temperatury = 14 (TAV 7%)
- przesunięcie fazowe = 12 godz.

Przekrój dachu od zewnątrz do wewnątrz:

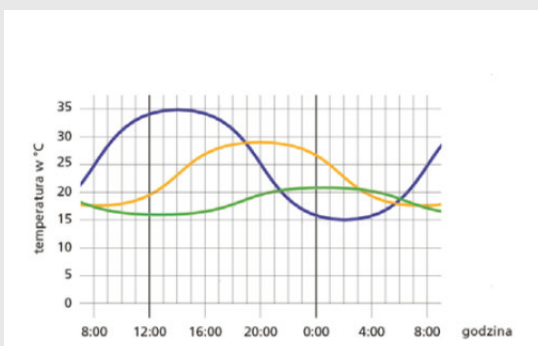
1. Pokrycie dachu
2. Łata
3. Kontrłata
4. Membrana dachowa
5. Mata termoizolacyjna z włókien drzewnych STEICO *flex 038* 200 mm
6. Paroizolacja
7. Mata termoizolacyjna z włókien drzewnych STEICO *flex 038* 40 mm
8. Płyta gipsowo-kartonowa 12,5 mm

Rys. 16. Konstrukcja dachu zaizolowanego termicznie matami z włókien drzewnych.



Temperatura pod pokryciem dachu
Temperatura zewnętrzna

Przy wahaniami temperatury zewnętrznej wynoszącej o godzinie 14.00 35°C , a o godzinie 2.00 w nocy 15°C , maksymalna temperatura pod pokryciem dachu wynosi ok. 80°C . W najlepszym przypadku temperatura ta może spaść w nocy do 15°C .



Temperatura zewnętrzna
Temp. wewnętrznej strony dachu z izolacją z wełny mineralnej
Temp. wewnętrznej strony dachu z izolacją z mat z włókien drzewnych

Zastosowanie materiałów termoizolacyjnych z włókien drzewnych redukuje odczuwalny poziom temperatury wewnątrz budynku w okresie letnim, co przekłada się bezpośrednio na wysoki komfort cieplny.

Rys. 17. Dobowe wahanie temperatury.

Rys. 18. Przebieg temperatury przez przegrodę dachu dla różnych materiałów termoizolacyjnych.

projektu przemyślanych detali uzupełniających, jak np. ustawienie bryły budynku w stosunku do stron świata, rozstawienie otworów okiennych w zależności od stopnia nasłonecznienia, stosowanie stolarki okiennej odbijającej promieniowanie słoneczne w okresie lata, zacienienie otworów okiennych. Znaczący jest także stopień zwarcia bryły budynku, czyli stosunku A/V (powierzchnia zewnętrzna bryły budynku w stosunku do jej kubatury).

Maksymalnie zwarta bryła redukuje straty ciepła poprzez przegrody zewnętrzne w sezonie grzewczym, minimalizacji ulega jednocześnie powierzchnia, przez którą ciepło z zewnątrz może przenikać do wnętrza pomieszczeń.

2.3.10. Zestawienie właściwości termoizolacyjnych dla systemowych konstrukcji STEICO

W celu ułatwienia doboru układu warstwowego określonej przegrody budynku firma STEICO opracowała tabele zawierające zestawienie wartości współczynników przenikania ciepła U , tłumienia amplitudy wahań temperatury oraz przesunięcia fazowego – w zależności od struktury przegrody. Obliczenia zostały wykonane przy pomocy programu Dämmwerk dla warunków klimatycznych wg DIN 4108-03:2001.

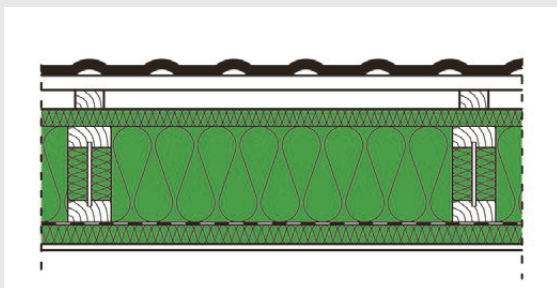
Wartości przytoczone w tabelach odnoszą się do systemowych przegród STEICO. Warto jednak dodać, że grupa STEICO opracowała także liczne tabele uzupełniające, które uwzględniają konstrukcję ścian zewnętrz-

Najbardziej niekorzystnym elementem budynku pod względem stosunku A/V , czyli najbardziej narażonym na przegrzewanie oraz straty ciepła, jest dach. Duża powierzchnia zewnętrzna dachu w stosunku do niewielkiej kubatury pomieszczeń na poddaszu, w połączeniu z nachyleniem połaci w kierunku słońca sprawia, że temperatura między pokryciem dachowym a zewnętrzną powierzchnią dachu osiąga bardzo wysoki poziom.

nych/wewnętrznych, stropów, stropodachów, dachów z zastosowaniem drewna litego, klejonego czy płyt klejonych typu CLT. Tabele te są dostępne bezpośrednio u producenta w formie tematycznych katalogów konstrukcyjnych, stanowiąc profesjonalne wsparcie procesów projektowych w szeroko rozumianej branży budownictwa drewnianego.

Wartości wskazane w tabelach służą do wykonywania wstępnych kalkulacji i nie zastępują obliczeń projektowych, zgodnych z obowiązującym prawem budowlanym.

Warianty układu warstwowego systemowego dachu STEICO



Przekrój dachu od zewnątrz do wewnątrz:

1. Pokrycie dachowe
2. Łaty
3. Kontrłaty
4. STEICO *universal*
5. Belki STEICO *joist*, wypełnienie termoizolacją STEICO *flex 036/zellfloc*
6. Membrana paroizolacyjna STEICO *multi membra 5*
7. Ścianka instalacyjna wypełniona matami STEICO *flex 036*
8. Płyta gipsowo-kartonowa 12,5 mm

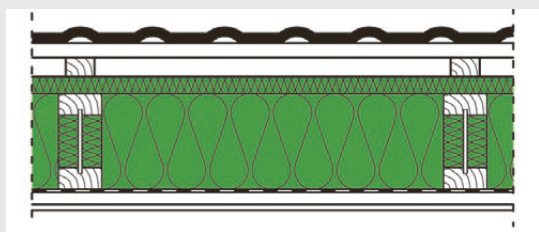
Rys. 19. Dach spadzisty pokryty płytą nakrokwiową STEICO *universal*, przestrzeń instalacyjna zaizolowana termicznie.

Przestrzeń instalacyjna zaizolowana STEICOflex 036	Przestrzeń między krokiewmi zaizolowana STEICOflex 036	Izolacja nakrokwowa STEICO universal	Współczynnik przenikania ciepła U w części izolowanej	Współczynnik przenikania ciepła U dla płaszczyzny nośnej*	Współczynnik przenikania ciepła U dla całej przegrody (udział krokwi 10%)**	Tłumienie amplitudy wahań temperatury	Przesunięcie fazowe
mm			W/(m ² •K)			1/TAV	godz.
40	120	22	0,207	0,384	0,24	7	9,7
40	120	24	0,205	0,378	0,24	8	9,8
40	120	35	0,196	0,349	0,23	9	10,8
40	120	52	0,184	0,312	0,21	12	12,3
40	120	60	0,179	0,297	0,20	14	13,0
40	140	22	0,186	0,362	0,22	9	10,5
40	140	24	0,185	0,357	0,22	9	10,7
40	140	35	0,178	0,331	0,21	11	11,6
40	140	52	0,168	0,298	0,19	15	13,1
40	140	60	0,163	0,284	0,19	17	13,8
40	160	22	0,170	0,343	0,20	11	11,3
40	160	24	0,169	0,339	0,20	12	11,5
40	160	35	0,163	0,315	0,19	14	12,4
40	160	52	0,154	0,285	0,18	18	14,0
40	160	60	0,150	0,272	0,17	22	14,7
40	180	22	0,156	0,326	0,18	14	12,2
40	180	24	0,155	0,322	0,18	15	12,3
40	180	35	0,150	0,301	0,18	17	13,3
40	180	52	0,142	0,273	0,16	23	14,8
40	180	60	0,139	0,261	0,16	27	15,5
40	200	22	0,144	0,310	0,17	8	13,0
40	200	24	0,143	0,307	0,17	18	13,2
40	200	35	0,139	0,287	0,16	21	14,1
40	200	52	0,133	0,262	0,15	29	15,6
40	200	60	0,130	0,251	0,15	33	16,3
40	220	22	0,134	0,296	0,16	22	13,9
40	220	24	0,133	0,293	0,16	23	14,0
40	220	35	0,129	0,275	0,15	26	15,0
40	220	52	0,124	0,252	0,14	36	16,5
40	220	60	0,121	0,242	0,14	42	17,2
40	240	22	0,125	0,283	0,15	28	14,7
40	240	24	0,124	0,280	0,15	28	14,9
40	240	35	0,121	0,264	0,14	33	15,8
40	240	52	0,116	0,242	0,14	44	17,3
40	240	60	0,114	0,233	0,13	52	18,0

* do obliczeń wykorzystano wartość przewodności cieplnej dla belek z drewna litego tzn. jeżeli zamiast krokwi w postaci belek dwuteowych zastosowane zostaną krokwie z drewna litego, to wskazane wartości nie ulegną pogorszeniu; z kolei w przypadku zastosowania belek dwuteowych obliczeniowy udział drewna nośnego zostanie zredukowany o 4%, co odpowiada polepszeniu wskazanych wartości współczynnika U do ok. 0,01 W/(m²•K)

** w przypadku zastosowania termoizolacji STEICOzell lub STEICOfloc wskazane wartości współczynników przenikania ciepła U dla całej przegrody należy zwiększyć o 0,01 W/(m²•K)

Tabela 23. Izolacyjność termiczna dla wybranych układów warstwowych dachu spadzistego, przestrzeń instalacyjna zaizolowana termicznie.



Przekrój dachu od zewnątrz do wewnątrz:

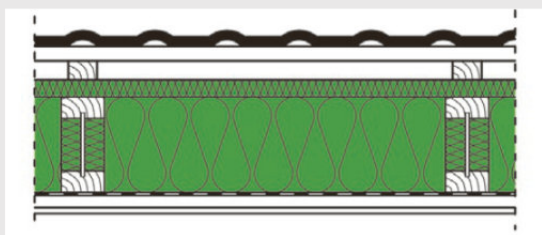
1. Pokrycie dachowe
2. Łaty
3. Kontrłaty
4. STEICOuniversal
5. Belki STEICOjoist, wypełnienie termoizolacją STEICOflex 036/zellfloc
6. Membrana paroizolacyjna STEICOmulti membra 5
7. Łaty
8. Płyta gipsowo-kartonowa 12,5 mm

Rys. 20. Dach spadzisty pokryty płytą nakrokwiową STEICOuniversal, brak termoizolacji w przestrzeni instalacyjnej.

Przeźrzeń między krokwiemi zaizolowana STEICOflex 036	Izolacja nakrokwiowa STEICOuniversal	Współczynnik przenikania ciepła U w części izolowanej	Współczynnik przenikania ciepła U dla płaszczyzny nośnej	Współczynnik przenikania ciepła U dla całej przegrody (udział krokwi 10%)*	Tłumienie amplitudy wahań temperatury	Przesunięcie fazowe
mm		W/(m ² ·K)			1/TAV	godz.
200	22	0,165	0,289	0,18	12	11,5
200	24	0,164	0,286	0,18	12	11,7
200	35	0,158	0,269	0,17	14	12,6
200	52	0,150	0,247	0,16	19	14,2
200	60	0,147	0,237	0,16	22	14,8
220	22	0,152	0,263	0,15	15	12,4
220	24	0,151	0,260	0,16	15	12,5
220	35	0,146	0,246	0,16	17	13,5
220	52	0,139	0,227	0,15	24	15,0
220	60	0,136	0,219	0,15	28	15,7
240	22	0,141	0,240	0,15	18	13,2
240	24	0,140	0,238	0,15	19	13,4
240	35	0,136	0,226	0,15	22	14,3
240	52	0,130	0,210	0,14	29	15,8
240	60	0,127	0,203	0,14	34	16,5
280	22	0,123	0,198	0,13	28	14,9
280	24	0,122	0,207	0,13	29	15,0
280	35	0,119	0,209	0,13	34	16,0
280	52	0,114	0,186	0,12	45	17,5
280	60	0,112	0,180	0,12	53	18,2
300	22	0,115	0,195	0,12	35	15,7
300	24	0,115	0,193	0,12	36	15,9
300	35	0,112	0,185	0,12	42	16,8
300	52	0,108	0,174	0,11	57	18,3
300	60	0,106	0,170	0,11	66	17,7
360	22	0,097	0,164	0,10	68	18,2
360	24	0,097	0,163	0,10	70	18,4
360	35	0,095	0,158	0,10	81	19,3
360	52	0,092	0,150	0,10	109	20,9
360	60	0,091	0,146	0,10	128	21,6

* w przypadku zastosowania termoizolacji STEICOzell lub STEICOfloc wskazane wartości współczynników przenikania ciepła U dla całej przegrody należy zwiększyć o 0,01 W/(m²·K)

Tabela 24. Izolacyjność termiczna dla wybranych układów warstwowych dachu spadzistego, brak termoizolacji w przestrzeni instalacyjnej.



Przekrój dachu od zewnątrz do wewnątrz:

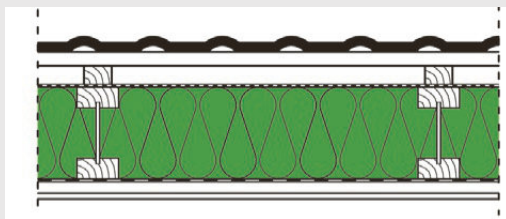
1. Pokrycie dachowe
2. Łaty
3. Kontrłaty
4. STEICOuniversal dry
5. Belki STEICOjoist, wypełnienie termoizolacją STEICOflex 036/zell/floc
6. Membrana paroizolacyjna STEICOmulti membra 5
7. Łaty
8. Płyta gipsowo-kartonowa 12,5 mm

Rys. 21. Dach spadzisty pokryty płytą nakrokwiową STEICOuniversal dry, brak termoizolacji w przestrzeni instalacyjnej.

Przestrzeń między krokwiemi zaizolowana STEICOflex 036	Izolacja nakrokwiowa STEICO universal dry	Współczynnik przenikania ciepła U w części izolowanej	Współczynnik przenikania ciepła U dla płaszczyzny nośnej	Współczynnik przenikania ciepła U dla całej przegrody (udział krokwi 10%)*	Tłumienie amplitudy wahań temperatury	Przesunięcie fazowe
mm		W/(m ² •K)			1/TAV	godz.
200	35	0,157	0,266	0,17	14	12,4
200	52	0,148	0,240	0,16	18	13,6
200	60	0,144	0,230	0,15	21	14,2
240	35	0,135	0,223	0,14	22	14,1
240	52	0,128	0,205	0,14	28	15,2
240	60	0,125	0,197	0,13	32	15,8
280	35	0,118	0,196	0,13	33	15,8
280	52	0,113	0,182	0,12	43	16,9
280	60	0,110	0,176	0,12	49	17,5
300	35	0,111	0,184	0,12	42	16,6
300	52	0,106	0,171	0,11	54	17,8
300	60	0,104	0,166	0,11	61	18,4
360	35	0,095	0,157	0,10	81	19,1
360	52	0,091	0,147	0,10	104	20,3
360	60	0,090	0,143	0,10	119	20,9
400	35	0,086	0,140	0,09	125	20,8
400	52	0,083	0,132	0,09	161	22,0

* w przypadku zastosowania termoizolacji STEICOzell lub STEICOfloc wskazane wartości współczynników przenikania ciepła U dla całej przegrody należy zwiększyć o 0,01 W/(m²•K)

Tabela 25. Dach spadzisty pokryty płytą nakrokwiową STEICOuniversal dry, brak termoizolacji w przestrzeni instalacyjnej.



Przekrój dachu od zewnątrz do wewnątrz:

1. Pokrycie dachowe
2. Łaty
3. Kontrłaty
4. Membrana wysokopropuszczalna STEICOMulti UDB
5. Belki STEICOjoist, wypełnienie termoizolacją STEICOflex 036/zell/floc
6. Membrana paroizolacyjna STEICOMulti membra 5
7. Łaty
8. Płyta gipsowo-kartonowa 12,5 mm

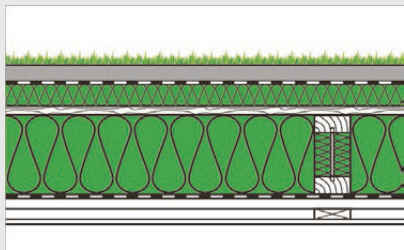
Rys. 22. Dach spadzisty pokryty membraną wysokopropuszczalną STEICOMulti UDB, brak termoizolacji w przestrzeni instalacyjnej.

Przebież między krokiewmi zaizolowana STEICOflex 036	Współczynnik przenikania ciepła U w części izolowanej	Współczynnik przenikania ciepła U dla płaszczyzny nośnej*	Współczynnik przenikania ciepła U dla całej przegrody (udział krokwi 10%)**	Tłumienie amplitudy wahań temperatury	Przesunięcie fazowe
mm	W/(m ² ·K)			1/TAV	godz.
200	0,178	0,530	0,22	10	10,3
220	0,163	0,490	0,20	12	11,1
240	0,150	0,455	0,18	15	12
260	0,139	0,426	0,17	18	12,8
280	0,130	0,399	0,16	23	13,6
300	0,121	0,376	0,15	29	14,5
320	0,114	0,356	0,14	36	15,3
340	0,108	0,337	0,13	44	16,2
360	0,102	0,321	0,12	55	17,0

* do obliczeń wykorzystano wartość przewodności cieplnej dla belek z drewna litego tzn. jeżeli zamiast krokwi w postaci belek dwuteowych zastosowane zostaną krokwie z drewna litego, to wskazane wartości nie ulegną pogorszeniu; z kolei w przypadku zastosowania belek dwuteowych obliczeniowy udział drewna nośnego zostanie zredukowany o 4%, co odpowiada polepszeniu wskazanych wartości współczynnika U o ok. 0,01 W/(m²·K)

** w przypadku zastosowania termoizolacji STEICOzell lub STEICOfloc wskazane wartości współczynników przenikania ciepła U dla całej przegrody należy zwiększyć o 0,01 W/(m²·K)

Tabela 26. Dach spadzisty pokryty membraną wysokopropuszczalną STEICOMulti UDB, brak termoizolacji w przestrzeni instalacyjnej.



Przekrój dachu od zewnątrz do wewnątrz:

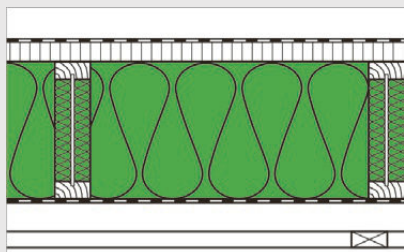
1. Strefa roślinna / substrat > 5 cm
2. Icopal Grünplast TOP
3. Icopal Sicotec
4. STEICRoof dry
5. Deskiowanie 22 mm
6. Belki STEICOjoist, wypełnienie termoizolacją STEICOzell
7. Aktywna membrana paroizolacyjna STEICOmuli renova
8. Łaty
9. Płyta gipsowo-kartonowa 12,5 mm

Rys. 23. Zielony dach płaski z płytą termoizolacyjną STEICRoof dry, brak termoizolacji w przestrzeni instalacyjnej.

Przebieg między krokiewmi zaizolowana STEICOzell	Termoizolacja STEICRoof dry	Współczynnik przenikania ciepła U w części izolowanej	Współczynnik przenikania ciepła U dla płaszczyzny nośnej	Współczynnik przenikania ciepła U dla całej przegrody (udział krokwi 12%)	Tłumienie amplitudy wahań temperatury	Przesunięcie fazowe
mm	W/(m ² ·K)				1/TAV	godz.
200	80	0,135	0,199	0,14	51	17,7
220	80	0,126	0,186	0,13	60	18,3
240	80	0,119	0,176	0,13	72	19
280	80	0,106	0,160	0,11	102	20,3
300	80	0,101	0,152	0,11	121	21
360	80	0,087	0,132	0,09	204	23
400	80	0,080	0,122	0,09	290	> 24

Uwaga: minimalny kąt nachylenia dachu wynosi 3%.

Tabela 27. Zielony dach płaski z płytą termoizolacyjną STEICRoof dry, brak termoizolacji w przestrzeni instalacyjnej.



Przekrój dachu od zewnątrz do wewnątrz:

1. Icopal Ventura
2. Icopal Sicotec
3. OSB/3 22 mm
4. Belki STEICOjoist, wypełnienie termoizolacją STEICOzell
5. Aktywna membrana paroizolacyjna STEICOmuli renova
6. Łaty
7. Płyta gipsowo-kartonowa 12,5 mm

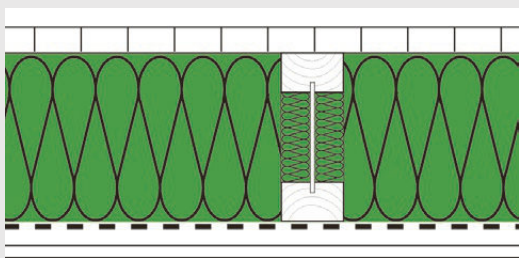
Rys. 24 Dach płaski pokryty płytą drewnopochodną, brak termoizolacji w przestrzeni instalacyjnej.

Przeźródłość między krokiewiami zaizolowana STEICOzell	Współczynnik przenikania ciepła U w części izolowanej	Współczynnik przenikania ciepła U dla płaszczyzny nośnej	Współczynnik przenikania ciepła U dla całej przegrody (udział krokwi 12%)	Tłumienie amplitudy wahań temperatury	Przesunięcie fazowe
mm	W/(m ² ·K)			1/TAV	godz.
200	0,184	0,331	0,20	8	10,0
220	0,169	0,298	0,19	10	10,7
240	0,156	0,273	0,17	11	11,3
280	0,135	0,236	0,15	16	12,7
300	0,126	0,218	0,14	19	13,3
360	0,106	0,180	0,12	33	15,3
400	0,096	0,161	0,10	46	16,7
450	0,086	0,141	0,09	71	18,3
500	0,077	0,125	0,08	111	20,0

Uwaga: minimalny kąt nachylenia dachu ≥ 3%. Wartość s_p poszycia wewnętrznego ≤ 0,5 m. Trwałe zacinienie dachu - niedopuszczalne.
Układ według niemieckiej normy DIN 68800-2.

Tabela 28. Dach płaski pokryty płytą drewnopochodną, brak termoizolacji w przestrzeni instalacyjnej

Warianty układu warstwowego systemowego stropu STEICO pod poddaszem nieużytkowym (nieogrzewanym)



- Przekrój stropu od góry do dołu:
1. Płyta drewnopochodna
 2. Belki STEICOjoist, wypełnienie termoizolacją STEICOflex 036/zellfloc
 3. Membrana paroizolacyjna STEICOmulti renova
 4. Łaty
 5. Płyta gipsowo-kartonowa 15 mm

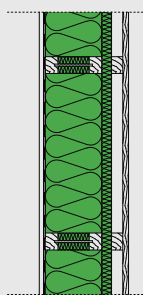
Rys. 25 Strop pod poddaszem nieużytkowym, brak termoizolacji w przestrzeni instalacyjnej.

Przestrzeń między krokwiemi zaizolowana STEICOflex 036	Współczynnik przenikania ciepła U w części izolowanej	Współczynnik przenikania ciepła U dla płaszczyzny nośnej	Współczynnik przenikania ciepła U dla całej przegrody (udział krokwi 10%)*	Tłumienie amplitudy wahań temperatury	Przesunięcie fazowe
mm	W/(m ² ·K)			1/TAV	godz.
200	0,172	0,311	0,19	12	11,2
220	0,158	0,281	0,17	15	12,0
240	0,146	0,255	0,16	18	12,9
280	0,126	0,220	0,14	28	14,5
300	0,118	0,204	0,13	35	15,4
360	0,100	0,171	0,11	68	17,9
400	0,090	0,151	0,10	105	19,6
450	0,081	0,132	0,09	181	21,7
500	0,073	0,118	0,08	314	23,8

* w przypadku zastosowania termoizolacji STEICOzell lub STEICOfloc wskazane wartości współczynników przenikania ciepła U dla całej przegrody należy zwiększyć o 0,01 W/(m²·K)

Tabela 29. Izolacyjność termiczna dla wybranych układów warstwowych stropu pod poddaszem nieużytkowym, brak termoizolacji w przestrzeni instalacyjnej.

Warianty układu warstwowego systemowej ściany STEICO



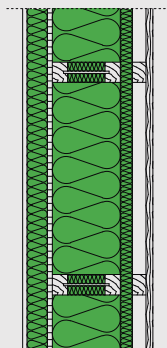
Przekrój ściany od wewnątrz na zewnątrz:

1. Płyta gipsowo-włóknowa Fermacell 12,5 mm
2. Membrana paroizolacyjna STEICO multi membra 5
3. Belki STEICO wall, wypełnienie termoizolacją STEICOflex 036/zell/floc
4. Płyta STEICO universal
5. Elewacja wentylowana

Rys. 26. Ściana z elewacją wentylowaną pokryta płytą STEICO universal, brak termoizolacji w przestrzeni instalacyjnej.

Przestrzeń między słupkami zaizolowana STEICOflex 036	Płyta pod elewację wentylowaną STEICO universal	Współczynnik przenikania ciepła U w części izolowanej	Współczynnik przenikania ciepła U dla płaszczyzny nośnej	Współczynnik przenikania ciepła U dla całej przegrody (udział konstrukcji 10%)	Tłumienie amplitudy wahań temperatury	Przesunięcie fazowe
mm	mm	W/(m ² ·K)			1/TAV	godz.
160	22	0,205	0,358	0,22	7	9,7
	35	0,195	0,328	0,21	9	10,8
200	22	0,169	0,284	0,18	11	11,3
	35	0,162	0,265	0,17	14	12,4
240	22	0,143	0,233	0,15	18	13,0
	35	0,138	0,219	0,15	21	14,1
300	22	0,117	0,187	0,12	34	15,5
	35	0,113	0,178	0,12	41	16,6
360	22	0,099	0,157	0,10	66	18,1
	35	0,096	0,151	0,10	79	19,1
400	22	0,089	0,139	0,09	103	19,7
	35	0,087	0,134	0,09	122	20,8

Tabela 30. Izolacyjność termiczna dla wybranych układów warstwowych ścian zewnętrznych, brak termoizolacji w przestrzeni instalacyjnej.



Przekrój ściany od wewnątrz na zewnątrz:

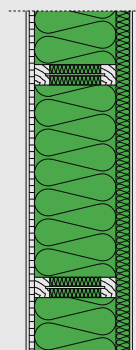
1. Płyta gipsowo-kartonowa 12,5 mm
2. Ścianka instalacyjna wypełniona matami STEICOflex 036
3. Płyta OSB/3 15 mm
4. Belki STEICOWall, wypełnienie termoizolacją STEICOflex 036/zellfloc
5. Elewacja wentylowana

Rys. 27. Ściana z elewacją wentylowaną pokryta płytą STEICOuniversal, przestrzeń instalacyjna zaizolowana termicznie.

Przestrzeń między słupkami + przestrzeń instalacyjna zaizolowane STEICOflex 036	Płyta pod elewację wentylowaną STEICOuniversal	Współczynnik przenikania ciepła U w części izolowanej	Współczynnik przenikania ciepła U dla płaszczyzny nośnej	Współczynnik przenikania ciepła U dla całej przegrody (udział konstrukcji 10%)*	Tłumienie amplitudy wahań temperatury	Przesunięcie fazowe
mm	mm	W/(m ² ·K)			1/TAV	godz.
60+160	22	0,152	0,222	0,17	31	14,1
	35	0,146	0,210	0,16	37	15,2
60+200	22	0,131	0,191	0,14	48	15,8
	35	0,127	0,182	0,14	57	16,9
60+240	22	0,115	0,166	0,12	74	17,5
	35	0,112	0,159	0,12	88	18,6
60+300	22	0,097	0,142	0,10	142	20,0
	35	0,095	0,137	0,10	170	21,1
60+360	22	0,084	0,124	0,09	275	22,5
	35	0,083	0,120	0,09	328	23,6
60+400	22	0,077	0,112	0,08	427	>24,0
	35	0,076	0,109	0,08	508	>24,0

* w przypadku zastosowania termoizolacji STEICOzell lub STEICOfloc wskazane wartości współczynników przenikania ciepła U dla całej przegrody należy zwiększyć o 0,01 W/(m²·K)

Tabela 31. Izolacyjność termiczna dla wybranych układów warstwowych ścian zewnętrznych, przestrzeń instalacyjna zaizolowana termicznie.



Przekrój ściany od wewnątrz na zewnątrz:

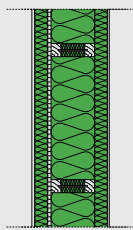
1. Płyta gipsowo-kartonowa 12,5 mm
2. Płyta OSB/3 15 mm
3. Belki STEICOWall, wypełnienie termoizolacją STEICOflex 036/zellfloc
4. Płyta STEICOprotect
5. System tynkarski np. STEICOsecure

Rys. 28. Ściana z fasadą tynkowaną pokryta płytą STEICOprotect, brak termoizolacji w przestrzeni instalacyjnej.

Przestrzeń między słupkami zaizolowana STEICOflex 036	Płyta fasadowa STEICOprotect	Współczynnik przenikania ciepła U w części izolowanej	Współczynnik przenikania ciepła U dla płaszczyzny nośnej	Współczynnik przenikania ciepła U dla całej przegrody (udział konstrukcji 10%)*	Tłumienie amplitudy wahań temperatury	Przesunięcie fazowe
mm		W/(m ² ·K)			1/TAV	godz.
160	40	0,186	0,303	0,20	23	12,3
	60	0,173	0,270	0,18	33	14,1
200	40	0,156	0,248	0,17	35	14,0
	60	0,146	0,226	0,16	51	15,8
240	40	0,134	0,208	0,14	54	15,7
	60	0,127	0,192	0,13	79	17,4
300	40	0,110	0,171	0,12	105	18,2
	60	0,106	0,160	0,11	153	20,0
360	40	0,094	0,145	0,10	203	20,7
	60	0,091	0,137	0,10	296	22,5
400	40	0,086	0,129	0,09	315	22,4
	60	0,083	0,123	0,09	459	>24,0

* w przypadku zastosowania termoizolacji STEICOzell lub STEICOfluc wskazane wartości współczynników przenikania ciepła U dla całej przegrody należy zwiększyć o 0,01 W/(m²·K)

Tabela 32. Izolacyjność termiczna dla wybranych układów warstwowych ścian zewnętrznych, brak termoizolacji w przestrzeni instalacyjnej.



- Przekrój ściany od wewnątrz na zewnątrz:
1. Płyta gipsowo-kartonowa 12,5 mm
 2. Ścianka instalacyjna wypełniona matami STEICOflex 036
 3. Płyta OSB/3 15 mm
 4. Belki STEICOWall, wypełnienie termoizolacją STEICOflex 036/zell/fluc
 5. Płyta STEICOprotect
 6. System tynkarski np. STEICOsecure

Rys. 29. Ściana z fasadą tynkowaną pokryta płytą STEICOprotect, przestrzeń instalacyjna zaizolowana termicznie.

Przestrzeń między słupkami + przestrzeń instalacyjna zaizolowane STEICOflex 036	Płyta fasadowa STEICOprotect	Współczynnik przenikania ciepła U w części izolowanej	Współczynnik przenikania ciepła U dla płaszczyzny nośnej	Współczynnik przenikania ciepła U dla całej przegrody (udział konstrukcji 10%)*	Tłumienie amplitudy wahań temperatury	Przesunięcie fazowe
mm		W/(m ² ·K)			1/TAV	godz.
60+160	40	0,144	0,205	0,16	40	15,7
	60	0,136	0,189	0,15	58	17,5
60+200	40	0,125	0,178	0,13	62	17,4
	60	0,119	0,167	0,13	90	19,1
60+240	40	0,110	0,157	0,12	95	19,1
	60	0,106	0,147	0,11	139	20,8
60+300	40	0,094	0,135	0,10	185	21,6
	60	0,091	0,128	0,10	269	23,4
60+360	40	0,082	0,118	0,09	357	>24,0
	60	0,079	0,113	0,08	520	>24,0
60+400	40	0,075	0,107	0,08	554	>24,0
	60	0,073	0,103	0,08	806	>24,0

* w przypadku zastosowania termoizolacji STEICOzell lub STEICOfluc wskazane wartości współczynników przenikania ciepła U dla całej przegrody należy zwiększyć o 0,01 W/(m²·K)

Tabela 33. Izolacyjność termiczna dla wybranych układów warstwowych ścian zewnętrznych, przestrzeń instalacyjna zaizolowana termicznie.

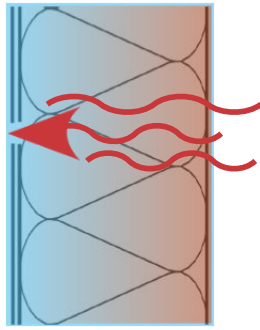
2.4. Szczelność powietrzna budynku

Zaprojektowanie oraz prawidłowe wykonanie powłoki uszczelniającej budynek jest jednym z najważniejszych aspektów trwałego i efektywnego budownictwa w standardzie energooszczędnym. Jedynie szczelny budynek, w połączeniu z prawidłowo dobraną warstwą termoizolacyjną, jest w stanie zapewnić wymagany komfort cieplny. Niezależnie od typu obiektu, warstwa uszczelniająca powietrznie jest przyporządkowana po wewnętrznej stronie przegrody budowlanej. W określonych przypadkach możliwe jest również wykonanie warstwy uszczelniającej położonej po zewnętrznej stronie przegrody.

Zadaniem warstwy uszczelniającej jest ochrona przegrody budynku przed tzw. konwekcyjną wymianą powietrza. Zjawisko konwekcji stanowi jedną z naturalnych metod wyrównania różnicy ciśnień pary wodnej (poza procesem dyfuzji wilgoci). Konwekcja działa skutecznie wyłącznie w ciągłych szczelinach elementów budowlanych (nieszczelności w warstwie uszczelniającej oraz wiatroizolacyjnej – rys. 30). Brak oporności prowadzi w takiej szczelinie do intensywnej, szybkiej wymiany powietrza – razem z powietrzem odprowadzana jest z pomieszczenia m.in. wilgoć. Ponieważ w trakcie tego procesu powietrze bardzo szybko się ochładza, zagrożenie lokalnego powstawania kondensatu jest bardzo wysokie. Do kondensacji pary wodnej wewnątrz przegrody dochodzi w momencie, gdy ciepłe i wilgotne powietrze pochodzące z wnętrza pomieszczenia ulega oziębieniu w trakcie przenikania w kierunku chłodniejszego powietrza na zewnątrz budynku. Schłodzone powietrze szybko osiąga tzw. temperaturę punktu rosy, w której powietrze posiada najwyższą wartość wilgotno-

ści względnej wynoszącą 100%. Zimne powietrze może przyjąć znacznie mniejszą ilość pary wodnej niż ciepłe, w rezultacie dalsze ochładzanie powietrza podczas migracji wewnątrz przegrody powoduje, że nadmierna ilość wilgoci wykrapla się w postaci kondensatu osiadającego na zimnych powierzchniach przegród budowlanych. Z uwagi na powyższe należy dołożyć wszelkich starań – od procesu projektowego po samą realizację – w celu zapewnienia szczelności powietrznej wszystkich przegród budowlanych.

Szczelność powietrzna budynku wpływa również na mikroklimat pomieszczeń. W sezonie zimowym, w przypadku niedostatecznej szczelności, zimne powietrze, wnikając do budynku, ulega ogrzaniu. Powoduje w ten sposób spadek wilgotności względnej w pomieszczeniu. Wilgotność względna powietrza w sezonie zimowym poniżej 40% powoduje dyskomfort użytkowników objawiający się m.in. wysuszeniem spojówek. W sezonie letnim szczelność powietrzna stanowi jeden z warunków niezbędnych do osiągnięcia optymalnej ochrony przed nadmiernym przegrzewaniem się zewnętrznych przegród budynku. Podobnie jak w sezonie grzewczym ciepłe powietrze przenika przez nieszczelności na zewnątrz budynku, tak w okresie letnich upałów nagrzane powietrze zewnętrzne przedostaje się poprzez nieszczelności do wnętrza znacznie chłodniejszych pomieszczeń, powodując wzrost odczuwalnej temperatury w budynku.



Rys. 30. Zjawisko konwekcji.

W konstrukcjach szkieletu drewnianego otwartego na dyfuzję pary wodnej szczelność powietrzna może zostać uzyskana poprzez zastosowanie materiałów mocowanych bezpośrednio do elementów konstrukcyjnych:

- membrany paroizolacyjne,
- dopuszczone płyty drewnopochodne (np. OSB/3) uszczelnione w miejscach połączeń,
- dopuszczone płyty gipsowo-kartonowe, uszczelnione w miejscach połączeń.

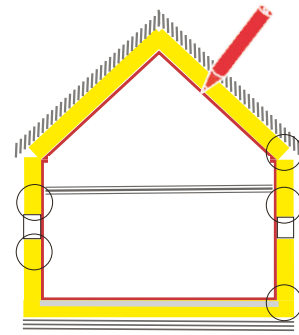
Ważne:

Warstwy zapewniające szczelność powietrzną nie zawsze są jednocześnie barierą dla zjawiska dyfuzji wilgoci (paroizolacja).

Przegrody budowlane powinny być również zabezpieczone przed swobodnym napływem powietrza nawiewanego od zewnątrz do wewnątrz. W tym celu po zewnętrznej stronie konstrukcji szkieletowych otwartych dyfuzyjnie stosuje się powłokę wiatroizolacyjną w formie:

- hydrofobizowanych, wielofunkcyjnych płyt z włókien drzewnych o profilu pióro-wpust (pod elewacje wentylowane oraz jako płyta nakrokwiowa),
- wielofunkcyjnych płyt z włókien drzewnych o o profilu pióro-wpust (pod dopuszczone systemy tynkarskie),
- membrany wysokoparoprzepuszczalne.

Rozporządzenie ministra infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie zaleca projektowanie i wykonawstwo przegród, złączy między przegrodami i częściami przegród, jak również przejścia elementów instalacji i połączenia okien z ościeżami pod kątem osiągnięcia całkowitej szczelności na przenikanie powietrza. Warstwy uszczelniające poszczególnych elementów budynku powinny być szczelnie połączone, tak aby docelowo tworzyły jednolitą, nieprzerwaną powłokę. Prawidłowo zaprojektowana szczelna powłoka budynku powinna dać się obrysować wzdłuż wewnętrznej kubatury bez „odrywania” pisaka od papieru (rys. 31).



Rys. 31. „Zasada pisaka” w projektowaniu powłoki szczelnej budynku.

Powłokę szczelną powietrznie, która będzie stosunkowo łatwa i pewna do wykonania w trakcie budowy, można osiągnąć, przestrzegając następujących zaleceń:

- wszystkie detale powinny zostać zaprojektowane w sposób gwarantujący możliwie najprostsze, mało inwazyjne wykonanie (zapewniające ograniczoną ilość przebić powłoki),
- należy projektować możliwie duże oraz zamknięte powierzchnie w oparciu o systemowe, sprawdzone rozwiązania,
- wszystkie materiały uszczelniające powinny stanowić jednolity, wzajemnie dopasowany system o sprawdzonej jakości oraz z gwarancją producenta.

Praktyka potwierdza, że już najdrobniejsze przebicia warstwy szczelnej (głównie membrany paroizolacyjnej) czy niedokładne wykonanie połączeń między materiałami uszczelniającymi powoduje postępujące, poważne szkody budowlane. Nieszczelności wewnętrznej powierzchni obudowy budynku powodują m.in. niekontrolowane konwekcyjne przenikanie ciepłego i wilgotnego powietrza w głąb przegrody poprzez szczeliny, złącza, styki. Prowadzi to do międzywarstwowej kondensacji pary wodnej, co skutkuje postępującym pogorszeniem izolacyjności termicznej, akustycznej i trwałości przegrody. Straty ciepła wpływają na charakterystykę energetyczną budynku, a tym samym na wyższe koszty ogrzewania/chłodzenia. Badania przeprowadzone przez Instytut Fizyki Budowlanej w Stuttgarcie wskazują, że już szczelina o szerokości 1 mm i długości 1 m, w określonych warunkach cieplnych powoduje pogorszenie izolacyjności termicznej o 4,8 raza w stosunku do szczelnej przegrody budowlanej. Poziom zawilgocenia takiej przegrody wzrasta 1600-krotnie w stosunku do przegrody poddanej naturalnemu procesowi dyfuzji pary wodnej. Aby uniknąć szkód budowlanych w wyniku nieszczelnej wewnętrznej powłoki budynku, zaleca się przeprowadzenie jej kontroli jeszcze przed oddaniem budynku do użytkowania.

Główną wielkością charakteryzującą szczelność powietrzną budynku jest parametr n_{50} , który określa liczbę wymian powietrza konieczną do uzyskania wewnątrz budynku podciśnienia lub nadciśnienia o wartości równej 50 Pa. Wartość n_{50} wyznacza się na podstawie badań szczelności powietrznej budynku (blower door), które przeprowadzane są zgodnie z normą PN-EN ISO 9972:2015-10 „Ciepłe właściwości użytkowe budynków. Określanie przepuszczalności powietrznej budynków. Metoda pomiaru ciśnieniowego z użyciem wentylatora”. W uproszczeniu badanie to polega na włączaniu lub usuwaniu z budynku powietrza za pomocą wentylatora przy jednoczesnym pomiarze wartości ciśnienia. Strumień powietrza, przy którym różnica między ciśnieniem wewnątrz budynku a ciśnieniem atmosferycznym wynosi 50 Pa, mierzona jest na urządzeniu pomiarowym. Na podstawie strumienia powietrza odniesionego do kubatury wewnętrznej budynku wyznaczany jest parametr n_{50} (1).

$$n_{50} = \frac{V_{50}}{V} [\text{h}^{-1}] \quad (1)$$

gdzie:

V_{50} – strumień powietrza, przy którym uzyskiwane jest podciśnienie lub nadciśnienie o wartości 50 Pa [m^3/h];

V – kubatura wewnętrzna budynku [m^3].

Maksymalne wartości parametru n_{50} określone są w przytoczonym już rozporządzeniu ministra infrastruktury. Rozporządzenie definiuje, że dla budynków:

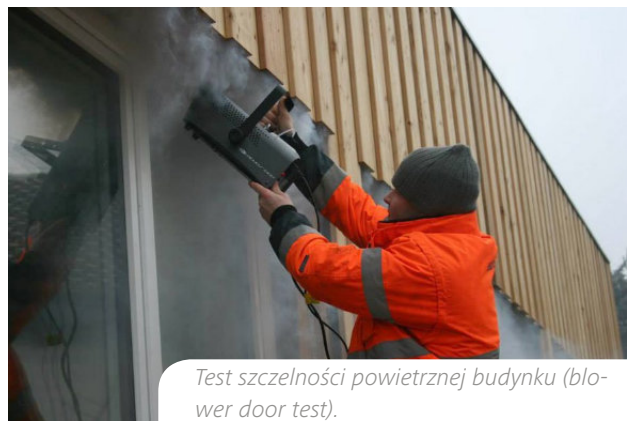
- wyposażonych w wentylację grawitacyjną:
 $n_{50} \leq 3,0 \text{ h}^{-1}$,
- wyposażonych w wentylację mechaniczną:
 $n_{50} \leq 1,5 \text{ h}^{-1}$.

Wytyczne dotyczące szczelności powietrznej dla budynków energooszczędnych nie zostały ujęte w rozporządzeniu ministra infrastruktury, lecz w dodatkowych wymogach technicznych dotyczących m.in. konieczności spełnienia standardów energetycznych. Przyjmuje się, że szczelność powietrzna n_{50} dla budynków energooszczędnych nie powinna przekraczać $1,5 \text{ h}^{-1}$, dla pasywnych natomiast $0,6 \text{ h}^{-1}$.



Test szczelności powietrznej budynku (blower door test).

Fot. Katarzyna Jarocka "PASS"



Test szczelności powietrznej budynku (blower door test).

Fot. Małgorzata Bromikowska



Test szczelności powietrznej budynku (blower door test).

Fot. Katarzyna Jarocka "PASS"



Test szczelności powietrznej budynku (blower door test).

Fot. Katarzyna Jarocka "PASS"



Fot. Katarzyna Jarońska "PASS"

Test szczelności powietrznej budynku (blower door test).

2.4.1. Warstwa paroizolacyjna w przegrodach budowlanych STEICO

Warstwa paroizolacyjna pełni rolę płaszczyzny hamującej lub spowalniającej naturalne przenikanie pary wodnej do wnętrza przegrody budowlanej. Najczęściej jest to także warstwa zapewniająca szczelność powietrzną budynku, aczkolwiek pojęcie szczelności nie powinno być identyfikowane na równi z funkcją paroizolacyjną. Zaprojektowanie warstwy paroizolacyjnej prawidłowej dla danego typu konstrukcji drewnianej oraz jej staranny, szczelny montaż jest szczególnie ważnym aspektem całego procesu budowlanego.

Różnica między funkcją warstwy paroizolacyjnej a uszczelniającej

Pomimo iż warstwa paroizolacyjna w budownictwie szkieletowym stanowi z reguły jednocześnie warstwę uszczelniającą budynek, nie należy ujednoczniać obu funkcji.

Paroizolacja	Warstwa uszczelniająca
ma za zadanie hamowanie lub spowolnienie zjawiska dyfuzji pary wodnej przez przegrodę budowlaną.	ma za zadanie izolować warstwy wewnętrzne przegrody budowlanej przed przepływem ciepłego i wilgotnego powietrza, czyli przed konwekcyjną wymianą pary wodnej.

W konstrukcjach otwartych na dyfuzję pary wodnej, wypełnionych izolacją termiczną o właściwościach higroskopijnych nie ma konieczności stosowania materiałów hamujących przepływ wilgoci – tzw. barier paroszczelnych. Wykorzystuje się natomiast materiały spowalniające migrację pary wodnej, tak aby para była w stanie opu-

ścić przegrodę bez kondensacji w jej wnętrzu. Wartość oporu dyfuzyjnego warstwy paroizolacyjnej musi zawsze uwzględniać wartość oporu dyfuzyjnego powłoki zewnętrznej przegrody. W celu zagwarantowania bezpiecznego transferu pary wodnej układ warstwowy konstrukcji ściany czy dachu powinien zostać zaprojektowany i wykonany zgodnie z regułą opisaną w podrozdziale 2.5.1.3. Jako warstwę spowalniającą dyfuzję pary wodnej w budownictwie szkieletowym uznaje się membrany paroizolacyjne, aktywne membrany paroizolacyjne, papier, płyty drewnopochodne, np. OSB/3 – o odpowiedniej wartości oporu dyfuzyjnego.

Membrana paroizolacyjna. Optymalnym rozwiązaniem dla konstrukcji STEICO jest membrana paroizolacyjna o wartości s_d równej 5 m. Opór dyfuzyjny na takim poziomie umożliwia projektowanie bezpiecznych przegród STEICO zgodnie z zasadą stopniowego zmniejszania wartości parametru s_d od wewnątrz na zewnątrz – nawet w przypadku zastosowania stosunkowo grubej warstwy płyty termoizolacyjnej na zewnątrz przegrody np. STEICO*protect* 100 mm, STEICO*special* 120 mm.

Aktywna membrana paroizolacyjna. Aktywna membrana paroizolacyjna w porównaniu do standardowej membrany charakteryzuje się zmiennym oporem dyfuzyjnym (np. dla membrany STEICO*multi renova* wartość współczynnika s_d wynosi od 0,25 do 25 m). Opór dyfuzyjny tego typu membrany samoczynnie adaptuje się do warunków ciepłno-wilgotnościowych otoczenia, zależnych przede wszystkim od pór roku w danej strefie klimatycznej. W strefie klimatu umiarkowanego w okresie zimy opór dyfuzyjny aktywnej membrany przeważnie rośnie, zapewniając wysoki poziom ochrony przed wnikaniem pary

wodnej do konstrukcji, a w efekcie przed jej kondensacją. W okresie wiosny, lata czy słonecznych jesiennych dni opór dyfuzyjny membrany ulega znacznemu zmniejszeniu, reagując na zmianę kierunku zjawiska dyfuzji pary wodnej – od zewnątrz do wnętrza budynku. Wysoka paroprzepuszczalność membrany zapewnia wówczas możliwość osuszenia przegrody budowlanej do wnętrza pomieszczeń. Tego typu membrany znajdują najczęściej zastosowanie jako warstwa paroizolacyjna w konstrukcjach niewentylowanych dachów płaskich oraz przy termomodernizacjach starszych obiektów budowlanych.

Płyta OSB. Ciekawą alternatywą dla membran paroizolacyjnych w budownictwie szkieletowym otwartym dyfuzyjnie są płyty drewnopochodne typu OSB. Płyta OSB mocowana od wewnątrz bezpośrednio do słupków ściennych czy krokwi dachowych pełni funkcję tarczy usztywniającej konstrukcję.

Wartość współczynnika oporu μ oraz gęstość płyt OSB pozwala jednak na rozszerzenie zakresu zastosowania o funkcję paroizolacyjną oraz uszczelniającą, pod warunkiem że wszystkie połączenia między płytami zostaną prawidłowo uszczelnione – przy użyciu odpowiednich taśm klejących. W takim przypadku możliwe jest całkowite zrezygnowanie z powszechnie stosowanych membran paroizolacyjnych. Podobnie jak aktywne membrany paroizolacyjne, również płyty OSB charakteryzują się zmiennym oporem dyfuzyjnym. Należy jednak stanowczo podkreślić, że nie wszystkie płyty OSB spełniają kryteria powłoki paroizolacyjnej/uszczelniającej. Możliwość wykorzystania płyty OSB w charakterze warstwy uszczelniającej zależy od jej właściwości technicznych, dlatego też decyzja o takim zastosowaniu powinna być poprzedzona opinią ze strony producenta/dostawcy.











Rozwiązanie		Obszar zastosowania	Warstwa paroizolacyjna	Warstwa uszczelniająca	Dodatkowe akcesoria uszczelniające
Membrana paroizolacyjna STEICO <i>multi membra 5</i>		Ściana, strop, dach			
Aktywna membrana paroizolacyjna STEICO <i>multi renova</i>		Ściana, strop, dach			Taśmy klejące STEICO <i>multi tape</i> , masa klejąco-uszczelniająca STEICO <i>multi connect</i>
Membrana paroizolacyjna STEICO <i>multi cover 5</i>		Dach (montaż na deskowaniu)			
Płyta drewnopochodna OSB/3		Ściana, strop, dach			Taśmy klejące STEICO <i>multi tape</i>

Tabela 34. Rozwiązania paroizolacyjne zalecane w systemowych konstrukcjach STEICO.

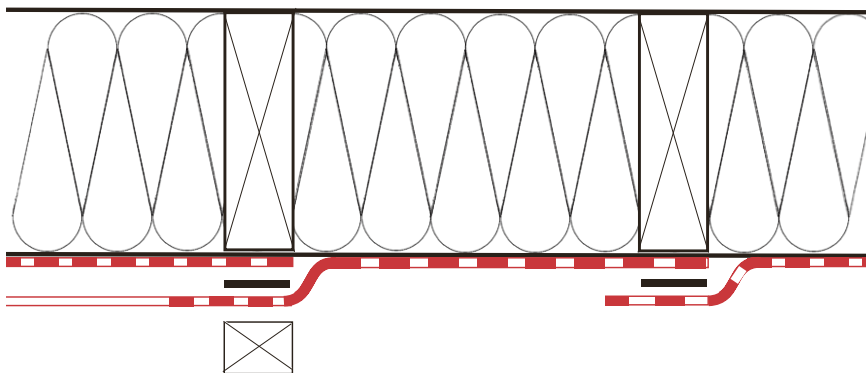
Przytoczone materiały pełnią funkcję paroizolacyjną (oraz uszczelniającą) tylko wtedy, gdy zostaną szczelnie zamontowane i połączone. Miejscami szczególnie narażonymi na błędy wykonawcze są połączenia pionowe i poziome między arkuszami membrany paroizolacyjnej lub między płytami drewnopochodnymi, a także wszelkiego rodzaju otwory i przejścia w płaszczyźnie paroizolacyjnej. Już na etapie projektu należy uwzględnić precyzyjne uszczelnienie wszystkich połączeń i otworów występujących w warstwie paroizolacyjnej budynku. Uszczelnianie wymienionych połączeń może zostać wykonane przy użyciu:

- taśm klejących jednostronnie,
- taśm klejących dwustronnie,
- mas uszczelniająco-klejących,
- kołnierzy, listew, profili uszczelniających.

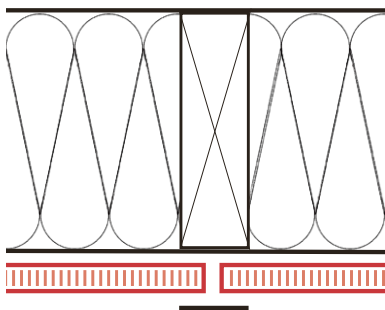
Szczelność połączeń między arkuszami membrany paroizolacyjnej może zostać naruszona również wskutek marszczenia i fałdowania membrany, które z kolei z upływem czasu stwarzają zagrożenie odrywania się taśm klejących w obszarze połączeń zakładowych. Aby zapobiec temu zjawisku, zaleca się zabezpieczenie tzw. zakładów przy pomocy łąty dociskowej lub zszywek mocujących.

W przypadku płyt OSB, stosowanych jako warstwa paroizolacyjna, uszczelnienie następuje poprzez sklejenie wszystkich połączeń pionowych oraz poziomych między płytami przy użyciu zalecanej taśmy klejącej. Metody uszczelniania połączeń w obrębie płaszczyzny paroizolacyjnej przedstawiają rysunki 32 i 33.

Aby uzyskać szczelną i trwałą powłokę paroizolacyjną budynku, zaleca się korzystanie z systemowych i sprawdzonych rozwiązań przeznaczonych dla budownictwa szkieletowego.



Rys. 32. Prawidłowe wykonanie połączeń między arkuszami membrany paroizolacyjnej.



Rys. 33. Prawidłowe wykonanie połączeń między płytami drewnopochodnymi OSB/3.

2.4.2. Warstwa wiatroizolacyjna w przegrodach budowlanych STEICO

Warstwa wiatroszczelna powinna być montowana po zewnętrznej stronie przegrody budowlanej. Jej głównym zadaniem jest zapobieganie nawiewaniu do wnętrza przegrody budowlanej powietrza zewnętrznego, a wraz z jego parciem również wody opadowej. Prawidłowo zaprojektowana i wykonana wiatroizolacja gwarantuje ochronę płaszczyzny termoizolacyjnej przed punktowym wychładzaniem od zewnątrz. Redukuje także zjawisko konwekcyjnej wymiany powietrza w przypadku wystąpienia nieszczelności w wewnętrznej warstwie uszczelniającej. W budownictwie szkieletowym wiatroizolacja jest traktowana często jako druga warstwa odprowadzająca wodę (np. hydrofobizowana płyta STEICO*universal* do izolacji nakrokwiowej pod wentylowanym pokryciem dachowym).

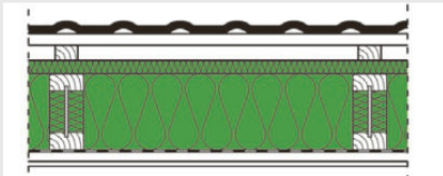
W konstrukcjach STEICO wiatroizolacyjność uzyskuje się poprzez zastosowanie po zewnętrznej stronie przegród ściennych lub dachowych wielofunkcyjnych płyt łączonych na profil z czterostronnym pióro-wpustem.

Płyty te, po połączeniu na szczelny profil typu pióro-wpust, stanowią płaszczyznę wiatroizolacyjną przegrody, jednocześnie pełniąc funkcję izolacji termicznej oraz akustycznej, zabezpieczając kompleksowo całą konstrukcję budynku. W przypadku połączeń płyt o prostych krawędziach niezbędne jest dodatkowe uszczelnienie. Płyty należy mocować bezpośrednio do elementów konstrukcyjnych (do słupków ściennych lub do krokwi) przy pomocy odpowiednich łączników. Szczegółowe zalecenia dotyczące zasad prawidłowego montażu oraz uszczelniania powłoki wiatroizolacyjnej opisano w podrozdziale 3.2.3.1. Zestawienie płyt STEICO pełniących funkcję warstwy wiatroizolacyjnej w zależności od typu konstrukcji zawiera tabela 35 i 36.

Fasada tynkowana	Fasada wentylowana
<p>Warstwa wiatroizolacyjna:</p> <ul style="list-style-type: none"> Płyty STEICO<i>protect</i> Płyty STEICO<i>protect dry</i> Płyty STEICO<i>duo</i> Płyty STEICO<i>duo dry</i> 	<p>Warstwa wiatroizolacyjna:</p> <ul style="list-style-type: none"> Płyty STEICO<i>universal</i> Płyty STEICO<i>universal dry</i> Płyty STEICO<i>universal black</i> Płyty STEICO<i>duo</i> Płyty STEICO<i>duo dry</i> Płyty STEICO<i>special dry</i>
<p>Połączone zgodnie z zaleceniami producenta, pokryte systemem tynkarskim.</p>	<p>Połączone zgodnie z zaleceniami producenta.</p>

Tabela 35. Warstwy wiatroizolacyjne w przegrodach ściennych STEICO.

Dach spadzisty



Warstwa wiatroszczelna:

Płyty STEICO*universal*

Płyty STEICO*universal dry*

Płyty STEICO*special*

Płyty STEICO*special dry*

Płyty STEICO*duo*

Płyty STEICO*duo dry*

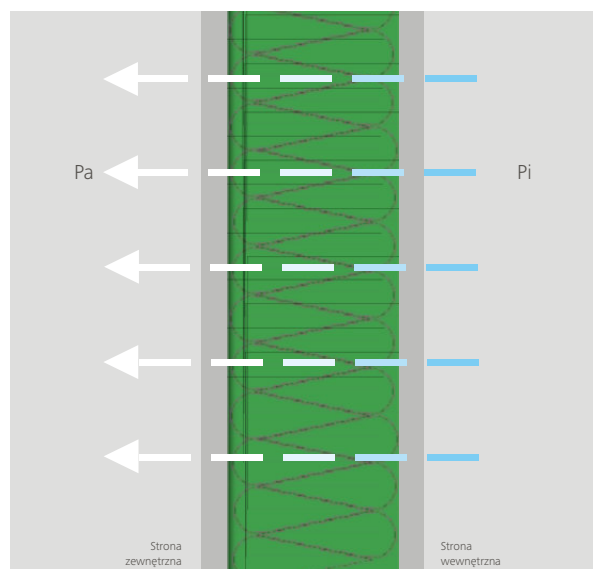
Dach spadzisty: warstwa wiatroizolacyjna z łączeniami na profil 4 × pióro-wpust lub szczelinami zaklejonymi taśmą/masą uszczelniającą w przypadku płyt o prostych krawędziach.

Tabela 36. Warstwy wiatroizolacyjne w przegrodach dachowych STEICO.

2.5. Konstrukcje otwarte na dyfuzję pary wodnej

Różnice temperatury i wilgotności powietrza po wewnętrznej i zewnętrznej stronie przegrody budowlanej powodują występowanie różnych wartości ciśnienia pary wodnej. Cząsteczki wody zawarte w powietrzu w postaci gazu (pary wodnej) dążą do wyrównania tej różnicy, przenikając przez przegrody budowlane stanowiące tutaj przeszkodę. Przenikanie odbywa się w kierunku niższego ciśnienia pary wodnej. Proces ten jest określany jako dyfuzja pary wodnej. Im większa różnica ciśnień panuje między stronami przegrody budynku, tym większy jest transfer wilgoci. W klimacie umiarkowanym i zimnym zjawisko dyfuzji pary wodnej jest najlepiej zauważalne i najczęściej spotykane w budownictwie w okresie zimy, kiedy to wilgotne powietrze z ogrzewanych wewnętrznych pomiesz-

czeń przenika (dyfunduje) przez przegrody w kierunku zewnętrznego powietrza o znacznie niższej zawartości wilgoci. W takim przypadku spadek ciśnienia pary wodnej następuje od ogrzewanego wnętrza budynku w kierunku zewnętrznym. Należy jednak wspomnieć, iż dyfuzja pary wodnej przy sprzyjających warunkach atmosferyczno-brzgowych może przebiegać również od strony nagrzanego, wilgotnego powietrza zewnętrznego w kierunku chłodniejszego wnętrza budynku. Sytuacje tego typu dotyczą najczęściej przegród dachowych i zdarzają się w okresie najcieplejszych dni letnich, kiedy to spadek ciśnienia pary wodnej przebiega w kierunku wnętrza budynku.



Rys. 34. Zasada dyfuzji pary wodnej.

Przegrody budowlane STEICO charakteryzują się układem otwartym dyfuzyjnie, tzn. celowo zaprojektowanym układem warstwowym umożliwiającym bezpieczny transfer nadmiaru wilgoci poza przegrody budynku zgodnie z zasadami fizyki budowli. Idea układu warstwowego otwartego na dyfuzję pary wodnej została wprowadzona do technologii lekkiego szkieletu drewnianego na początku 1990 roku na niemieckim rynku budowlanym. Konstrukcje otwarte dyfuzyjnie znajdowały się wówczas w początkowej fazie badań i stanowiły alternatywę dla konwencjonalnego budownictwa szkieletowego. Pod pojęciem konwencjonalnego budownictwa szkieletowego należy rozumieć konstrukcję ściany usztywnioną od zewnątrz przy użyciu płyty drewnopochodnej (najczęściej płyta typu OSB/3) wypełnionej wewnątrz materiałem termoizolacyjnym oraz uszczelnionej od wewnątrz przy pomocy folii paroizolacyjnej (rys. 35). Przytoczony układ to podstawa konstrukcji klasycznej do dalszej rozbudowy, która polega na uzupełnieniu konstrukcji o kolejne materiały wykończeniowe, z reguły o płytę gipsowo-kartonową od wewnątrz oraz o płytę termoizolacyjną z polistyrenu wraz z zalecanym systemem tynkarskim od zewnątrz. Przytoczona klasyczna przegroda szkieletowa ma charakter zamknięty dyfuzyjnie – transfer nadmiaru wilgoci z wnętrza konstrukcji (zgodnie z zasadami fizyki budowli) poza przegrodę nie jest możliwy w żadnym kierunku z uwagi na zastosowany układ warstwowy.

W przypadku tzw. konstrukcji zamkniętych dyfuzyjnie proces dyfuzji pary wodnej lub zjawisko konwekcji może powodować jej nadmierną kondensację wewnątrz przegród budowlanych. W obu poruszonych przypadkach brak możliwości odprowadzenia wody kondensacyjnej na zewnątrz przegrody może powodować daleko idące szkody budowlane:

- trwałe zawilgocenie materiałów termoizolacyjnych (bez możliwości odparowania), powodujące postępujące obniżenie izolacyjności cieplnej przegrody;
- deformacja oraz redukcja nośności elementów konstrukcyjnych z drewna oraz płyt drewnopochodnych;
- rozwój niebezpiecznych grzybów i pleśni wewnątrz przegrody;
- pogorszenie izolacyjności akustycznej.

W celu uniknięcia niepożądanych skutków dłuższego oddziaływania wody kondensacyjnej na materiały budowlane wewnątrz konstrukcji budynku, należy umożliwić jak najszybsze odprowadzenie nadmiaru wilgoci poza przegrodę. Jego bezpieczny transfer może zostać zapewniony poprzez poprawne projektowanie i budowanie konstrukcji otwartych dyfuzyjnie i zaizolowanych termicznie materiałami o **właściwościach higroskopijnych**. Materiały takie umożliwiają okresowe magazynowanie nadmiaru wilgoci oraz wyrównywanie poziomów wilgotności poprzez przekazywanie jej dalej do poszyci zewnętrznych otwartych dyfuzyjnie. Oznacza to, że tolerować można określone ilości kondensatu w odpowiednio przygotowanych elementach konstrukcji.



Układ warstwowy od zewnątrz do wewnątrz:

1. Tynk akrylowy
2. Styropian o gr. 120 mm
3. Zaprawa klejowa
4. Płyta OSB/3 o gr. 12 mm
5. Słupki z drewna litego 60/140 mm wypełnione termoizolacją z wełny szklanej
6. Paroizolacja
7. Płyta OSB/3 o gr. 12 mm
8. Płyta gipsowo-kartonowa 12,5 mm

Rys. 35. Przykładowa konstrukcja ściany szkieletowej zamkniętej dyfuzyjnie.

2.5.1. Zasady projektowania konstrukcji STEICO otwartych na dyfuzję pary wodnej

Podstawowym założeniem dla konstrukcji otwartych dyfuzyjnie jest zapewnienie swobodnego przenikania pary wodnej przez cały przekrój przegrody budowlanej, bez jej dłuższego magazynowania oraz ewentualnej kondensacji. W tym celu należy tak dobierać poszczególne warstwy przegrody, aby – w uproszczeniu – ich opór dyfuzyjny maleł stopniowo w kierunku od wewnątrz do zewnątrz. Za projektowany w ten sposób układ warstwowy zapewnia trwałość i bezpieczeństwo drewna oraz zastosowanych materiałów termoizolacyjnych. Aktualnie standard otwar-

ty dyfuzyjnie jest traktowany jako podstawowe rozwiązanie w układzie warstwowym przegród w budownictwie drewnianym w Europie Zachodniej oraz Północnej.

2.5.1.1. Współczynnik oporu dyfuzyjnego μ

Szczególną rolę w procesie projektowania konstrukcji otwartych na dyfuzję pary wodnej odgrywa znajomość współczynnika oporu dyfuzyjnego μ dla poszczególnych materiałów budowlanych. **Współczynnik oporu dyfuzyjnego μ** jest wielkością stałą określającą paroprzepuszczalność danego materiału w porównaniu do normowego oporu dyfuzyjnego powietrza. Wartość współczynnika μ opisuje, ile razy opór dyfuzyjny danego materiału jest większy od oporu nieruchomej warstwy powietrza o takiej samej grubości i w takich samych warunkach. Powietrze ma współczynnik oporu dyfuzyjnego $\mu = 1$. Wartość ta jest przyjmowana jako punkt wyjścia dla dalszych porównań i obliczeń. Właściwości paroprzepuszczalne określonego materiału budowlanego zależą głównie od jego gęstości, struktury porów oraz warunków wilgotnościowych. W zależności od tych ostatnich wyróżnia się wartość współczynnika μ w warunkach suchych (wilgotność względna 23% i 23°C) i w warunkach wilgotnych (wilgotność względna 72% i 23°C).

Płyty oraz maty termoizolacyjne STEICO z włókien drzewnych należą do grupy produktów porowatych o bardzo małym oporze dyfuzyjnym, zbliżonym do oporu stawianego przez powietrze. Wartość współczynnika μ dla mat termoizolacyjnych STEICO w stanie suchym jest równa 1–2, natomiast dla gęstszych materiałów w formie płyt wartość μ wynosi 3–5. W rezultacie produkty STEICO stawiają nieznaczny opór dla przenikania pary wodnej, stanowiąc optymalne rozwiązanie dla konstrukcji otwartych dyfuzyjnie.

Materiał	Współczynnik oporu dyfuzyjnego μ		Źródło
	Suchy	Mokry	
Maty termoizolacyjne z włókien drzewnych (STEICO <i>flex</i>)	1–2	-	dane STEICO
Luźne włókno drzewne do wdmuchiwania (STEICO <i>zell</i>)	1–2	-	dane STEICO
Granulat z włókien celulozowych do wdmuchiwania (STEICO <i>floc</i>)	1–2	-	dane STEICO
Wełna mineralna	1	-	tabela 5.5, Holzrahmenbau, Reihe 1, Teil 1, Folge 7, str. 86
Płyty termoizolacyjne z włókien drzewnych (np. STEICO <i>protect</i> , STEICO <i>universal</i>)	3–5	-	dane STEICO
Styropian (EPS)	60	60	dane producenta
Polistyren ekstrudowany (XPS)	150	150	dane producenta
Drewno konstrukcyjne (KVH/C24)	50	20	tabela 5.5, Holzrahmenbau, Reihe 1, Teil 1, Folge 7, str. 86
Fornir klejony warstwowo LVL (STEICO <i>LVL</i>)	75	205	dane STEICO
Płyta pilśniowa twarda stosowana jako środek w belkach dwuteowych STEICO	20	10	dane STEICO
Płyta gipsowo-kartonowa	10	4	tabela 5.5, Holzrahmenbau, Reihe 1, Teil 1, Folge 7, str. 86
Płyta gipsowo-włóknowa	13	-	dane producenta
Płyta MFP	50	15	dane producenta
Płyta OSB	200	150	tabela 5.5, Holzrahmenbau, Reihe 1, Teil 1, Folge 7, str. 86
Sklejka	200	70	tabela 5.5, Holzrahmenbau, Reihe 1, Teil 1, Folge 7, str. 86
Membrana wysokoparo-przepuszczalna STEICO <i>multi UDB</i>	32	-	dane STEICO
Membrana paroizolacyjna STEICO <i>multi renova</i>	18 750	-	dane STEICO
Membrana paroizolacyjna STEICO <i>multi membra 5</i>	12 500	-	dane STEICO

Uwaga: przytoczone dane mają charakter poglądowy, mogą się różnić/zmieniać w zależności od producenta, poszczególnego zakładu produkcyjnego, normy produkcyjnej itd. Zaleca się, aby podczas dobierania układu warstwowego przegród, wartości sprawdzać bezpośrednio u dostawcy danego materiału budowlanego.

Tabela 37. Porównanie wartości współczynników oporu dyfuzyjnego μ dla różnych materiałów budowlanych stosowanych w budownictwie drewnianym.

2.5.1.2. Rola równoważnej dyfuzyjnie grubości warstwy powietrza (s_d)

Współczynnik oporu dyfuzyjnego μ jest wielkością bezwymiarową, dlatego też sama jego znajomość nie charakteryzuje zdolności całej przegrody do przepuszczalności pary wodnej. W praktyce współczynnik μ zastępuje się parametrem s_d , czyli równoważną (ekwiwalentną) grubością warstwy powietrza. **Wartość s_d** stanowi iloczyn współczynnika oporu dyfuzyjnego μ danego materiału budowlanego i jego grubości:

$$s_d = \mu \cdot d \text{ [m]}$$

gdzie:

μ – współczynnik oporu dyfuzyjnego;

d – grubość materiału [m].

Powietrze stawia opór parze wodnej uzależniony od grubości jej warstwy – im jest ona grubsza, tym para wodna trudniej przenika przez powietrze. Współczynnik s_d obrazuje zatem właściwości dyfuzyjne warstwy materiału budowlanego o określonej grubości w ten sposób, że porównuje je do grubości warstwy powietrza o tym samym oporze dyfuzyjnym – dlatego wyrażany jest w metrach. Przedstawiając przytoczoną zależność na przykładzie: warstwa materiału o parametrze $s_d = 6$, stanowi dla przenikania pary wodnej taki sam opór jak warstwa nieruchomego powietrza o grubości 6 m.

2.5.1.3. Zarządzanie transferem pary wodnej

Podstawą długotrwałej ochrony drewna konstrukcyjnego oraz materiałów termoizolacyjnych jest niedopuszczenie do zjawiska kondensacji pary wodnej w płaszczyźnie przegrody budowlanej, natomiast w przypadku jej ewentual-

nego wystąpienia stworzenie warunków umożliwiających odparowanie nadmiaru wilgoci. W tym celu należy przestrzegać następujących zasad, charakterystycznych dla konstrukcji otwartych na dyfuzję pary wodnej:

- do przegrody budowlanej może przenikać tylko taka ilość pary wodnej, która z łatwością może zostać odprowadzona na zewnątrz
- ilość wilgoci (wody kondensacyjnej) przenikającej przez przegrodę budynku musi być ograniczona do takiego stopnia, aby nie pogarszać jej właściwości termoizolacyjnych oraz aby nie powodować degradacji drewna konstrukcyjnego
- ewentualny punkt rosy powinien zostać przewidziany w warstwie materiału termoizolacyjnego, który umożliwia kapilarną adsorpcję wody kondensacyjnej oraz jej odprowadzenie poza przegrodę (termoizolacje z włókien higroskopijnych)
- od wewnątrz przegroda powinna ograniczać przenikanie wilgoci w takim stopniu, w jakim jest to konieczne (aby zapewnić rezerwę na odparowanie); zewnętrzna warstwa przegrody powinna być natomiast tak otwarta dyfuzyjnie, jak to tylko możliwe.

Źródło: Holzbau handbuch, Reihe 5, Teil 2, Folge 2.

Konstrukcje szkieletowe STEICO otwarte na dyfuzję pary wodnej spełniają powyższe zasady, przy założeniu, że zostaną zaprojektowane zgodnie z regułą:

wewnętrzna (ciepła) powłoka przegrody budowlanej

musi wykazywać minimalnie

wartość współczynnika $S_{d,i} \geq 2,0 \text{ m}$

a

zewnętrzna (zimna) powłoka przegrody $S_{d,e} \leq 0,3 \text{ m}$

Powyższa reguła znajduje odzwierciedlenie w niemieckich normach dotyczących budownictwa drewnianego – DIN 68800-2 (Załącznik A) oraz DIN 4108-3. Przegrody budowlane, które zostały wykonane zgodnie z zasadą:

$s_{d,e}$ warstwa zewnętrzna	$s_{d,i}$ warstwa wewnętrzna
$\leq 0,3 \text{ m}$	$\geq 2,0 \text{ m}$

automatycznie uznaje się za bezpieczne w zakresie transferu pary wodnej, tzn. nie wymagają żadnych dodatkowych obliczeń.

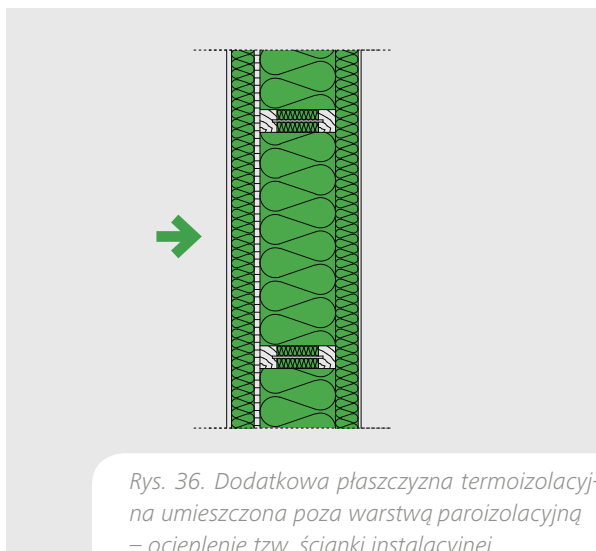
W przypadku, gdy wartość $s_{d,e}$ oscyluje w granicach $> 0,3$ do $4,0 \text{ m}$, zaleca się, aby przegrody zostały wykonane w procesie prefabrykacji, gdzie tolerancja błędów wykonawczych jest zredukowana praktycznie do minimum. Wartość $s_{d,i}$ powinna wynosić wówczas min. $6 \times$ wartość $s_{d,e}$.

Szczególną uwagę należy zwracać na miejsca połączeń poszczególnych elementów prefanrykowanych, które z reguły są niewidoczne i trudno dostępne po zabudowaniu.

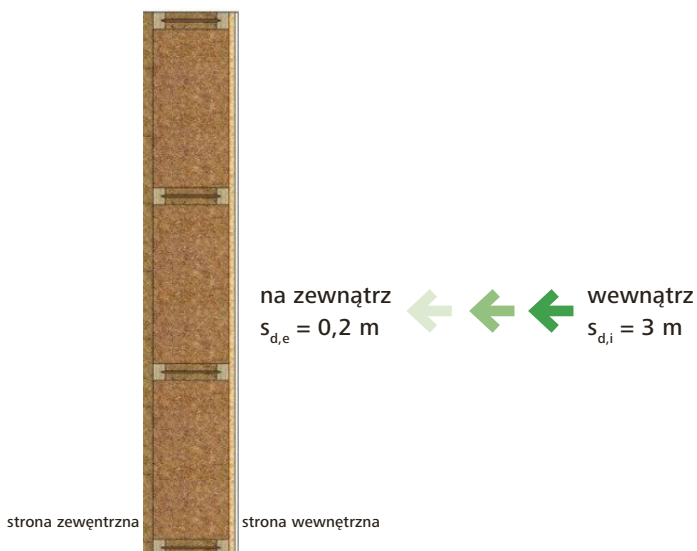
Pożądanym badaniem sprawdzającym poprawność połączeń między takimi elementami jest test szczelności powietrznej budynku "blower door test" (więcej w podrozdziale 2.4.).

Ważne:

W przypadku opisywanych konstrukcji otwartych na dyfuzję pary wodnej dopuszcza się możliwość zastosowania dodatkowej warstwy termoizolacyjnej po wewnętrznej stronie przegrody budowlanej – poza płaszczyzną paroizolacyjną. Mowa tu o warstwie izolacji cieplnej stosowanej często jako wypełnienie tzw. ścianki instalacyjnej (rys. 36). Grubość dodatkowej termoizolacji powinna zostać dobrana w taki sposób, aby wartość jej oporu cieplnego R nie przekraczała 20% wartości całkowitego oporu cieplnego przegrody budowlanej.



Rys. 36. Dodatkowa płaszczyzna termoizolacyjna umieszczona poza warstwą paroizolacyjną – ocieplenie tzw. ścianki instalacyjnej.



Rys. 37. Standardowa konstrukcja ściany STEICO otwarta na dyfuzję pary wodnej (z boku kierunku dyfuzji).

Obliczanie poprawności układu warstwowego ściany.

Od wewnątrz: opóźniacz pary wodnej w postaci płyty OSB/3 gr. 15 mm

OSB/3 o wartości $\mu = 200$

$$s_{d,i} = 200 \times 0,015 = \mathbf{3 \text{ m}}$$

Na zewnątrz: płyta termoizolacyjna z włókien drzewnych o gr. 40 mm

STEICOprotect 40 mm o wartości $\mu = 5$

$$s_{d,e} = 5 \times 0,040 = \mathbf{0,2 \text{ m}}$$

$s_{d,e} \leq 0,3 \text{ m} / s_{d,i} \geq 2,0 \text{ m}$ - **ochrona przed wodą kondensacyjną spełniona**

Obliczanie poprawności układu warstwowego dachu.

Od wewnątrz: opóźniacz pary wodnej w postaci membrany STEICOmulti membra 5

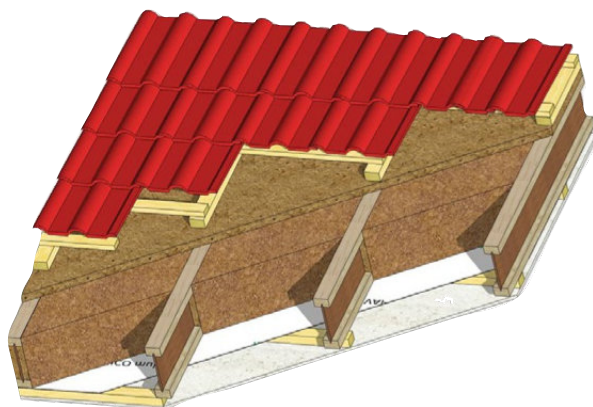
STEICOmulti membra 5 o wartości $s_d = 5 \text{ m}$

Na zewnątrz: płyta termoizolacyjna z włókien drzewnych o gr. 35 mm

STEICOuniversal dry 35 mm o wartości $\mu = 3$

$$s_{d,e} = 3 \times 0,035 = \mathbf{0,11 \text{ m}}$$

$s_{d,e} \leq 0,3 \text{ m} / s_{d,i} \geq 2,0 \text{ m}$ - **ochrona przed wodą kondensacyjną spełniona**



na zewnątrz $s_{d,e} = 0,11 \text{ m}$ ← ← ← wewnątrz $s_{d,i} = 5 \text{ m}$

Rys. 38. Standardowa konstrukcja dachu STEICO otwarta na dyfuzję pary wodnej (pod spodem kierunek dyfuzji).

W tabelach 38 i 39 zestawiono wartości s_d dla poszczególnych grup produktów STEICO z podziałem na materiały dedykowane do zewnętrznych oraz wewnętrznych warstw przegród ściennych i dachowych. Tabele umożliwiają szybkie i wygodne dobranie prawidłowego układu warstwowego danej przegrody STEICO.

Zewnętrzne warstwy przegrody ściennej			Termoizolacja między słupkami ściennymi		Wewnętrzne warstwy przegrody ściennej									
					Wariant 1		Wariant 2		Wariant 3					
Otwarty dyfuzyjnie system tynkarski np. STEICOsecure			Płyty fasadowe dedykowane pod systemy tynkarskie		Maty termoizolacyjne; luźne włókno drzewne oraz celulozowe do wdmuchiwania		Płyta usztywniająca OSB uszczelniona na połączeniach (spełnia funkcję uszczelniacza i warstwy opóźniającej przepływ pary wodnej)**		Membrana STEICOmulti membra 5 (spełnia funkcję uszczelniacza i warstwy opóźniającej przepływ pary wodnej)		Aktywna membrana STEICO-multi renova (spełnia funkcję uszczelniacza i warstwy opóźniającej przepływ pary wodnej)			
			Produkt: STEICOprotect / STEICOprotect dry		Produkt: STEICOflex / STEICOzell / STEICOfloc									
			Grubość	Max. wartość s_d^*	Grubość	Wartość s_d	Grubość	Wartość s_d	Wartość s_d		Wartość s_d			
			40 mm	0,2 m	120 mm	0,12 m	15 mm	3,0 m	5 m		od 0,25 do 25 m			
			60 mm	0,3 m	140 mm	0,14 m	18 mm	3,6 m						
			80 mm	0,4 m	150 mm	0,15 m	22 mm	4,4 m						
Pozyczna lub pionowa elewacja wentylowana w postaci np. drewnianej deski, płyty cementowej itd.			Płyty pod elewacje wentylowane		180 mm, 0,18 m		** płyta OSB w konstrukcjach otwartych dyfuzyjnie może pełnić rolę warstwy uszczelniającej i opóźniającej przepływ pary wodnej. Wszystkie połączenia między płytami OSB muszą zostać uszczelnione np. przy użyciu taśm STEICOmulti tape. Możliwość zastosowania płyty OSB w charakterze warstwy uszczelniającej zależy od jej właściwości technicznych.							
			Produkt: STEICOuniversal / STEICO universal black / STEICOuniversal dry / STEICOspecial / STEICOspecial dry		200 mm, 0,20 m									
					220 mm, 0,22 m									
					240 mm, 0,24 m									
					250 mm, 0,25 m									
					280 mm, 0,28 m									
			Grubość	Max. wartość s_d^*	300 mm, 0,30 m									
			22 mm	0,11 m	350 mm, 0,35 m									
			24 mm	0,12 m	360 mm, 0,36 m									
			35 mm	0,17 m	400 mm, 0,40 m									
40 mm	0,20 m	450 mm, 0,45 m												
52 mm	0,26 m	500 mm, 0,50 m												
60 mm	0,30 m													

* do obliczenia wartości s_d zastosowano współczynnik oporu dyfuzyjnego μ równy 5. Wartość ta jest właściwa dla płyt produkowanych metodą moką. Należy dodać, iż w przypadku płyt produkowanych metodą suchą ("dry" w nazwie) współczynnik oporu dyfuzyjnego wynosi 3. Obliczeniowe wartości s_d będą zatem jeszcze niższe, niż wartości zawarte w tabeli (szczegółowe dane tabela 7, str. 31).

Tabela 38. Układy warstwowe ścian szkieletowych z uwzględnieniem wartości s_d

Zewnętrzne warstwy przegrody dachowej			Termoizolacja między krokiewiami		Wewnętrzne warstwy przegrody dachowej					
					Wariant 1		Wariant 2	Wariant 3		
Pokrycie dachu		Płyty nakrokwiowe	Maty termoizolacyjne; luźne włókno drzewne oraz celulozowe do wdmuchiwania		Płyta usztywniająca OSB uszczelniona na połączeniach (spełnia funkcję uszczelniacza i warstwy opóźniającej przepływ pary wodnej)** + warstwa wykończeniowa		Membrana STEICO <i>multi membra 5</i> (spełnia funkcję uszczelniacza i warstwy opóźniającej przepływ pary wodnej)	Aktywna membrana STEICO <i>multi renova</i> (spełnia funkcję uszczelniacza i warstwy opóźniającej przepływ pary wodnej)		
Produkt: np. dachówka ceramiczna, blacho-dachówka (oddzielona od płyt nakrokwiowych STEICO przy użyciu kontrłat)			Produkt: STEICO <i>universal</i> / STEICO <i>universal dry</i> / STEICO <i>special</i> / STEICO <i>special dry</i> / STEICO <i>safe</i>		Produkt: STEICO <i>flex</i> / STEICO <i>zell</i> / STEICO <i>floc</i>					
			Grubość	Max wartość s_d^*	Grubość	Wartość s_d	Grubość	Wartość s_d	Wartość s_d	Wartość s_d
			22 mm	0,11 m	120 mm	0,12 m	15 mm	3,0 m	5 m	od 0,25 do 25 m
			24 mm	0,12 m	140 mm	0,14 m	18 mm	3,6 m		
			35 mm	0,17 m	150 mm	0,15 m	22 mm	4,4 m		
			40 mm	0,20 m	160 mm	0,16 m	** płyta OSB w konstrukcjach otwartych dyfuzyjnie może pełnić rolę warstwy uszczelniającej i opóźniającej przepływ pary wodnej. Wszystkie połączenia między płytami OSB muszą zostać uszczelnione np. przy użyciu taśm STEICO <i>multi tape</i> . Możliwość zastosowania płyty OSB w charakterze warstwy uszczelniającej zależy od jej właściwości technicznych.			
			52 mm	0,26 m	180 mm	0,18 m				
			60 mm	0,30 m	200 mm	0,20 m				
			80 mm	0,40 m	220 mm	0,22 m				
			100 mm	0,50 m	240 mm	0,24 m				
			120 mm	0,60 m	250 mm	0,25 m				
			140 mm	0,70 m	280 mm	0,28 m				
					300 mm	0,30 m				
		350 mm	0,35 m							
		360 mm	0,36 m							
		400 mm	0,40 m							
		450 mm	0,45 m							
		500 mm	0,50 m							

* do obliczenia wartości s_d zastosowano współczynnik oporu dyfuzyjnego μ równy 5. Wartość ta jest właściwa dla płyt produkowanych metodą mokrą. Należy dodać, iż w przypadku płyt produkowanych metodą suchą ("dry" w nazwie) współczynnik oporu dyfuzyjnego wynosi 3. Obliczeniowe wartości s_d będą zatem jeszcze niższe, niż wartości zawarte w tabeli (szczegółowe dane Tabela 7, str. 31).

Tabela 39. Układy warstwowe przegród dachowych z uwzględnieniem wartości s_d .

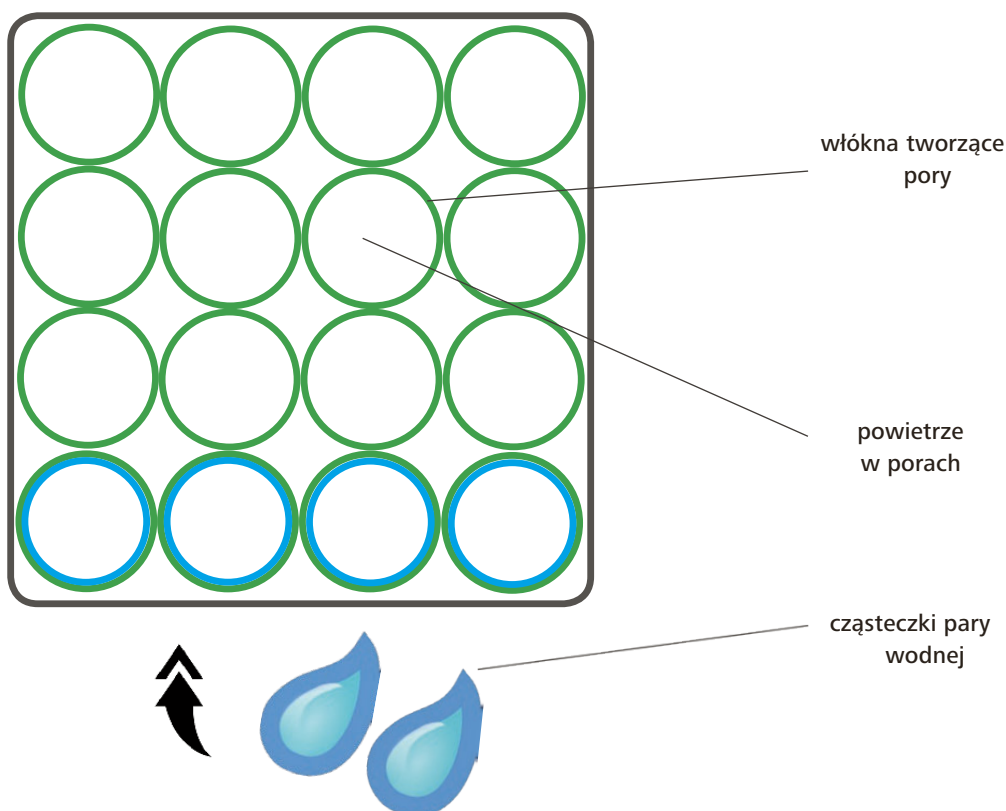
2.5.2. Właściwości higroskopijne materiałów termoizolacyjnych z włókien drzewnych

Charakterystyczną cechą drewna oraz materiałów termoizolacyjnych produkowanych z naturalnych włókien drzewnych jest **higroskopijność**. Pod pojęciem higroskopijności należy rozumieć zdolność materiału do pobierania oraz oddawania wody zawartej w otaczającym powietrzu. Zjawisko pochłaniania wody z powietrza przez materiał jest określane jako **adsorpcja**, natomiast proces jej oddawania jako **desorpcja**. Oba procesy sprowadza się do pojęcia sorpcji. Zastosowanie materiałów termoizolacyjnych o charakterze higroskopijnym odgrywa bardzo istotną rolę w kontekście konstrukcji otwartych na dyfuzję pary wodnej. Maty oraz płyty z włókien drzewnych pełniące funkcję warstw termoizolacyjnych wspierają proces bezpiecznej dyfuzji pary wodnej poprzez sorpcję nadmiaru pary wodnej transferowanej przez przegrodę budowlaną. Nadmiar pary wodnej w pierwszej kolejności jest pochłaniany i okresowo magazynowany w postaci wody związanej wewnątrz pojedynczych włókien drzewnych. Woda związana „higroskopijnie” w strukturze włókien drzewnych nie powoduje wypierania powietrza znajdującego się w porach między włóknami (rys. 39). Pory wypełnione powietrzem zachowują swoje deklarowane właściwości termoizolacyjne (współczynnik przewodnictwa cieplne-

go). Warto podkreślić, iż w przypadku materiałów termoizolacyjnych z włókien mineralnych bądź sztucznych nadmiar wilgoci nie może zostać zbuforowany w strukturze włókien, stąd cząsteczki pary wodnej wnikają do wnętrza porów, powodując wypychanie powietrza ze struktury porów, co może prowadzić do pogorszenia właściwości termoizolacyjnych materiału (rys. 40). Dzieje się tak, ponieważ konwencjonalne materiały termoizolacyjne są zbudowane z włókien nieposiadających właściwości higroskopijnych.

Materiał termoizolacyjny z włókien drzewnych może wchłonąć i tymczasowo zmagazynować wodę w ilości stanowiącej aż 18% jego masy własnej. Jest to stosunkowo bezpieczna granica, bowiem w opisywanych konstrukcjach otwartych na dyfuzję pary wodnej nie dochodzi do związania większej ilości wody we włóknach drzewnych. Mimo to uzasadnione jest podkreślenie faktu, iż włókno drzewne w określonych warunkach może pochłonąć większą ilość wilgoci do momentu osiągnięcia tzw. stanu nasycenia. Stan nasycenia określa graniczny stan równowagi higroskopijnej, czyli moment w którym włókno drzewne nie jest już w stanie adsorbować więcej pary wodnej z powietrza.

102

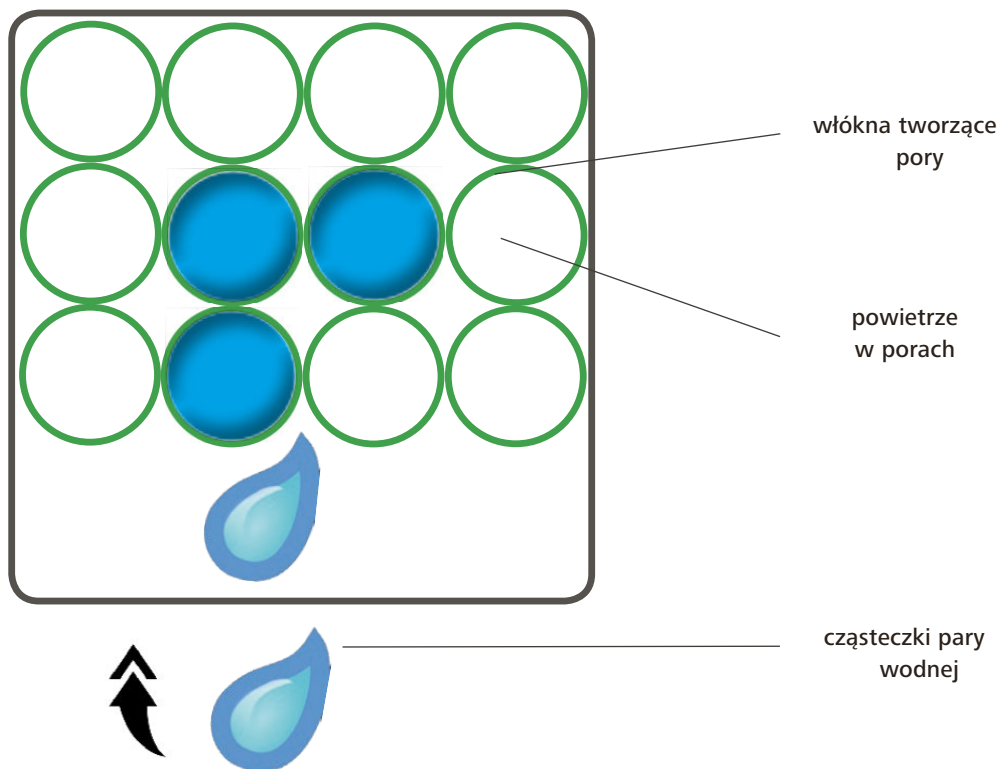


Rys. 39. Tymczasowe pochłanianie wilgoci zawartej w powietrzu poprzez higroskopijne włókna drzewne.

Stan ten wynosi 28%, przy wilgotności względnej powietrza 100%. Zawilgocenie materiału termoizolacyjnego z włókien drzewnych powyżej 18% masy własnej spowoduje przejściowe pogorszenie jego właściwości termoizolacyjnych – lecz jedynie do momentu odprowadzenia nadmiaru wilgoci.

Woda związana okresowo we włóknach drzewnych z czasem jest oddawana dyfuzyjnie lub kapilarnie poza przegrodę budowlaną. W efekcie opisanego zjawiska nie dochodzi do kondensacji pary wodnej wewnątrz przegrody

ściany czy dachu. Drewno konstrukcyjne jest zatem trwale chronione przed zawilgoceniem wskutek kondensacji. Należy pamiętać, że bezwzględnym warunkiem umożliwiającym odprowadzenie wody związanej higroskopijnie jest stosowanie układu warstwowego otwartego na dyfuzję pary wodnej.



Rys 40. Magazynowanie nadmiaru wilgoci zawartej w powietrzu w strukturze porów między włóknami skalnymi / szklanymi.

2.6. Odporność ogniowa

Odporność ogniowa (REI) charakteryzowana jest poprzez zdolność elementu budynku do spełniania pewnych funkcji użytkowych przez określony czas w warunkach pożaru. Poszczególne funkcje (nośność – R, szczelność E, izolacyjność – I) oznaczane są symbolami, natomiast przedziały czasu, w ciągu którego spełnione jest kryterium/kryteria określa się liczbowo (30, 45, 60, 90, 120).

Według powszechnej opinii konstrukcje drewniane charakteryzują się bardzo małą odpornością ogniową. Pogląd ten jest jak najbardziej mylny, czego dowodzą liczne testy palności wykonane w laboratoriach dedykowanych badaniom pożarowym oraz stan zachowania obiektów istniejących narażonych na oddziaływanie pożaru. Nie będzie mylnym ani przesadzonym stwierdzenie, iż systemowe konstrukcje drewniane należą według aktualnego stanu wiedzy do jednych z najlepiej przebadanych i najbezpieczniejszych na świecie pod względem ochrony przeciwpożarowej.

Wbrew powszechnej opinii najczęstszymi powodami powstawania pożarów nie są właściwości ani klasyfikacja ogniowa materiałów, z których składają się przegrody budowlane, lecz zwykła nieostrożność, nieprawidłowe wykorzystywanie urządzeń i instalacji elektrycznych, jak również ich fabryczne wady. Niestety są to czynniki, których wyeliminowanie nie jest możliwe poprzez samo ukształtowanie odpowiedniego układu warstwowego przegrody. Prawidłowo zaprojektowany, wykonany oraz użytkowany budynek stwarza znikome ryzyko samoczynnego powstania i rozprzyszczenia ognia. Ze statystyk wynika, że większość pożarów zostaje zapoczątkowana wewnątrz pomieszczeń,

dlatego szczególne znaczenie w kontekście możliwości rozprzyszczenia ognia ma rodzaj stosowanych mebli, dekoracji oraz materiałów wykończeniowych. Istotny jest również wybór odpowiedniej płyty wykończeniowej, która w przypadku pożaru zabezpieczy strukturę przegrody budynku. W nowoczesnych konstrukcjach drewnianych podstawową okładziną wewnętrzną są powszechnie znane płyty gipsowo-kartonowe, płyty gipsowo-włóknowe czy specjalne ognioochronne płyty gipsowo-kartonowe zbrojone włóknem szklanym. Ich zastosowanie, w zależności od grubości oraz ilości warstw, znacznie zwiększa odporność ogniową konstrukcji szkieletowych. Gips zawiera znaczną ilość wody, która pod wpływem wzrastającej temperatury ulega odparowaniu. Proces ten powoduje pochłonięcie znacznej ilości ciepła, dzięki czemu wewnątrz przegrody chronione jest przed gwałtownym wzrostem temperatury. W tym czasie wytrzymałość mechaniczna płyty ulega znaczącemu zmniejszeniu, dodatkowo obserwowany jest również jej skurcz, którego wartość może dochodzić nawet do 10%. Dlatego istotne jest odpowiednie przymocowanie płyty do elementów konstrukcyjnych budynku. Praktyka inżynierska dowiodła, że aby w pełni wykorzystać ochronę, która uzyskiwana jest przy zastosowaniu płyty gipsowo-kartonowej, należy stosować jak najmniejszy rozstaw wkrętów lub gwoździ oraz zapewnić odpowiednią penetrację łączników w głąb elementów konstrukcyjnych np. słupków ściennych.

Konstrukcje drewniane izolowane termicznie materiałami z włókien drzewnych, w połączeniu z odpowiednimi płytami poszyciowymi oraz wykończone od zewnątrz,

np. warstwą tynku, wykazując odporność ogniową REI od 30 do 90 minut – w zależności od przyjętego układu warstwowego.

Zadaniem projektanta jest dobranie układu warstwowego przegród budynku, tak aby spełniały wymagania ochrony

przeciwpożarowej zgodnie z obowiązującym prawem budowlanym.

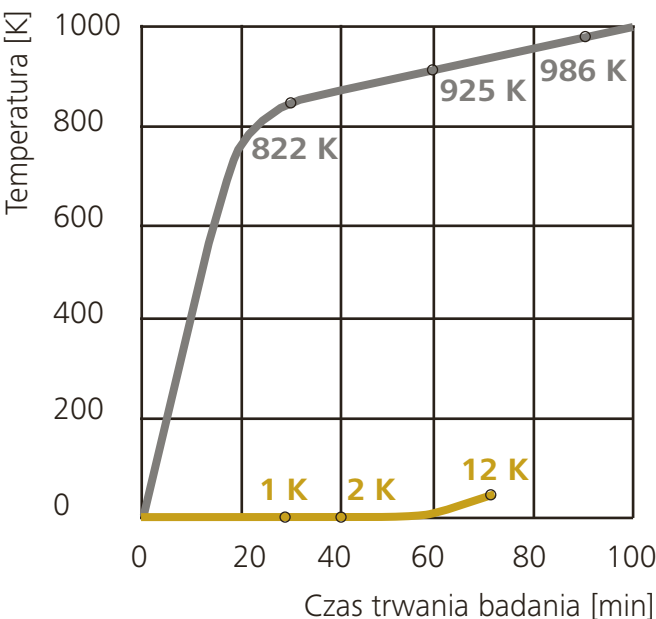
2.6.1. Klasa reakcji na ogień – materiały termoizolacyjne z włókien drzewnych

Płyty i maty termoizolacyjne STEICO z włókien drzewnych ze względu na zachowanie się w czasie pożaru są zaliczane zgodnie z obowiązującą normą EN 13 501-1 do Euroklasy E. Granulaty termoizolacyjne z włókien drzewnych oraz z celulozy STEICO przeznaczone do wdmuchiwania posiadają natomiast klasyfikację reakcji na ogień B. Jednocześnie warto zaznaczyć, że:

- materiały termoizolacyjne z włókien drzewnych w formie płyt nie wymagają dodawania podczas produkcji specjalnych środków impregnujących w celu uzyskania klasyfikacji E. Odpowiednią odporność na ogień zapewnia w tym przypadku względnie duża gęstość objętościowa płyt oraz charakterystyczna struktura rozwłóknienia;
- „łżejsze” materiały termoizolacyjne z włókien drzewnych w postaci sprężystych mat lub granulatu do wdmuchiwania (dedykowane do wypełniania pustych przestrzeni) są dodatkowo zabezpieczone na wypadek kontaktu z ogniem. Substancją impregnującą stanowi tutaj dodatek w formie siarczanu amonu.

Poza zastosowaniem jako naturalny impregnat chroniący przed ogniem w budownictwie ekologicznym związek ten znajduje zastosowanie np. jako dodatek do środków spożywczych.

Podczas licznych udokumentowanych badań odporności ogniowej przegród drewnianych z zastosowaniem płyt, mat i granulatu z włókien drzewnych stwierdzono, iż materiały te przyczyniają się do bezpośredniej poprawy ochrony przeciwpożarowej badanego elementu. Duże ciepło właściwe c i stosunkowo duża gęstość objętościowa opisywanych produktów izolacyjnych istotnie opóźnia przenikanie temperatury poprzez element budowlany w trakcie pożaru, chroniąc przed zapłonem kolejne warstwy przegrody. Przykładowy rozkład temperatury podczas badania odporności ogniowej zewnętrznej ściany szkieletowej, wypełnionej wewnątrz matą, a od zewnątrz otynkowaną płytą termoizolacyjną z włókien drzewnych, przy działaniu ognia od zewnętrznej strony fasady przedstawia poniższy diagram:



Przykład: badanie odporności ogniowej konstrukcji szkieletowej (działanie ognia od zewnętrznej strony).

Temperatura w polu ognia wg krzywej standardowej.

Wzrost temperatury ΔT na wewnętrznej stronie badanej przegrody budynku na wysokości 150 cm.

Rys. 41. Rozkład temperatury podczas badań odporności ogniowej zewnętrznej ściany szkieletowej zaizolowanej cieplnie materiałami z włókien drzewnych [13].

Wnioski:

Podczas badania odporności ogniowej zewnętrznej nośnej ściany szkieletowej, które trwało 76 minut, zanotowano jedynie niewielki wzrost temperatury na jej wewnętrznej powierzchni. Redukcja rozkładu temperatury w trakcie badania jest bezpośrednim efektem dużego ciepła właściwego c oraz dużej gęstości materiałów termoizolacyjnych z włókien drzewnych wykorzystanych w badaniu.

Należy podkreślić, że w przypadku kontaktu z ogniem powierzchnia materiałów termoizolacyjnych z włókien drzewnych ulega naturalnemu zwęglaniu, co stanowi charakterystyczną reakcję na oddziaływanie ognia także w przypadku nośnego drewna litego czy klejonego. Proces zwęglania się powierzchni materiału tworzy szczelną izolującą powłokę, zapobiegającą dalszemu przedostawaniu się tlenu do wnętrza struktury przegrody. W rezultacie rozprzestrzenianie się ognia zostaje zahamowane, a materiał ulega jedynie dalszemu zwęglaniu w głąb struktury elementu budowlanego. Zjawisko zwęglania redukuje jednocześnie deformację (kurczenie się) materiału termoizolacyjnego podczas pożaru, w rezultacie czego materiał znacznie dłużej przylega szczelnie do elementów nośnych przegrody, chroniąc je przed płomieniami.

Materiały budowlane są również charakteryzowane przez klasy uzupełniające wiedzę o ich zachowaniu w trakcie pożaru, oznaczane literami: **s** i **d**. Symbol **s** określa ilość i szybkość wytwarzania dymu, natomiast oznaczenie **d** mówi o powstawaniu płonących kropli lub odpadów podczas palenia się wyrobu. Zjawisko powstawania dymu, płonących kropli czy też odpadów może utrudniać ewakuację, prowadzić do przenoszenia pożaru w miejsca odległe od jego źródła oraz poparzeń skóry, powodując dodatkowe niebezpieczeństwa.

W ramach Euroklasy E nie uwzględnia się klas uzupełniających **s** i **d**, poza klasą E-d2, wyjątkowo niebezpieczną pod względem ryzyka powstawania płonących kropli – do klasy tej należy polistyren spieniony (EPS).

W przypadku pożaru od strony fasady budynku bardzo często dochodzi do groźnej sytuacji, jaką jest topnienie i skapywanie płonących fragmentów fasadowych płyt termoizolacyjnych. Zjawisko to dotyczy przede wszystkim płyt izolacyjnych wykonanych z polistyrenu spienionego, które są przypisywane do klasy uzupełniającej **sd2** (wiele płonących kropeł/cząsteczek, które mogą powodować poparzenia skóry lub rozprzestrzenianie się pożaru). Zewnętrzne płyty termoizolacyjne z włókien drzewnych, należące podobnie jak polistyren do Euroklasy E, nie ulegają topnieniu ani skapywaniu, stanowiąc znacznie bezpieczniejsze rozwiązanie poprawiające bezpieczeństwo użytkowników oraz służb ratowniczych. Jednocześnie należy podkreślić, że materiały termoizolacyjne z włókien drzewnych charakteryzują się także istotnie mniejszą emisją dymu podczas pożaru w porównaniu do konwencjonalnych produktów izolacyjnych z pianek organicznych.



Naturalne zwęglanie materiału termoizolacyjnego z włókien drzewnych w kontakcie z ogniem. Zwęglona warstwa chroni materiał przed dalszym rozprzestrzenianiem ognia.

2.6.2. Klasa reakcji na ogień – materiały konstrukcyjne

Belki dwuteowe STEICO*wall* oraz STEICO*joist* zgodnie z Europejską Oceną Techniczną ETA-06/238 są klasyfikowane do grupy D-s2, d0. Fornir klejony warstwowo

STEICO *LVL* posiada klasę reakcji na ogień D-s1, d0. Zwęglanie STEICO *LVL* według normy EN 1995-1-2 (tabela 3.1.) wynosi 0,7 mm na minutę.

2.6.3. Odporność ogniowa przegród STEICO

Systemowe konstrukcje STEICO bazujące na materiałach termoizolacyjnych z włókien drzewnych w połączeniu z belkami dwuteowymi, elementami LVL oraz odpowiednimi materiałami nośno-wykończeniowymi umożliwiają uzyskanie bezpiecznych konstrukcji pod względem odporności ogniowej **REI w zakresie od 30 do 90 minut**. Dodatkowo wybrane warianty przegród ściennych STEICO posiadają **klasyfikację NRO**, natomiast przegród dachowych **klasyfikację B_(ROOF)(t1)** w zakresie stopnia rozpre-

strzenia ognia (przegrody nierozprzestrzeniające ognia). W całej Europie prowadzone są regularne badania odporności ogniowej dla różnych układów warstwowych przegród STEICO, co poszerza dostępne warianty konstrukcji w obszarze budownictwa drewnianego. W tabeli 40 zestawiono aktualny stan systemowych przegród STEICO przebadanych pod kątem odporności ogniowej przez Instytut Techniki Budowlanej.

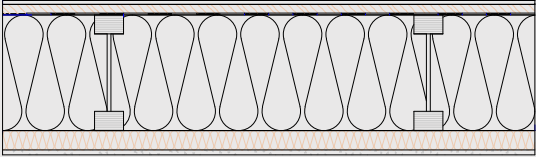
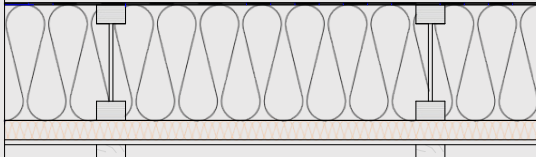
Przekrój przegrody	Układ warstwowy (od wewnątrz na zewnątrz)
<p>Ściana zewnętrzna – fasada tynkowana – REI 90, NRO od zewnątrz / REI 45 od wewnątrz;</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Płyta gipsowo-kartonowa 9,5 mm 2. Płyta OSB/3 15 mm 3. Membrana paroizolacyjna STEICO<i>multi membra 5</i> lub STEICO<i>multi renova</i> 4. Belki dwuteowe STEICO<i>wall</i> min. 60x160 mm + termoizolacja STEICO<i>flexzellfloc</i> o min. gr. 160 mm 5. Płyta STEICO<i>protect/duo</i> / STEICO<i>protect dry/duo dry</i> o gr. min 60 mm 6. System tynkarski
<p>Ściana zewnętrzna – elewacja wentylowana – REI 60, NRO od zewnątrz / REI 60 od wewnątrz</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Płyta NIDA Twarda/LaPlura/Hydro/Cicha 15 mm 2. Membrana paroizolacyjna STEICO<i>multi membra 5</i> lub STEICO<i>multi renova</i> 3. Belki dwuteowe STEICO<i>wall</i> min. 60x160 mm + termoizolacja STEICO<i>flexzell</i> o gr. min.160 mm 4. Płyta STEICO<i>universal</i> o gr. min. 35 mm 5. Płyta NIDA Hydro 15 mm 6. Łata drewniana 7. System elewacji drewnianej sklasyfikowany jako NRO z pustką powietrzną

Tabela 40. Odporność ogniowa systemowych przegród budowlanych STEICO.

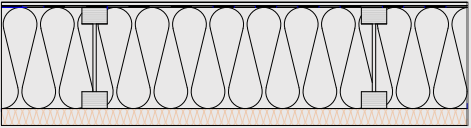
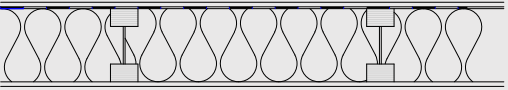
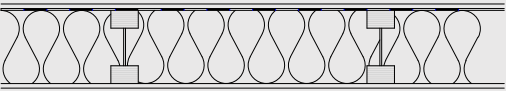
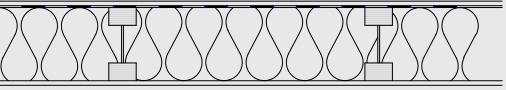
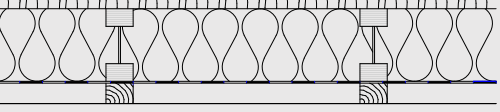
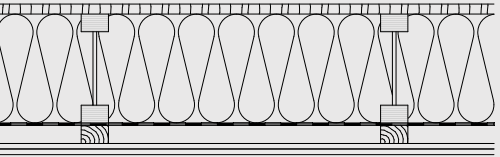
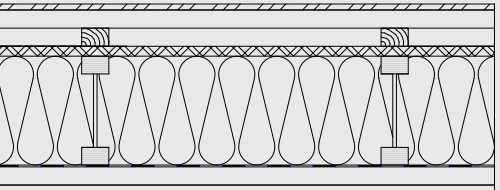
Przekrój przegrody	Układ warstwowy (od wewnątrz na zewnątrz)
<p>Ściana zewnętrzna – REI 30 od zewnątrz / REI 30 od wewnątrz</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Płyta gipsowo-włóknowa Fermacell 12,5 mm lub płyta OSB/3 12 mm + płyta gipsowo-kartonowa 9,5 mm 2. Membrana paroizolacyjna STEICO<i>multi membra 5</i> lub STEICO<i>multi renova</i> 3. Belki dwuteowe STEICO<i>wall</i> min. 60x160 mm + termoizolacja STEICO<i>flex/zell/floc</i> o gr. min. 160 mm 4. Płyta STEICO<i>universal dry</i> / STEICO<i>universal</i> o gr. min. 35 mm
<p>Ściana zewnętrzna/wewnętrzna symetryczna – REI 30</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Płyta SINIAT: NIDA twarda/ Laplura/ Hydro/ Cicha 12,5 mm 2. Membrana paroizolacyjna STEICO<i>multi membra 5</i> lub STEICO<i>multi renova</i> 3. Belki dwuteowe STEICO<i>wall</i> min. 60x160 mm + termoizolacja STEICO<i>flex/zell</i> o min. gr. 160 mm 4. Płyta SINIAT: NIDA twarda/ Laplura/ Hydro/ Cicha 12,5 mm
<p>Ściana zewnętrzna/wewnętrzna symetryczna – REI 60</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Płyta SINIAT: NIDA twarda/Laplura/Hydro/Cicha 15 mm 2. Membrana paroizolacyjna STEICO<i>multi membra 5</i> lub STEICO<i>multi renova</i> 3. Belki dwuteowe STEICO<i>wall</i> min. 60x160 mm + termoizolacja STEICO<i>flex/zell</i> o min. gr. 160 mm 4. Płyta SINIAT: NIDA twarda/ Laplura/ Hydro/ Cicha 15 mm
<p>Ściana zewnętrzna/wewnętrzna symetryczna – REI 60</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Płyta gipsowo-włóknowa Fermacell 18 mm 2. Membrana paroizolacyjna STEICO<i>multi membra 5</i> lub STEICO<i>multi renova</i> 3. Belki dwuteowe STEICO<i>wall</i> min. 60x160 mm lub STEICO <i>LVL</i> min. 39x160 mm + termoizolacja STEICO<i>flex/zell/floc</i> o min. gr. 160 mm 4. Płyta gipsowo-włóknowa Fermacell 18 mm
<p>Strop – REI 30</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Płyta gipsowo-kartonowa ognioodporna 18 mm 2. Łaty drewniane min. 30 × 50 mm, e ≤ 400 mm 3. Membrana paroizolacyjna STEICO<i>multi membra 5</i> lub STEICO<i>multi renova</i> 4. Belki dwuteowe STEICO<i>joist</i> lub STEICO <i>LVL</i> + termoizolacja STEICO<i>flex/zell/floc</i> o min gr. 100 mm 5. Płyta OSB/MFP 18 mm
<p>Strop – REI 60</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Płyta gipsowo-włóknowa NIDA Twarda/LaPlura 2x12,5 mm 2. Łaty drewniane min. 40 × 60 mm, e ≤ 500 mm 3. Membrana paroizolacyjna STEICO<i>multi membra 5</i> lub STEICO<i>multi renova</i> 4. Belki dwuteowe STEICO<i>joist</i> + termoizolacja STEICO<i>flex/zell</i> o min. gr. 100 mm 6. Płyta OSB/MFP/LVL/Duripanel B1 lub A2 18 mm
<p>Dach o kącie nachylenia 15° – 45° – REI 45 od wewnątrz / B_(roof)(t1)</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Płyta gipsowo-kartonowa, ognioodporna SINIAT 15 mm 2. Łaty 30x50 mm 3. Membrana paroizolacyjna STEICO<i>multi membra 5</i> lub STEICO<i>multi renova</i> 4. Belki dwuteowe STEICO<i>joist</i> lub STEICO <i>LVL</i> + termoizolacja STEICO<i>flex/zell/floc</i> o grubości min. 240 mm. 5. Płyta STEICO<i>universal</i>/STEICO<i>universal dry</i> o gr. min. 35 mm 6. Kontrłaty, łaty 30x50 mm 7. Dowolne pokrycie dachowe posiadające klasyfikację B_(roof)(T1)

Tabela 40. Odporność ogniowa systemowych przegród budowlanych STEICO. (c.d.)

2.7. Izolacyjność akustyczna



Fot. Schwenk

Ochrona przed hałasem stanowi kolejne kryterium determinujące jakość odczuć oraz komfortu, które towarzyszą użytkownikowi budynku. Badania wskazują, że ekspozycja na zbyt wysoki poziom hałasu prowadzi do problemów z koncentracją, rozdrażnienia, stresu, podwyższenia ciśnienia tętniczego krwi, a nawet do trwałego uszkodzenia słuchu. W świetle tych danych, niezależnie od typu obiektu budowlanego oraz struktury jego przegród, budynek powinien zapewniać izolacyjność akustyczną zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa budowlanego. Podstawą funkcją izolacji akustycznej budynku jest ochrona użytkowników przed niedopuszczalnym obciążaniem hałasem oraz zapewnienie minimum intymności i spokoju. Realizacja tej funkcji odbywa się zarówno poprzez odpowiedni układ warstwowy wszystkich przegród budowlanych, sposób ich połączenia, jak i poprzez przemyślane rozplanowanie pomieszczeń wewnętrznych. Pomieszczenia, które docelowo mają wykazywać zwiększoną ochronę przeciwdźwiękową nie należy lokalizo-

wać bezpośrednio w pobliżu pomieszczeń hałaśliwych. Układ pomieszczeń uwzględniający określony charakter ich użytkowania w połączeniu z odpowiednimi rozwiązaniami konstrukcyjno-materiałowymi powinien zmniejszać odczuwalny poziom hałasu oraz redukować drogi rozprzestrzeniania się dźwięku.

W budownictwie za najważniejszy dział akustyki uważa się akustykę budowlaną, która charakteryzuje źródła hałasu występujące w konstrukcjach budowlanych, opisuje właściwości akustyczne materiałów budowlanych, zasady rozprzestrzeniania się hałasu oraz określa metody ochrony przeciwdźwiękowej i przeciwdrganiowej.

Generalnie izolacja akustyczna w budownictwie odnosi się do następujących źródeł dźwięków:

- z otoczenia zewnętrznego (ochrona przed immisją dźwięku),
- z wnętrza budynku (ochrona przed emisją dźwięku),
- wewnątrz budynku między sąsiadującymi pomieszczeniami np. pokój dzienny i gabinet do pracy.

Stopień ochrony przed hałasem jest uzależniony w głównej mierze od masy powierzchniowej, szczelności i grubości przegrody oraz częstotliwości oddziaływującej fali dźwiękowej. Konwencjonalne konstrukcje oparte na szkieletcie drewnianym są znacznie lżejsze niż jedno- czy dwuwarstwowe przegrody masywne wykonane, np. z betonu. Sytuacja ta dotyczy przede wszystkim konstrukcji drewnianych wypełnionych wewnątrz lekką termoizolacją z włókien mineralnych lub pianką poliuretanową oraz wykończonych od zewnątrz lekkimi płytami z polistyrenu. W związku z tym „klasyk” konstrukcje szkieletowe

bardzo często są utożsamiane z niedostateczną izolacją akustyczną. Należy jednak podkreślić, że w przypadku prawidłowego zaprojektowania i wykonania układu warstwowego nawet bardzo lekkie przegrody szkieletowe spełniają wymogi prawa budowlanego pod względem ochrony przed hałasem.

Materiały termoizolacyjne z włókien drzewnych należą do grupy produktów o dużej gęstości objętościowej, wnosząc do konstrukcji drewnianej pożądaną masę powierzchniową. Przykładowo, gęstość płyt fasadowych czy nakrokwiowych z włókien drzewnych produkowanych metodą moką wynosi aż 270 kg/m³, czyli osiemnaście razy więcej niż masa standardowej płyty z polistyrenu spienionego oraz dwa razy więcej niż gę-

stość twardej fasadowej płyty z włókna mineralnego. Pokrycie od zewnątrz drewnianej konstrukcji szkieletowej tak maszyną płytą znacznie zwiększa masę powierzchniową całej przegrody, prowadząc do rzeczywiście odczuwalnej poprawy izolacyjności akustycznej. Masa właściwa mat termoizolacyjnych z włókien drzewnych (50/60 kg/m³), wypełniających przestrzeń między elementami konstrukcyjnymi budynku, jest również większa niż ciężar powszechnie stosowanych wełen i mat z włókien szklanych, mineralnych czy pianek poliuretanowych. Szczegółowe porównanie gęstości materiałów termoizolacyjnych stosowanych w budownictwie szkieletowym przedstawia tabela 41.

Material	Gęstość objętościowa [kg/m ³]
Płyty fasadowe	
Płyty z włókien drzewnych STEICO <i>protect</i> M/H	ok. 230-265
Płyty z włókien drzewnych STEICO <i>protect dry</i> L/M/H	ok. 110-180
Płyty lamelowe z włókien mineralnych	ok. 80-100
Płyty zwykłe z włókien mineralnych	ok. 130-150
Płyty z polistyrenu	ok. 10-40
Płyty nakrokwiowe	
Płyty z włókien drzewnych STEICO <i>universal</i>	ok. 270
Płyty z włókien drzewnych STEICO <i>universal dry</i>	ok. 180-210
Płyty dachowe z polistyrenu	ok. 10-30
Płyty dachowe ze sztywnej pianki PUR/PIR	ok. 8-35
Płyty do izolacji stropów międzypiętrowych	
Płyty z włókien drzewnych STEICO <i>base</i>	ok. 250
Płyty z włókien drzewnych STEICO <i>isorel</i>	ok. 200-230
Płyty z włókien drzewnych STEICO <i>floor</i>	ok. 160
Płyty z akustycznego polistyrenu podłogowego	ok. 7-30
Wypełnienie pustych przestrzeni – wełny, pianki, maty	
Maty termoizolacyjne z włókien drzewnych STEICO <i>flex 036</i> /STEICO <i>flex 038</i>	ok. 50/60
Granulat z włókien celulozowych STEICO <i>floc</i>	ok. 37-57
Granulat z włókien drzewnych STEICO <i>zell</i>	ok. 32-45
Maty z włókien mineralnych	ok. 25-45
Wełna szklana w rolce	ok. 10-26
Pianka poliuretanowa otwartokomórkowa	ok. 8-10

Tabela 41. Porównanie gęstości objętościowej wybranych materiałów budowlanych na podstawie danych rynkowych.

Z powyższej tabeli wynika, że maty i płyty z włókien drzewnych posiadają istotnie większą gęstość objętościową w porównaniu do innych materiałów termoizolacyjnych stosowanych powszechnie w budownictwie szkieletowym. Warto dodać, iż sama gęstość nie jest jedynym czynnikiem definiującym właściwości akustyczne produktów budowlanych. Szczególną uwagę przy projektowaniu przegród należy zwrócić także na układ porowatości (rozwłóknienia), sztywność dynamiczną oraz oporność przepływu powietrza. Najlepsze właściwości akustyczne uzyskuje się przy stosowaniu materiałów porowatych o możliwie dużej masie powierzchniowej, małej sztywności dynamicznej oraz dużej oporności przepływu powietrza.

Termoizolacyjne płyty fasadowe, nakrokwiowe z włókien drzewnych charakteryzują się wyjątkowo korzystnym stosunkiem przytoczonych wielkości: otwarta struktura porowata, bardzo duża gęstość (ok. 260 kg/m^3), mała sztywność dynamiczna s' (nawet $\leq 30 \text{ MN/m}^3$) i względnie duża oporność przepływu powietrza $AF \geq 100 \text{ kPa} \cdot \text{s/m}^3$. W rezultacie przy wdrożeniu do konstrukcji drewnianych tego typu rozwiązań możliwe staje się uzyskanie bardzo dobrej izolacyjności akustycznej.

2.7.1. Izolacyjność od dźwięków powietrznych oraz od dźwięków uderzeniowych

Dźwięk emitowany poprzez przegrodę budowlaną może być wynikiem oddziaływania fali akustycznej lub pobudzenia mechanicznego (uderzenie, toczenie). Niezależnie od źródła dźwięku poprzez przegrodę emitowana jest energia akustyczna w postaci dźwięków powietrznych. Wobec tego każda przegroda, zgodnie z PN-B-02151-3, może być charakteryzowana przez:

- izolacyjność akustyczną właściwą wyrażoną w dB, określającą zdolność przegrody do ograniczania przenikania przez nią dźwięków powietrznych, wraz z uzupełniającymi parametrami np. izolacyjnością od dźwięków powietrznych małych elementów budowlanych, tj. wlotów powietrza, przejść instalacyjnych (rys. 41). Dźwięki powietrzne powstają bezpośrednio w powietrzu i są rozpraszane dalej w postaci fal. Przykładem tego typu dźwięków może być rozmowa, odgłosy dochodzące z telewizora czy radioodbiornika, hałas komunikacji miejskiej itd. Do oceny izolacyjności przegrody od dźwięków powietrznych służy **ważony wskaźnik izolacyjności akustycznej** R_w (pomiar w laboratorium) lub R'_w (pomiar w budynku z uwzględnieniem przejść dźwięku przez drogi boczne, jak ściana łącząca, podłoga, sufit itd.), przy założeniu, że

$$R'_w = R_w - C$$

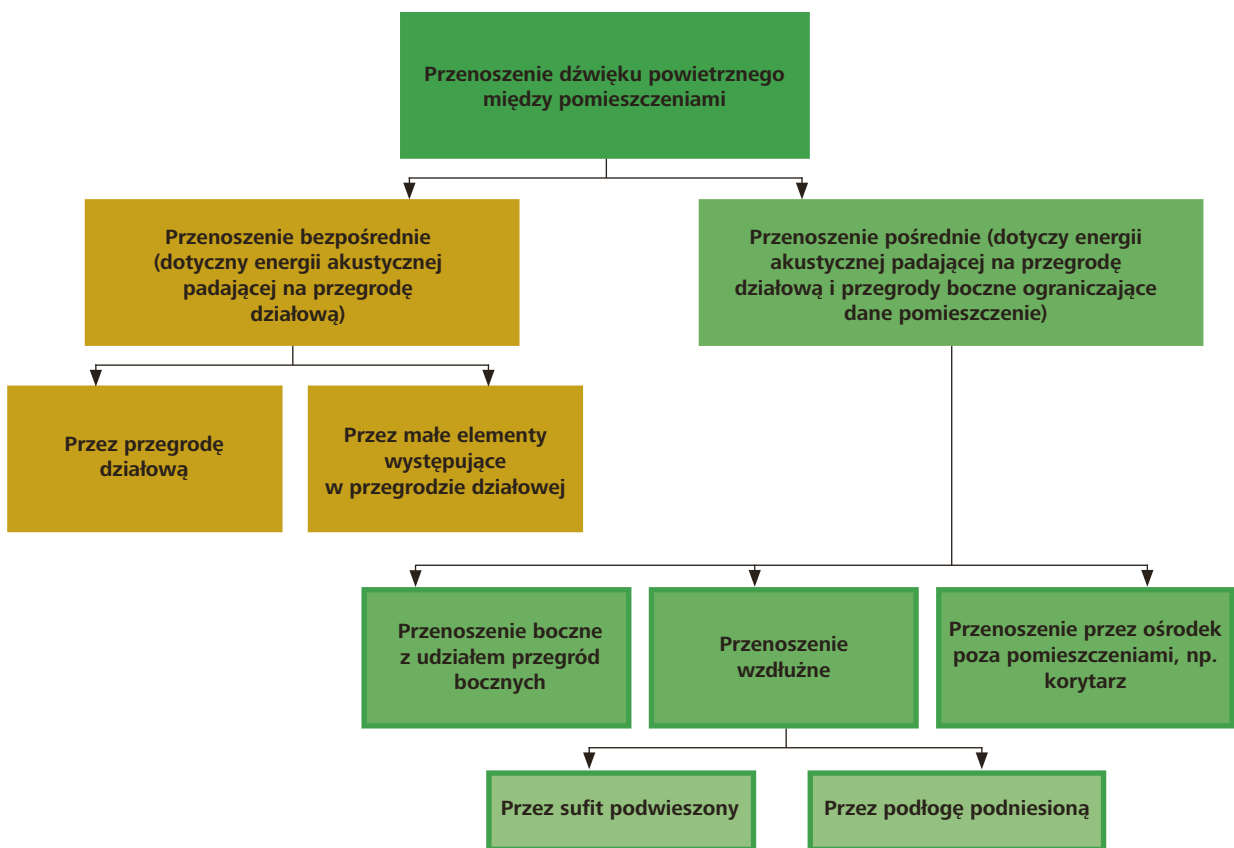
(C – dźwięk powietrzny wewnątrz budynku).

Badanie izolacyjności akustycznej właściwej polega na pomiarze różnicy natężenia dźwięków w sąsiednich pomieszczeniach. Im wyższa wartość (dB) zostanie

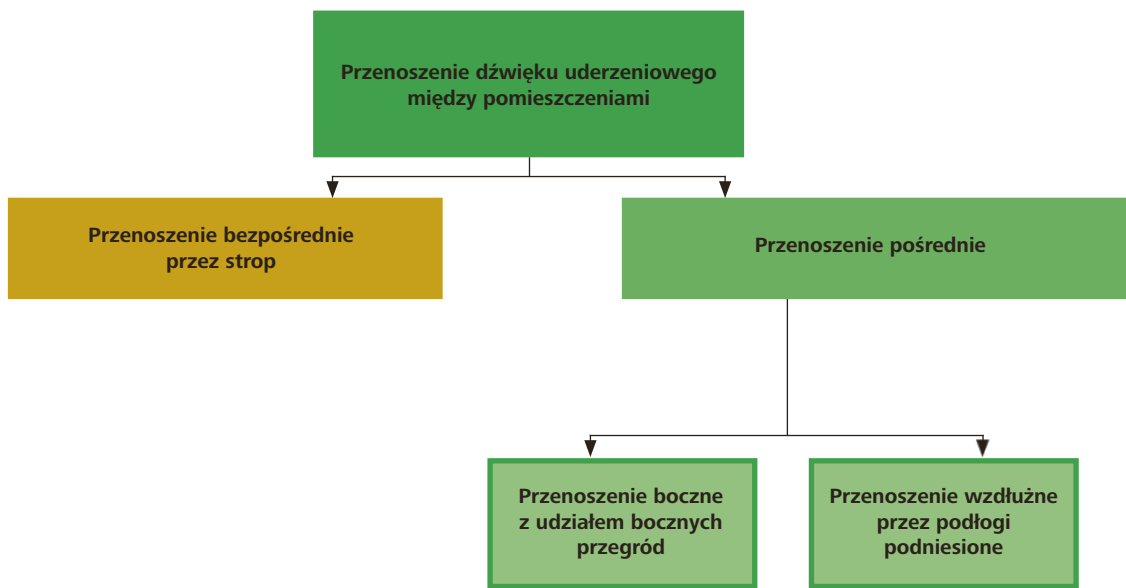
osiągnięta lepszą ochronę przed dźwiękami powietrznymi zapewnia badana przegroda;

- izolacyjność od dźwięków uderzeniowych, wyrażoną w dB, określaną jako wartość poziomu uderzeniowego, jaki występuje w pomieszczeniu pod stropem w trakcie pracy znormalizowanego źródła dźwięków uderzeniowych. Dźwięki uderzeniowe powstają w wyniku bezpośredniego kontaktu z elementami przegrody. Dochodzi wówczas do powstania drgań mechanicznych, które w trakcie przenoszenia zmieniają się w fale akustyczne. Przykładem dźwięków uderzeniowych może być: upuszczenie przedmiotu, chodzenie/bieganie po podłodze, przesuwanie mebli itd. Do oceny izolacyjności przegrody od dźwięków uderzeniowych służy ważony wskaźnik poziomu uderzeniowego znormalizowanego $L_{n,w}$ (laboratorium) lub $L'_{n,w}$ (budynek). Im wartość poziomu uderzeniowego, wywołanego pracą źródła uderzenia, jest mniejsza, tym konstrukcja charakteryzuje się lepszą zdolnością do ograniczania dźwięków uderzeniowych.

Płyty i maty termoizolacyjne z włókien drzewnych, w przeciwieństwie do powszechnie stosowanych płyt z polistyrenu akustycznego, zapewniają jednoczesną ochronę zarówno przed dźwiękami powietrznymi, jak i przed dźwiękami uderzeniowymi, stanowiąc kompleksową ochronę budynku. Dla porównania płyty akustyczne z polistyrenu są w stanie zapewnić ochronę jedynie przed dźwiękami uderzeniowymi.



Rys. 42. Systematyka przenoszenia dźwięku powietrznego między pomieszczeniami.



Rys. 43. Systematyka przenoszenia dźwięku uderzeniowego między pomieszczeniami.

2.7.2. Izolacyjność akustyczna systemowych przegród STEICO

Wymagania odnoszące się do izolacyjności akustycznej nie mają zastosowania do pojedynczych elementów, lecz do całej przegrody budowlanej. Systemowe przegrody STEICO w zależności od przyjętego układu warstwowego oraz zastosowanych materiałów poszyciowo-wykończeniowych umożliwiają uzyskanie konstrukcji o bardzo dobrej izolacyjności akustycznej. Polskie prawo budowlane nie określa wymagań w tym zakresie dla drewnianego budownictwa szkieletowego, w tym wiążących wymagań w zakresie izolacyjności akustycznej dla ścian, stropów czy dachów domów jednorodzinnych. Warto jednak uwzględnić wymagania stawiane przez inwestorów, którzy coraz częściej nie są zadowoleni z charakterystyki akustycznej nabywanych nieruchomości. W świetle braku przepisów

dla budownictwa szkieletowego jako podstawę prawną należy przyjąć wymagania normy PN-B-02151-3:1999.

Podrozdział prezentuje izolacyjność akustyczną wybranych systemowych przegród STEICO: konstrukcje stropów oraz ścian wewnętrznych, czyli najbardziej newralgicznych obszarów w zakresie ochrony akustycznej. Jednocześnie należy wspomnieć, że grupa STEICO prowadzi regularne badania izolacyjności akustycznej dla różnych wariantów konstrukcji budowlanych. Informacje na temat najnowszych badań, jak i o szerszym zakresie pomiarów już przeprowadzonych, można uzyskać, kontaktując się bezpośrednio z producentem.

2.7.2.1. Konstrukcje stropów międzypiętrowych

Czynnikiem mającym decydujący wpływ na izolacyjność akustyczną stropu międzypiętrowego jest przyjęty układ warstwowy podłogi ponad stropem, a także sposób połączenia stropu ze ścianami zewnętrznymi oraz wewnętrznymi.

Płyty STEICO dedykowane do izolacji akustycznej podłóg ponad stropem umożliwiają wykonanie podłogi pływającej lekkiej lub dociążonej. Podłoga pływająca jest powszechnie stosowanym rozwiązaniem w konstrukcjach stropów międzypiętrowych. Podłoga tego typu stanowi samodzielną konstrukcję, gdyż nie jest związana trwale z innymi elementami budynku, jak strop czy ściany na stropie. Konstrukcja podłogi jest izolowana od konstrukcji stropu warstwą poziomej izolacji akustycznej w postaci płyt (STEICO*therm*, STEICO*therm sd*, STEICO*base*, STEICO*isorel*, STEICO*floor*), na których „pływa”. Ponadto konstrukcja podłogi musi zostać oddzielona od ścian po całym obwodzie, do czego służą specjalistyczne taśmy do izolacji obwodowej, najczęściej o grubości 8–12 mm (np. STEICO*soundstrip*).

Z uwagi na przebieg i tempo prac wykonawczych, a także brak dodatkowego zawilgocenia, powszechnie stosowanym rozwiązaniem w budownictwie szkieletowym są konstrukcje lekkich podłóg pływających, zwanych suchym jastrychem. Prawidłowo wykonany suchy jastrych jest w stanie zapewnić izolacyjność akustyczną od dźwięków

uderzeniowych i powietrznych na poziomie spełniającym w zupełności zalecenia dla budynków jednorodzinnych. Jeżeli jednak wymagana jest większa izolacyjność akustyczna, np. z uwagi na charakter użytkowania pomieszczeń, zaleca się dodatkowe dociążenie stropu poprzez zastosowanie konstrukcji ciężkiej podłogi pływającej, zwanej powszechnie mokrym jastrychem. Wykonanie mokrego jastrychu wiąże się z zastosowaniem wylewki betonowej na płycie izolacyjnej zabezpieczonej folią budowlaną. Rozwiązanie tego typu powoduje jednak dostarczenie znacznej ilości wilgoci budowlanej, której obecność w fazie wykańczania budynku nie jest pożądana. Dlatego zaleca się stosowanie w zastępstwie wylewki gotowych ciężkich płyt betonowych czy gipsowo-włóknowych, które dociążają w znacznym stopniu konstrukcję stropu, nie powodując wzrostu poziomu wilgotności w pomieszczeniu. Zalety i wady obu rozwiązań prezentuje tabela 42.

Konstrukcja podłogi pływającej		
		
Lekki jastrych (suchy)	Jastrych dociążony „na sucho”	Mokry jastrych
Zalety	Zalety	Zalety
Bardzo szybki czas montażu	Bardzo szybki czas montażu	Istotna poprawa izolacyjności akustycznej w stosunku do lekkiego jastrychu
Łatwy transport na placu budowy – „lekkie materiały”	Brak mokrych prac – brak dodatkowej wilgoci budowlanej	Wady
Brak mokrych prac – brak dodatkowej wilgoci budowlanej	Brak dodatkowej obróbki, (np. szlifowanie wylewki)	Czas schnięcia wylewki – wydłużenie prac wykonawczych
Brak dodatkowej obróbki (np. szlifowanie wylewki)	Szybkie i łatwe wykonanie kanałów pod systemy ogrzewania podłogowego: w płaszczyźnie płyty izolacyjnej	Zwiększenie poziomu wilgotności w pomieszczeniach
Szybkie i łatwe wykonanie kanałów pod systemy ogrzewania podłogowego: w płaszczyźnie płyty izolacyjnej	Istotna poprawa izolacyjności akustycznej w stosunku do lekkiego jastrychu	Częsta konieczność obróbki w postaci szlifowania
Wady	Wady	
Niedostateczna izolacyjność akustyczna dla budynków o zwiększonych wymaganiach, np. biurowce, szkoły	Utrudniony transport na placu budowy – wysoka masa płyt dociążających	

Tabela 42. Zalety i wady konstrukcji podłóg pływających.

Dobranie prawidłowego układu konstrukcji podłogi pływającej umożliwia osiągnięcie bardzo dobrej ochrony przed dźwiękami uderzeniowymi ΔL_w w zależności od typu obiektu budowlanego. Spełnienie wymagań ochrony przed dźwiękami uderzeniowymi oznacza najczęściej jednoczesne spełnienie wymogów ochrony przed dźwiękami powietrznymi. Właściwości akustyczne samej konstrukcji stropu oraz podłogi leżącej na nim powinny być rozpatrywane/badane w oddzielnym zakresie.

Dodatkowy wpływ na izolacyjność akustyczną stropu mają:

- typ i sposób zamocowania sufitu (rodzaj łączników, profili),
- rozstaw między belkami stropowymi,
- izolacja pustych przestrzeni między belkami (pustki nie trzeba wypełniać całkowicie, wystarczy warstwa mat o grubości 100 mm przylegająca szczelnie do belek stropowych),
- wyeliminowanie mostków akustycznych.

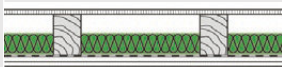
Układ warstwowy jastrychu		Układ warstwowy stropu										
	Strop bez jastrychu	+ 25 mm element podłogowy Fermacell 2 E 22 + 40 mm płyta STEICObase	+ 25 mm element podłogowy Fermacell 2 E 22 + 20 mm płyta STEICOtherm SD na + 60 mm mata wygłuszająca Fermacell	+ 25 mm Fermacell Powerpanel TE + 10 mm płyta STEICOisorel/ + 10 mm płyta STEICOisorel	+ 22 mm suchy jastrych + 30 mm płyta STEICOtherm SD + 60 mm mata wygłuszająca	+ 50 mm wylewka betonowa + 20 mm płyta STEICObase + 20 mm płyta STEICOtherm SD	+ 30 mm wylewka asfaltowa + 30 mm płyta STEICOtherm SD	+ 25 mm element podłogowy Fermacell 2 E 22 + 20 mm płyta STEICObase + 30 mm mata wygłuszająca Fermacell	+ 25 mm element podłogowy Fermacell 2 E 22 + 20 mm płyta STEICObase	+ 2 x 15 mm Wolf Phonestar + 20 mm płyta STEICOtherm SD	+ 50 mm wylewka betonowa + 20 mm płyta STEICOtherm SD	
	Układ warstwowy stropu	Płyta OSB Belki (min. 60 x 220 mm) z matami STEICOflex Łaty drewniane (48x24 mm) Płyta g-k lub Fermacell	22 mm 220 mm 100 mm 24 mm 12,5 mm	$L_{n,w} \leq 78$ dB $R_w \geq 42$ dB	$L_{n,w} \leq 68$ dB $R_w \geq 53$ dB	$L_{n,w} \leq 62$ dB $R_w \geq 60$ dB	$L_{n,w} \leq 70$ dB $R_w \geq 46$ dB	$L_{n,w} \leq 55$ dB $R_w \geq 61$ dB	$L_{n,w} \leq 64$ dB $R_w \geq 57$ dB		$L_{n,w} \leq 64$ dB	$L_{n,w} \leq 65$ dB $R_w \geq 56$ dB
		Płyta OSB Belki (min. 60 x 220 mm) z matami STEICOflex Profil akustyczny Płyta g-k lub Fermacell	22 mm 220 mm 100 mm 27 mm 12,5 mm	$L_{n,w} \leq 62$ dB $R_w \geq 55$ dB	$L_{n,w} \leq 39$ dB $R_w \geq 78$ dB	$L_{n,w} \leq 43$ dB $R_w \geq 60$ dB	$L_{n,w} \leq 45$ dB $R_w \geq 67$ dB		$L_{n,w} \leq 60$ dB $R_w \geq 64$ dB			$L_{n,w} \leq 54$ dB $R_w \geq 63$ dB
		Płyta OSB Belki (min. 60 x 220 mm) z matami STEICOflex Profil akustyczny Fermacell Firepanel A1	22 mm 220 mm 100 mm 30 mm 2 x 12,5 mm	$L_{n,w} \leq 60$ dB $R_w \geq 61$ dB						$L_{n,w} \leq 39$ dB $R_w \geq 64$ dB	$L_{n,w} \leq 47$ dB $R_w \geq 64$ dB	

Tabela 43. Izolacyjność akustyczna konstrukcji stropowych na bazie belek z drewna litego oraz jastrychu z wykorzystaniem rozwiązań STEICO.

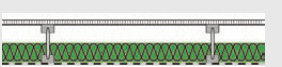
Układ warstwowy jastrychu		Układ warstwowy stropu											
	Strop bez jastrychu	+ 20 mm płyta STEICOtherm SD + 25 mm element podłogowy Fermacell 2 E 22	+ 20 mm płyta STEICOtherm SD + 18 mm płyta OSB/3 Egger	+ 20 mm płyta STEICOtherm SD + 2 x 15 mm Wolf Phonestar	+ 20 mm płyta STEICOtherm SD + 50 mm wylewka betonowa	+ 20 mm płyta STEICOtherm SD + 20 mm płyta STEICObase + 25 mm element podłogowy Fermacell 2 E 22	+ 20 mm płyta STEICOtherm SD + 20 mm płyta STEICObase + 50 mm wylewka betonowa	+ 30 mm mata wygłuszająca Fermacell + 20 mm płyta STEICOtherm SD + 18 mm płyta OSB/3 Egger	+ 30 mm mata wygłuszająca Fermacell + 20 mm płyta STEICOtherm SD + 50 mm wylewka betonowa	+ 30 mm mata wygłuszająca Fermacell + 20 mm płyta STEICOtherm SD + 25 mm element podłogowy Fermacell 2 E 22	+ 30 mm mata wygłuszająca Fermacell + 20 mm płyta STEICObase + 25 mm element podłogowy Fermacell 2 E 22	+ 20 mm płyta STEICObase + 25 mm element podłogowy Fermacell 2 E 22	
	Układ warstwowy stropu	Płyta OSB SJ 60x220, e = 600 mm z matami STEICOflex Łaty drewniane (30 x 50 mm) Płyta g-k	22 mm 220 mm 100 mm 30 mm 12,5 mm	$L_{n,w} \leq 78$ dB $R_w \geq 41$ dB	$L_{n,w} \leq 68$ dB $R_w \geq 51$ dB	$L_{n,w} \leq 72$ dB $R_w \geq 45$ dB	$L_{n,w} \leq 64$ dB $R_w \geq 53$ dB	$L_{n,w} \leq 65$ dB $R_w \geq 56$ dB	$L_{n,w} \leq 66$ dB $R_w \geq 51$ dB	$L_{n,w} \leq 64$ dB $R_w \geq 57$ dB			
		Płyta OSB SJ 60x220, e = 600 mm z matami STEICOflex Profil akustyczny Płyta g-k	22 mm 220 mm 100 mm 30 mm 15 mm	$L_{n,w} \leq 65$ dB $R_w \geq 53$ dB	$L_{n,w} \leq 51$ dB $R_w \geq 62$ dB	$L_{n,w} \leq 57$ dB $R_w \geq 60$ dB	$L_{n,w} \leq 47$ dB $R_w \geq 62$ dB	$L_{n,w} \leq 54$ dB $R_w \geq 63$ dB		$L_{n,w} \leq 45$ dB $R_w \geq 63$ dB	$L_{n,w} \leq 45$ dB $R_w \geq 64$ dB	$L_{n,w} \leq 43$ dB $R_w \geq 63$ dB	
		Płyta OSB SJ 60x220, e = 600 mm z matami STEICOflex Profil akustyczny Fermacell Firepanel A1	22 mm 220 mm 100 mm 30 mm 2 x 12,5 mm	$L_{n,w} \leq 60$ dB $R_w \geq 57$ dB								$L_{n,w} \leq 39$ dB $R_w \geq 64$ dB	$L_{n,w} \leq 47$ dB $R_w \geq 64$ dB

Tabela 44. Izolacyjność akustyczna konstrukcji stropowych na bazie belek dwuteowych STEICOjoist oraz jastrychu z wykorzystaniem rozwiązań STEICO.

Zalecenia dodatkowe:

- minimalna średnica przyjętego punktu obciążenia wynosi 50 mm,
- minimalny rozstaw między punktami obciążenia wynosi 500 mm,
- minimalna odległość punktu obciążenia od naroży wewnętrznych wynosi 250 mm (lub zwiększenie powierzchni obciążenia na 1200×1200 mm).

2.7.2.2. Konstrukcje ścian wewnętrznych

Izolacyjność akustyczna właściwa ścian wewnętrznych jest uzależniona od następujących czynników:

- rodzaju zastosowanych elementów konstrukcyjnych (np. drewno/stal),
- odległości między elementami konstrukcyjnymi,
- odległości między płytami poszyciowymi,
- wykonania ściany z profili ciągłych lub przzerwanych (rozdzielonych),
- rodzaju i grubości termoizolacji wewnętrznych pustych komór ściany,
- rodzaju zastosowanych płyt poszyciowych,
- ilości oraz grubości płyt poszyciowych.

Wpływ na właściwości akustyczne ściany może mieć również montaż instalacji technicznych. Dlatego położenie i rodzaj instalacji technicznych wraz z uwarunkowaniami montażowymi muszą być uwzględnione już podczas fazy projektowej, np. puszki elektryczne zainstalowane naprzeciwko siebie mogą mieć negatywny wpływ na parametry

akustyczne ściany.

Puste przestrzenie w ścianie wewnętrznej zaleca się wypełnić do poziomu maksymalnie 80% głębokości. Wypełnienie komory w takim stopniu jest wystarczające dzięki wysokiej gęstości objętościowej mat izolacyjnych STEICOflex. Maty należy instalować w sposób ciągły, na styk – najlepiej w dwóch warstwach – w celu zminimalizowania mostków akustycznych na połączeniach. Przy niepełnym wypełnieniu przestrzeni we wnętrzu ściany maty izolacyjne nie opierają się bezpośrednio na płytach poszycia ściany. Jest to istotne, gdyż w przypadku wysokiego poziomu wilgotności w pomieszczeniu wytrzymałość płyt poszycia na ugięcie może ulec redukcji. Maty nieprzylegające do powierzchni płyt poszyciowych nie powodują w związku z tym powstawania odkształceń poszycia.

Przekrój ściany	Układ warstwowy		R_w (C; C_{tr})
	Płyta gipsowo-kartonowa Konstrukcja z drewna litego lub STEICO LVL Mata izolacyjna STEICO flex Płyta gipsowo-kartonowa	12,5 mm 60 mm 40 mm 12,5 mm	38 dB (-3; -8)
	Płyta gipsowo-włóknowa Konstrukcja z drewna litego lub STEICO LVL Mata izolacyjna STEICO flex Płyta gipsowo-włóknowa	12,5 mm 60 mm 40 mm 12,5 mm	42 dB (-1; -5)
	Płyta gipsowo-kartonowa Konstrukcja z drewna litego lub STEICO LVL Mata izolacyjna STEICO flex Płyta gipsowo-kartonowa	12,5 mm 140 mm 120 mm 12,5 mm	41 dB (-2; -7)
	Płyta gipsowo-włóknowa Konstrukcja z drewna litego lub STEICO LVL Mata izolacyjna STEICO flex Płyta gipsowo-włóknowa	12,5 mm 140 mm 120 mm 12,5 mm	44 dB (-2; -4)
	Płyta gipsowo-kartonowa Konstrukcja z drewna litego lub STEICO LVL Mata izolacyjna STEICO flex Płyta gipsowo-kartonowa	2 x 12,5 mm 60 mm 40 mm 2 x 12,5 mm	43 dB (-1; -5)
	Płyta gipsowo-włóknowa Konstrukcja z drewna litego lub STEICO LVL Mata izolacyjna STEICO flex Płyta gipsowo-włóknowa	12,5 + 10 mm 60 mm 40 mm 12,5 + 10 mm	47 dB (-2; -5)
	Płyta gipsowo-włóknowa Płyta drewnopochodna Konstrukcja z drewna litego lub STEICO LVL Mata izolacyjna STEICO flex Płyta drewnopochodna Płyta gipsowo-włóknowa	10 mm 15 mm 140 mm 120 mm 15 mm 10 mm	47 dB (-2; -6)
	Płyta gipsowo-włóknowa Płyta drewnopochodna Konstrukcja z drewna litego lub STEICO LVL Mata izolacyjna STEICO flex Płyta drewnopochodna Płyta gipsowo-włóknowa	9,5 mm 15 mm 140 mm 120 mm 15 mm 9,5 mm	47 dB (-2; -8)
	Płyta gipsowo-kartonowa Płyta drewnopochodna Konstrukcja z drewna litego lub STEICO LVL Mata izolacyjna STEICO flex Płyta drewnopochodna Płyta gipsowo-kartonowa	12,5 mm 13 mm 2 x 60 mm 140 mm 13 mm 12,5 mm	54 dB (-2; -5)
	Płyta gipsowo-włóknowa Konstrukcja z drewna litego lub STEICO LVL Mata izolacyjna STEICO flex Płyta gipsowo-włóknowa	12,5 + 10 mm 2 x 60 mm 140 mm 12,5 + 10 mm	54 dB (-2; -5)
	Płyta gipsowo-włóknowa Konstrukcja z drewna litego lub STEICO LVL Mata izolacyjna STEICO flex Płyta gipsowo-włóknowa	12,5 + 10 mm 2 x 60 mm* 140 mm 12,5 + 10 mm	66 dB (-3; -7)

Tabela 45. Izolacyjność od dźwięków powietrznych dla wybranych wariantów konstrukcji ścian wewnętrznych, wg niemieckiej normy DIN 4109-33:2016-07 Tabela 3.

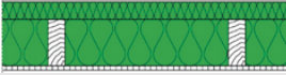




Uwagi:

– gęstość płyty drewnopochodnej powinna wynosić min. 600 kg/m³

* podwalina i oczep oddzielone

2.7.2.3. Konstrukcje ścian zewnętrznych

W tabeli 46 przedstawiono izolacyjność od dźwięków powietrznych R_w dla wybranych układów szkieletowych ścian zewnętrznych. Wskazane wartości R_w [dB] odnoszą się do obliczeń zgodnie z niemiecką normą DIN 4109-33.

Przekrój ściany	Układ warstwowy	R_w (C; C _{tr})
	System tynkarski STEICOprotect / STEICOprotect dry Słupki z drewna litego ze STEICOflex / zell / floc Płyta drewnopochodna (np. OSB)	6 mm 60 mm 160 mm 15 mm 46 dB* (-1; -6)
	System tynkarski STEICOprotect / STEICOprotect dry Słupki z drewna litego ze STEICOflex / STEICOzell / STEICOfloc Płyta drewnopochodna (np. OSB) Płyta gipsowo-włóknowa	6 mm 60 mm 160 mm 15 mm 12,5 mm 50 dB* (-1; -5)
	System tynkarski STEICOprotect / STEICOprotect dry STEICOWall ze STEICOflex / STEICOzell / STEICOfloc Płyta drewnopochodna (np. OSB) Ścianka instalacyjna ze STEICOflex Płyta gipsowo-kartonowa	6 mm 60 mm 200 mm 15 mm 60 mm 12,5 mm 48 dB** (-6; -13)
	System tynkarski STEICOprotect / STEICOprotect dry STEICOWall ze STEICOflex / STEICOzell / STEICOfloc Płyta drewnopochodna (np. OSB) Stelaż ze STEICOflex Płyta gipsowo-kartonowa	6 mm 40 mm 240 mm 15 mm 20 mm 12,5 mm 50 dB*** (-6; -13)
	System tynkarski STEICOprotect / STEICOprotect dry STEICOWall ze STEICOflex / STEICOzell / STEICOfloc Płyta drewnopochodna (np. OSB) Płyta gipsowo-kartonowa	6 mm 40 mm 240 mm 15 mm 9,5 mm 46 dB*** (-4; -12)

* wg niemieckiej normy DIN 4109-33, Tabela 6

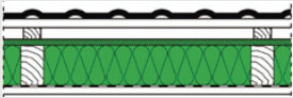
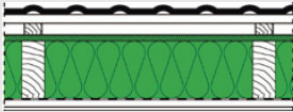
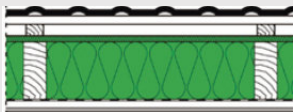
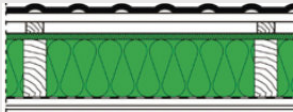
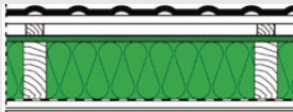
** wg niemieckiej normy DIN 4109-33, Tabela 7

***wg raportu z badań nr 12-003474-PR01

Tabela 46. Izolacyjność od dźwięków powietrznych dla wybranych wariantów konstrukcji ścian zewnętrznych.

2.7.2.4. Konstrukcje dachów

W tabeli 47 przedstawiono izolacyjność od dźwięków powietrznych R_w dla wybranych konstrukcji dachowych. Wskazane wartości R_w [dB] odnoszą się do obliczeń zgodnie z niemiecką normą DIN 4109-33 oraz do raportów z badań zleconych przez firmę STEICO.

Przekrój dachu	Układ warstwowy		R_w
	Dachówka ceramiczna Łaty, kontrłaty STEICO <i>universal</i> Krokwie z drewna litego ze STEICO <i>flex</i> lub STEICO <i>zell</i> Membrana paroizolacyjna Łaty Płyta gipsowo-kartonowa	22 mm 120-180 mm 12,5 mm	50 dB*
	Dachówka ceramiczna Łaty, kontrłaty STEICO <i>universal</i> Krokwie z drewna litego ze STEICO <i>flex</i> lub STEICO <i>zell</i> Membrana paroizolacyjna Łaty Płyta gipsowo-kartonowa	22 mm ≥ 180 mm 12,5 mm	52 dB*
	Dachówka ceramiczna Łaty, kontrłaty STEICO <i>universal</i> Krokwie z drewna litego ze STEICO <i>flex</i> lub STEICO <i>zell</i> Membrana paroizolacyjna Łaty Płyta gipsowo-włóknowa	22 mm ≥ 200 mm 3*10 mm	59 dB*
	Dachówka cementowa Łaty, kontrłaty STEICO <i>universal</i> Krokwie z drewna litego ze STEICO <i>flex</i> lub STEICO <i>zell</i> Membrana paroizolacyjna Łaty Płyta gipsowo-włóknowa	22 mm ≥ 200 mm 24 mm 10 mm	51 dB*
	Dachówka ceramiczna Łaty, kontrłaty STEICO <i>universal</i> Krokwie z drewna litego ze STEICO <i>flex</i> lub STEICO <i>zell</i> Membrana paroizolacyjna Łaty Płyta gipsowo-włóknowa	22 mm ≥ 200 mm 2*10 mm	57 dB**

* wg niemieckiej normy DIN 4109-33 Tabela 12

** wg raportu z badań Nr. 0037.05-P 145/04 ita, Wiesbaden

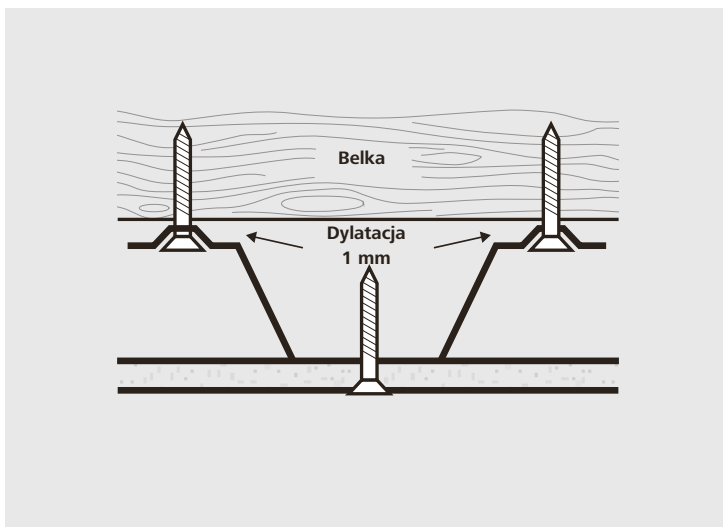
Tabela 47. Izolacyjność od dźwięków powietrznych dla wybranych wariantów konstrukcji dachów.

2.7.3. Dodatkowe środki poprawiające izolacyjność akustyczną

Dalsze polepszenie izolacyjności akustycznej konstrukcji drewnianych może zostać osiągnięte poprzez wdrożenie do projektu następujących środków:

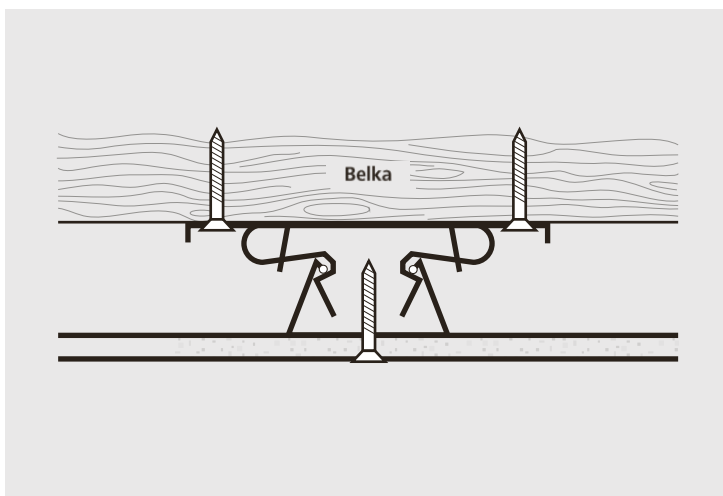
- płyty stosowane na zewnętrzne oraz wewnętrzne poszycie przegród powinny posiadać możliwie dużą masę powierzchniową i małą sztywność;
- obłożenie stropu od spodu podwójną płytą wykoń-

czeniuową na łątach (gips-karton, gips-włókno) poprawia izolacyjność akustyczną o około 3 dB; jeżeli płyty zostaną przymocowane poprzez sprężysty profil akustyczny (z zachowaniem prawidłowej dylatacji), poprawa izolacyjności może osiągnąć nawet 6 dB;



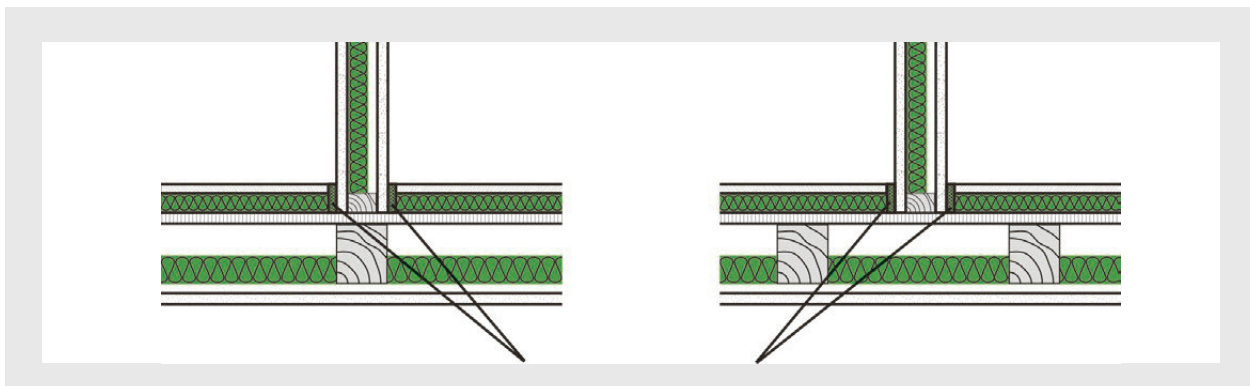
Rys. 44. Prawidłowe mocowanie płyty wykończeniowej poprzez profil akustyczny (z zachowaniem dylatacji 1 mm).

Istotny wpływ na izolacyjność akustyczną ma sposób zamocowania elastycznego profilu akustycznego. Profil należy zamocować z zachowaniem minimalnej dylatacji powietrza (wystarczy 1 mm). Błędne mocowanie profilu wyklucza osiągnięcie planowanej izolacyjności akustycznej. Na rynku dostępne są profile wykluczające możliwość popełnienia takiego błędu montażowego, np. TPS Clip-Profil marki Protektor.

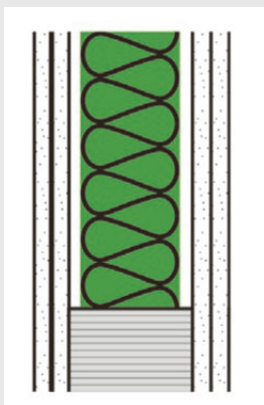


Rys. 45. TPS Clip-Profil marki Protektor – profil wykluczający możliwość popełnienia błędu montażowego.

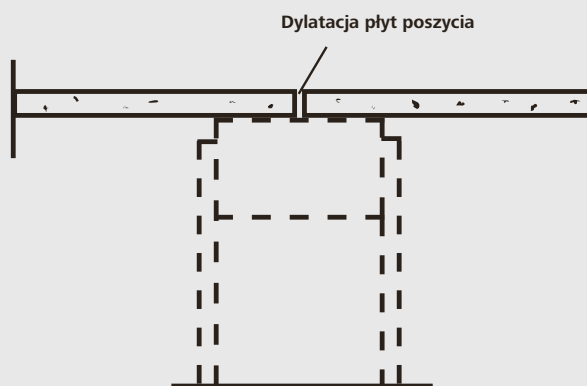
- ciągłość podłogi pływającej powinna zostać przerwana poprzez ścianę działową, tzn. ściany działowe należy mocować do konstrukcji stropu, a nie do płaszczyzny podłogi pływającej;



Rys. 46. Ścianka działowa osadzona bezpośrednio na płycie konstrukcyjnej stropu. Między płytami poszyciowymi ścianki działowej a warstwą podłogi pływającej należy zastosować izolację obwodową, np. w postaci pasków STEICOsoundstrip. $R_{L,W,R} = 65 \text{ dB}$.



Rys. 47. Obłożenie ściany podwójną płytą wykończeniową poprawia izolacyjność akustyczną o około 4 dB.

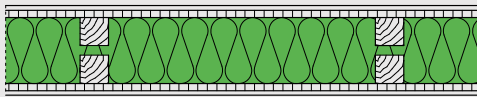


Rys. 48. Oddzielenie płyt poszycia na słupku poprzez zastosowanie szczeliny dylatacyjnej poprawia izolacyjność akustyczną o około 4 dB.

- rozstaw między elementami nośnymi: jeżeli za punkt wyjścia przyjmie się rozstaw osiowy 625 mm, można stwierdzić, iż przy zawężeniu tego rozstawu dochodzi do ogólnego pogorszenia izolacyjności od dźwięków powietrznych R_w (w środkowym i wyższym zakresie częstotliwości). W przypadku zwiększenia osiowego rozstawu np. do 835 mm obserwowane jest polepszenie wartości R_w . Grubość zastosowanych słupków ściennych nie wpływa tutaj znacząco na zmianę izolacyjności akustycznej;
- znaczący wpływ na poprawę izolacyjności akustycznej R_w ścian wewnętrznych ma oddzielenie połączenia warstw poszycia. Oddzielenie od siebie

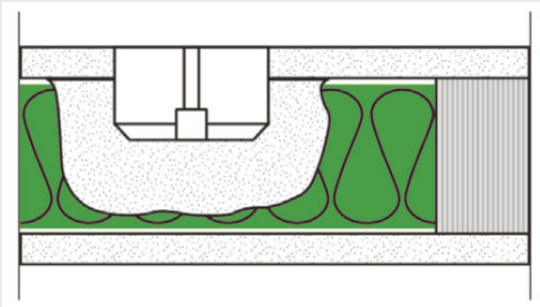
warstw poszycia może zostać osiągnięte poprzez zastosowanie podwójnych słupków ułożonych względem siebie np. na tzw. mijankę. W rezultacie dźwięk z poszycia ściany nie jest przenoszony bezpośrednio przez konstrukcję;

- puszki pod instalacje elektryczne należy osadzać w warstwie zaprawy gipsowej. Zagęszczona zaprawa uszczelnia puszkę, redukując dalsze przenikanie przez nią dźwięków.



Rys. 49. Oddzielenie od siebie płyt poszycia ściany wewnętrznej poprzez zastosowanie podwójnych słupków ściennych z dylatacją.

Zastosowanie powyższych wskazówek będzie efektywne jedynie wówczas, jeśli wyeliminowane zostaną wszystkie wady montażowe, wady połączeń czy nieszczelności – określane ogólnie jako mostki akustyczne. Mostki akustyczne prowadzą do niekontrolowanej transmisji dźwięków, pogarszając ogólny poziom izolacyjności akustycznej budynku.



Rys. 50. Osadzenie puszki instalacyjnej w warstwie zaprawy gipsowej.

2.8. Konstrukcje drewniane z elementów nośnych STEICO

Polska, zabiegając o możliwość przystąpienia do Unii Europejskiej, zobowiązała się do wprowadzenia wspólnych, ujednoliconych dokumentów/norm, nazywanych powszechnie Eurokodami, dotyczących projektowania konstrukcji budowlanych. Normy te zostały opracowane w postaci 10 odrębnych pakietów składających się dodatkowo z kilku do kilkunastu części, uzupełnionych ponadto o załączniki krajowe.

Program 10 Eurokodów przedstawia się następująco:

- EN 1990 Podstawy projektowania konstrukcji – Eurokod 0
- EN 1991 Oddziaływania na konstrukcje – Eurokod 1
- EN 1992 Projektowanie konstrukcji z betonu – Eurokod 2
- EN 1993 Projektowanie konstrukcji stalowych – Eurokod 3
- EN 1994 Projektowanie konstrukcji zespolonych – Eurokod 4
- EN 1995 Projektowanie konstrukcji drewnianych – Eurokod 5
- EN 1996 Projektowanie konstrukcji murowych – Eurokod 6
- EN 1997 Projektowanie geotechniczne – Eurokod 7
- EN 1998 Projektowanie sejsmiczne – Eurokod 8
- EN 1999 Projektowanie konstrukcji aluminiowych – Eurokod 9

Podstawę projektowania konstrukcji drewnianych stanowi Eurokod 5 (norma PN-EN 1995-1-1 Projektowanie konstrukcji drewnianych – Część 1-1: Postanowienia ogólne – Reguły ogólne i reguły dotyczące budynków). Dodatkowo w normie PN-EN 1995-1-1 przywołano inne normy odnoszące się do podstawowych zasad projektowania konstrukcji, takie jak PN-EN 1990 Podstawy projektowania konstrukcji, PN-EN 1991 Oddziaływania na konstrukcje, PN-EN 14592 Konstrukcje drewniane – Łączniki trzpieniowe – Wymagania czy PN-EN 14080 Konstrukcje drewniane – Drewno klejone warstwowo i drewno lite klejone warstwowo – Wymagania.

Nie bez znaczenia są inne dodatkowe przepisy i rozporządzenia, które uzupełniają treści dotyczące zasad projektowania, takie jak Prawo budowlane oraz Warunki techniczne, którym powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, zawierające m.in. przepisy ochrony przeciwpożarowej. Przykładowo zgodnie z przepisami przeciwpożarowymi możliwe jest wykonanie schodów drewnianych w budynkach mieszkalnych do dwóch kondygnacji.

Dzięki powstaniu nowych, bardzo wytrzymałych materiałów drewnopochodnych, takich jak kompozyt LVL, oraz opracowywaniu nowych technologii prefabrykacji możliwa jest realizacja drewnianych konstrukcji wielokondy-

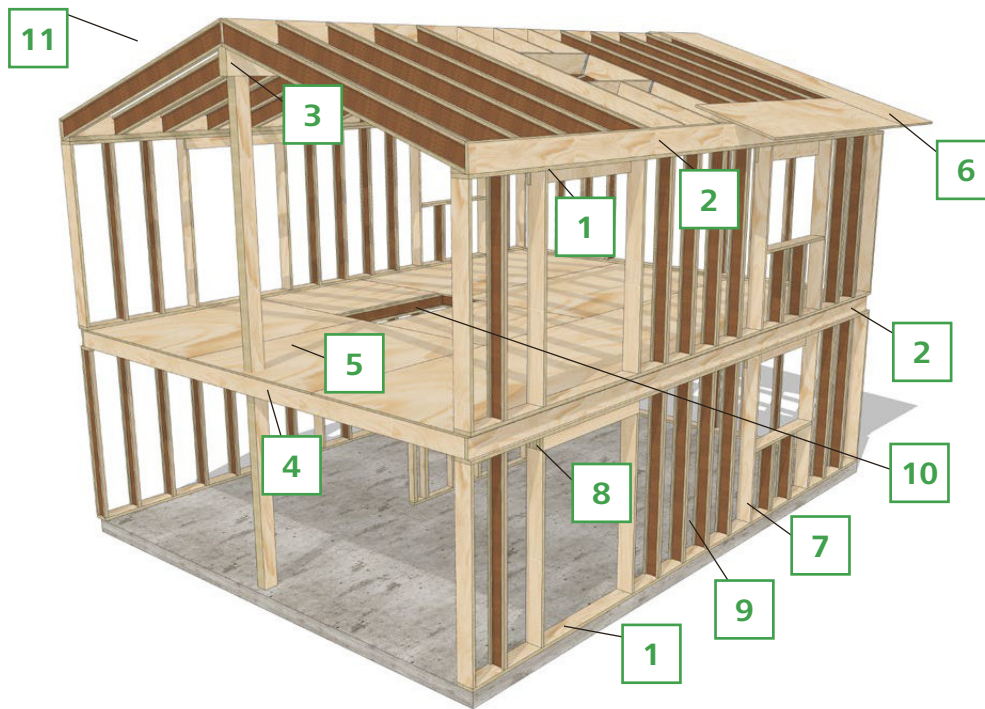
gnacyjnych. Rozwój w dziedzinie budownictwa wielokondygnacyjnego na świecie przebiega bardzo szybko. Aktualne wyniki prac badawczych dowodzą, że możliwe jest wznoszenie nawet 30-piętrowych budynków z drewna. W Polsce wysokość budynków wykonanych z tego budulca ograniczona jest względami wymagań zawartych głównie w przepisach przeciwpożarowych odnoszących się do zapewnienia bezpiecznej ewakuacji ludzi. Według tych przepisów dopuszcza się maksymalną liczbę trzech nadziemnych kondygnacji, które mogą być wykonane z drewna.

Zgodnie z przepisami prawnymi projekt konstrukcyjny musi zostać opracowany przez uprawnionego projektanta. Grupa STEICO oferuje silne wsparcie w procesie przygotowania takich projektów w formie profesjonalnego doradztwa, specjalistycznych szkoleń teoretycznych i praktycznych dla projektantów, bezpłatnego programu obliczeniowego STEICO-*XPRESS* dla belek dwuteowych i elementów LVL czy licznych detali konstrukcyjnych.

2.8.1. System konstrukcyjny STEICO

System konstrukcyjny STEICO stanowi innowacyjne połączenie dwóch ergonomicznych materiałów drewnopochodnych: belek dwuteowych oraz forniru klejonego warstwowo LVL. Belki dwuteowe STEICO*wall*//STEICO*joist* są wykorzystywane z założenia jako słupki ścienne, belki stropowe oraz krokwie. Z kolei elementy STEICO *LVL R*/

STEICO *LVL X*//STEICO *GLVL* są wykorzystywane jako uzupełnienie systemu belek dwuteowych w formie podwalin, oczepów, nadproży, słupków wzmacniających, belek czołowych, podciągów, murłat, płatwi, kleszczy, jętek, kalenic itd.



1. STEICO *LVL R/X* jako podwalina i oczep
2. STEICO *LVL X* jako belka czołowa stropu
3. STEICO *LVL R* jako kalenica/płatew
4. STEICO *LVL R* jako belki stropowe
5. STEICO *LVL X* jako płyta poszyciowa stropu
6. STEICO *LVL X* jako deska szczytowa

7. STEICO *LVL R* jako słupki wzmacniające
8. STEICO *LVL R* jako nadproże
9. STEICO*wall* jako słupek ścienny
10. STEICO*joist* jako belka stropowa
11. STEICO*joist* jako krokiew

Rys. 51. Zastosowanie elementów nośnych STEICO w budownictwie.

Do obliczeń statycznych należy wykorzystywać wartości obliczeniowe dla belek dwuteowych i kompozytu LVL udostępnione przez producenta – firmę STEICO – np. w formie ogólnodostępnej Europejskiej Oceny Technicznej dla belek dwuteowych (ETA), deklaracji właściwości użytkowych czy katalogów konstrukcyjnych. Europejska Ocena Techniczna dla belek STEICOWall/STEICOjoist zawiera bazowe informacje niezbędne w procesie projektowania konstrukcji drewnianych w oparciu o belki dwuteowe:

- zakres zastosowania,
- klasyfikacja ogniowa,
- dostępne przekroje,
- tolerancje rozmiarowe,
- charakterystyczne wartości momentu zginającego,
- charakterystyczna siła ścinająca,
- długości podparcia,
- wytrzymałość na zginanie,
- średni moduł sprężystości poprzecznej G ,
- wartość k_{mod} ,
- wartość k_{def} ,
- wytrzymałość na obciążenie osiowe,
- właściwości higrotermiczne,
- zalecenia projektowe dotyczące otworów wycinanych w środku,
- zalecenia projektowe dotyczące wcięć w pasach z kompozytu LVL.

2.8.1.1. Belki dwuteowe

Belki dwuteowe STEICO występują w dwóch typach:

- belki STEICOWall – element konstrukcyjny przeznaczony do przenoszenia obciążeń pionowych. Belki STEICOWall posiadają środnik z płyty pilśniowej twardej o grubości 6 lub 8 mm oraz pasy wykonane z kompozytu **LVL R** o klasie 1.6E. W konstrukcjach szkieletowych belki tego typu mogą być stosowane jedynie jako słupki ścienne

w przegrodach ścian zewnętrznych i wewnętrznych;

- belki STEICOjoist – element konstrukcyjny przeznaczony do przenoszenia obciążeń pionowych i prostopadłych. Belki STEICOjoist posiadają środnik z płyty pilśniowej twardej o grubości 8 mm oraz pasy wykonane z kompozytu **LVL R** o klasie 2.0E. W konstrukcjach szkieletowych belki tego typu mogą być stosowane jako słupki ścienne, belki stropowe oraz krokwie.



Belka STEICOWall.



Belki STEICOjoist.

Podczas obliczeń statycznych należy korzystać z wartości charakterystycznych wymienionych w tabelach 48–55. Wybrane wartości zostały zaczerpnięte z Europejskiej Oceny Technicznej ETA-06/0238 i dotyczą belek dwuteowych STEICOjoist oraz STEICOWall z pasami wykonanymi z forniru klejonego warstwowo:

Typ	Szerokość pasa	Wysokość belki	Charakterystyczny moment zginający ^{a) b) c)}	Wytrzymałość charakterystyczna na ścinanie ^{a)}	Sztywność zginania	Sztywność ścinania
	Szer. [mm]	Wys. [mm]	M_k [kNm]	V_k [kN]	EI_{mean} [kNm ²]	GA_{mean} [MN]
SW 45	45	160	3,37	8,50	148	1,41
	45	200	4,46	10,40	260	1,92
	45	240	5,58	12,21	406	2,42
	45	300	7,32	14,03	691	3,18
	45	350	8,81	12,35	992	3,81
	45	360	9,12	11,99	1059	3,93
	45	400	10,13	10,74	1351	4,44
SW 60	60	160	4,49	8,99	196	1,41
	60	200	5,92	10,97	345	1,92
	60	240	7,39	12,85	538	2,42
	60	250	7,77	13,31	593	2,55
	60	280	8,90	14,47	776	2,92
	60	300	9,66	14,76	912	3,18
	60	360	11,99	12,70	1392	3,93
	60	400	13,48	11,38	1772	4,44
SW 90	90	240	11,01	13,84	801	2,42
	90	300	14,34	15,84	1354	3,18
	90	360	17,72	13,78	2058	3,93
	90	400	20,01	12,35	2614	4,44

Tabela 48. Wartości charakterystyczne belek dwuteowych STEICOWall z pasami z forniru klejonego warstwowo oraz z środnikiem z twardej płyty pilśniowej.

Typ	Szerokość pasa	Wysokość belki	Charakterystyczny moment zginający ^{a) b) c)}	Wytrzymałość charakterystyczna na ścinanie ^{a)}	Sztywność zginania	Sztywność ścinania
	Szer. [mm]	Wys. [mm]	M_k [kNm]	V_k [kN]	EI_{mean} [kNm ²]	GA_{mean} [MN]
SJ 45	45	200	7,81	13,00	343	2,55
	45	220	8,79	14,14	433	2,89
	45	240	9,78	15,26	536	3,23
	45	300	12,82	17,60	912	4,23
	45	360	15,96	18,60	1397	5,24
	45	400	17,75	19,20	1783	5,91
SJ 60	60	200	10,36	13,71	455	2,55
	60	220	11,65	14,90	575	2,89
	60	240	12,94	16,07	709	3,23
	60	280	15,58	18,09	1023	3,90
	60	300	16,91	18,46	1203	4,23
	60	360	20,98	19,44	1836	5,24
	60	400	23,61	20,01	2337	5,91
	60	450	26,48	20,67	3056	6,75
	60	500	29,34	20,16	3880	7,59
SJ 90	90	200	15,47	14,81	679	2,55
	90	220	17,37	16,08	857	2,89
	90	240	19,28	17,31	1056	3,23
	90	280	23,14	19,44	1520	3,90
	90	300	25,09	19,81	1785	4,23
	90	360	31,02	20,78	2714	5,24
	90	400	35,04	21,35	3447	5,91
	90	450	39,73	21,98	4493	6,75
	90	500	44,13	21,87	5687	7,59

Tabela 49. Wartości charakterystyczne belek dwuteowych STEICOjoist z pasami z forniru klejonego warstwowo oraz z środnikiem z twardej płyty pilśniowej

Typ	Szerokość pasa	Wysokość belki	Podpora skrajna [kN]				Podpora pośrednia [kN]			
	Szer. [mm]	Wys. [mm]	Długość podpory				Długość podpory			
			45 mm		89 mm		75 mm		89 mm	
			Wzmocnienie środnika		Wzmocnienie środnika		Wzmocnienie środnika		Wzmocnienie środnika	
Nie	Tak	Nie	Tak	Nie	Tak	Nie	Tak			
SJ 45	45	200	9,1	16,6	11,3	18,5	17,9	21,9	21,2	25,8
	45	220	9,1	16,9	11,3	18,8	17,9	21,2	21,2	26,1
	45	240	9,1	17,2	11,3	19,1	17,9	22,5	21,2	26,4
	45	300	9,1	18,1	11,3	20,0	17,9	23,4	21,2	27,3
	45	360	9,1	19,0	11,3	20,9	17,9	24,3	21,2	28,2
	45	400	9,1	19,6	11,3	21,5	17,9	24,9	21,2	28,8
SJ 60	60	200	12,2	17,7	14,3	18,2	22,5	31,6	25,3	35,1
	60	220	12,2	18,0	14,3	18,5	22,5	31,9	25,3	35,4
	60	240	12,2	18,3	14,3	18,8	22,5	32,2	25,3	35,7
	60	280	12,2	18,9	14,3	19,4	22,5	32,8	25,3	36,3
	60	300	12,2	19,2	14,3	19,7	22,5	33,1	25,3	36,6
	60	360	12,2	20,1	14,3	20,6	22,5	34,0	25,3	37,5
	60	400	12,2	20,7	14,3	21,2	22,5	34,6	25,3	38,1
	60	450	10,9	21,4	13,0	21,9	21,3	35,3	24,0	38,8
	60	500	9,7	22,2	11,8	22,7	20,0	36,1	22,8	39,6
SJ 90	90	200	15,6	24,1	16,5	24,0	27,1	38,8	31,3	43,1
	90	220	15,6	24,4	16,5	24,3	27,1	39,1	31,3	43,4
	90	240	15,6	24,7	16,5	24,6	27,1	39,4	31,3	43,7
	90	280	15,6	25,3	16,5	25,2	27,1	40,0	31,3	44,3
	90	300	15,6	25,6	16,5	25,5	27,1	40,3	31,3	44,6
	90	360	15,6	26,5	16,5	26,4	27,1	41,2	31,3	45,5
	90	400	15,6	27,1	16,5	27,0	27,1	41,8	31,3	46,1
	90	450	14,4	27,9	15,3	27,7	25,8	42,6	30,1	46,8
	90	500	13,1	28,6	14,0	28,5	24,6	43,3	28,8	47,6

Tabela 50. Wartości charakterystyczne sił na podporach [kN] dla belek dwuteowych STEICOjoist z pasami z forniru klejonego warstwowo oraz z środnikiem z twardej płyty pilśniowej.

a) wartość obliczeniową stanu granicznego nośności uzyskuje się w następujący sposób: $X_d = X_k \cdot K_{mod} / \gamma_m$ przy czym $X_k \approx$ wartość z tabeli; $K_{mod} \approx$ współczynnik modyfikujący; $\gamma_m \approx$ częściowy współczynnik bezpieczeństwa = 1,3.

b) wartości umieszczone w tabeli dotyczą przypadku, gdy ściskany pas jest usztywniony w odległości wynoszącej max. $10 \cdot$ szerokość pasa ($10 \cdot b$) celem zmniejszenia długości wybocheniowej.

c) STEICOwall może być wymiarowany i stosowany wyłącznie jako słup ściany.

Typ	Szerokość pasa	Wysokość belki	Wysokość pasa	Wysokość środka	Odległość od środka ciężkości	Moment bezwładności 2. stopnia	E-moduł	Promień bezwładności	Ciężar własny
	Szer. [mm]	Wys. [mm]	h_t [mm]	$h_{\text{środek}}$ [mm]	a [mm]	I_{tragarz} [cm ⁴]	E_{mean} [N/mm ²]	r [mm]	g_{mean} [kg/m]
SW 45	45	160	39	82	61	1357	10 884	58	2,6
	45	200	39	122	81	2410	10 785	75	2,9
	45	240	39	162	101	3802	10 681	92	3,2
	45	300	39	222	131	6569	10 525	116	3,6
	45	360	39	282	161	10 208	10 374	140	4,0
SW 60	60	160	39	82	61	1800	10 913	59	3,3
	60	200	39	122	81	3183	10 837	77	3,6
	60	240	39	162	101	4999	10 758	94	3,9
	60	280	39	202	121	7267	10 677	111	4,1
	60	300	39	222	131	8577	10 636	119	4,3
	60	360	39	282	161	13 236	10 517	144	4,7
	60	400	39	322	181	16 976	10 440	160	4,9
SW 90	90	240	39	162	101	7392	10 836	96	5,3
	90	300	39	222	131	12 591	10 752	123	5,7
	90	360	39	282	161	19 294	10 669	149	6,1
	90	400	39	322	181	24 630	10 614	166	6,3

Tabela 51. Charakterystyka przekrojów belek dwuteowych STEICOwall.

Typ	Szerokość pasa	Wysokość belki	Wysokość pasa	Wysokość średnika	Odległość od środka ciężkości	Moment bezwładności 2. stopnia	E-moduł	Promień bezwładności	Ciężar własny
	Szer. [mm]	Wys. [mm]	h_f [mm]	$h_{\text{średnik}}$ [mm]	a [mm]	I_{tragarz} [cm ⁴]	E_{mean} [N/mm ²]	r [mm]	g_{mean} [kg/m]
SJ 45	45	200	39	122	81	2440	14 044	74	3,2
	45	220	39	142	91	3110	13 935	82	3,4
	45	240	39	162	101	3873	13 827	90	3,5
	45	300	39	222	131	6752	13 506	113	4,1
	45	360	39	282	161	10 581	13 200	135	4,6
	45	400	39	322	181	13 706	13 006	150	4,9
SJ 60	60	200	39	122	81	3213	14 153	75	3,9
	60	220	39	142	91	4083	14 070	84	4,1
	60	240	39	162	101	5070	13 986	92	4,2
	60	280	39	202	121	7404	13 817	108	4,6
	60	300	39	222	131	8759	13 734	116	4,8
	60	360	39	282	161	13 610	13 489	140	5,3
	60	400	39	322	181	17 533	13 332	155	5,6
	60	450	39	372	206	23 255	13 142	174	6,1
	60	500	39	422	231	29 934	12 960	193	6,5
SJ 90	90	200	39	122	81	4759	14 266	77	5,3
	90	220	39	142	91	6029	14 209	86	5,5
	90	240	39	162	101	7459	14 151	95	5,6
	90	280	39	202	121	10 832	14 033	112	6,0
	90	300	39	222	131	12 774	13 975	121	6,2
	90	360	39	282	161	19 668	13 801	146	6,7
	90	400	39	322	181	25 186	13 687	162	7,0
	90	450	39	372	206	33 167	13 548	182	7,5
	90	500	39	422	231	42 397	13 413	202	7,9

Tabela 52. Charakterystyka przekrojów belek dwuteowych STEICOjoist.

Klasy trwania obciążenia	Zginanie i wytrzymałość osiowa		Wytrzymałość na ścinanie		Wytrzymałość podpory	
	Klasa użytkowania 1	Klasa użytkowania 2	Klasa użytkowania 1	Klasa użytkowania 2	Klasa użytkowania 1	Klasa użytkowania 2
Stałe	0,60	0,60	0,30	0,20	0,60	0,60
Długotrwałe	0,70	0,70	0,45	0,30	0,70	0,70
Średniotrwałe	0,80	0,80	0,65	0,45	0,80	0,80
Krótkotrwałe	0,90	0,90	0,85	0,60	0,90	0,90
Chwilowe	1,10	1,10	1,10	0,93	1,10	1,10

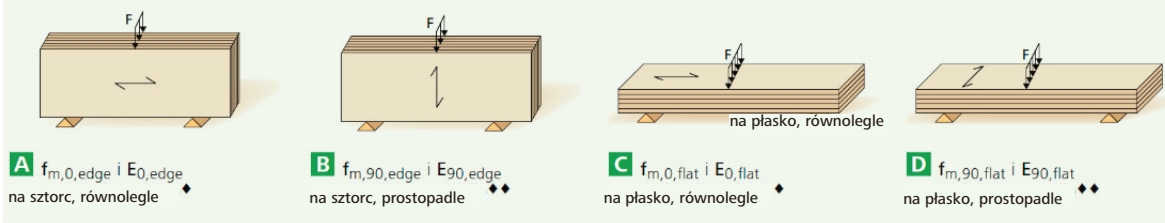
Tabela 53. Wartość współczynnika k_{mod} dla belek dwuteowych STEICO z średnikiem z płyty twardej pilśniowej.

Właściwość	Symbol	Odnosiłnik	Jednostka	STEICO LVL R	STEICO LVL X (t ≤ 24 mm)	STEICO LVL X (t ≥ 27 mm)
Wytrzymałość na zginanie						
Na sztorc, równoległe do włókien (wysokość 300 mm)	$f_{m,0,edge,k}$	A	N/ mm ²	44	30	32
Wykładnik wpływu wymiarów	s	–		0,15	0,15	0,15
Na sztorc, prostopadłe do włókien (wysokość 300 mm)	$f_{m,90,edge,k}$	B	N/ mm ²	NPD	10	8
Na płasko, równoległe do włókien	$f_{m,0,flat,k}$	C	N/ mm ²	50	32	36
Na płasko, równoległe do włókien	$f_{m,90,flat,k}$	D	N/ mm ²	NPD	7	8
Wytrzymałość na rozciąganie						
Równoległe do włókien (długość 3000 m)	$f_{t,0,k}$	E	N/ mm ²	36	18	18
Na sztorc, prostopadłe do włókien	$f_{t,90,edge,k}$	F	N/ mm ²	0,9	7	5
Wytrzymałość na ściskanie						
Równoległe do włókien	$f_{c,0,k}$	G	N/ mm ²	40	26	30
Na sztorc, prostopadłe do włókien	$f_{c,90,edge,k}$	H	N/ mm ²	7,5	9	9
Na płasko, prostopadłe do włókien	$f_{c,90,flat,k}$	I	N/ mm ²	3,6	4	4
Wytrzymałość na ścinanie						
Na sztorc, równoległe do włókien	$f_{v,0,edge,k}$	J	N/ mm ²	4,6	4,6	4,6
Na sztorc, prostopadłe do włókien	$f_{v,90,edge,k}$	K	N/ mm ²	NPD	4,6	4,6
Na płasko, prostopadłe do włókien	$f_{v,0,flat,k}$	L	N/ mm ²	2,6	1,1	1,1
Na płasko, prostopadłe do włókien	$f_{v,90,flat,k}$	M	N/ mm ²	NPD	1,1	1,1
Moduł sprężystości						
Równoległe do włókien	$E_{0,mean}$	A C	N/ mm ²	14.000	10.000	10.600
Równoległe do włókien	$E_{0,k}$	A C	N/ mm ²	12.000	9.000	9.000
Na sztorc, prostopadłe do włókien	$E_{90,edge,mean}$	B	N/ mm ²	430	3.500	3.000
Na sztorc, prostopadłe do włókien	$E_{90,edge,k}$	B	N/ mm ²	350	2.700	2.300
Na płasko, prostopadłe do włókien	$E_{90,flat,mean}$	D	N/ mm ²	NPD	1.300	2.500
Na płasko, prostopadłe do włókien	$E_{90,flat,k}$	D	N/ mm ²	NPD	1.100	1.800
Moduł ścinania						
Na sztorc, równoległe do włókien	$G_{0,edge,mean}$	J	N/ mm ²	600	600	600
Na sztorc, równoległe do włókien	$G_{0,edge,k}$	J	N/ mm ²	400	400	400
Na płasko, równoległe do włókien	$G_{0,flat,mean}$	L	N/ mm ²	560	150	150
Na płasko, równoległe do włókien	$G_{0,flat,k}$	L	N/ mm ²	400	130	130
Na płasko, prostopadłe do włókien	$G_{90,flat,mean}$	M	N/ mm ²	NPD	150	150
Na płasko, prostopadłe do włókien	$G_{90,flat,k}$	M	N/ mm ²	NPD	130	130
Gęstość objętościowa						
Wartość średnia	ρ_{mean}	–	kg/ m ³	550	530	530
Kwantyl 5% gęstości objętościowej	ρ_k	–	kg/ m ³	480	480	480
Klasa reakcji na ogień	–	–	–	D–s1, d0	D–s1, d0	D–s1, d0
Klasa emisji formaldehydu	–	–	–	E1	E1	E1
Naturalna odporność na korozję biologiczną	–	–	–	4	4	4
Legenda: NPD - właściwości użytkowe nieustalone (No Performance Determined)						

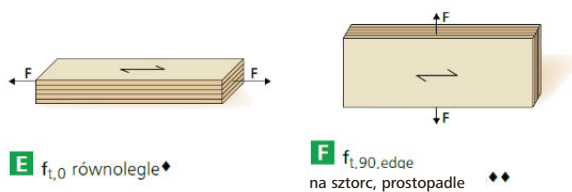
Tabela 56. Właściwości mechaniczne STEICO LVL R i STEICO LVL X wg EN 14374 do wymiarowania zgodnie z EC5.

Poniższe uzupełnienie do tabeli 56 przedstawia kierunek działania siły w zależności od sposobu ułożenia elementu nośnego i jest powiązane z kolumną „odnośnik”.

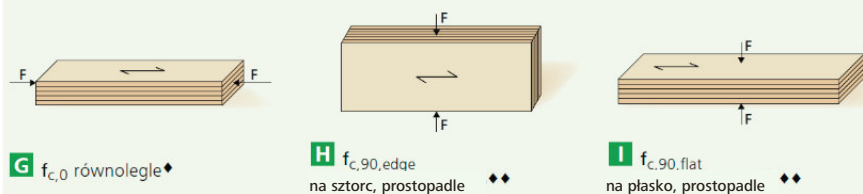
wytrzymałość na zginanie f_m i E-Moduł E



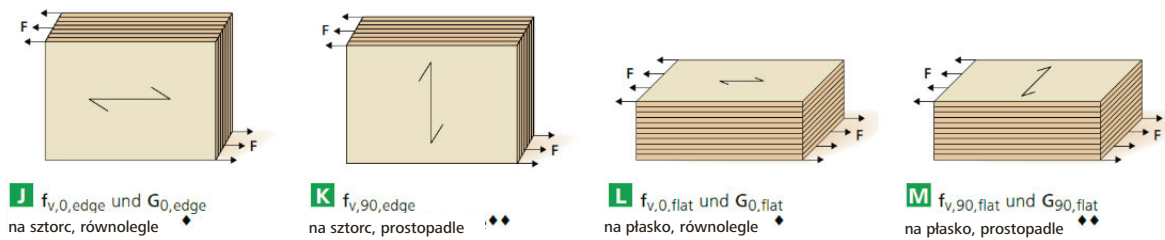
wytrzymałość na rozciąganie f_t



wytrzymałość na ściskanie f_c



wytrzymałość na ścinanie f_v i moduł ścinania G



♦ równoległe do włókien fornirów bocznych ♦♦ prostopadłe do włókien fornirów bocznych

2.8.2. Siatka modułarna

Prawidłowe projektowanie obiektu w technologii szkieletu drewnianego powinno odbywać się w oparciu o regularną siatkę modułarną, zwaną także modułem rozstawu. Siatka modułarna określa typowe rozstawy między elementami konstrukcyjnymi oraz ich przekroje. Jest ściśle związana z szerokościami płyt poszyciowych, takich jak usztywniające płyty drewnopochodne (np. OSB, MFP, płyty wiórowe), usztywniające płyty włókno-cementowe, płyty gipsowo-kartonowe czy płyty termoizolacyjne. Wymienione płyty występują w szerokościach standardowych 1250 mm, 2500 mm oraz rzadziej 2440 mm. W Polsce stosowany jest z reguły tzw. niemiecki moduł rozstawu, zalecany także w ramach projektowania obiektów w systemie budowlanym STEICO. Rozstawy zgodne z niemiecką siatką modułarną stanowią najczęściej połowę lub jedną trzecią szerokości płyty usztywniającej przewidzianej w projekcie.

Rozstaw elementów konstrukcyjnych według niemieckiej siatki modułarnej:

625 mm = (1/2 z 1250 mm)

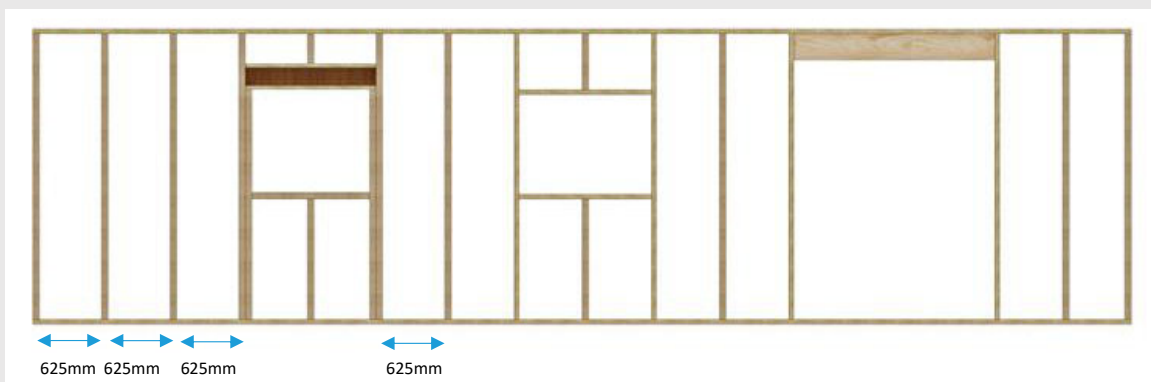
833 mm = (1/3 z 2500 mm)

815 mm = (1/3 z 2440 mm)

134

Konstrukcje ścian czy dachów wymagają często zastosowania dodatkowych otworów, np. okiennych czy drzwiowych. Otwory te powinny być zaprojektowane poprzez dodanie dodatkowych elementów nośnych umiejscowionych niezależnie od typowego rozstawu modułarnego. Dzięki zastosowaniu wyjątkowo wytrzymałego tworzywa drzewnego STEICO *LVL* o niemal nieograniczonej długości możliwe staje się uzyskanie nawet bardzo dużych otworów na stolarkę, co pozwala zaspokoić wymagania współczesnej architektury oraz statyki konstrukcji (rys. 52).

Zastosowanie regularnej siatki modułarnej w budownictwie szkieletowym prowadzi do optymalizacji konstrukcji budynku. W efekcie dochodzi do redukcji ilości odpadów powstających podczas obróbki płyt wykończeniowych, termoizolacyjnych i innych komponentów budowlanych; ograniczeniu ulega także zużycie drewna konstrukcyjnego. Regularne rozstawy przyczyniają się dodatkowo do optymalizacji udziału termoizolacji w całej płaszczyźnie przegrody budowlanej. Efektem końcowym jest oszczędność materiałów i zmniejszenie kosztów robocizny, co przekłada się bezpośrednio na zmniejszenie końcowej ceny metra kwadratowego budynku.



Rys. 52. Siatka modułarna z uwzględnieniem otworów okiennych i drzwiowych niezależnych od typowego rozstawu – na przykładzie konstrukcji ściany szkieletowej STEICO.

2.8.3. Redukcja odkształceń konstrukcji drewnianych



Budynki wykonywane w konstrukcji szkieletu drewnianego są często oceniane negatywnie z uwagi na skłonność elementów drewnianych do „pracy”, czyli odkształceń. Opinia ta wynika z faktu, iż budynki drewniane powstałe przed kilkunastoma laty bardzo często były wznoszone z mokrego drewna, w układzie zamkniętym dyfuzyjnie, bez uwzględnienia starannego wykonania newralgicznych detali, np. połączeń stropu ze ścianami zewnętrznymi. Efektem przytoczonych typowych błędów wykonawczych były/są z reguły postępujące odkształcenia konstrukcji drewnianej, a w ich efekcie szkody budowlane w postaci pęknięć struktury płyt wykończeniowych czy elewacyjnych, rozszczelnienie budynku. Stan wiedzy na temat rozwiązań dedykowanych dla budynków drewnianych zmienił się jednak diametralnie w ciągu ostatniej dekady, stawiając Polskę na pozycji jednego z czołowych dostawców prefabrykowanych domów szkieletowych w Europie. Pomimo tego wciąż spotkać można nieuczciwe firmy wykonawcze, które wbrew przepisom prawa budowlanego stosują „mokre” drewno jako bazowe elementy konstrukcyjne. Stąd też zaleca się wybór fachowych, sprawdzonych ekip montażowych oraz korzystanie z punktów sprzedaży, które oferują certyfikowane, suche drewno/nośne tworzywa drewnopochodne.

Zgodnie z obowiązującym prawem budowlanym w budownictwie nie należy stosować litego drewna konstrukcyjnego o wilgotności większej niż 18% (15%

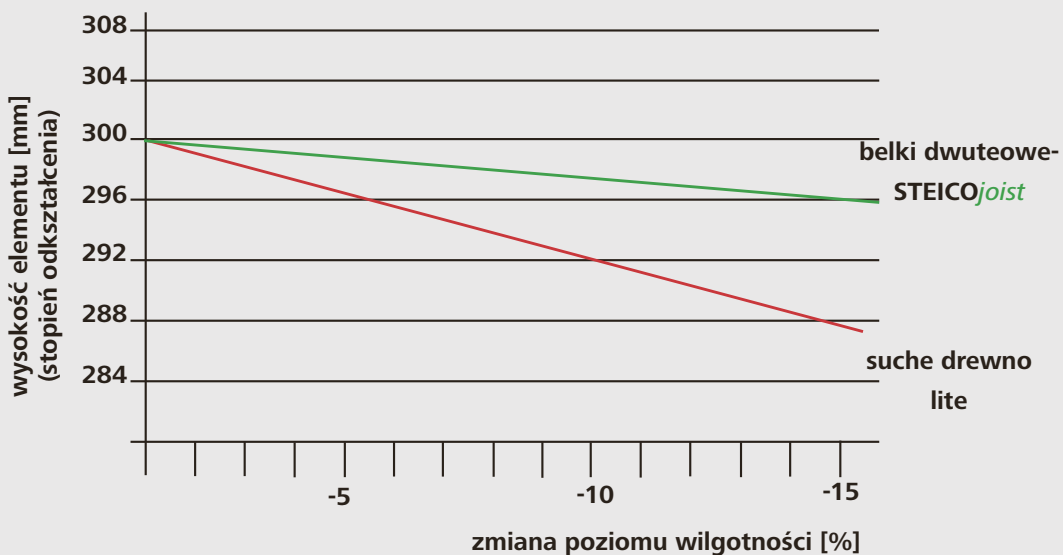
z tolerancją +/- 3%) oraz drewna klejonego warstwowo o wilgotności większej niż 15% (12% +/-3%). Jednym z powodów takiego rozporządzenia jest ochrona nośnych elementów drewnianych przed porażeniem grzybami/pleśnią. Jak powszechnie wiadomo jeśli wilgotność drewna utrzymuje się na poziomie poniżej 20%, to ilość wody zgromadzona w jego strukturze jest niewystarczająca do rozwoju grzybów. Mówi się wówczas, iż element konstrukcyjny z drewna pozostaje w „suchym stanie ochronnym”. Dalsze kryterium rozporządzenia stanowi fakt, iż „suche” drewno ulega mniejszym deformacją w skutek naturalnego zjawiska wysychania (skurcz) w porównaniu do drewna „mokrego”. Skurcz drewna polega na zmniejszaniu się jego rozmiarów (długość, szerokość/wysokość, grubość) w skutek wysychania. Dla poszczególnych gatunków drewna przyjmuje się w [%] stopień odkształcenia rozmiarów dla zmiany poziomu wilgotności o każdy 1%. Przykładowo, zgodnie z DIN-EN 1995-1-1/NA:2010-12 Tablica NA.7, średni stopień odkształcenia rozmiarów dla świerku i sosny w kierunku prostopadłym do włókien wynosi 0,25% dla zmiany wilgotności o 1%.

Ważne: w ogrzewanych budynkach o bezbłędnej konstrukcji (klasa użytkowania 1) docelowa wilgotność wbudowanych elementów nośnych z drewna iglastego waha się w trakcie użytkowania budynku między 8 a 10%. Jest to tzw. **stan równowagi higroskopijnej**, który drewno

uzyskuje po szczelnym wbudowaniu w konstrukcję budynku. Fakt ten należy uwzględnić podczas projektowania obiektów budowlanych. Projektant oraz wykonawca powinni wybierać i stosować elementy nośne z drewna o wilgotności jak najbardziej zbliżonej do stanu równowagi higroskopijnej. Innymi słowy należy możliwie dalece minimalizować różnice między wilgotnością drewna wbudowywanego w trakcie montażu, a jego docelowym poziomem wilgotności, czyli tym, jakie drewno uzyska w trakcie użytkowania budynku.

Rozwiązania STEICO poparte kilkudziesięcioletnimi doświadczeniami w branży rzucają nowe światło w tematyce dostępnych metod redukcji odkształceń konstrukcji drewnianych:

- belki dwuteowe STEICO są dostarczane na plac budowy w stanie suchym, zbliżonym do stanu równowagi higroskopijnej drewna (wilgotność nie przekracza 12%). Charakterystyczny przekrój belki dwuteowej powoduje dodatkowo, iż nawet wskutek naturalnego zjawiska pęcznienia i kurczenia drewna dwuteownik zachowuje rozmiary maksymalnie zbliżone do fabrycznych. W efekcie zastosowania konstrukcji w oparciu o belki dwuteowe nie dochodzi do pęknięć/rys w płaszczyźnie płyt wykończeniowych czy elewacyjnych budynku. Również miejsca połączeń membrany paroizolacyjnej z belkami dwuteowymi przy pomocy zszywek, z uwagi na bardzo mały stopień odkształceń, nie są narażone z biegiem lat na rozerwanie



Rys. 53. Porównanie stopnia odkształcenia belek dwuteowych STEICOjoist w stosunku do suchego drewna litego – odkształcenia wskutek skurczu drewna.

i rozszczelnienie, co często ma miejsce w przypadku tradycyjnych klas drewna typu C24, KVH;

- osiadanie konstrukcji jest zależne przede wszystkim od ilości, rozmiarów i poziomu wilgotności elementów drewnianych wbudowanych w płaszczyźnie poziomej (wskutek ich skurczu i odkształceń pod wpływem ściskania w poprzek włókien). Im większy jest udział poziomo wbudowanych elementów nośnych w całej konstrukcji drewnianej, tym większe ryzyko odkształceń w trakcie użytkowania budynku. Zawartość elementów poziomych takich jak podwaliny, oczepy, czy belki czołowe w zależności od typu konstrukcji, waha się w budynkach

szkieletowych w granicach od 240 do 500 mm. Przy tak dużym udziale elementów poziomych w celu redukcji zjawiska osiadania konieczne jest wykorzystywanie jedynie suchego drewna nośnego o wilgotności maksymalnie zbliżonej do stanu równowagi higroskopijnej drewna. Sprawdzonym rozwiązaniem w opisywanym studium jest nowoczesny fornir klejony warstwowo (LVL). Kompozyt STEICO **LVL R** i **LVL X** charakteryzuje się bardzo niskim poziomem wilgotności na pożądanym docelowym poziomie ok. **9%**, co zapobiega późniejszym odkształceniom konstrukcji wskutek naturalnego zjawiska skurczu.

Pęcznienie i kurczenie	W % przy zmianie poziomu wilgotności o 1% poniżej punktu nasycenia włókien		Kierunek
	LVL R	0,01	wzdłuż włókien fornirów (długość)
		0,32	w poprzek włókien fornirów (szerokość/ wysokość)
		0,32	prostopadle do warstwy kleju (grubość)
	LVL X	0,01	wzdłuż włókien fornirów (długość)
		0,03	w poprzek włókien fornirów (szerokość/ wysokość)
0,32		prostopadle do warstwy kleju (grubość)	

Tabela 57. Skurcz i pęcznienie STEICO LVL wg DIN-EN 1995-1-1/NA Tabela NA.7.

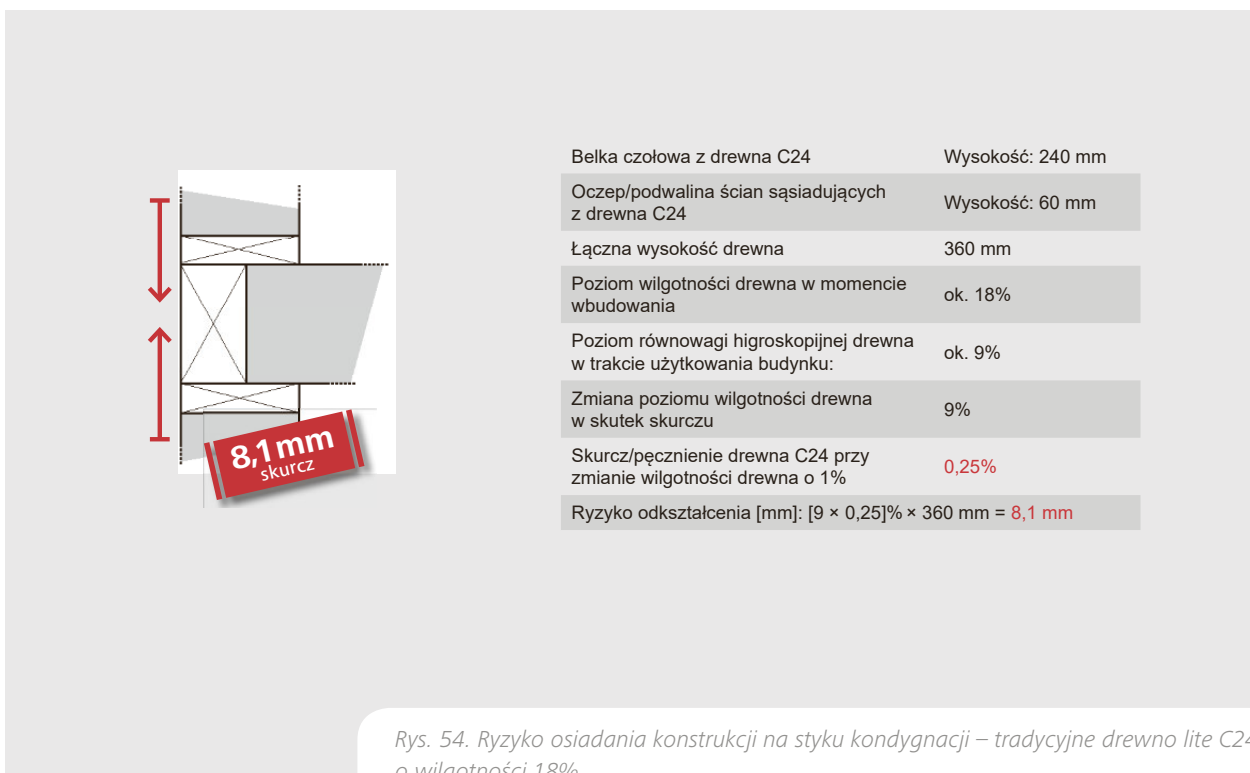
Wytrzymałość mechaniczna STEICO **LVL** (np. ściskanie w poprzek czy wzdłuż włókien) jest większa w porównaniu do konwencjonalnych klas drewna. W praktyce oznacza to możliwość zastosowania smuklejszych przekrojów poziomych elementów drewnianych przy zachowaniu wymaganej nośności, niż miałyby to miejsce w przypadku drewna litego lub klejonego typu BSH/GL 24c. Smuklejszy przekrój drewna oznacza z kolei redukcję powierzchni narażonej na potencjalne odkształcenia.

Konstrukcje szkieletowe oparte na nowoczesnych ergonomicznych elementach drewnopochodnych STEICO charakteryzują się wyjątkowo niskim poziomem wilgotności, bardzo wysoką stabilnością rozmiarów – nawet przy względnie wysokich wahanach wilgotności względnej powietrza. W rezultacie obiekty budowlane wznoszone w systemie STEICO wykazują praktycznie brak odkształceń w wyniku zmian poziomu wilgotności.

Odpowiednim przykładem dla omawianego zagadnienia jest detal połączenia stropu ze ścianą dolnej oraz górnej kondygnacji budynku (styk kondygnacji). Można stwierdzić, iż detal ten należy do jednego z najbardziej newralgicznych w konstrukcjach platformowych, gdyż łączna wysokość drewna nośnego wbudowanego w poziomie jest tutaj z reguły najwyższa w kontekście całego budynku (średnio ok. 360 mm). W obszarze styku kondygnacji dochodzi do połączenia belek stropowych z belką czołową, z oczepem oraz podwaliną ścian sąsiadujących. Zakładając, że wszystkie te elementy nośne są wykonane z drewna,

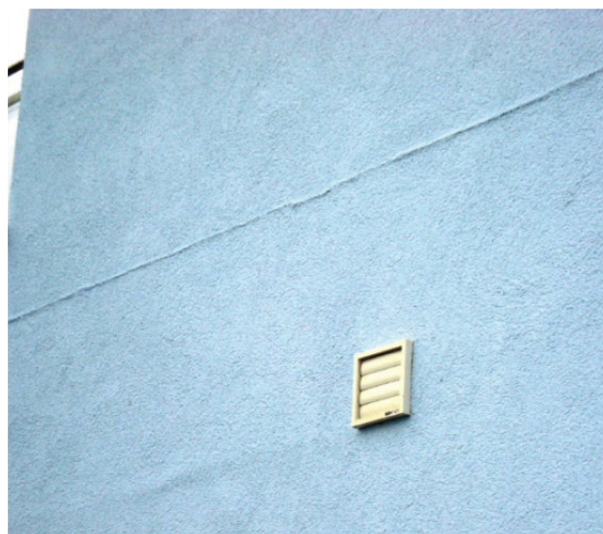
detal ten należy wykonać w sposób zapewniający maksymalnie dużą wytrzymałość na ścinanie, ściskanie oraz osiadanie, tak aby zapobiec potencjalnym odkształceniom konstrukcji w trakcie użytkowania budynku. Naprężenia i siły ścisające muszą w całości być przenoszone przez nośne elementy drewniane stropu. Niestety jeżeli dojdzie tutaj do osiadania konstrukcji w skutek skurczu wbudowanego drewna, to część naprężeń zostanie przekazana do zewnętrznej warstwy termoizolacyjnej pokrytej wyprawką tynkarską. W efekcie elewacja budynku w obszarze stropu jest narażona na późniejsze szkody w postaci fałd czy pęknięć (efekt pęcznienia fasady).

Wykonanie niniejszego detalu przy zastosowaniu tradycyjnej klasy drewna (np. C24) jest obarczone względnie dużym ryzykiem mechanicznego uszkodzenia fasady budynku wskutek skurczu drewna. Przyjmując bowiem, że elementy konstrukcyjne zostaną wbudowane w stanie wilgotności ok. 18%, a stan równowagi higroskopijnej w trakcie użytkowania budynku wynosi ok. 9%, to stopień osiadania konstrukcji w skutek 9% zmiany wilgotności należy pomnożyć przez łączną wysokość drewna, np. 360 mm.



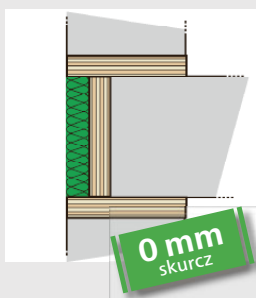
Rys. 54. Ryzyko osiadania konstrukcji na styku kondygnacji – tradycyjne drewno lite C24 o wilgotności 18%.

138



Uszkodzenie elewacji na styku kondygnacji w efekcie skurczu drewna litego o ok. 8 mm.

Rozwiązaniem opisanego problemu jest staranne wykonanie detalu przy użyciu materiału nośnego o wilgotności maksymalnie zbliżonej bądź równej wilgotności stanu równowagi higroskopijnej drewna. W związku z tym zaleca się, aby belka czołowa została wykonana z forniru klejonego warstwowo STEICO **LVL X**, a oczep i podwalina ścian sąsiadujących ze STEICO **LVL R/X**.

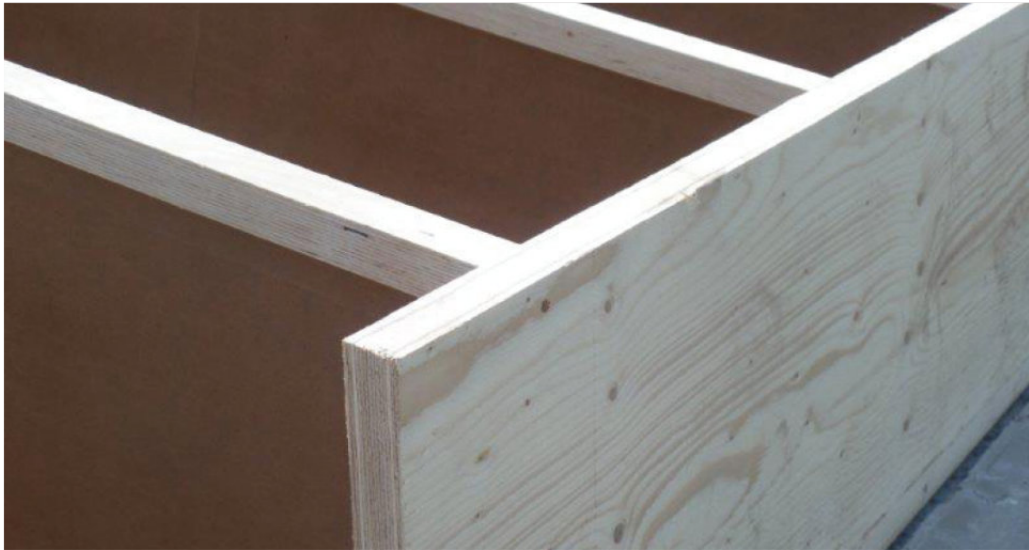


Belka czołowa z LVL X	Wysokość: 240 mm
Oczep/podwalina ścian sąsiadujących z LVL X/R	Wysokość: 45 mm
Łączna wysokość drewna	330 mm
Poziom wilgotności drewna w momencie wbudowania	ok. 9%
Poziom równowagi higroskopijnej drewna w trakcie użytkowania budynku:	ok. 9%
Zmiana poziomu wilgotności drewna w skutek skurczu:	0%
Skurcz/pęcznienie STEICO LVL X przy zmianie wilgotności drewna o 1%	0,03%
Ryzyko odkształcenia [mm]: $[0 \times 0,25]\% \times 330 \text{ mm} = 0 \text{ mm}$	

Rys. 55. Ryzyko osiadania konstrukcji na styku kondygnacji – STEICO LVL o wilgotności ok. 9%.

	Drewno lite C24	Drewno klejone warstwowo (np. BSH/GL 24c)	STEICO LVL X
Wytrzymałość na ściskanie prostopadłe do włókien	2,5 N/mm ² (100%)	2,5 N/mm ² (100%)	9,0 N/mm ² (360%)
Wilgotność w momencie dostawy	do 18%	do 15%	do 9%
Stopień pęcznienia i skurczu w % przy zmianie wilgotności drewna o 1%	0,25	0,25	0,03
Możliwy skurcz dla przekroju o wysokości 300 mm	do 7 mm	do 5 mm	0 mm
Obróbka bez wstępnego nawiercenia	tak	tak	tak

Tabela 58. Porównanie różnych klas drewna nośnego w zastosowaniu jako belka czołowa.



STEICO LVL X jako belka czołowa w konstrukcjach stropów.

2.8.4. Wykonywanie otworów w środnikach belek dwuteowych

140

W środnikach belek dwuteowych STEICO^{Wall} i STEICO^{joist} można wykonywać otwory okrągłe lub prostokątne, poprzez które prowadzi się instalacje wentylacyjne, sanitarne, elektryczne itp. Dzięki takiemu rozwiązaniu

wszystkie instalacje można ukryć w płaszczyźnie przegrody budowlanej (np. stropu), bez konieczności wykonywania dodatkowych stelaży instalacyjnych. Jednocześnie cienki środek belki dwuteowej powoduje, iż nakład pracy i czas

Typ otworu	Liczba otworów w rzędzie ⁽¹⁾	Minimalny odstęp między krawędziami otworów (mm)	Położenie w środniku	Minimalna wysokość belki (mm)	Wytrzymałość na ścinanie ⁽²⁾ (%)
Okrągłe: średnica do 25 mm	5	25	gdziekolwiek	200	100
Okrągłe: średnica od 26 mm do 38 mm	3	2 × średnica	oś belki	200	100
Prostokątne: w. × d. ≤ 14 mm × 40 mm	1	-	gdziekolwiek	200	100

(1) W jednym rzędzie: oznacza grupę otworów rozmieszczonych w minimalnej odległości od siebie. Odległość między rzędami otworów powinna być większa lub równa wysokości belki dwuteowej.
 (2) 100% oznacza brak wymogu zmniejszenia wytrzymałości na ścinanie $V_{otwór,k} = V_k$.

Tabela 59. Otwory w środniku z w płyty pilśniowej twardej, niewymagające dodatkowych obliczeń statycznych.

wiercenia jest znacznie krótszy niż analogiczna obróbka wykonywana w drewnie litym i klejonym. Wykonanie otworu w środniku belki dwuteowej może doprowadzić do obniżenia jej wytrzymałości mechanicznej (wytrzymałość na ścinanie), stąd każdy otwór powinien zostać uwzględnio-

ny w obliczeniach statycznych. Niemniej zgodnie z Europejską Oceną Techniczną ETA-06/0238 zdefiniowana jest klasyfikacja otworów, które nie wymagają dodatkowych obliczeń statycznych (nie wpływają na obniżenie wytrzymałości na ścinanie).

W przypadku otworów okrągłych, nieokreślonych w Europejskiej Ocenie Technicznej jako niewymagające dodatkowych obliczeń statycznych, każdy otwór należy uwzględnić w obliczeniach projektowych według następującego wzoru:

$$V_{\text{otwór},k} = V_k \times k_{\text{otwór}}$$

gdzie:

V_k to charakterystyczna wytrzymałość na ścinanie belek dwuteowych STEICO bez otworów w środku,

$k_{\text{otwór}}$ to współczynnik redukcji wytrzymałości otworu.

Współczynnik redukcji dla otworów okrągłych oblicza się według następującego wzoru:

$$k_{\text{otwór}} = \frac{H_{\text{dwuteownik}} - h_f - 0,9 \cdot D}{H - h_f}$$

gdzie:

$H_{\text{dwuteownik}}$ to wysokość belki dwuteowej,

h_f to wysokość pasa belki dwuteowej,

D to średnica otworu, $D \leq H - 2,1 \cdot h_f \leq 200$ mm.

Współczynnik redukcji dla otworów prostokątnych oblicza się natomiast według wzoru:

$$k_{\text{otwór}} = \min \left[0,30 \cdot \left(\frac{H_{\text{dwuteownik}}}{h_{\text{otwór}}} \right)^{0,1} \cdot \left(\frac{H_{\text{dwuteownik}}}{l_{\text{otwór}}} \right)^{0,18} \cdot \left(\frac{h_{\text{otwór}}}{l_{\text{otwór}}} \right)^{0,2} \cdot k_{\text{wysokość}} ; 0,9 \right]$$

gdzie:

$H_{\text{dwuteownik}}$ to wysokość belki,

$h_{\text{otwór}}$ to wysokość otworu, $h_{\text{otwór}} \leq H - 2,1 \cdot h_f \leq 200$ mm,

$l_{\text{otwór}}$ to długość otworu, $l_{\text{otwór}} \leq 300$ mm,

$k_{\text{wysokość}}$ współczynnik wysokości.

Dla belek dwuteowych w wysokościach $200 \text{ mm} \leq H_{\text{dwuteownik}} \leq 400$ mm współczynnik wysokości wynosi:

$$k_{\text{wysokość}} = \left(\frac{280}{H_{\text{dwuteownik}}} \right)$$

Dla belek dwuteowych w wysokościach $400 \text{ mm} \leq H_{\text{dwuteownik}} \leq 500$ mm współczynnik wysokości wynosi:

$$k_{\text{wysokość}} = \left(\frac{H_{\text{dwuteownik}}}{500} \right)^{1,3}$$

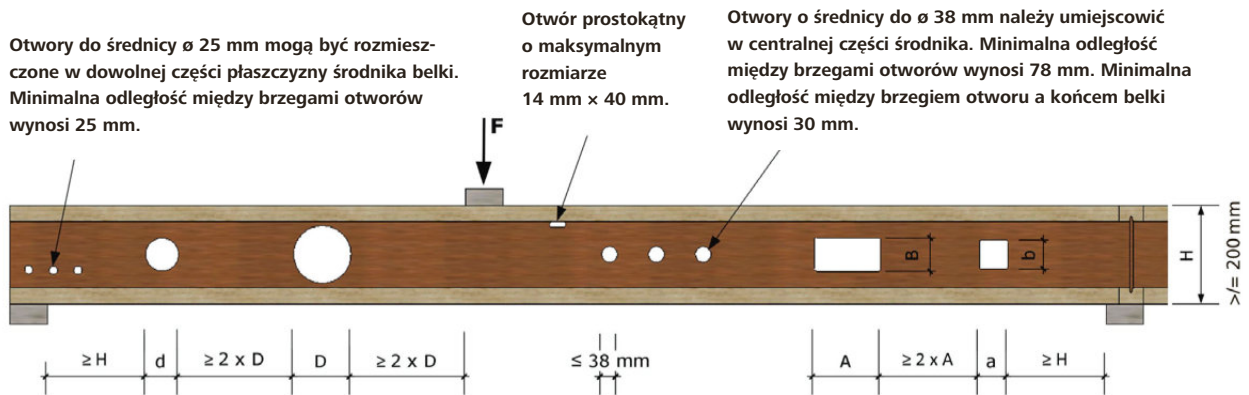
Uwagi:

1. Stosunek długości do wysokości w przypadku otworów prostokątnych musi mieścić się w przedziale od 0,5 do 2,0.
2. Równania dotyczące otworów prostokątnych stosuje się przy długości i wysokości > 20 mm.
3. Otwory muszą znajdować się w centralnej części środka.

Rozmieszczenie otworów w środniku

Otworki należy rozmieścić w płaszczyźnie środnika belki dwuteowej – wykonywanie otworów w stopkach belki jest zabronione. Otworki o średnicy do $\varnothing 25$ mm oraz otworki prostokątne $a \cdot b$ o maksymalnych rozmiarach $14 \cdot 40$ mm mogą być rozmieszczone w dowolnej części

płaszczyzny środnika belek, natomiast większe otworki należy wykonywać wyłącznie w centralnej części środnika. Przy otworkach prostokątnych krawędzie nie mogą stykać się pod kątem prostym, narożnik otworu należy zaokrąglić promieniem minimum 10 mm.



Rys. 56. Prawidłowe rozmieszczenie otworów w środniku belek dwuteowych STEICO.

142

Dla otworów osłabiających przekrój belki dwuteowej należy stosować rozstawy wskazane w poniższej tabeli. Maksymalna średnica otworu zależy od wysokości belki:

Wysokość belki [mm]	200	240	300	360	400	500
Minimalna odległość od podpory lub obciążenia skupionego F [mm]	200	240	300	360	400	500
Minimalna odległość między dwoma otworami [mm]	$2 \times D$	$2 \times D$	$2 \times D$	$2 \times D$	$2 \times D$	$2 \times D$
Maksymalna średnica otworu D [mm]	100	140	200	200	200	200

D – średnica otworu

Tabela 60. Rozstawy i średnice otworów osłabiających przekrój belki dwuteowej.



Wykonywanie otworów w środkach belek dwuteowych STEICOjoist przy pomocy otwornicy do drewna.



Wykonywanie otworów w środkach belek dwuteowych STEICOjoist przy pomocy otwornicy do drewna.



Wykonywanie otworów w środkach belek dwuteowych STEICOjoist przy pomocy otwornicy do drewna.



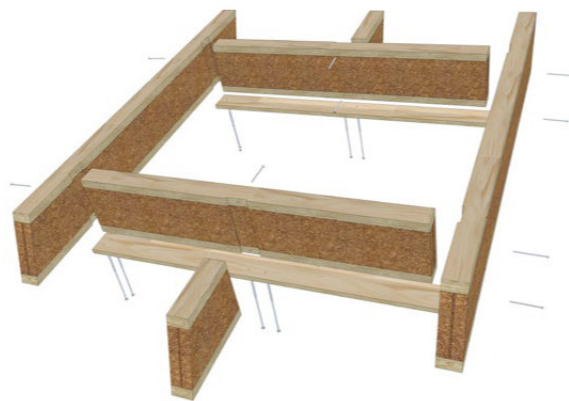
Wykonywanie otworów w środkach belek dwuteowych STEICOjoist przy pomocy otwornicy do drewna.

2.8.5. Nacięcia boczne w pasach belek dwuteowych

Europejska Ocena Techniczna 06/238 dopuszcza możliwość wykonywania bocznych nacięć w pasach belek dwuteowych z forniru klejonego warstwowo (LVL). Boczne nacięcia ułatwiają precyzyjne i szybkie połączenia belek dwuteowych w płaszczyźnie wymianów lub słupków ściennych, bez konieczności stosowania złączy ciesielskich.



Rys. 57. Nacięcia boczne w pasach z forniru klejonego warstwowo.



Rys. 58. Nacięcia boczne w pasach belek dwuteowych w celu ułatwienia mocowań w obszarze wymiaru.

Wykonywanie nacięć bocznych jest ograniczone i jasno zdefiniowane przez producenta:

- maksymalna głębokość nacięcia nie może być większa niż: $0,25 \times$ szerokość pasa,
- maksymalna szerokość nacięcia równoległe do długości belki nie może być większa niż dwukrotna szerokość pasa.

Szerokość pasa belki	Maksymalna głębokość nacięcia [mm]	Maksymalna szerokość nacięcia [mm]
45 mm	11	90
60 mm	15	120
90 mm	22	180

Tabela 61. Dopuszczalne nacięcia boczne w pasach belek dwuteowych STEICO z forniru klejonego warstwowo.

W miejscu wykonania nacięcia bocznego wytrzymałość belki dwuteowej na ugięcie ulega zredukowaniu. W związku z tym nacięcia muszą zostać uwzględnione w obliczeniach statycznych konstrukcji budynku. Wytrzymałość belek dwuteowych STEICO na zginanie, z nacięciami bocznymi w pasach, należy obliczyć według następującego wzoru:

$$M_{\text{nacięcie, k}} = M_k \cdot K_{\text{nacięcie}}$$

gdzie:

$M_{\text{nacięcie, k}}$ to charakterystyczna wytrzymałość belek STEICO na zginanie – z nacięciem bocznym,
 M_k to charakterystyczna wytrzymałość belek STEICO na zginanie – bez nacięć bocznych.

$$K_{\text{nacięcie}} = \frac{b_{\text{pas}} - t_{\text{nacięcie}}}{b_{\text{pas}}}$$

gdzie:

b_{pas} to szerokość pasa,

$t_{\text{nacięcie}}$ to głębokość nacięcia $\leq 0,25 \cdot b_{\text{pas}}$.

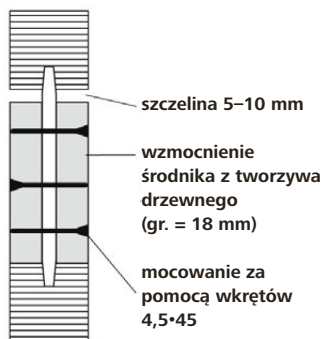
2.8.6. Wzmocnienie środka belki dwuteowej

W przypadku określonych rozwiązań konstrukcyjnych niezbędne może okazać się zaprojektowanie oraz wykonanie wzmocnień środków belek dwuteowych. Wzmocnienie środka belek wykonuje się z reguły w celu zwiększenia nośności pośrednich i skrajnych podpór, przenoszenia dużych obciążeń skupionych, a także w celu umożliwienia bocznego mocowania w przypadku złączy ciesielskich,

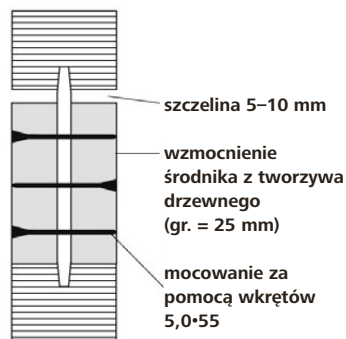
które nie przykrywają pasa górnego belek. W każdym z wymienionych przypadków wzmocnienie środka przylega ściśle tylko do jednego z pasów belki dwuteowej, natomiast po przeciwległej stronie, między wzmocnieniem a pasem belki, należy zachować szczelinę o szerokości 5–10 mm.

146

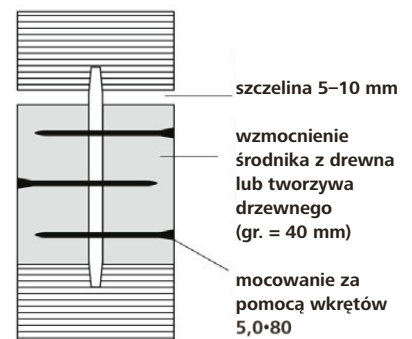
STEICOjoist SJ45



STEICOjoist SJ60



STEICOjoist SJ90



Rys. 59. Prawidłowe wzmocnienie środka belek dwuteowych STEICO.

Wzmocnienie środka należy zlokalizować w zależności od sytuacji konstrukcyjnej:

- obciążenie punktowe skupione od góry – wzmocnienie przylegające ściśle do pasa górnego,
- podpora – wzmocnienie przylegające ściśle do pasa dolnego,

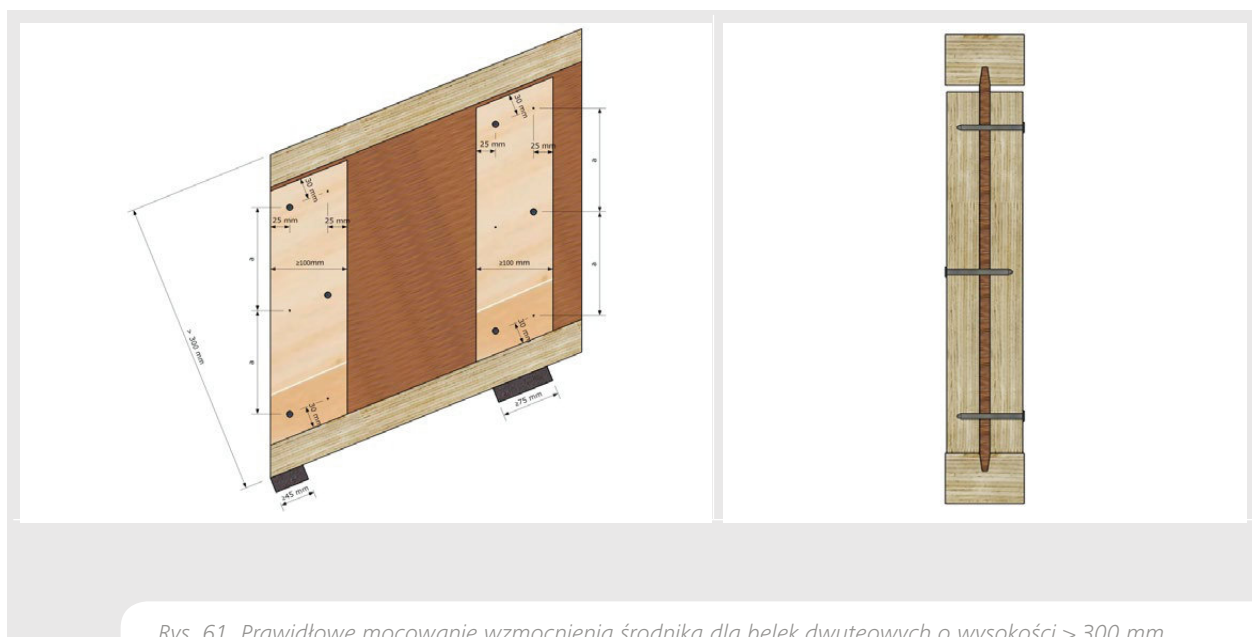
- złącze belki z zaczepem montażowym – wzmocnienie przylegające ściśle do pasa górnego,
- złącze belki bez zaczepu montażowego – wzmocnienie przylegające ściśle do pasa dolnego.

Wzmocnienie środka belek dwuteowych może zostać wykonane przy użyciu powszechnie dostępnych płyt OSB/3, forniru klejonego warstwowo STEICO **LVL X** czy odpowiedniej sklejki. Mocowanie wzmocnienia środka następuje przy użyciu samowiertnych oraz dopuszczonych do stosowania w budownictwie wkrętów częściowo gwintowanych. Gwint powinien mocować zarówno wzmocnienie z lewej, jak i z prawej strony środka. Ilość wkrętów oraz rozstaw między nimi są zależne od wyso-

kości belki dwuteowej: w przypadku belek o wysokości od 160 mm do 300 mm mocowanie następuje przy pomocy czterech wkrętów; w przypadku belek o wysokości powyżej 300 mm mocowanie następuje przy pomocy sześciu wkrętów. Wzmocnienie musi ściśle przylegać do powierzchni środka oraz pasa – w tym celu należy usunąć ewentualne resztki kleju zalegającego na powierzchni środka czy pasa.



Rys. 60. Prawidłowe mocowanie wzmocnienia środka dla belek dwuteowych o wysokości ≤ 300 mm.



Rys. 61. Prawidłowe mocowanie wzmocnienia środka dla belek dwuteowych o wysokości > 300 mm.

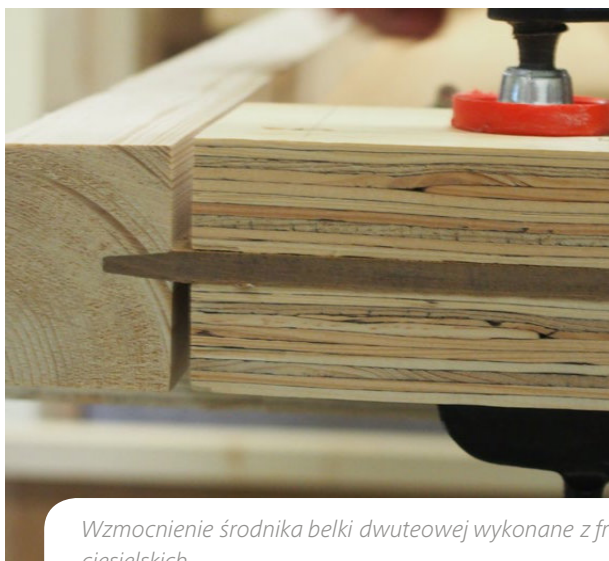
Wskazówka:

W przypadku belek dwuteowych o wysokości 450 mm i 500 mm na podporach należy zawsze uwzględnić wzmocnienie środka.

Rozmiary wzmocnień środnika są także uzależnione od przekroju belki dwuteowej, przy ich dobieraniu należy kierować się danymi zawartymi w tabeli:

		Wysokość belki dwuteowej [mm]									
		160	200	220	240	280	300	360	400	450	500
Wzmocnienie środnika	Wysokość pasa										
Wysokość wzmocnienia	39 mm	75	115	135	155	195	215	275	315	365	415
	45 mm	65	105	125	145	185	205	265	305	355	405
Długość wzmocnienia	39/45 mm	≥ 100 mm									
Ilość wkrętów	39/45 mm	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6

Tabela 62. Zalecane rozmiary wzmocnień środników w zależności od przekroju belki dwuteowej STEICO.



Wzmocnienie środnika belki dwuteowej wykonane z fragmentów płyty STEICO LVL X – mocowanie przy pomocy wkrętów ciesielskich.

ROZDZIAŁ 3

Zalecenia wykonawcze dla systemu budowlanego STEICO

3.1. Zalecenia ogólne

Przed przystąpieniem do prac wykonawczych należy zapoznać się z ogólnymi zaleceniami dotyczącymi zasad transportu, magazynowania oraz obróbki materiałów izolacyjnych i konstrukcyjnych STEICO. Należy pamiętać, iż niewłaściwe przechowywanie oraz obchodzenie się z materiałami może prowadzić do utraty ich deklarowanych właściwości mechaniczno-fizycznych lub do uszkodzenia.

Fot. Genero



3.1.1. Transport i magazynowanie

Granulaty, maty, płyty, belki dwuteowe oraz kompozyt LVL są dostarczane na paletach fabrycznych, w opakowaniu z tworzywa sztucznego. Każda paleta jest opatrzona etykietą zawierającą informacje zgodne ze znakowaniem CE materiałów budowlanych. Opakowanie fabrycznie jest szczelne, stanowiąc tymczasowe zabezpieczenie przed warunkami pogodowymi. Podczas transportu i dalszego składowania zaleca się jednak, aby palety wraz z materiałami były chronione przed deszczem lub innym ewentualnym źródłem zamoczenia. Z uwagi na możliwość przemieszczenia się palet podczas transportu zaleca się

ich należyte unieruchomienie np. przy użyciu lin czy pasów. Krawędzie płyt należy chronić przed uszkodzeniem. Zarówno podczas transportu, jak i po rozładunku palety muszą być układane w pozycji leżącej, na płasko, w suchym miejscu, na stabilnym i równym podłożu. Dopuszcza się sztaplowanie palet.

Przenoszenie palet z materiałami należy wykonywać przy użyciu odpowiedniego wózka widłowego i z zachowaniem szczególnej uwagi, tak aby nie uszkodzić widłami krawędzi materiałów czy opakowania fabrycznego.

Generalnie materiały STEICO należy przechowywać w zadaszonych i dobrze wentylowanych pomieszczeniach, unikając nadmiernej wilgoci. Płyty, maty oraz materiały nośne należy składować w pozycji poziomej na równym podłożu, co zapobiega ewentualnemu wyginaniu czy skręcaniu.

Materiały izolacyjne i konstrukcyjne STEICO w razie potrzeby mogą być tymczasowo przechowywane na zewnątrz (np. na placu budowy). Warunkiem jest składowanie materiałów na podwyższonych i zabezpieczonych od spodu folią wodoodporną paletach, co uniemożliwia kontakt z grun-

tem, wodą czy roślinnością. Materiały należy jednocześnie przykryć szczelnie od góry do dołu wodoodpornym, wysokoparoprzepuszczalnym materiałem zabezpieczającym np. plandeką czy folią, tak aby umożliwić swobodną wentylację powietrza między płytami czy belkami. Jeżeli materiały STEICO zostaną wystawione na dłuższe promieniowanie słoneczne, może dojść do miejscowych przebarwień. Przebarwienia mają jednak charakter powierzchniowy i w żaden sposób nie wpływają na właściwości techniczne płyt.

3.1.2. Obróbka materiałów termoizolacyjnych i konstrukcyjnych



150

Materiały termoizolacyjne i konstrukcyjne STEICO mogą być obrabiane przy użyciu ogólnie dostępnych dopuszczonych do stosowania w budownictwie ręcznych lub elektrycznych narzędzi do obróbki produktów drewnopochodnych np. noży, pił ręcznych, pił stołowych. Zaleca się korzystanie z ostrzy, tarcz czy pił wykonanych z wysokiej jakości metali (najlepiej z węgla spiekanego). Narzędzia

przeznaczone do cięcia powinny być cały czas dostatecznie naostrzone, co gwarantuje najwyższą ergonomię prac wykonawczych oraz dokładne cięcia o regularnych krawędziach.

Dobór odpowiednich urządzeń do obróbki materiałów STEICO jest uzależniony od rodzaju produktu oraz planowanego charakteru i intensywności prac budowlanych:



Do obróbki płyt izolacyjnych STEICO oraz produktów uszczelniających o grubości do 10 mm (np. przycięcie podkładów podłogowych STEICO *underfloor*, obróbka taśmy do akustycznej izolacji obwodowej STEICO *soundstrip*, rozcięcie arkusza membrany STEICO *multi renova*) zaleca się zastosowanie ostrego noża intrigligatorskiego.



Do obróbki małych powierzchni mat termoizolacyjnych STEICOflex (np. docięcie brakujących fragmentów mat, poprawki w celu lepszego dopasowania mat) może służyć systemowy nóż STEICO o specjalnym szlifowanym ostrzu falistym. W przypadku nieregularnych prac o stosunkowo małej intensywności nóż może być stosowany jako podstawowe narzędzie do obróbki mat STEICOflex o grubości do 100 mm.

Bosch GFZ 16-35 AC



Dewalt DWE396, DWE397, DWE398, DWE399

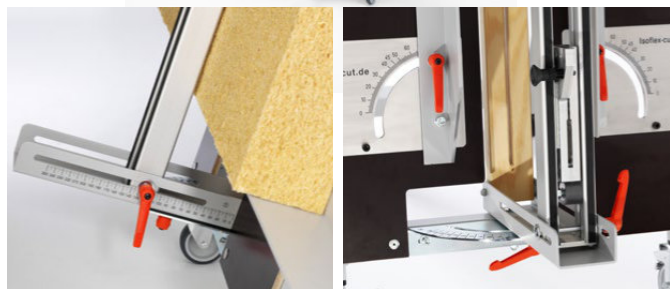


Najszybszym i najwygodniejszym sposobem cięcia mat STEICOflex, niezależnie od grubości, jest wykorzystanie szablastej piły elektrycznej, zwanej potocznie „lisim ognem”. Piła tego typu w połączeniu z systemowymi ostrzami ząbkowanymi gwarantuje gładkie cięcia, przy maksymalnie zredukowanym pyleniu. Dostosowanie ostrości ostrza do bieżących potrzeb nie stanowi problemu, ponieważ w ofercie grupy STEICO dostępne są różne rodzaje zamiennych ostrzy o różnej geometrii.



Alternatywnym rozwiązaniem dla tradycyjnych pił szablanych jest pilarka akumulatorowa z zespołem tnącym o szlifie falistym (na zdjęciu zestaw tnący SG-240 / W-ISC). Pilarka umożliwia precyzyjne cięcia mat STEICOflex w grubościach do 240 mm.

151



Szablasta piła elektryczna może zostać zamontowana do prowadnicy na systemowym stojaku STEICOisoflex-cut combi. Jest to rozwiązanie zalecane przy częstych pracach wykonawczych, zwiększające precyzję cięcia oraz tempo pracy zarówno na placu budowy, jak i podczas prefabrykacji. Urządzenie umożliwia precyzyjne określenie powtarzalnej szerokości cięcia, dzięki czemu nie ma potrzeby manualnego odmierzania żądanych szerokości materiału za każdym razem na nowo. Raz ustawiona szerokość przycięcia pozostaje niezmienna do momentu wprowadzenia nowej. Możliwe są również dokładne przycięcia pod kątem do 45° (maksymalna głębokość cięcia wynosi wówczas 2000 mm). System STEICOisoflex-cut combi przycina maty i twardsze płyty termoizolacyjne do grubości 260 mm. Niewielka waga oraz seryjne rolki zapewniają łatwe przemieszczanie urządzenia np. ze strefy montażu dachu do miejsca przeznaczonego na montaż ścian (na hali produkcyjnej). W skład zestawu wchodzi szablasta piła Bosch Typ GFZ 16-35 AC (do obróbki mat) oraz opcjonalnie pilarka Stihl MSE 170 C-Q (do obróbki płyt). Pilarka Stihl jest dodatkowo wyposażona w króciec ssący do podłączenia odkurzacza.

Brzeszczot Bosch T 1013 AWP



Brzeszczot Bosch T 313 AW



Brzeszczot Bosch T 344 D



Kolejnym narzędziem zalecanym do obróbki materiałów drewnopochodnych jest wyrzynarka elektryczna. Wyrzynarka powinna być zaopatrzona w odpowiedni brzeszczot ząbkowany. Rodzaj uzębienia brzeszczotu jest uzależniony od docelowego materiału. Do obróbki mat STEICOflex (optymalne cięcia do grubości 160 mm) zaleca się brzeszczoty ze szlifem falistym, przeznaczone do materiałów włóknistych np. Bosch T 1013 AWP czy Bosch T 313 AW. Natomiast do obróbki twardszych płyt np. STEICOuniversal, STEICOprotect czy STEICOtherm zalecane są brzeszczoty o zębach rozwartych, szlifowanych (optymalnie cięcia do grubości 100 mm), np. Bosch T 344 D.

Festool IS 330 EB



Festool SSU 200 EB-Plus-FS



Do obróbki grubszych płyt termoizolacyjnych z włókien drzewnych STEICO (do grubości 300 mm) zaleca się zastosowanie specjalistycznych pilarek mieczowych np. sprawdzoną pilarkę Festool SSU 200 EB-Plus-FS o głębokości cięcia do 200 mm czy Festool IS 330 EB o głębokości cięcia nawet do 330 mm. Specjalistyczne pilarki umożliwiają wykonywanie cięć pod kątem do 60°, przy zachowaniu bardzo wysokiej jakości obróbki (brak poszarpanych krawędzi).

Ręczna pilarka tarczowa Festool HK 85 EB-Plus



Przesuwna pilarka tarczowa Festool KS 120 UG-Set



Stołowa pilarka Festool CS 70 EB-Set



Do precyzyjnej i szybkiej obróbki belek dwuteowych i forniru klejonego warstwowo świetnie nadają się powszechnie dostępne i znane ręczne pilarki tarczowe oraz przesuwne i stołowe pilarki elektryczne, np. Festool HK 85 EB-Plus, KS 120 UG-Set czy CS 70 EB-Set.



Podczas obróbki materiałów termoizolacyjnych oraz konstrukcyjnych zaleca się dodatkowo zastosowanie systemowych prowadnic/szyn prowadzących do elektronarzędzi. Prowadnice zapewniają wykonanie szybkich, powtarzalnych i precyzyjnych cięć. Większość prowadnic posiada zabezpieczenia przeciwodpryskowe, które pozwalają na uzyskanie krawędzi wolnych od wyrw.

Podczas obróbki materiałów STEICO może dojść do powstawania pyłu w postaci naturalnych opiłków włókien drzewnych. Pył nie podrażnia skóry człowieka, zaleca się jednak zabezpieczenie dróg oddechowych oraz oczu przy użyciu ogólnie dostępnych masek i okularów ochron-

nych. Zgodnie z przepisami prawa budowlanego podczas obróbki materiałów drewnopochodnych należy zadbać o odpylanie powietrza. Na rynku dostępne są liczne odpylarki/odkurzacze dedykowane opisywanym elektronarzędziom (np. odkurzacz Festool CTM 36 E).



Odkurzacz Festool CTM 36 E.

3.1.3. Rozstaw łączników w fornirze klejonym warstwowo

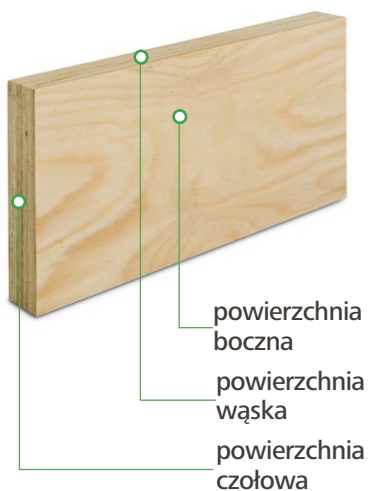
Rozstaw łączników w fornirze klejonym warstwowo STEICO **LVL** należy realizować w oparciu o ogólną aprobatę nadzoru budowlanego Z-9.1-842, wydaną przez Niemiecki Instytut Techniki Budowlanej w połączeniu z wytycznymi normy PN-EN 1995-1-1 dla drewna litego (w przypadku STEICO **LVL R**) i dla sklejki (w przypadku STEICO **LVL X**). Dopuszczalne jest stosowanie następujących łączników: gwoździe gładkie, gwoździe pierścieniowe, wkręty ciesielskie

zszywki, śruby, sworznie, sworznie gwintowane, pręty gwintowane, pierścienie kolczaste, pierścienie gładkie. Aplikacja gwoździ, wkrętów ciesielskich i zszywek jest możliwa bez nawiercania wstępnych otworów. W przeciwieństwie do tradycyjnych drewnopochodnych tworzyw nośnych, STEICO **LVL** dopuszcza możliwość aplikacji podłużnych łączników także w płaszczyźnie tzw. powierzchni wąskiej. Z uwagi na bardzo dużą wytrzymałość mechaniczną – większa gęstość charakterystyczna oraz do 37% większa wytrzymałość charakterystyczna na docisk łącznika do elementu drewnianego – **LVL R/X** umożliwia zastosowanie mniejszej ilości łączników, także o mniejszej średnicy oraz w większym rozstawie – w stosunku do tradycyjnych klas drewna nośnego i materiałów drewnopochodnych.

W tabeli 63 zestawiono współczynniki korygujące dla wytrzymałości łączników na docisk w poszczególnych płaszczyznach STEICO **LVL R** i **LVL X** w porównaniu do drewna litego C24.

Przy obliczaniu nośności łącznika w poszczególnych płaszczyznach, należy uwzględnić docelowy obszar zastosowania elementu nośnego oraz współczynniki korygujące wskazane w tabeli. Współczynniki korygujące dla łączników aplikowanych bez wstępnego nawiercania odnoszą się do wzoru 8.15 z normy PN-EN 1995-1-1, a przy wstępnym nawiercaniu otworów do wzoru 8.16 oraz 8.31.

154



Rys. 62. Definicja płaszczyzn bocznych STEICO LVL.

	Łączniki	STEICO LVL R	STEICO LVL X
Powierzchnia boczna	gwoździe, wkręty, zszywki; bez nawierconych otworów	137%	
	gwoździe, wkręty; z nawierconymi otworami		
	sworznie, sworznie gwintowane, śruby, pręty gwintowane		
Powierzchnia wąska	gwoździe, zszywki; bez nawierconych otworów	137%	45%
	gwoździe; z nawierconymi otworami	137%	45%
	wkręty (6 mm ≤ d ≤ 12 mm); bez nawierconych otworów i z nawierconymi otworami	137%	91%
	sworznie stalowe, sworznie stalowe gwintowane, śruby, pręty gwintowane (d ≥ 8mm)	103%	103%
Powierzchnia czołowa	zgodnie z aprobatą techniczną danego łącznika		

Tabela 63. Współczynniki korygujące dla wytrzymałości łączników na dosick w poszczególnych płaszczynach STEICO LVL R/X.

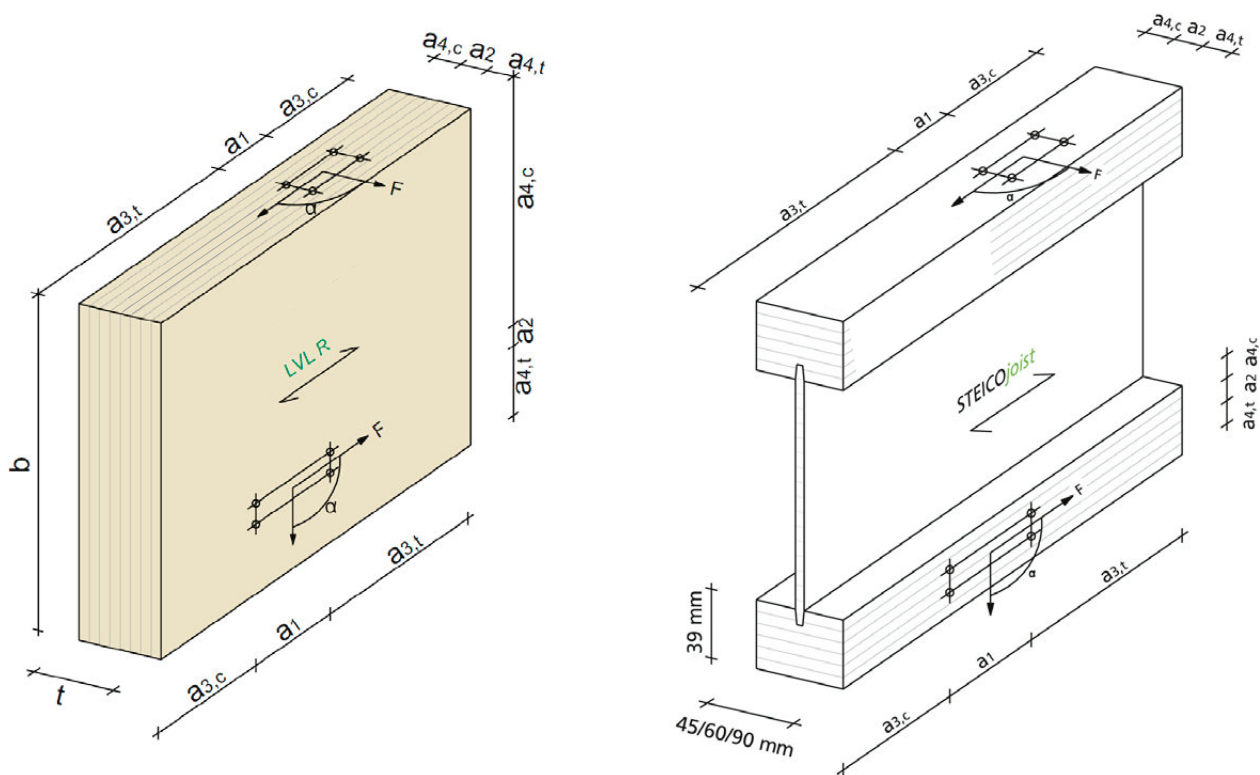
Dalsze informacje dotyczące zasad obliczania nośności łączników w kompozycie STEICO **LVL** znajdują się w przytoczonej wcześniej niemieckiej ogólnej aprobacie nadzoru budowlanego Z-9.1-842*

Jeżeli aprobata techniczna stosowanego łącznika zawiera inne zalecenia wykonawcze i obliczeniowe dla forniru klejonego warstwowo – wówczas należy postępować zgodnie z nimi.

Rysunek 63 przedstawia minimalne rozstawy i odległości dla łączników mocowanych w fornirze klejonym warstwowo STEICO, zdefiniowane w normie PN-EN 1995-1-1. Wartości wymaganych minimalnych rozstawów i odległości należy czerpać z niemieckiej aprobaty Z-9.1-842 w połączeniu z aprobatą techniczną określonego łącznika (np. wkręta ciesielskiego).

Jeżeli aprobata techniczna stosowanego łącznika zawiera inne zalecenia wykonawcze i obliczeniowe dla forniru klejonego warstwowo – wówczas należy postępować zgodnie z nimi.

* Aprobata w polskiej wersji językowej dostępna m.in. na stronie www.steico.com/pl w zakładce Download/Certyfikaty.



Rys. 63. Minimalne rozstawy i odległości łączników dla forniru klejonego warstwowo STEICO LVL zgodnie z PN-EN 1995-1-1.

Legenda:

- a_1 rozstaw łączników w szeregu wzdłuż włókien
- a_2 rozstaw łączników w szeregu w poprzek włókien
- $a_{3,t}$ odległość łącznika od końca obciążonego
- $a_{3,c}$ odległość łącznika od końca nieobciążonego
- $a_{4,t}$ odległość łącznika od boku obciążonego
- $a_{4,c}$ odległość łącznika od boku nieobciążonego
- α kąt między siłą i kierunkiem włókien

3.2. Zalecenia wykonawcze dla konstrukcji ścian zewnętrznych



157

Montaż prefabrykowanych ścian STEICO na placu budowy.

Systemowe ściany szkieletowe STEICO mogą być składane od podstaw bezpośrednio na placu budowy lub prefabrykowane w zakładzie produkcyjnym, a następnie dostarczone na plac budowy w formie gotowych elementów. Niezależnie od metody wznoszenia konstrukcja ścian STEICO składa się z następujących elementów:

- podwalina i oczep ściany ze STEICO **LVL R** lub STEICO **LVL X** (o minimalnej grubości 39 mm);
- słupki ścienne w formie belek dwuteowych STEICO**wall**/STEICO**joist** lub w uzasadnionych przypadkach ze STEICO **LVL R**;
- nadproża nad otworami okiennymi i drzwiowymi ze STEICO **LVL R**/STEICO **LVL X** lub z belek dwuteowych STEICO**joist**;
- płyta konstrukcyjna mocowana po wewnętrznej stronie konstrukcji (OSB/3, MFP czy płyta gipsowo-włóknowa).

W zależności od przyjętej konstrukcji budynku, a w rezultacie od sposobu przenoszenia poprzez konstrukcję ściany obciążeń do podłoża, w konstrukcjach ścian szkieletowych

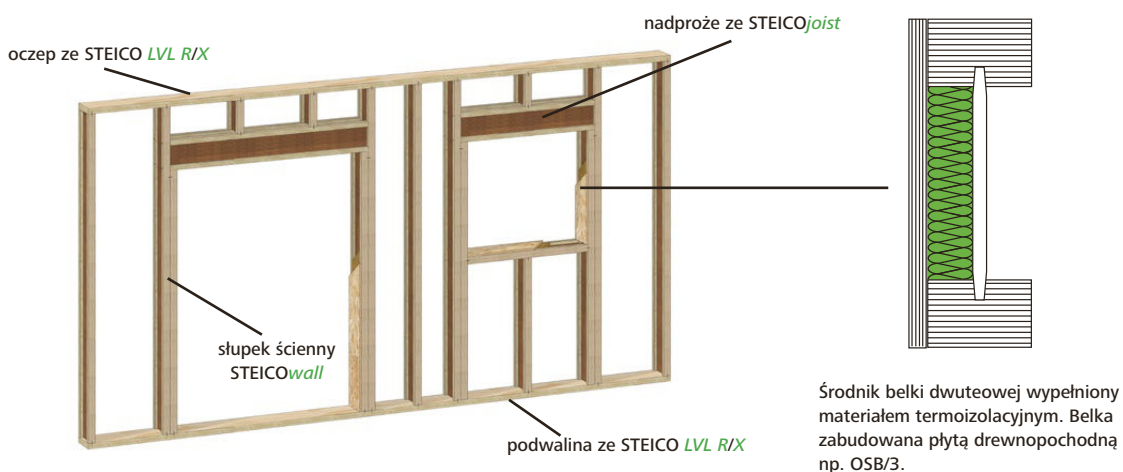
STEICO wyróżnić można cztery najczęściej stosowane warianty układu nadproży:



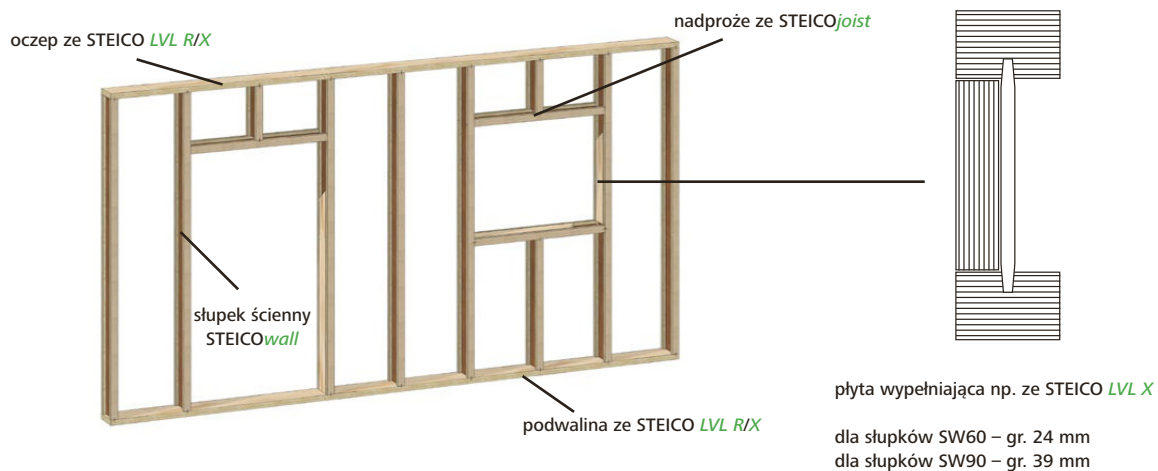
Rys. 64. Nadproże ze STEICO LVL R wbudowane na sztorc jako belka jednoprzęsłowa.



Rys. 65. Nadproże ze STEICO LVL R wbudowane na sztorc jako belka wieloprzęsłowa.



Rys. 66. Nadproże z belek dwuteowych STEICOjoist wbudowanych na sztorc.

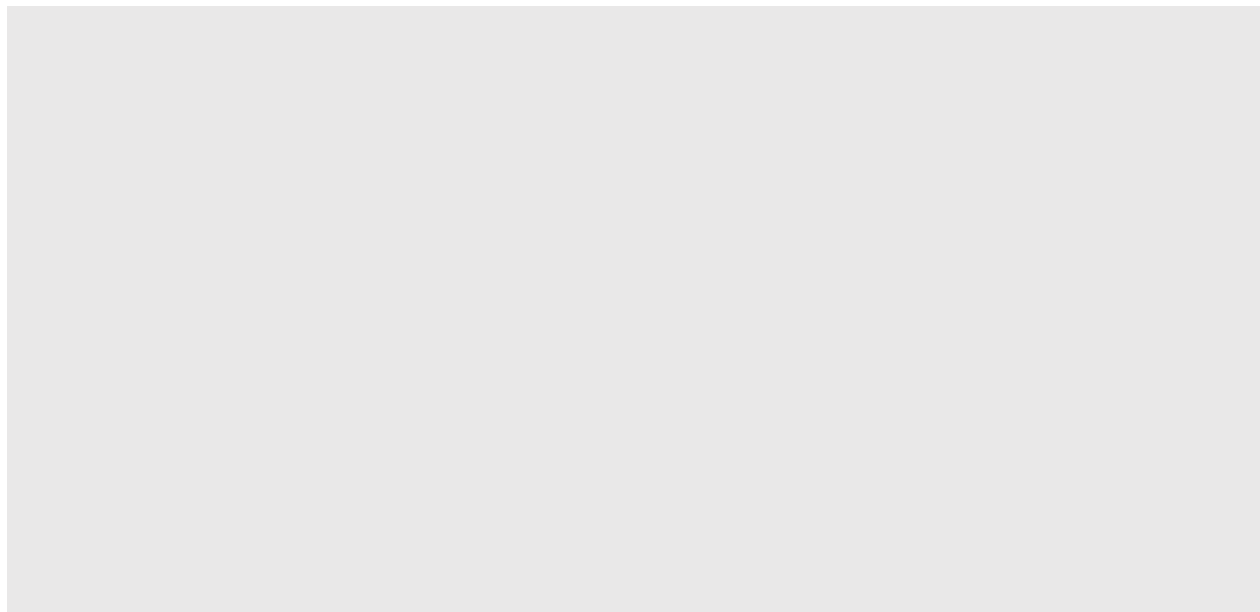


Rys. 67. Nadproże z belek dwuteowych STEICOjoist wbudowanych na płasko.



Zmontowana rama ścienna jest usztywniana od wewnątrz odpowiednią płytą konstrukcyjną (np. OSB/3) oraz izolowana termicznie od zewnątrz przy użyciu otwartych dyfuzyjnie płyt termoizolacyjnych z włókien drzewnych.

W zależności od preferencji firmy wykonawczej/inwestora puste przestrzenie między elementami nośnymi ściany są wypełniane matami termoizolacyjnymi lub granulatem z włókien drzewnych/celulozowych.



3.2.1. Posadowienie budynku – mocowanie ściany do podłoża

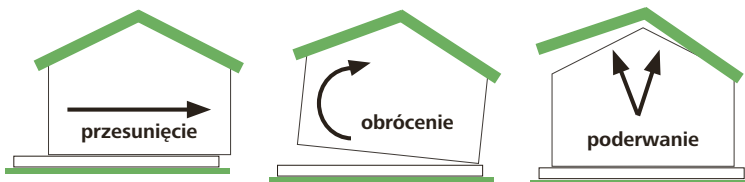


Fot. Szreder A.C.

160

Budynki w systemie STEICO mogą być posadowione zarówno na tradycyjnych ścianach czy stopach fundamentowych, jak i na płycie fundamentowej. Przynajmniej jedno rozwiązanie są dobrze znane w branży budowlanej, a prawidłowo zaprojektowane i wykonane umożliwiają uzyskanie trwałych i energooszczędnych obiektów.

Literatura branżowa oferuje liczne informacje dotyczące szczegółowego porównania dostępnych metod posadowienia budynku. W związku z tym w podręczniku większą uwagę skupiono na rozwiązaniach wykonawczych niż na informacjach poglądowych. Wybór rodzaju podłoża pod posadowienie budynku powinien być zawsze



Rys. 68. Zjawisko przesunięcia, poderwania oraz obrócenia konstrukcji budynku względem podłoża.

dokonywany indywidualnie, przedyskutowany z projektantem oraz firmą wykonawczą. Podłoże betonowe należy wykonać zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa budowlanego, zwracając szczególną uwagę na zapewnienie równej i płaskiej zewnętrznej powierzchni w granicach dopuszczalnych odchyłek. Konstrukcja ściany musi być połączona z podłożem betonowym w sposób ciągły, tak aby umożliwić bezproblemowe przejmowanie i przenoszenie obciążeń z budynku do podłoża. Podczas prac montażowych należy korzystać ze sprawdzonych złą-

czy i łączników, których zastosowanie zapewni konstrukcji ochronę przed zjawiskiem przesunięcia, poderwania oraz obrócenia.

Konstrukcje ścienne STEICO mogą być mocowane do podłoża na dwa sposoby:

- z wykorzystaniem podwójnej podwaliny;
- z wykorzystaniem pojedynczej podwaliny (mocowanie konstrukcji ściennej bezpośrednio do podłoża).

3.2.1.1. Mocowanie ściany z wykorzystaniem podwójnej podwaliny

Tradycyjnym rozwiązaniem stosowanym w budownictwie szkieletowym jest zakotwienie w podłożu betonowym podwaliny montażowej. Po prawidłowym zakotwieniu podwalina montażowa stanowi płaszczyznę, do której mocuje się następnie właściwą podwalinę konstrukcji ściany. W związku z tym szerokość podwaliny montażowej musi być dokładnie taka sama jak szerokość podwaliny ściany.

Kotwienie podwaliny montażowej odbywa się przy użyciu kotew mechanicznych lub chemicznych o średnicy i rozmieszczeniu określonych przez uprawnionego projektanta – w zależności od układu obciążeń. Dopuszcza się również zastosowanie szpilek zatapiających w świeżej warstwie betonu.

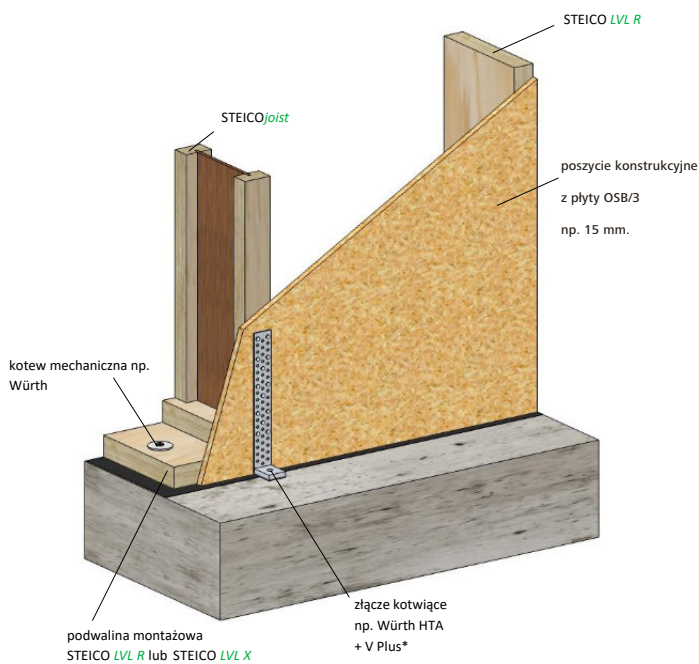


Rys. 69. Podwalina montażowa ze STEICO LVL zakotwiona do płyty fundamentowej.

Podwalina montażowa jest używana powszechnie jako element służący do zniwelowania nierówności podłoża betonowego. Często stosuje się ją w połączeniu z cementową masą wypełniającą (np. masa wypełniająca Quellmörtel Fermacell). Masę wypełniającą można aplikować bezpośrednio na izolację poziomą podłoża betonowego. Po utwardzeniu masa potrafi przenieść nawet bardzo duże obciążenia powierzchniowe $>10\text{N/mm}^2$, w związku z czym sprawdza się doskonale jako wypełnienie szczelin/nierówności między konstrukcją drewnianą a podłożem betonowym.

W przypadku gdy odchylenie osi ściany czy płyty fundamentowej nie przekracza dopuszczalnej tolerancji $\pm 10\text{mm}$, można zrezygnować z podwaliny montażowej, a niewielkie nierówności zniwelować jedynie przy użyciu masy wypełniającej.

Na podwalinę montażową należy stosować wysokiej jakości wysuszone drewno. Jeżeli podwalina jest umiejscowiona ponad obszarem narażonym na działanie wody rozbryzgowej, nie ma konieczności jej dodatkowego impregnowania. W przeciwnym wypadku drewno należy zaimpregnować ciśnieniowo. Podwalina nie może mieć bezpośredniego kontaktu z podłożem betonowym z uwagi na zawartość wilgoci w betonie. Przed zakotwieniem podwaliny należy wykonać ciągłą izolację poziomą podłoża np. w formie dociętych pod wymiar pasków z papy izolacyjnej, mat termozgrzewalnych czy folii budowlanej. Szerokość izolacji poziomej powinna być przynajmniej równa szerokości podwaliny. W przypadku tradycyjnych klas drewna nośnego (np. C24) lub drewna klejonego BSH/GL 24c minimalna dopuszczalna grubość podwaliny przy kotwieniu ścian poprzez złącza kątowe wynosi 60 mm. Po połącze-



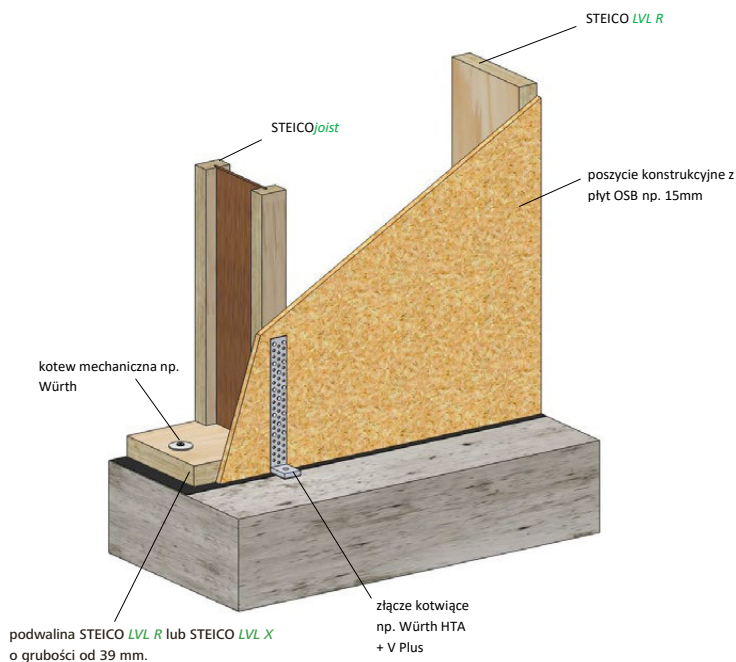
Rys. 70. Detal – posadowienie ściany szkieletowej na podwalinie montażowej STEICO LVL R lub STEICO LVL X. Ściana prefabrykowana otwarta jednostronnie lub ściana składana od podstaw na placu budowy. Mocowanie do podłoża przy użyciu kotew mechanicznych.

3.2.1.2. Mocowanie ściany z wykorzystaniem pojedynczej podwaliny

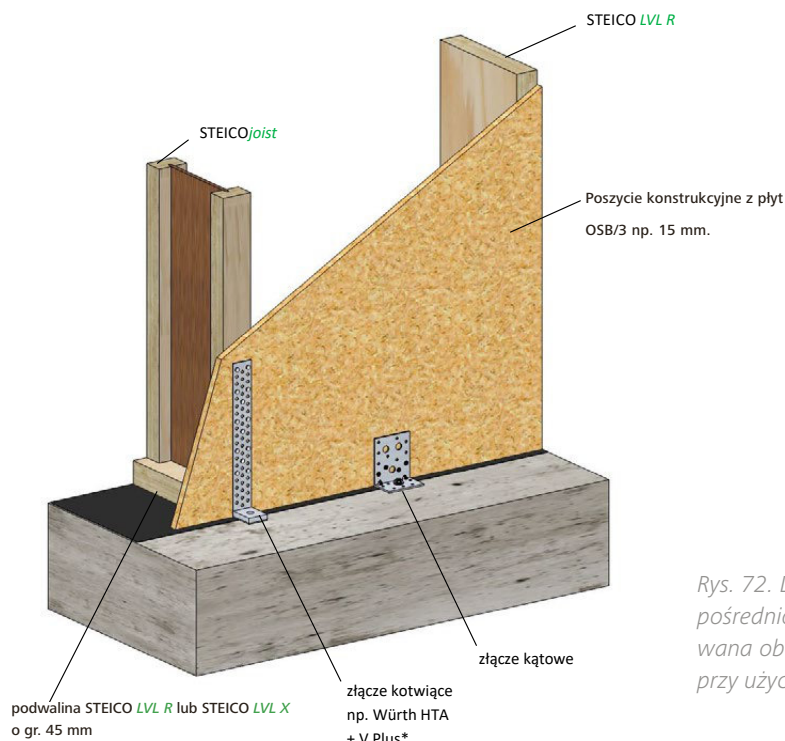
Konstrukcję ściany STEICO można posadzić także bezpośrednio na podłożu betonowym – bez stosowania podwaliny montażowej. Przed posadowieniem ścian należy wykonać ciągłą izolację poziomą podłoża betonowego, a ewentualne nierówności zniwelować np. przy pomocy cementowej masy wypełniającej. W przypadku ściany składanej bezpośrednio na placu budowy lub ściany prefabrykowanej otwartej jednostronnie zakotwienie podwaliny w podłożu betonowym można wykonać poprzez standardowe kotwy mechaniczne lub chemiczne. W takim przypadku możliwe jest zastosowanie podwaliny w formie STEICO **LVL R** lub STEICO **LVL X** o grubości już od 39 mm.

ni podwaliny montażowej z podwaliną ściany powstaje fragment drewna konstrukcyjnego o grubości 12 cm. W tym punkcie izolacyjność termiczna ściany ulega pogorszeniu (liniowy mostek cieplny). Dodatkowo należy podkreślić, że ze względu na stosunkowo dużą objętość drewna w opisywanym obszarze może dochodzić do znacznych zmian rozmiarów podwalin wskutek wahań wilgotności względnej materiału – skurcz/pęcznienie. W następstwie zmian objętościowych podwalin może dojść do powstania rys w płaszczyźnie fasady ścian lub wewnętrznych płyt wykończeniowych. Z uwagi na powyższe zaleca się stosować na podwaliny fornir klejony warstwowo **LVL R** lub **LVL X**. Dopuszczalna minimalna grubość dla kompozytu STEICO **LVL** jako podwaliny wynosi w tym przypadku już 39 mm. W praktyce oznacza to o 33% mniejsze zużycie drewna oraz zredukowany mostek cieplny w porównaniu do tradycyjnych klas drewna o grubości 60 mm. Wskutek zmniejszonego przekroju podwaliny oraz charakterystycznych właściwości kompozytu LVL minimalizacji ulega także ryzyko zmian objętościowych, a w konsekwencji skurczu drewna.

Jeżeli na plac budowy zostaną dostarczone prefabrykowane, obustronnie zamknięte ściany, najłatwiejszym sposobem zakotwienia podwaliny jest zastosowanie złączy kątowych, uwzględniając minimalne dopuszczalne odległości kotwienia od końców/boków drewna oraz podłoża betonowego. Wówczas minimalna grubość podwaliny w postaci STEICO **LVL R** lub STEICO **LVL X** wynosi 45 mm. Pojedyncza podwalina jest rozwiązaniem minimalizującym udział drewna w konstrukcji ścian szkieletowych, a co za tym idzie redukującym mostki termiczne oraz koszt inwestycji.



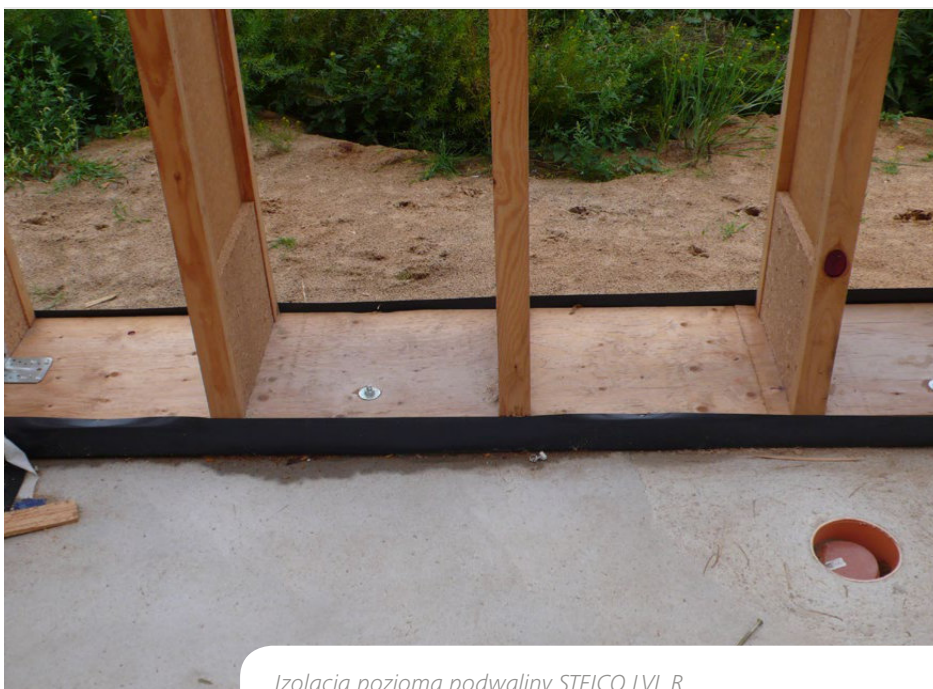
Rys. 71. Detal – posadowienie ściany szkieletowej bezpośrednio na podłożu betonowym. Ściana prefabrykowana otwarta jednostronnie lub ściana składana od podstaw na placu budowy. Mocowanie do podłoża przy użyciu kotew mechanicznych.



Rys. 72. Detal – posadowienie ściany szkieletowej bezpośrednio na podłożu betonowym. Ściana prefabrykowana obustronnie zamknięta. Mocowanie do podłoża przy użyciu złączy kątowych/kotwiących.

* Firma Würth opracowała szczegółowy katalog złączy kotwiących pod kątem połączeń ze słupkami ściennymi STEICO LVL R oraz ze słupkami ściennymi STEICOwall. Katalog zawiera szczegółowe wartości obliczeniowe zgodne z PN-EN 1995-1-1. Katalog można uzyskać kontaktując się bezpośrednio z firmą Würth lub ze STEICO.

Fot. Kamil Wiśniewski GreenCherry Architecture



Izolacja pozioma podwaliny STEICO LVL R.

3.2.1.3. Wytrzymałość mechaniczna podwalin ze STEICO LVL

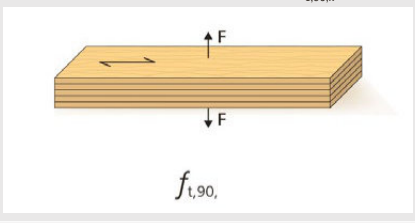
Material	C24	GL24	LVL R	LVL X
Ściskanie prostopadłe do włókien $f_{t,90,k}$ [N/mm ²] 	2,5	2,7	3,6	4,0
porównanie wytrzymałości				
	punkt wyjścia	więcej o 8%	więcej o 33%	więcej o 60%

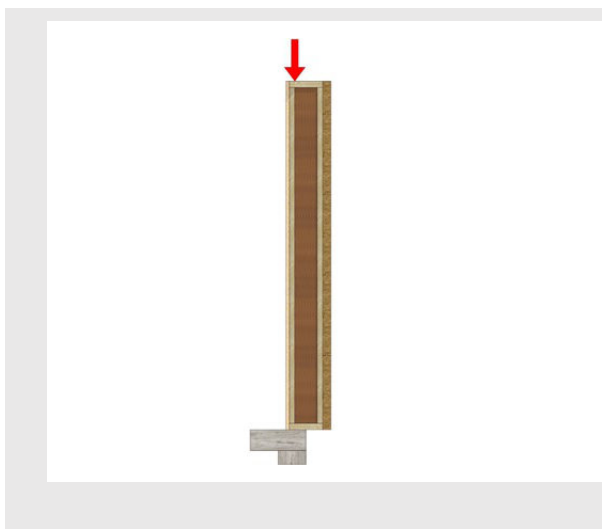
Tabela 64. STEICO LVL jako podwalina – porównanie wytrzymałości na ściskanie prostopadłe do włókien.

Podwalina z tworzywa nośnego STEICO **LVL** posiada znacznie większą wytrzymałość na ściskanie prostopadłe do włókien niż alternatywne klasy drewna konstrukcyjnego.

Duża wytrzymałość forniru klejonego warstwowo umożliwia wysunięcie podwaliny poza obrys płyty/ściany fundamentowej. Maksymalne wysunięcie podwaliny STEICO **LVL** poza obrys podłoża wynosi: 0,5 × szerokość słupka z belki dwuteowej STEICOWall/STEICOjoist.

Wysunięcie podwaliny pozwala na zastosowanie grubszej warstwy termoizolacji obwodowej płyty/ściany fundamentowej, zgodnie z założeniami budownictwa energooszczędnego.

W sytuacji, gdy podwalina jest wysunięta poza obrys podłoża, obciążenia z budynku przenoszone są na podwalinę tylko poprzez wewnętrzny pas belki dwuteowej, posadzonej w obrysie podłoża betonowego.



Maksymalne wysunięcie ściany (podwaliny STEICO **LVL**) poza fundament wynosi:
 0,5 × wysokość belki dwuteowej STEICO np. w przypadku słupka STEICO^{wall} 60/360 mm maksymalne wysunięcie wyniesie 180 mm.

Rys. 73. Obciążenia przenoszone są tylko poprzez wewnętrzny pas belki dwuteowej – pas posadowiony w obrysie podłoża betonowego.

Obliczenie maksymalnie dopuszczalnego nacisku belki dwuteowej STEICO na podwalinę ze STEICO **LVL R** lub STEICO **LVL X** można wykonać według poniższego wzoru, zgodnie z Eurokodem 5, punkt 6.1.5.:

$$\frac{F_{c,90,d}}{A_{ef}} \leq k_{c,90} \cdot f_{c,90,k} \cdot A_{ef}$$

sprowadzenie do wartości charakterystycznej:

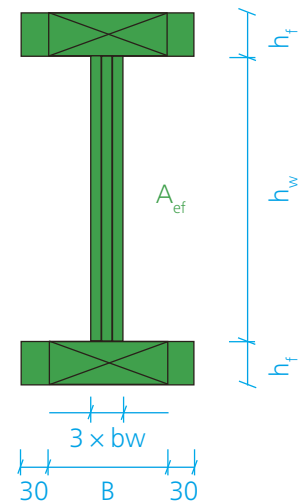
$$F_{c,90,k} = k_{c,90} \cdot f_{c,90,k} \cdot A_{ef}$$

gdzie:

$k_{c,90} = 1,5$ (w ułożeniu na płasko, wartość jak dla drewna klejonego GL24)

$f_{c,90,k}$ = ściskanie prostopadłe do włókien (dla podwaliny)

A_{ef} -> ilustracja obok



Przykład:

Belka dwuteowa STEICO^{wall} 60/300 z pasami z fornirowanego klejonego warstwowo jako słupki ścienne na podwalinie STEICO **LVL R** 45/300 mm:

$$k_{c,90} = 1,5$$

$$f_{c,90,k} = 3,6 \text{ N/mm}^2 \text{ dla STEICO } \mathbf{LVL R}$$

$$A_{ef,pas} = [2 \times (60 \text{ mm} + 2 \times 30 \text{ mm})] \times 39 \text{ mm} = 9360 \text{ mm}^2$$

$$A_{ef,\text{środek}} = 3 \times 6 \text{ mm} \times 222 \text{ mm} = 3996 \text{ mm}^2$$

$$A_{ef} = A_{ef,pas} + A_{ef,\text{środek}}$$

$$= 9360 \text{ mm}^2 + 3996 \text{ mm}^2$$

$$= 13356 \text{ mm}^2$$

$$F_{c,90,k} = 1,5 \cdot \frac{3,6 \text{ N}}{\text{mm}^2} \cdot 13356 \text{ mm}^2 = 72122 \text{ N} = 72,1 \text{ kN}$$

Wynik określa dopuszczalny nacisk belki dwuteowej na podwalinę ze STEICO **LVL R**, w sytuacji gdy podwalina leży całą szerokością w obrysie podłoża – obciążenie jest przenoszone równoległe na podwalinę poprzez oba pasy belki oraz środek. Jeżeli podwalina zostanie wysunięta poza obrys podłoża o maksymalnie połowę swojej szerokości, obciążenie będzie przekazywane na podwalinę tylko poprzez jeden pas belki. Otrzymany wynik należy wówczas podzielić przez dwa, czyli w przytoczonym przykładzie wyniesie 36,1 kN. Wartości dla pozostałych przekrojów belek dwuteowych STEICO w zależności od sytuacji posadowienia podwaliny zostały przedstawione w tabeli 65.

Typ belki dwuteowej	Szerokość [mm]	Podwalina w pełni podparta		Podwalina podparta w połowie	
		Wyboczenie	Nacisk na	Wyboczenie	Nacisk na
		do 3,5 m	STEICO LVL R	do 3,5	STEICO LVL R
STEICOWall 45	160	65,1	52,1	32,6	26,1
	200	72,0	56,0	36,0	28,0
	240	74,3	59,9	37,2	30,0
	300	75,8	65,8	37,9	32,9
	360	76,5	71,6	38,3	35,8
STEICOWall 60	160	87,5	58,5	43,8	29,3
	200	96,4	62,4	48,2	31,2
	240	99,3	66,2	49,7	33,1
	280	100,7	70,1	50,4	35,1
	300	101,2	72,1	50,6	36,1
	360	102,2	77,9	51,1	39,0
	400	102,6	81,8	51,3	40,9
STEICOWall 90	240	149,3	78,9	74,7	39,5
	300	152,1	84,7	76,1	42,4
	360	153,5	90,5	76,8	45,3
	400	154,1	94,4	77,1	47,2

Tabela 65. Charakterystyczne siły ściskające dla STEICOWall [kN].

Uwagi ogólne:

Tabela służy do wykonywania wstępnych kalkulacji i nie zastępuje obliczeń statycznych. Uwzględniony został wpływ wytrzymałości na ścinanie na długości zastępczej. Wartość obliczeniową siły ściskającej oblicza się wg wzoru: $N_d = \text{wartość z tabeli} \cdot k_{mod} / Y_M$.

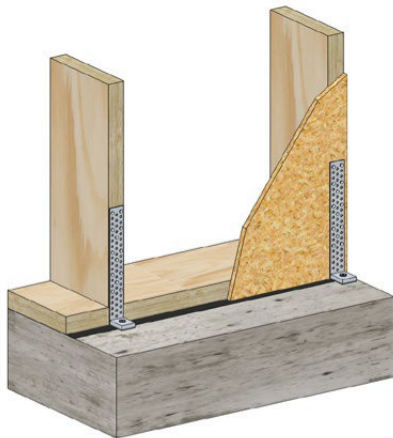
Tabela uwzględnia podporę przegubową (podstawienie Eulera II rodzaju).

Tabela uwzględnia belki dwuteowe z pasami z forniru klejonego warstwowo oraz z środkiem z płyty twardej pilśniowej.



Podwalina STEICO LVL R wysunięta poza lico podłoża betonowego.

3.2.1.4. Zabezpieczenie konstrukcji przeciw poderwaniu i obrotowi – złącza kotwiące



Rys. 74. Zabezpieczenie ścian przed poderwaniem i obrotem poprzez zastosowanie złączy kotwiących.

Niezależnie od tego, czy konstrukcja ścian została zakotwiona do podłoża poprzez jedną lub dwie podwaliny, należy pamiętać, że prawidłowo wykonane „standardowe” kotwienie zabezpiecza budynek jedynie przed zjawiskiem przesunięcia względem podłoża. Zjawisko przesunięcia występuje wówczas, gdy całkowite obciążenie bryły budynku wiatrem jest większe niż nośność połączeń z fundamentem. Z założenia suma nośności połączeń konstrukcji z fundamentem musi być zawsze większa niż całkowite obciążenie bryły budynku wiatrem.

Konstrukcja budynku jest narażona jednocześnie na zjawisko obrócenia oraz poderwania, o czym często zapomina się podczas projektowania detali posadowienia budynku. W celu przeciwdziałania obu potencjalnym niebezpieczeń-

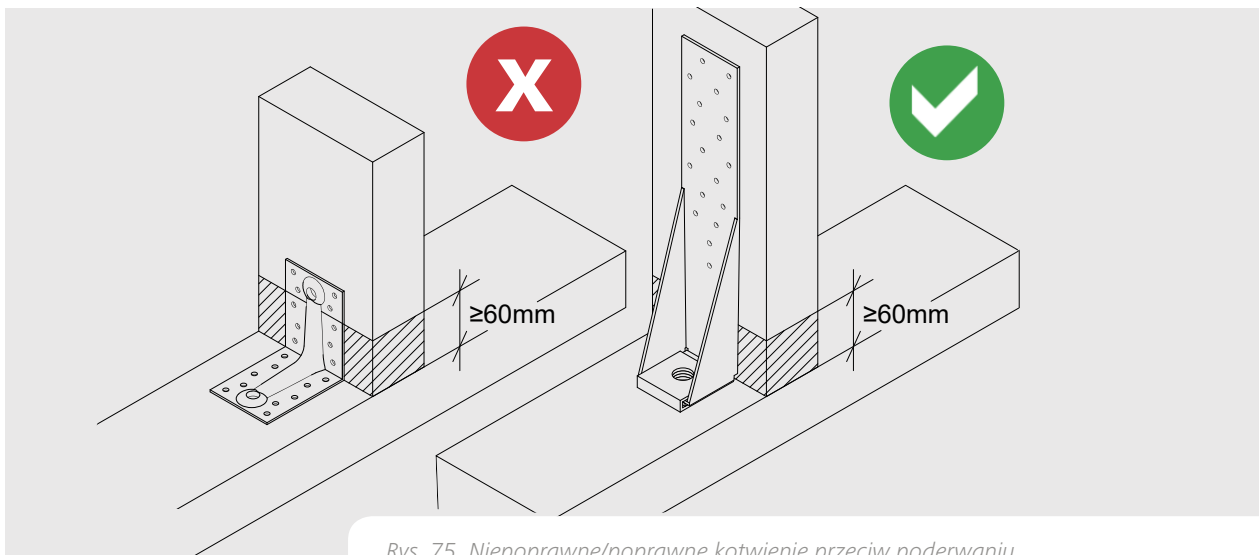
stwom konstrukcję ścian należy dodatkowo zabezpieczyć poprzez **zastosowanie złączy kotwiących**. Złącza te w przeciwieństwie do zwykłych kątowników charakteryzują się specyficzną budową, zaprojektowaną do przeniesienia dużych sił podrywających skierowanych do góry: dolne ramię złączy służy do kotwienia mechanicznego lub chemicznego w podłożu; górne ramię jest natomiast wykonane w taki sposób, aby w słupki ścienny można było wbić maksymalnie dużo gwoździ. W efekcie już jedno złącze kotwiące może przenieść siłę podrywającą o wartości 20–40 kN.



Przykładowe złącza kotwiące marki Simpson Strong-Tie (od lewej: HIT, AKR, AH).

W przypadku zwykłych kątowników ramię górne jest za krótkie, aby umożliwić umieszczenie gwoździ w słupku ściennym na wysokości zapewniającej ochronę przed poderwaniem. Norma Eurokod 5 jasno definiuje minimalne rozstawy gwoździ i ich odległości od boków i końców elementów drewnianych. Zgodnie z normą gwoździe nie powinny być aplikowane w odległości $a_{3,t}$ od obciążonego końca belki (w tym przypadku od dolnej krawędzi słupka ściennego). Odległość $a_{3,t}$ wynosi $15d$, gdzie „ d ” to średnica gwoźdź. Zakładając, iż średnica powszech-

nie stosowanych gwoździ wynosi 4,0 mm, minimalna odległość mocowania gwoździ w słupku wyniesie 60 mm ($15 \cdot 4,0$ mm) od obciążonej dolnej krawędzi podrywanego słupka. Łączniki mocowane w odległości do 60 mm od dolnej krawędzi słupka są uważane zatem za nienośne. W związku z powyższym zastosowanie standardowych złączy kątowych, gdzie większość gwoździ przypada w strefie nienośnej, nie może być traktowane jako zakotwienie przeciw poderwaniu i obrotowi konstrukcji.



Rys. 75. Niepoprawne/poprawne kotwienie przeciw poderwaniu.

Podobnie jak w przypadku kotew, określenie typu i rozstawu złączy kotwiących należy do obowiązków konstruktora. Z reguły złącza kotwiące stosuje się w narożach budynków, na skrajnych słupkach elementów prefabrykowanych. W przypadku długich ścian złącza kotwiące nie powinny być umieszczane w rozstawie większym niż 240 cm.

W przypadku ścian prefabrykowanych, które są dostarczane na plac budowy w formie zamkniętej, w celu wykluczenia konieczności wykonywania otworów rewizyjnych w płytach poszyciowych, zaleca się zastosowanie specjalnej dwuczęściowej wersji złączy kotwiących. Górna część takiego złącza jest mocowana do słupka szkieletu podczas prefabrykacji w zakładzie produkcyjnym. Dolna część (oddzielna) jest z kolei kotwiona do podłoża betonowego. Kiedy prefabrykowana ściana zostanie umieszczona na swoim miejscu, obie części złącza nachodzą na siebie i można je połączyć przy użyciu samowiercących wkrętów do stali.



Dwuczęściowe złącze kotwiące Simpson Strong-Tie dedykowane do ścian prefabrykowanych.

3.2.2. Montaż konstrukcji



Fot. Kamil Wiśniewski GreenCherry Architecture

Montaż konstrukcji ściennych STEICO należy rozpocząć od usunięcia opakowania fabrycznego, rozpakowania pakietów z belkami dwuteowymi oraz z elementami LVL i posegregowania poszczególnych elementów zgodnie z ich dalszym przeznaczeniem. W przypadku elementów nośnych w długościach fabrycznych, przed przystąpieniem do montażu ramy ściany, belki dwuteowe i kompozyt LVL należy dokładnie zwymiarować i zaznaczyć miejsca przycięcia – zgodnie z docelowymi rozmiarami zawartymi w projekcie budowlanym. Po wyznaczeniu docelowych rozmiarów należy przystąpić do przycinania elementów fabrycznych na żądane długości, tworząc w ten sposób słupki, podwaliny, oczepy, nadproża i inne elementy nośne.

Obróbkę zaleca się wykonywać przy pomocy specjalistycznych elektronarzędzi opisanych na stronach 150–153. Gotowe elementy układa się następnie płasko na równym podłożu. Aby umożliwić jak najdokładniejszy montaż, bardzo istotne jest idealnie równe podłoże. W przypadku większych nierówności podłoża poszczególne elementy ścian zaleca się składać na wcześniej wykonanym stole montażowym.



Belki STEICO LVL R po przycięciu na docelowe długości.



Elementy konstrukcyjne STEICO po przycięciu na docelowe długości.

3.2.2.1. Podwalina i oczep

Gdy podwalina i oczep są już gotowe, należy przystąpić do określenia położenia słupków ściennych. W tym celu na obu elementach nośnych wykonuje się widoczne oznakowanie wskazujące na punkt połączenia ze słupkami. Mając na uwadze szerokość wewnętrznej płyty usztywniającej (np. OSB), odmierzanie rozstawu słupków należy rozpocząć od naroża zewnętrznego. Zakładając, że rozstaw osiowy między słupkami jest równy europejskiej siatce modularnej, czyli 625 mm, odległość od narożnika zewnętrznego do linii centralnej pierwszego słupka ściennego powinna wynosić dokładnie 625 mm. Na podwalinie oraz oczepie należy zaznaczyć również położe-

nie dodatkowych słupków, wynikających z konieczności wzmocnienia otworów okiennych, drzwiowych czy miejsc połączeń ściany zewnętrznej ze ścianami wewnętrznymi (np. krótsze słupki dźwigające).



Oznaczenie położenia słupków ściennych na podwalinie ze STEICO LVL R/X.



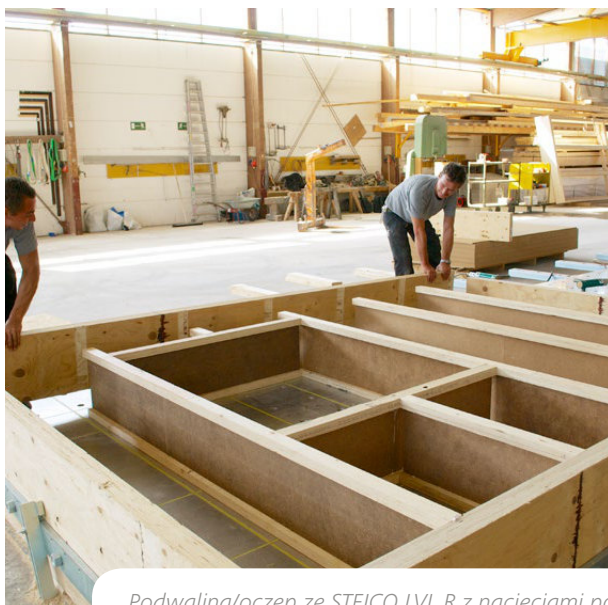
Oznaczenie położenia słupków na oczepie ze STEICO LVL R/X – równoległe do oznaczeń na podwalinie.

Uwaga:

Oznaczenie położenia słupków na podwalinie musi być zgodne (takie same) z oznaczeniem na oczepie.

172

W celu skrócenia prac montażowych istnieje możliwość wykonania mechanicznych nacięć w podwalinach i oczepach, które wskazują na docelowe położenie słupków ściennych. Nacięcia są wykonywane w strukturze podwalin i oczepów z wykorzystaniem centrów obróbczych do drewna, zgodnie z przyjętym rozstawem osiowym słupków. Głębokość frezowania wynosi z reguły ok. 3–5 mm, a szerokość nacięć odpowiada szerokości docelowych słupków ściennych np. 60 mm. W rezultacie złożenie konstrukcji ściennej nie wymaga wcześniejszego oznaczania lokalizacji słupków ściennych na placu budowy. Ponadto mechaniczne nacięcia umożliwiają natychmiastowe osadzenie słupków ściennych pod kątem prostym do podwaliny i oczepu.



Podwalina/oczep ze STEICO LVL R z nacięciami pod słupki ścienne.

3.2.2.2. Połączenie podwaliny i oczepu ze słupkami

Standardowo na słupki ściennie należy stosować belki dwuteowe STEICO^{wall} o grubości 60 mm (lub w razie potrzeby 90 mm). Przy takiej grubości belki dwuteowej z reguły wystarczające jest jednostronne usztywnienie ściany przy pomocy płyty konstrukcyjnej np. OSB/3. Płytę konstrukcyjną należy przymocować bezpośrednio do słupków ściennych, po wewnętrznej stronie przegrody. W przypadku zastosowania smuklejszych belek dwute-

owych o grubości 45 mm konstrukcję ściany należy usztywnić z reguły obustronnie. Jako słupki wyznaczające otwory okienne czy drzwiowe zaleca się stosować elementy STEICO **LVL R** o grubości od 45 mm*.

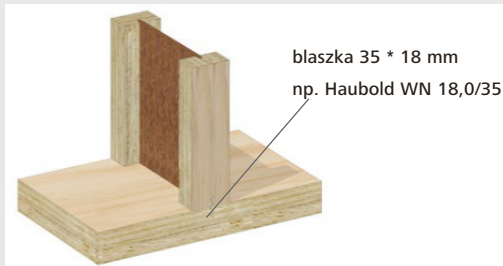
Mocowanie słupków STEICO^{wall} do podwaliny i oczepu można wykonać przy użyciu wkrętów ciesielskich lub blaszek falistych.

*wskazówka na stronie 174.



Należy zastosować minimum po jednym wkręcie ciesielskim na każdy pas belki dwuteowej. Rekomendowany rozmiar wkrętów ciesielskich: 6,0 • 100 mm.

Rys. 76. Połączenie belki dwuteowej z podwaliną/oczepem przy pomocy wkrętów ciesielskich.



Należy zastosować minimum po jednej blaszce na każdy pas belki dwuteowej. Rekomendowany rozmiar blaszki falistej: 18 • 35 mm.

Rys. 77. Połączenie belki dwuteowej z podwaliną/oczepem przy pomocy blaszek falistych.



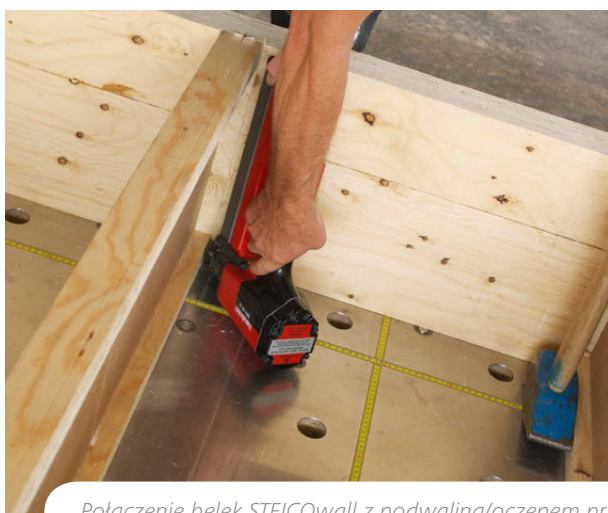
Należy zastosować minimum po jednej blaszce na każdy pas belki dwuteowej. Rekomendowany rozmiar blaszki falistej: 18 • 35 mm.

Rys. 78. Połączenie belki dwuteowej z naciętą podwaliną/oczepem przy pomocy blaszek falistych.

Po połączeniu podwaliny i oczepu ze słupkami powstaje rama ściany. Przed przystąpieniem do poszycia ramy płytą usztywniającą należy skontrolować, czy ściana trzyma kąty proste. W tym celu mierzy się przekątne ramy.



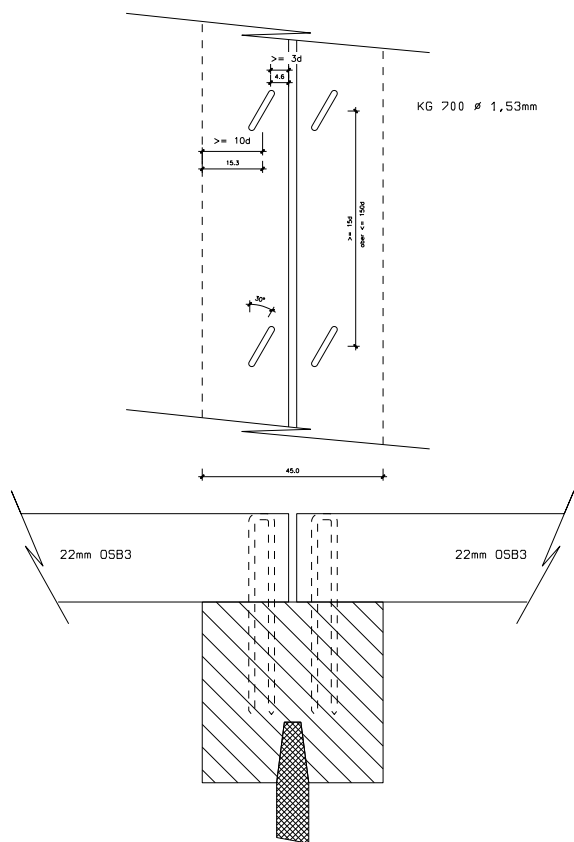
Połączenie belek STEICOWall z podwaliną/oczepem przy pomocy wkrętów ciesielskich.



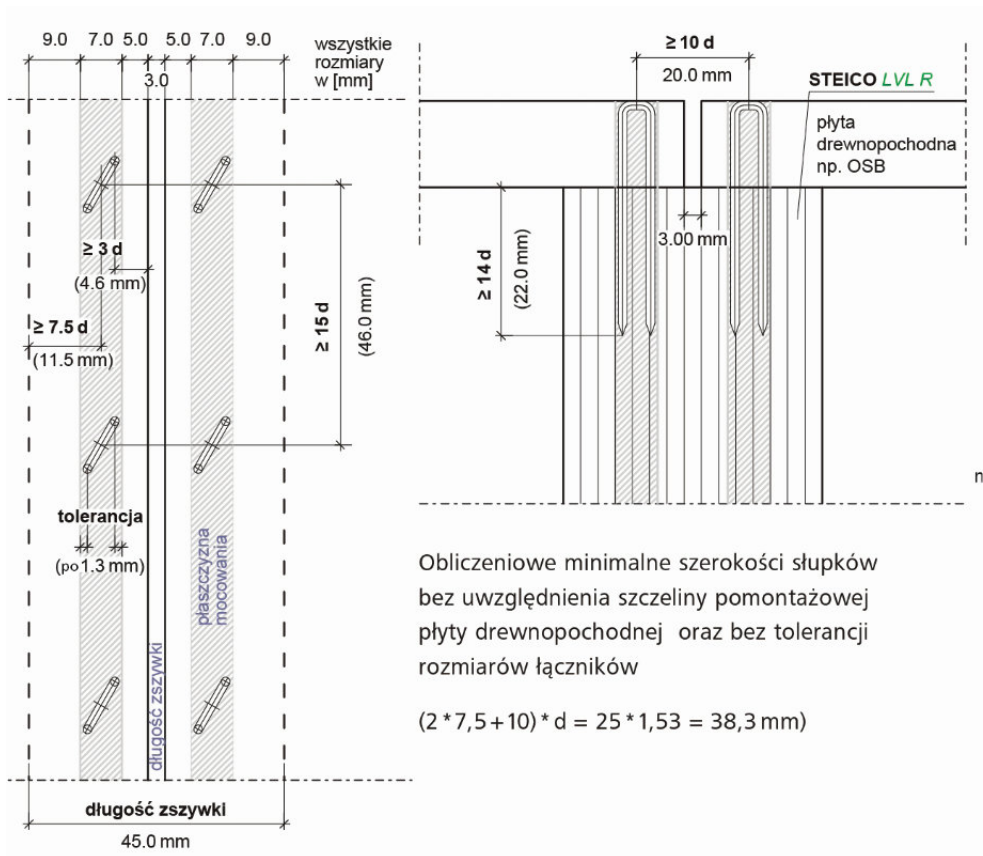
Połączenie belek STEICOWall z podwaliną/oczepem przy pomocy blaszek falistych.

***Wskazówka:**

Minimalna szerokość pasów belek dwuteowych oraz pojedynczych elementów LVL zalecana do zastosowania jako słupek nośny w konstrukcji ściany wynosi 45 mm. Wymagana szerokość nie wynika z wytrzymałości mechanicznej elementów nośnych – przykładowo STEICO **LVL R** o grubości 39 mm również spełniłoby wymagania statyczne – lecz z szerokości podparcia niezbędnej do mocowania płyt usztywniających. Uwzględniając minimalny odstęp łącznika od krawędzi płyty OSB/3, zgodnie z EN 1995-1-1, słupek o szerokość 45 mm stanowi minimalną szerokość, umożliwiającą połączenie dwóch płyt (z uwzględnieniem szczeliny dylatacyjnej).



Rys. 79. Mocowanie płyt OSB/3 (w zastosowaniu jako płyta usztywniająca) do pasa belki dwuteowej o szerokości 45 mm. Detal zgodny z EN 1995-1-1. Źródło: ITW Befestigungssysteme GmbH.



Rys. 80. Mocowanie płyt drewnopochodnych do STEICO LVL R o gr. 45 mm. Źródło: STEICO.

3.2.2.3. Montaż płyty konstrukcyjnej



176

Zmontowaną ramę ściany należy usztywnić przy pomocy płyty konstrukcyjnej np. OSB/3, MFP, płytą gipsowo-włóknową lub płytą STEICO **LVL X**. Jeżeli ściana będzie posadowiona na podwalinie montażowej należy pamiętać, by płyta konstrukcyjna wystawała poza podwalinę, aby można było ją przymocować do podwaliny montażowej. Dodatkowo w przypadku zastosowania podwójnego oczepu płyta konstrukcyjna powinna także wystawać poza oczep dolny, w takim stopniu, aby zakryła w połowie oczep górny.

Grubość płyty konstrukcyjnej, rozstaw między łącznikami, typ łączników, dopuszczalne odległości łączenia od krawędzi płyt zależą m.in. od typu płyty, rozstawu osiowego między słupkami oraz od szerokości samych słupków – powinny być dobierane zawsze zgodnie z zaleceniami producenta.

Generalnie do mocowania płyt konstrukcyjnych stosuje się zszywki mocujące, gwoździe, dopuszczalne jest również sklejanie.

Niezależnie od rodzaju płyty konstrukcyjnej należy ją przymocować do słupków ściennych, podwaliny i oczepu po wewnętrznej stronie ramy ściennej – strona zewnętrzna zostanie poszyta otwartą dyfuzyjnie płytą termoizolacyjną z włókien drzewnych. Jeżeli jako usztywnienie ramy

zastosowana została płyta OSB/3, spełniająca kryteria funkcji opóźniacza pary wodnej, nie jest wymagane zastosowanie membrany paroizolacyjnej między ramą ściany a płytą (więcej w podrozdziale 2.5.). W pozostałych przypadkach, po przymocowaniu do słupków płyty konstrukcyjnej, ścianę należy pokryć wysokiej jakości membraną paroizolacyjną np. STEICO **multi membra 5**. Jeżeli po wewnętrznej stronie przegrody ściennej przewidziano tzw. ściankę instalacyjną, montaż membrany można wykonać także bezpośrednio do słupków ściennych pod płytą konstrukcyjną – dzięki ściance instalacyjnej membrana jest bowiem zabezpieczona przed potencjalnymi uszkodzeniami wskutek prowadzenia instalacji. Szczegółowe zalecenia wykonawcze dla warstwy paroizolacyjnej znajdują się w podrozdziale 3.7.



Fot. Szreder A.C.

Montaż warstwy usztywniającej konstrukcję ściany – płyta OSB/3 o gr. 18 mm.



Montaż warstwy usztywniającej konstrukcję ściany – płyta gipsowo-włóknowa Fermacell o gr. 18 mm.

W drewnopochodnej płycie usztywniającej dopuszcza się możliwość wykonania otworów instalacyjnych (chyba że producent podaje inaczej) np. na wyprowadzenie instalacji elektrycznej, w celu wprowadzenia końcówki rury przy termoizolacjach wdmuchiwanym czy choćby w celu uzyskania możliwości skręcenia jednej ściany z drugą na placu budowy. Po obróbce wszystkie otwory muszą zostać szczelnie zamknięte, aby nie zaburzyć ciągłości warstwy paroizolacyjnej. Przyjmuje się, że pojedyncze otwory instalacyjne o rozmiarach nieprzekraczających 200x200 mm nie wymagają dodat-

kowych obliczeń statycznych. Jeżeli konieczne jest wykonanie większej ilości otworów (np. przy aplikacji termoizolacji wdmuchiwanym), należy przestrzegać następujących reguł:

- suma długości wszystkich otworów nie może być większa niż 10% całkowitej długości płyty poszyciowej;
- suma wysokości wszystkich otworów nie może być większa niż 10% całkowitej wysokości płyty poszyciowej.

3.2.2.4. Połączenia ścian

Przed przystąpieniem do posadowienia ścian w pionie należy przygotować kilkanaście belek drewnianych lub metalowe regulowane ściągi, które posłużą jako tymczasowe zabezpieczenie ściany przed niekontrolowanym upadkiem, które mogłyby doprowadzić do uszkodzenia mechanicznego ściany oraz stwarza zagrożenie bezpie-

czeństwa pracy na placu budowy. Metalowe ściągi umożliwiają dodatkowo precyzyjne wyregulowanie ustawienia ściany do pionu.

Połączenia między poszczególnymi ścianami należy wykonać w sposób zapewniający ciągłość całej konstrukcji. Ściany łączy się ze sobą przy użyciu wysokiej jakości

łączników o przekroju i w rozstawie wynikającym z obliczeń projektanta – zgodnie z Eurokodem 5.

W przypadku ścian prefabrykowanych z zastosowaniem membrany paroizolacyjnej, membrana powinna zostać zamocowana z naddatkiem, umożliwiającym późniejsze szczelne połączenie ściany ze ścianą sąsiadującą, z podłogą oraz ze stropem – zachowanie ciągłości

warstwy paroizolacyjnej/uszczelniającej. W przypadku ścian, gdzie rolę warstwy paroizolacyjnej pełnią płyty OSB, po skręceniu ze sobą ścian styki płyt należy uszczelnić przy użyciu odpowiedniej taśmy klejącej np. STEICO **multi tape P** 60 mm. Szczegółowe detale przedstawiające przykładowe połączenia ścian zewnętrznych STEICO znajdują się na stronach 337-343.



Fot. Szreder A.C.

Zabezpieczenie ścian przed przechyleniem/regulacja pionu ścian przy użyciu regulowanych metalowych ściągów.

178

W celu dodatkowego usztywnienia konstrukcji ścian – po ich ustawieniu, połączeniu i wypionowaniu – zaleca się montaż górnego oczepu (tzw. belka wieńcowa). Górny oczep mocuje się do oczepu dolnego w taki sposób, aby w obszarze naroży budynku oraz w miejscach połączenia ścian zewnętrznych ze ścianami wewnętrznymi łączenia w obu warstwach oczepów nie pokrywały się (ułożenie na tzw. zakład). Podobnie jak w przypadku podwaliny

podwójnej, także w obszarze połączenia oczepu dolnego z górnym powstaje obszar szczególnie narażony na odkształcenia wskutek skurczu drewna (elementy drewniane ułożone poziomo). W celu zminimalizowania ryzyka odkształceń w obszarze oczepów zaleca się stosować tworzywo nośne STEICO **LVL R** lub STEICO **LVL X**.



Rys. 81. Mocowanie oczepu górnego do oczepu dolnego na zakład – elementy ze STEICO LVL.

3.2.3. Elewacja zewnętrzna

Elewacja zewnętrzna stanowi nieodłączny element architektury budynku. Na rynku budowlanym dostępne są różnorodne rozwiązania elewacyjne w postaci systemów tynkarskich, płyt elewacyjnych, okładzin drewnianych, systemów klinkierowych czy kamiennych itd.

Wybór rodzaju elewacji uzależniony jest najczęściej od planowanej bryły budynku oraz od trendów w architekturze.

System budowlany STEICO umożliwia wykonanie tradycyjnej fasady tynkowanej (podrozdział 3.2.3.1.), jak i elewacji wentylowanej (podrozdział 3.2.3.2).



Fot. Zetbeer

Połączenie elewacji wentylowanej z tynkiem.

3.2.3.1. Termoizolacja zewnętrzna ścian – fasada tynkowana

Płyty fasadowe z włókien drzewnych w połączeniu z dopuszczonymi systemami tynkarskimi mogą być stosowane do zewnętrznej izolacji termicznej oraz trwałej i skutecznej ochrony przed czynnikami atmosferycznymi ścian zewnętrznych w obiektach budownictwa drewnianego, wymiarowanych i wykonywanych zgodnie z normą PN-EN 1995-1-1 lub DIN 1052. W literaturze europejskiej zintegrowane systemy do zewnętrznej termoizolacji ścian zewnętrznych funkcjonują pod ogólną nazwą:

- External Thermal Insulation Composite System (ETICS),
- Wärmedämmverbundsystem (WDVS).

W literaturze polskiej można spotkać różne formy tłumaczenia powyższych pojęć, jednak najczęściej stosowanym i powszechnie przyjętym określeniem jest: **złożony system izolacji cieplnej ścian zewnętrznych budynku** (dawniej: bezspoinowy system ociepleń – BSO).



Złożone systemy izolacji cieplnej ścian zewnętrznych budynku bazujące na płytach z włókien drzewnych są stosowane w budownictwie drewnianym od początku lat 90. ubiegłego wieku. Systemy te składają się z następujących warstw:

- płyta termoizolacyjna z włókien drzewnych w gr. 40–240 mm,
- zbrojona warstwa tynku,
- opcjonalna powłoka gruntująca (w zależności od systemu tynkarskiego),
- łączniki mechaniczne,
- materiały uszczelniające,
- akcesoria do wykończenia detali.

Płyty termoizolacyjne są mocowane bezpośrednio do słupków ściennych, co powoduje redukcję liniowych mostków cieplnych, a także wpływa na zwiększenie temperatury ich powierzchni, zapobiegając tym samym kondensacji pary wodnej na zewnętrznej powierzchni elementów nośnych. Zgodnie z zaleceniami producenta, płyty fasadowe STEICO*protect*, STEICO*protect dry*, STEICO*duo* czy STEICO*duo dry* po poprawnym zamontowaniu do konstrukcji pełnią dodatkowe funkcje:

- funkcja wiatroizolacyjna (przy połączeniu płyt na profil pióro-wpust nie jest wymagany montaż dodatkowej

membrany wiatroizolacyjnej po zewnętrznej stronie ściany – więcej w podrozdziale 2.4.);

- funkcja izolatora akustycznego (duży ciężar własny i struktura porów – więcej w podrozdziale 2.7.);
- funkcja tymczasowej ochrony przed warunkami pogodowymi.

Niski współczynnik oporu dyfuzyjnego μ oraz aktywność kapilarna płyt wraz z zalecanymi systemami tynkarskimi umożliwiają dodatkowo wykonanie bezpiecznych i trwałych konstrukcji ściennych, otwartych na zjawisko dyfuzji pary wodnej (więcej w podrozdziale 2.5.).

Dopuszczalna wysokość budynku z zastosowaniem otynkowanych płyt fasadowych z włókien drzewnych wynika z dokumentacji projektowej, o ile krajowe przepisy przeciwpożarowe nie zakładają niższej wysokości budynku.

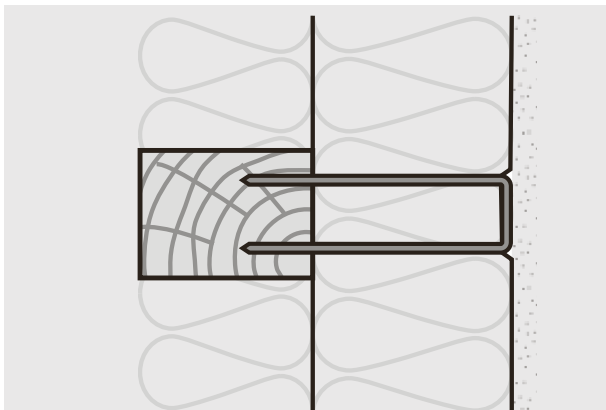
Płyty fasadowe STEICO nie mogą być wykorzystywane do przejmowania i przenoszenia obciążeń z budynku ani do usztywniania słupków w celu zabezpieczenia ich przed uginaniem czy przechylaniem. Wyjątkiem od tej reguły jest zastosowanie płyt zgodnie ze ściśle zdefiniowanymi zasadami według niemieckiej aprobaty technicznej Z-9.1-826.

3.2.3.1.1. Zakres zastosowania i dostępne formaty

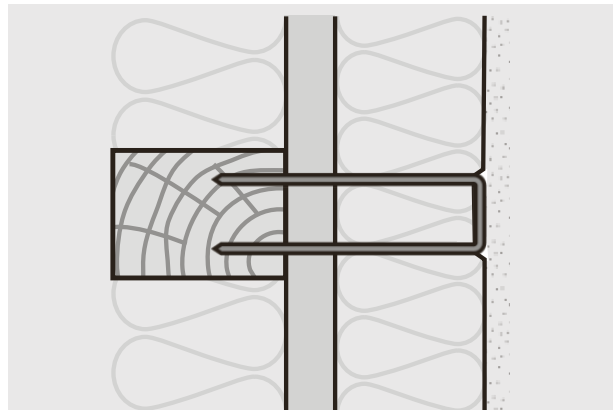
Płyty fasadowe STEICO ze względu na bardzo dobre właściwości wytrzymałościowe i dużą sztywność mogą być mocowane bezpośrednio do nośnych słupków ściennych. Możliwość bezpośredniego mocowania do słupków ściennych znacznie skraca czas prac wykonawczych oraz koszt inwestycji w stosunku do klasycznych konstrukcji szkieletowych, gdzie zewnętrzna warstwa termoizolacyjna (polistyren, fasadowa wełna mineralna) musi zostać

zainstalowana na podkładzie z dodatkowej, sztywnej płyty (np. OSB/3). Dopuszcza się zastosowanie słupków ściennych w postaci belek dwuteowych STEICO*wall*/STEICO*joist*, drewna litego np. C24, drewna KVH czy drewna klejonego, np. STEICO *LVL R*.

Zastosowanie płyty usztywniającej między słupkami ściennymi a płytą fasadową STEICO z reguły nie jest konieczne, aczkolwiek dopuszczalne zgodnie z aprobatą techniczną.



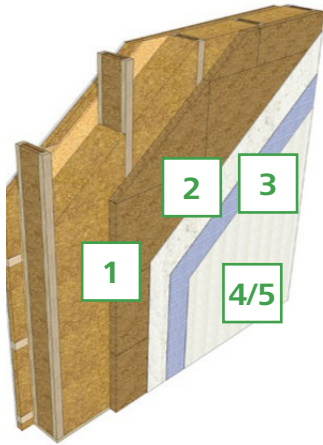
Rys. 82. Mocowanie płyt fasadowych STEICO bezpośrednio do słupków ściennych.



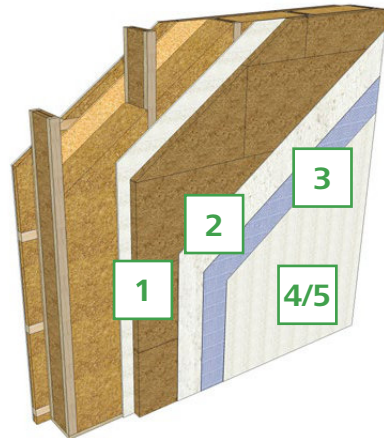
Rys. 83. Mocowanie płyt fasadowych STEICO pośrednio do słupków ściennych.

W przypadku uzasadnionego zastosowania dodatkowej płyty usztywniającej bezpośrednio pod płytą fasadową STEICO należy koniecznie uwzględnić jej współczynnik oporu dyfuzyjnego μ już na etapie prac projektowych. Płyty usztywniające o stosunkowo dużym oporze dyfuzyjnym (np. OSB/3) mogą bowiem znacznie pogorszyć potencjał

konstrukcji ściany do odprowadzenia nadmiaru wilgoci, dlatego też zaleca się stosowanie płyt o względnie niskim oporze dyfuzyjnym μ , tak jak płyty gipsowo-włóknowe, np. marki Fermacell.



Rys. 84. Konstrukcja ściany szkieletowej bez zewnętrznej płyty usztywniającej.



Rys. 85. Konstrukcja ściany szkieletowej z dodatkową płytą usztywniającą na zewnątrz.

UKŁAD WARSTWOWY

1. Płyta fasadowa z włókien drzewnych STEICOprotect MIH lub STEICOprotect MIH dry, STEICOduo lub STEICOduo dry
2. Zaprawa zbrojąco-klejąca + siatka z włókna szklanego (np. STEICOsecure Base + STEICOsecure Mesh F/G)
3. Opcjonalna powłoka gruntująca (np. STEICOsecure Base Coat)
4. Tynk wierzchni (np. STEICOsecure Render M)
5. Warstwa malarska (w zależności od zastosowanego tynku wierzchniego), np. STEICOsecure Color)

Między konstrukcją drewnianą a płytami fasadowymi STEICO możliwe jest zastosowanie następujących płyt:

- wiązane organicznie płyty z materiału drzewnego wg EN 13986 oraz DIN V 20000-1:
 - płyty wiórowe (wg EN 312:2003-11 – typ P5 lub P7);
 - płyty ze sklejki (wg EN 636:2003-11 – typ 2 lub 3);
 - płyty OSB (wg EN 300:2006-09 – typ 3 lub 4);
- płyty gipsowo-włóknowe zgodne z aprobatą techniczną o grubości ≥ 10 mm;
- płyty gipsowe zgodne z aprobatą techniczną (Z-9.1-199);
- płyty z wiórów drzewnych spojonych cementem (wg DIN EN 634-2);
- płyty izolacyjne z włókna drzewnego wg EN 13171, o krótkotrwałej nasiąkliwości wodą WS 0,5 i o grubości ≤ 28 mm.

Grubość wymienionych płyt musi wynosić od 12 mm do 22 mm – o ile nie podano inaczej. Przed przystąpieniem do mocowania płyt fasadowych STEICO należy dokładnie



Rys. 86. Dopuszczalna wilgotność konstrukcji drewnianej przed montażem płyt fasadowych STEICO.

sprawdzić jakość podłoża. Podłoże powinno być: nośne, płaskie, bez przesunięć, czyste, suche (**wilgotność słupków drewnianych nie powinna być wyższa niż 20%**).

Płyty fasadowe STEICO przeznaczone do konstrukcji ściennych opartych na bazie szkieletu drewnianego mogą być produkowane według metody mokrej (STEICO*protect M/H*, STEICO*duo*) lub według metody suchej (STEICO*pro-*

tect M/H dry, STEICO*duo dry*). Wybór typu, grubości oraz formatu płyty jest uzależniony od planowanej charakterystyki energetycznej budynku, technologii montażu czy zastosowanego rozstawu osiowego słupków. W tabelach 66–67 zestawiono dostępne grubości, profile krawędzi, formaty oraz maksymalne rozstawy osiowe słupków dla płyt STEICO*protect*/STEICO*protect dry*.

Płyta fasadowa	STEICO <i>protect H</i>		STEICO <i>protect M</i>			STEICO <i>duo</i>
	Mocowanie do	drewniane słupki ścienne bez / lub z płytą usztywniającą		drewniane słupki ścienne bez / lub z płytą usztywniającą		
Grubość [mm]	40, 60	40, 60	80, 100	80	80	40, 60
Format [mm]	1325 × 600 2625 × 1175	2800 × 1250	1325 × 600	2625 × 1175	2800 × 1250	1880 × 600
Powierzchnia krycia [mm]	1300 × 575 2600 × 1150	2800 × 1250	1300 × 575	2600 × 1150	2800 × 1250	1855 × 575
Krawędzie	pióro-wpust	tępe	pióro-wpust	pióro-wpust	tępe	pióro-wpust
Maksymalny osiowy rozstaw słupków [mm]	≤ 625	625	≤ 625	≤ 835	625	≤ 625

Tabela 66. Formaty oraz rozstawy osiowe słupków dla płyt fasadowych STEICO produkowanych metodą mokrą.

Płyta fasadowa	STEICO <i>protect H dry</i>		STEICO <i>protect M dry</i>		STEICO <i>duo dry</i>	
	Mocowanie do	drewniane słupki ścienne bez / lub z płytą usztywniającą		drewniane słupki ścienne bez / lub z płytą usztywniającą		drewniane słupki ścienne bez / lub z płytą usztywniającą
Grubość [mm]	40, 60	40, 60	60-200	60-160	40, 60	40,60
Format [mm]	1325 × 600	2800 × 1250	1325 × 600	2800 × 1250	1880 × 600	3000 × 2500 6000 × 2500
Powierzchnia krycia [mm]	1300 × 575	2800 × 1250	1300 × 575	2800 × 1250	1855 × 575	–
Krawędzie	pióro-wpust	tępe	pióro-wpust	tępe	pióro-wpust	tępe
Maksymalny osiowy rozstaw słupków [mm]	≤ 625	≤ 625	≤ 625*	≤ 625*	≤ 625	≤ 625

* ≤ 835 jeżeli grubość płyty wynosi minimum 80 mm

Tabela 67. Formaty oraz rozstawy osiowe słupków dla płyt fasadowych STEICO produkowanych metodą suchą.

3.2.3.1.2. Ochrona przed warunkami pogodowymi

Płyty fasadowe STEICO po prawidłowym zamocowaniu do konstrukcji mogą być wystawione na działanie normalnych warunków atmosferycznych (przeważające suche okresy z lekkimi/krótkimi opadami) przez okres czterech tygodni. W tym czasie powierzchnię płyt należy wykończyć zalecanym systemem tynkarskim.

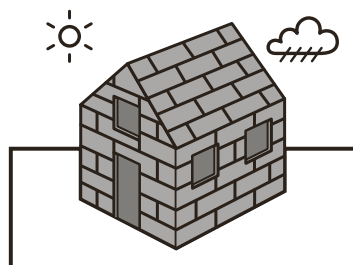
Czołowe wąskie powierzchnie płyt ułożone poziomo oraz pionowo (np. w obszarze obróbki otworu okiennego) należy chronić przed oddziaływaniem warunków atmosferycznych poprzez przykrycie membraną dyfuzyjnie otwartą, np. STEICO*multi UDB*.

Zasadniczo po nałożeniu warstwy zbrojącej tynku prace budowlane mogą zostać wstrzymane przez okres zimy.

Jeśli okres zimy nadejdzie przedwcześnie, istnieje możliwość tymczasowego przedłużenia ochrony przed warunkami pogodowymi. W takiej sytuacji powierzchnię ścian należy zabezpieczyć przez przykrycie wytrzymałą folią. Folię lub plandekę należy zamocować do tymczasowych kontrłat oraz do występu dachu, odcinając drogę do powierzchni płyt wodzie opadowej oraz śniegu (montaż rusztu pod folię jest konieczny z uwagi na otwartość dyfuzyjną ścian – wymagana pustka wentylacyjna). Prowizoryczne odpływy z niegotowego odwodnienia dachu muszą zapewnić niedopuszczanie do kontaktu wody z powierzchnią ścian. Przed nałożeniem tynku należy w takim wypadku starannie skontrolować wszystkie powierzchnie i obrobić ewentualne szczeliny i różnice w grubości płyt.

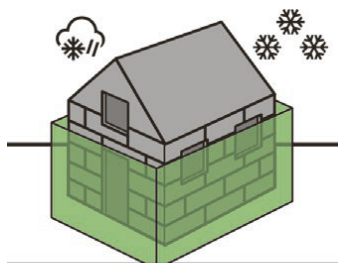
Obszary cokołów po stronie nawietrznej – w idealnym przypadku cała powierzchnia elewacji – powinny być chronione (np. przez przykrycie folią na tymczasowych kontrłatach) przed zawilgoceniem oraz zanieczyszczeniem przez wodę rozbryzgową. Bezpośrednio przed powierzch-

nią elewacji musi być umożliwione szybkie i pewne odprowadzenie wody deszczowej. W żadnym wypadku przekrój ściany nie może pozostawać w kontakcie z wilgocią ani wilgotnymi masami gruntu. Powierzchnie, które były dłużej narażone na działanie warunków atmosferycznych, powinny zostać skontrolowane wzrokowo przed rozpoczęciem prac tynkarskich (np. odstające włókna). W razie konieczności zaleca się wykonanie poprawek przez delikatne zeszlifowanie powierzchni płyt. Należy przy tym usuwać powstający pył przez zamiatanie lub odsysanie. Możliwe jest również zdmuchiwanie pyłu sprężonym powietrzem bez oleju.



☀️ ☁️ maks. 4 tygodnie

Rys. 87. Dopuszczalna ekspozycja płyt fasadowych STEICO na bezpośrednie warunki pogodowe.



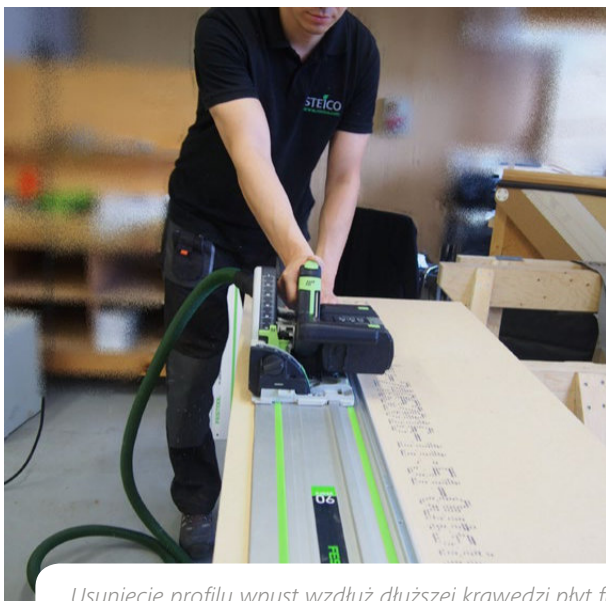
❄️ ochrona w zimie

Rys. 88. Przedłużenie ochrony tymczasowej podczas zimy.

3.2.3.1.3. Mocowanie płyt – zalecenia ogólne

Mocowanie płyt fasadowych STEICO, w przypadku prac wykonywanych bezpośrednio na placu budowy, należy rozpocząć od dolnej krawędzi wcześniej wykonanej konstrukcji ściany (najczęściej od lewej do prawej strony). Płyty należy mocować z reguły w pozycji poziomej (dłuższym bokiem w poprzek słupków ściennych), a w przypadku płyt profilowanych zawsze piórem zwróconym do góry. Jeżeli płyta

posiada profil pióro-wpust, to podczas montażu pierwszego rzędu płyt należy usunąć manualnie wpust po dłuższej stronie płyty, tak aby uzyskać prostą krawędź tępą. Przycięta krawędź płyty stanie się jej dolną krawędzią (krawędzią startową). Profil pióro-wpust po węższej stronie płyty należy usunąć jedynie w płytach, które zostaną wykorzystane do zabudowy narożników ścian.



Usunięcie profilu wpust wzdłuż dłuższej krawędzi płyt fasadowych STEICO.



Usunięcie profilu pióro wzdłuż krótszej krawędzi płyt fasadowych STEICO.



Montaż pierwszego rzędu płyt fasadowych STEICO – profile zewnętrzne płyty po obróbce tworzą tępe krawędzie.

W przypadku mocowania płyt fasadowych STEICO do elementów ściennych prefabrykowanych zaleca się stosowanie szerszych formatów płyt o tępych krawędziach.

Płyty należy mocować dłuższym bokiem równoległe do słupków ściennych, wówczas płyty licują się ze ścianą lub są docinane na wysokość ściany.



Prawidłowe ułożenie płyt STEICO podczas mocowania do konstrukcji ściennych prefabrykowanych.



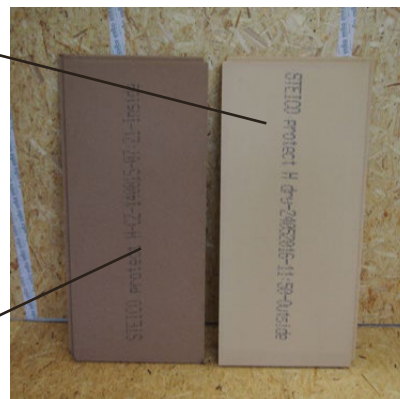
Prawidłowe ułożenie płyt STEICO podczas mocowania do konstrukcji ściennych prefabrykowanych.

3.2.3.1.4. Oznakowanie płyt – strona mocowania

Płyty fasadowe STEICO są fabrycznie znakowane. Znakowanie umieszczone zawsze tylko na jednej stronie powierzchni płyty wskazuje na jej stronę wewnętrzną (mocowaną bezpośrednio do konstrukcji ściany) lub na stronę zewnętrzną (przeznaczoną pod system tynkarski). Płyty należy mocować zgodnie z fabrycznym oznakowaniem.

Nadruk fabryczny wskazujący stronę montażu płyt STEICOprotect dry

Nadruk fabryczny wskazujący stronę montażu płyt STEICOprotect



Mocowanie płyt STEICOprotect do słupków ściennych zgodnie z nadrukiem fabrycznym (nadruk skierowany do wewnątrz).



Mocowanie płyt STEICOprotect dry do słupków ściennych zgodnie z nadrukiem fabrycznym (nadruk skierowany na zewnątrz).

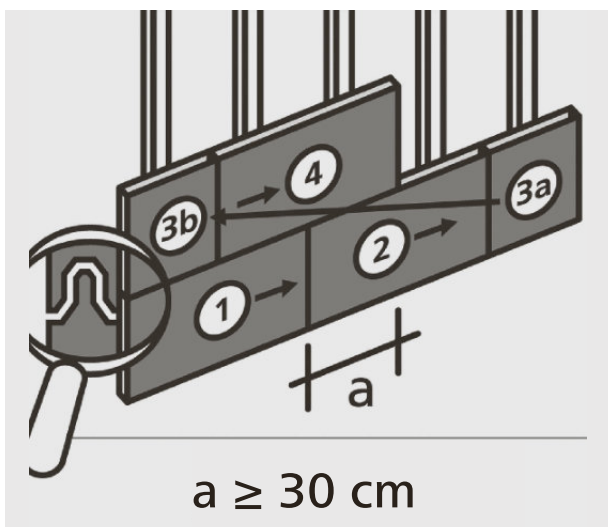
W celu zoptymalizowania ilości odpadów podczas obróbki dopuszcza się możliwość przymocowania płyt fasadowych STEICOprotect/STEICOprotect dry/STEICOduo/STEICOduo dry do konstrukcji w kierunku przeciwnym niż wskazywany przez nadruk fabryczny. Sytuacja ta dotyczy jedynie płyt o profilu pióro-wpust, gdzie obrócenie płyty umożliwia czasami dopasowanie jej profilu do profilu płyty sąsiadującej – bez konieczności dodatkowej obróbki. Powierzchnia profilowanych płyt fasadowych STEICO jest szlifowana obustronnie, czyli w całości przeznaczona bezpośrednio pod system tyn-

karski. W przypadku uzasadnionego zamocowania płyty w kierunku przeciwnym niż wynika z nadruku, przed przystąpieniem do prac tynkarskich należy sprawdzić, czy płyta tworzy powierzchnię płaską z płytami sąsiadującymi. Jeżeli płyta wystaje, wystarczy przeszlifować ją powierzchniowo, aby zniwelować nierówności. Płyty fasadowe STEICO o tępych krawędziach są szlifowane jednostronnie. Nie jest zatem wskazane mocowanie płyt w kierunku przeciwnym do wskazanego przez nadruk fabryczny.

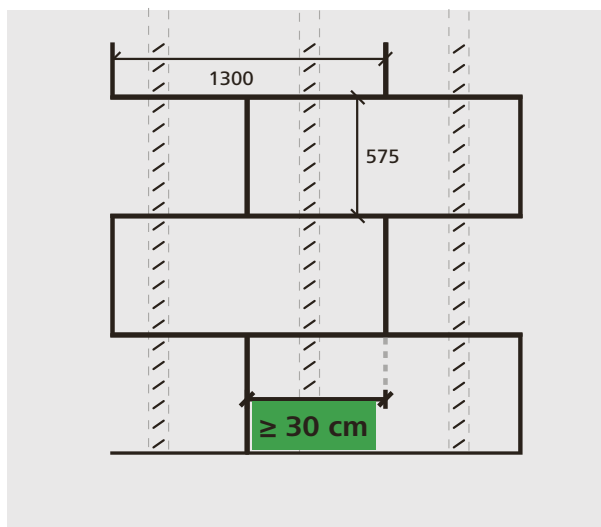
3.2.3.1.5. Przesunięcia spoin między płytami

Profilowane płyty fasadowe STEICO należy łączyć ze sobą w sposób ciągły, w pozycji poziomej, unikając połączeń krzyżowych – są one niedozwolone zwłaszcza w obszarze otworów okiennych czy drzwiowych. Połączenia krzyżowe stanowią wysokie ryzyko wystąpienia

wypaczeń w późniejszej strukturze systemu tynkarskiego w wyniku dużych naprężeń powierzchniowych. Łączenia krótszych krawędzi płyt w kolejnych rzędach powinny być zatem przesunięte względem siebie przynajmniej o 30 cm (rys. 89, 90).

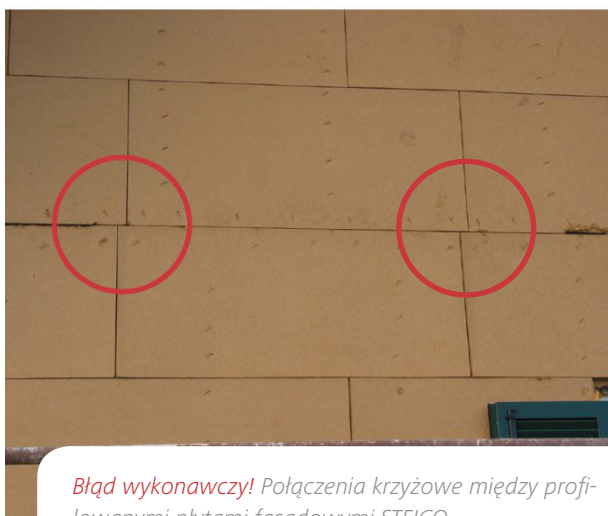


Rys. 89. Montaż profilowanych płyt STEICO z zachowaniem prawidłowego przesunięcia między spoinami pionowymi.



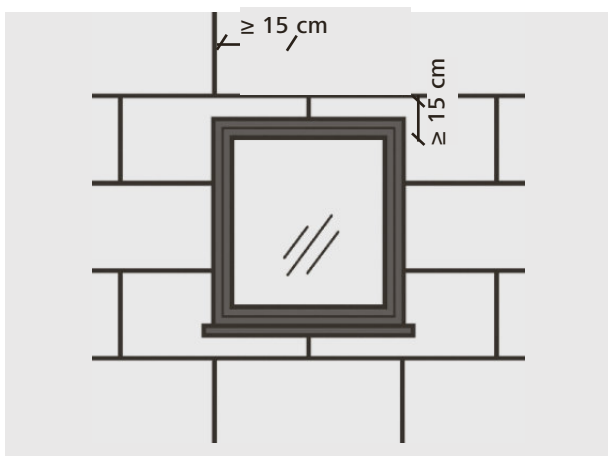
Rys. 90. Montaż profilowanych płyt STEICO z zachowaniem prawidłowego przesunięcia między spoinami pionowymi.

186

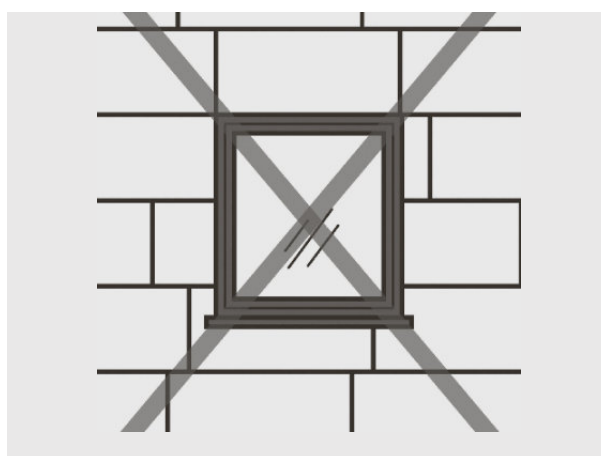


Błąd wykonawczy! Połączenia krzyżowe między profilowanymi płytami fasadowymi STEICO.

Przy montażu płyt fasadowych STEICO w obrębie otworu okiennego czy drzwiowego należy zwrócić szczególną uwagę, aby krawędzie płyt nie dochodziły na styk do krawędzi otworu w pionie ani w poziomie, lecz były przesunięte o przynajmniej 15 cm (rys. 91). W ten sposób przeciwdziała się koncentracji naprężeń w płaszczyźnie płyt termoizolacyjnych (dodatkowo w warstwie zbrojącej w narożnikach otworu należy zastosować siatkę diagonalną). Gdyby jednak w szczególnych przypadkach krawędź płyty dochodziła do krawędzi okna, to styk należy skleić za pomocą masy uszczelniająco-klejącej STEICO*multi fill*.



Rys. 91. Prawidłowe mocowanie płyt profilowanych STEICO w obrębie otworu okiennego.



Rys. 92. Błąd wykonawczy.

3.2.3.1.6. Mocowanie płyt do słupków ściennych

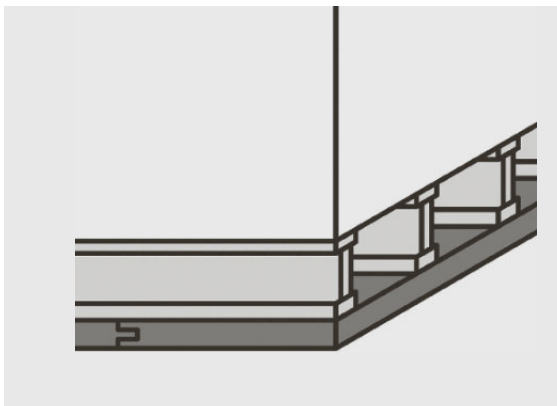
Pojedyncza płyta fasadowa STEICO musi zostać przymocowana przynajmniej do dwóch słupków ściennych. Jeśli dojdzie do zamocowania tylko na jednym słupie, jak w przypadku naroży, wówczas pionowe połączenie między płytami należy skleić za pomocą masy **STEICOMulti fill**.

Punkt połączenia płyt na profil pióro-wpust nie wymaga dodatkowego wsparcia na słupku ściennym – płyty wzajemnie na siebie oddziałują, tworząc sztywną powłokę. Stanowi to znaczne ułatwienie i przyspieszenie prac wykonawczych, gdyż nie występuje konieczność dostosowywania miejsca łączenia płyt do pozycji słupków w konstrukcji ściany. Klejenie połączeń na pióro-wpust nie jest wymagane – poza pojedynczymi obszarami opisanymi w dalszej części podręcznika.

Łączenie płyt o tępych krawędziach w ułożeniu na sztorc wymaga wsparcia wzdłuż krótszych i dłuższych boków płyty, tzn. łączenie płyt na dłuższej krawędzi wymaga

podparcia na słupku ściennym; łączenie płyt na krótszej krawędzi wymaga podparcia na podwalinie i ościepicie, w razie konieczności na dodatkowej przewiązce zamocowanej między słupkami. Klejenie połączeń oraz dylatacja między płytami nie są wymagane – poza pojedynczymi obszarami opisanymi w dalszej części podręcznika.

Dopuszcza się mocowanie płyt fasadowych STEICO również do elementów znajdujących się w płaszczyźnie poziomej np. w przypadku górnej kondygnacji wystającej poza obrys dolnej kondygnacji. Termoizolację fragmentów budynku w płaszczyźnie poziomej należy wykonać przy pomocy płyty **STEICOprotect H**, **STEICOprotect H dry**, **STEICOduo** lub **STEICOduo dry** o grubości min. 60 mm. Maksymalny rozstaw osiowy między słupkami nie może wówczas przekroczyć 41,7 cm. Liczba elementów mocujących (zszywki lub wkręty z kołkami) zwiększa się o 1/3.



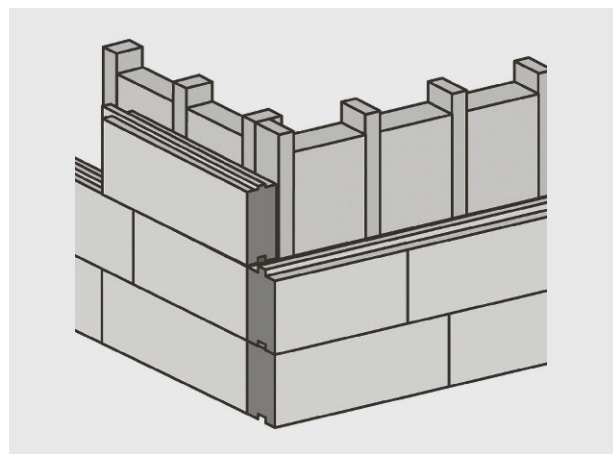
Rys. 93. Mocowanie płyt fasadowych STEICO do elementów budynku w płaszczyźnie w poziomej.

3.2.3.1.7. Obróbka naroży


Płyty fasadowe STEICO w obszarze naroży ścian szkieletowych nie muszą się wzajemnie zazębiać. Wystarczające jest zamocowanie płyt do słupa znajdującego się w narożu.

W przypadku gdy mocowanie na słupie nie jest możliwe (np. zaprojektowane zostało tzw. ciepłe naroże), połączenie doczołowe płyt fasadowych STEICO należy skleić za pomocą masy uszczelniająco-klejącej **STEICOMulti fill**.

Wyciskając z kartusza strugę masy o średnicy ok. 8 mm, nakłada się ją w sposób falisty na stronę czołową płyty łączonej w narożu z płytą sąsiadującą. Maksymalny występ płyt poza słupek ścienny – bez dodatkowego wsparcia – jest zależny od ich grubości (tabela 68).



Rys. 94. Mocowanie płyt fasadowych STEICO w obszarze naroży (na słupie).



STEICOprotect/STEICOprotect dry/ STEICOduo/STEICOduo dry grubość [mm]	Maksymalny występ płyt fasadowych STEICO przy klejonych narożach zewnątrznych [mm]
40	160
≥ 60	200

Tabela 68. Maksymalny występ płyt fasadowych STEICO w narożach klejonych.

3.2.3.1.8. Rodzaje i rozmieszczenie łączników

Profilowane fasadowe STEICO można mocować do podłoża za pomocą szerokich zszywek ze stali nierdzewnej lub wkrętów *ejothem* STR H z talerzykami dociskowymi. Z uwagi na znacznie szybszy czas montażu najczęściej stosowanym rozwiązaniem są zszywki mocujące. Płyty fasadowe STEICO o tępych krawędziach można mo-

cować do podłoża tylko za pomocą szerokich zszywek ze stali nierdzewnej.

188



Wkręt ejothem STR H z talerzykiem dociskowym.

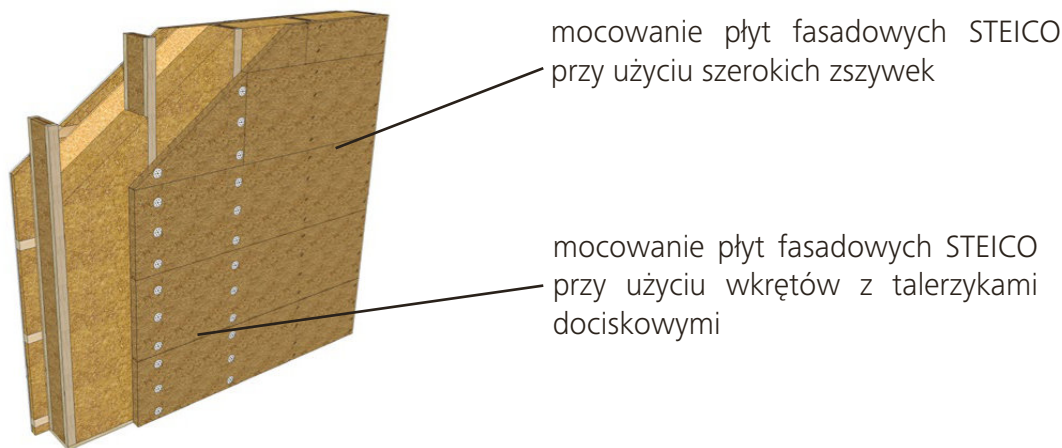


Szerokie zszywki mocujące.

W zależności od typu płyty fasadowej STEICO, sposobu łączenia płyt oraz łącznika należy przyjąć następujące minimalne szerokości słupków:

	Mocowanie do słupka – bez styku krawędzi płyt		Mocowanie do słupka – styk krawędzi płyt
	szeroka zszywka	ejothem STR H	szeroka zszywka
Profilowane płyty STEICOprotect STEICOprotect dry STEICOduo STEICOduo dry	45 mm	60 mm	-
Płyty o tępych krawędziach*	60 mm	60 mm	60 mm**
* płyty o szerokim formacie mocowane dłuższym bokiem równoległe do słupków ** wyśrodkowane, jednorzędowe mocowanie zszywek			

Tabela 69. Mocowanie płyt fasadowych STEICO – minimalne szerokości słupków ściennych.



Rys. 95. Mocowanie płyt fasadowych STEICO – przekrój ściany.

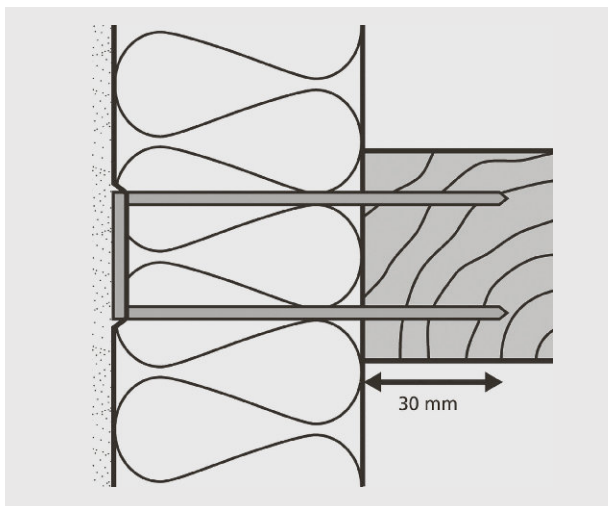
Zszywki

Szerokie zszywki mocujące powinny posiadać dopuszczenie do stosowania w budownictwie i być wykonane ze stali nierdzewnej, aby zapobiec zjawisku korozji. Zszywki wykonane z tworzyw o słabej odporności na korozję mogą stracić swoje właściwości techniczne już w ciągu kilku miesięcy od wbudowania w konstrukcję. Elementy takie nie nadają się do stosowania w konstrukcjach zewnętrznych powłok budynków. Dodatkowo rdza może wejść w reakcję z warstwą tynku, powodując miejscowe odbarwienia na jego zewnętrznej strukturze.

Zaleca się stosowanie szerokich zszywek o:

- średnicy drutu przynajmniej 1,8 mm,
- szerokości grzbietu przynajmniej 27 mm.

Do mocowania zszywek wykorzystywane są najczęściej wydajne pistolety pneumatyczne. Moc urządzenia należy ustawić w taki sposób, aby grzbiet zszywki nie wszedł w strukturę płyty STEICO głębiej niż na 2 mm. Minimalna głębokość osadzenia zszywki w słupie nośnym wynosi 30 mm.



Rys. 96. Mocowanie płyt fasadowych STEICO do konstrukcji drewnianej przy użyciu szerokich zszywek.

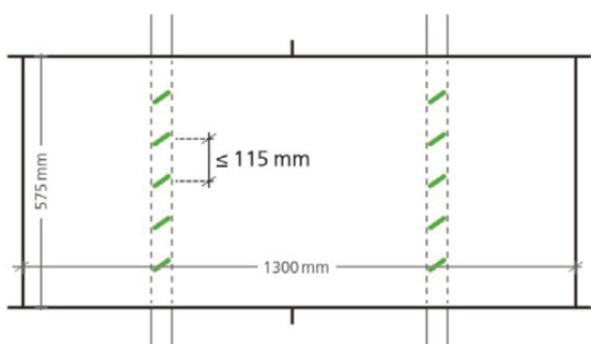


Mocowanie płyt fasadowych STEICO przy użyciu szerokich zszywek

190

Zalecana ilość szerokich zszywek oraz rozstaw między nimi są zależne od rozstawu osiowego między nośnymi słupkami ściennymi, od przyjętego obciążenia wiatrem oraz od gęstości płyty (typ H/M). Na potrzeby podręcznika przyjęto rozstaw między słupkami równy 625 mm oraz dwa modelowe obciążenia wiatrem powierzchni zewnętrznej ścian:

do $-1,00$ i $-1,60$ kN/m². Zalecenia dotyczą zarówno sytuacji, gdy płyta STEICO jest mocowana bezpośrednio do słupków, jak i wtedy, gdy mocowanie do słupków przebiega poprzez płytę pośrednią (np. płytę gipsowo-włóknową).



STEICOprotect H / STEICOduo

Obciążenie wiatrem W_e do $-1,00$ kN/m²

Ilość zszywek $\geq 12/m^2$

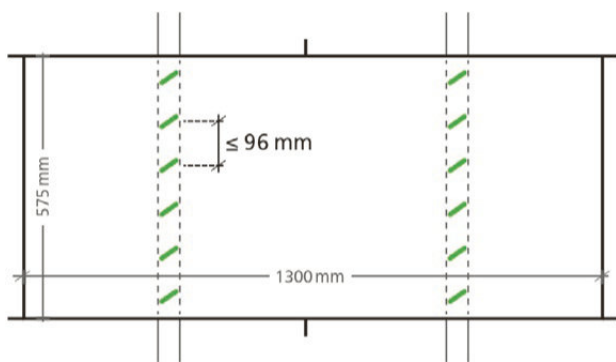
STEICOprotect H dry / STEICOprotect duo dry

Obciążenie wiatrem W_e do $-1,60$ kN/m²

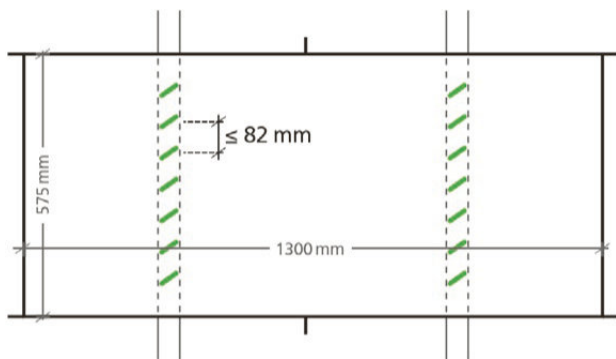
Ilość zszywek $\geq 10/m^2$

Maksymalny rozstaw między zszywkami 150 mm

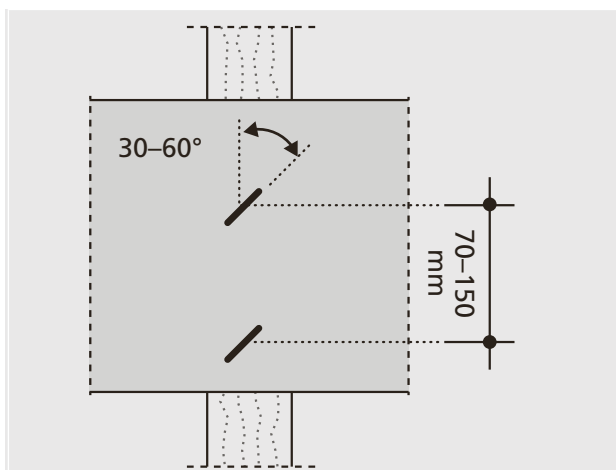
Odległość od krawędzi płyty 20-50 mm



STEICOprotect H / STEICOduo	
Obciążenie wiatrem W_e	do $-1,60 \text{ kN/m}^2$
Ilość zszywek	$\geq 16/\text{m}^2$
Maksymalny rozstaw między zszywkami	150 mm
Odległość od krawędzi płyty	20–50 mm



STEICOprotect M / STEICOprotect M dry	
Obciążenie wiatrem W_e	do $-1,00 \text{ kN/m}^2$
Ilość zszywek	$\geq 17/\text{m}^2$
Maksymalny rozstaw między zszywkami	90 mm
Odległość od krawędzi płyty	20–50 mm



Aplikację szerokich zszywek mocujących zaleca się wykonywać pod kątem $30-60^\circ$ – umożliwia to utrzymanie zalecanych odległości od krawędzi słupka, nawet w przypadku smukłych przekrojów drewna.



Połączenie dwóch profilowanych płyt STEICO na styku pióro-wpust przy pomocy szerokiej zszywki jest niedopuszczalne. Połączenia płyt w obszarze ich styku (przy użyciu zszywek) są wymagane jedynie przy płytach o tępych krawędziach.

Rys. 97. Dalsze zalecenia wykonawcze dotyczące aplikacji zszywek mocujących.

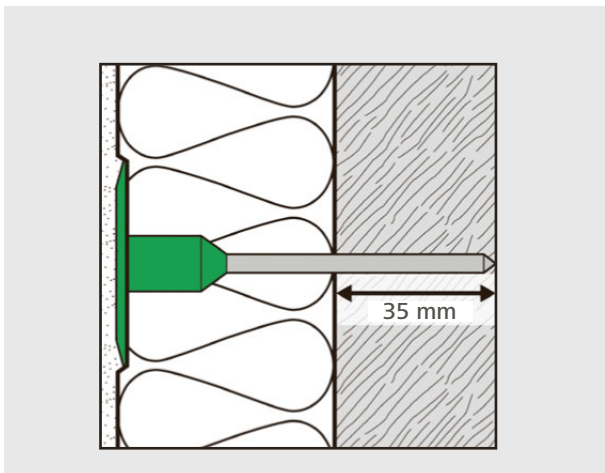
Wkręty ejothem STR H z talerzykami dociskowymi

Wkręty *ejothem* STR H służą do kotwienia płyt profilowanych STEICO*protect*/STEICO*protect dry*/STEICO*duo*/STEICO*duo dry* do konstrukcji drewnianej. Połączenie dwóch profilowanych płyt STEICO na styku pióro-wpust za pomocą wkrętu jest niedopuszczalne – kotwienie musi przypadać poza obszarem styku płyt.

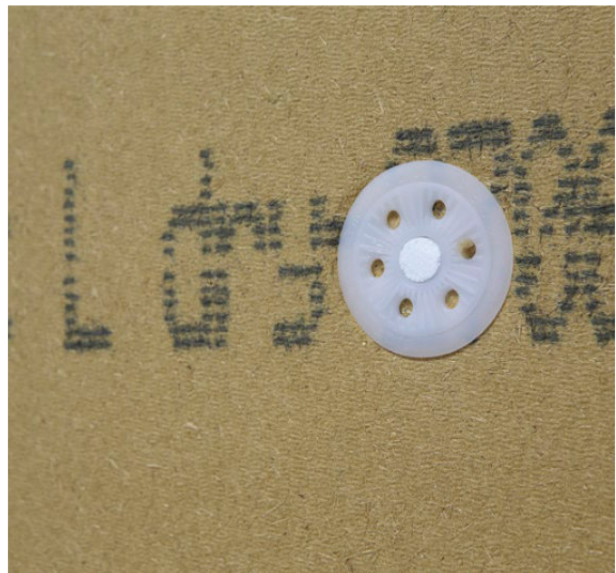
Wkręt wykonany jest z wysokiej jakości hartowanej stali nierdzewnej w zestawie z talerzykiem dociskowym z tworzywa sztucznego. Do mocowania należy używać napędów TORX T25. Wkręt powinien być moco-

wany powierzchniowo, tzn. w taki sposób, aby szczyt talerzyka dociskowego zagłębionego w płycie tworzył równą, jednorodną powierzchnię. Pewne zakotwienie w podłożu sygnalizuje zagłębienie talerzyka. W ofercie producenta są dostępne zatyczki termoizolacyjne, minimalizujące punktowy współczynnik przenikania ciepła, który przy montażu powierzchniowym z zatyczką wynosi 0,002 W/m²K.

Minimalna głębokość osadzenia wkrętu w słupie /podłożu nośnym wynosi 35 mm.



Rys. 98. Mocowanie płyt fasadowych STEICO do konstrukcji drewnianej przy użyciu wkrętów *ejothem* STR H.

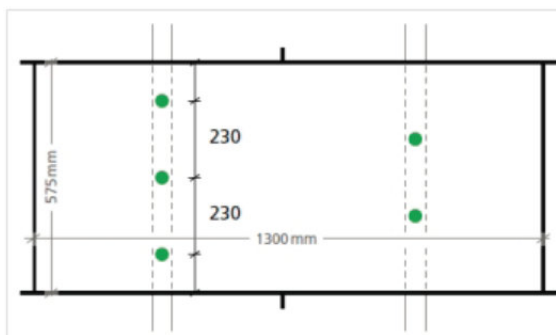


Fot. Schwenk

Mocowanie płyt fasadowych STEICO przy użyciu wkrętów ejothem STR H

Zalecana ilość wkrętów oraz rozstaw między nimi są zależne od rozstawu osiowego między nośnymi słupkami ściennymi, od przyjętego obciążenia wiatrem oraz od gęstości płyty (typ H/M). Na potrzeby podręcznika przyjęto rozstaw osiowy między słupkami równy 625 mm oraz modelowe obciążenie wiatrem powierzchni zewnętrznej ścian: do -1,60 kN/m².

Zalecenia dotyczą zarówno sytuacji, gdy płyta STEICO jest mocowana bezpośrednio do słupków, jak i wtedy, gdy mocowanie do słupków przebiega poprzez płytę pośrednią (np. płytę gipsowo-włóknową).

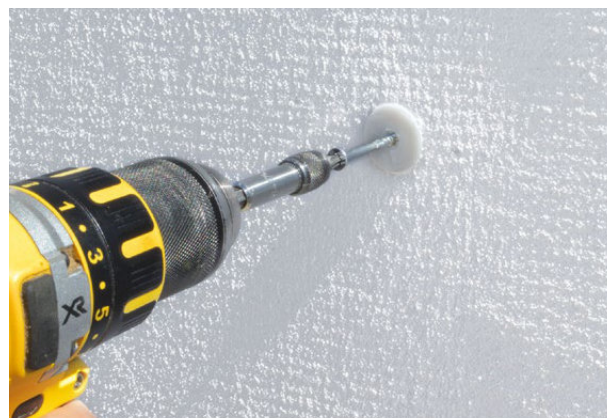


STEICOProtect M/H, STEICOProtect M/H dry, STEICODuo, STEICODuo dry	
Obciążenie wiatrem W_e	do -1,60 kN/m ²
Ilość zszywek	≥ 6/m ²
Maksymalny rozstaw między zszywkami	550 mm
Odległość od krawędzi płyty	≥ 50 mm

3.2.3.1.9. Mocowanie lekkich przedmiotów

Bezpośrednio do płaszczyzny płyt fasadowych STEICO można mocować przedmioty stanowiące lekkie obciążenie, np. lampy zewnętrzne, skrzynki pocztowe. Tego typu przedmioty mocuje się do płyt przy pomocy kołków do materiałów termoizolacyjnych np. Fischer FID 50. Samo mocowanie powinno zostać wykonane w sposób zapewniający szczelność na wnikanie wilgoci (np. wody opadowej). W celu uzyskania maksymalnej szczelności połączenia, bezpośrednio przed aplikacją kołka zaleca się nałożyć na jego powierzchnię trwale elastyczną masę uszczelniającą np. STEICOm^{ulti} fill.

Większe obciążenia, takie jak markizy, należy uwzględnić już podczas etapu projektowego. W takim przypadku mocowanie odbywa się poprzez płytę fasadową STEICO w nośnym podłożu (np. dodatkowy element konstrukcyjny w postaci STEICO *LVL R*), a minimalna grubość płyty fasadowej STEICO musi wynosić 60 mm. Obciążenie jest wówczas przenoszone poprzez konstrukcję, a nie płaszczyznę płyt termoizolacyjnych.



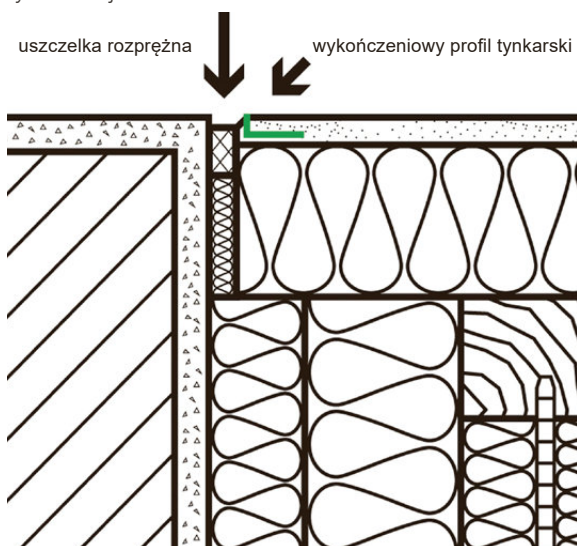
3.2.3.1.10. Obróbka szczelin

W złożonych systemach izolacji cieplnej ścian zewnętrznych budynku należy rozróżnić dwa rodzaje szczelin:

- **szczeliny ruchome:** powstają na połączeniach między określonymi elementami budowli, np. w obszarze oszalowania dachu lub nadbudówki między obwodową izolacją piwnicy a konstrukcją parteru w technologii szkieletu drewnianego. Szczeliny tego typu wykańcza się specjalistycznymi taśmami do uszczelniania szczelin kategorii BG 1, np. Illbruck illmod 600 oraz odpowiednimi profilami tynkarskim np. marki STO, APU czy Protector.
- **szczeliny sztywne:** znajdują się zawsze pod warstwą tynku, np. szczeliny między połączeniami płyt fasadowych.

Otwarte szczeliny na styku płyt fasadowych STEICO należy obrabiać według następujących zaleceń:

- szczeliny o szerokości do 2 mm nie wymagają dodatkowej obróbki;
 - szczeliny o szerokości od 2 do 5 mm należy wypełnić wytrzymałą masą klejąco-uszczelniającą STEICOMulti fill. Masę aplikuje się na głębokość 2 cm lub do głębokości pióra. Po utwardzeniu nadmiar masy należy zeszlifować, a powierzchnie płyt oczyścić z powstałego pyłu;
 - szczeliny o szerokości powyżej 5 mm należy wypełnić dopasowanym fragmentem wyciętym z płyty fasadowej STEICO. Fragment mocuje się w szczelinie przy użyciu masy STEICOMulti fill. Po wypełnieniu szczeliny powierzchnię należy przeszlifować i oczyścić z powstałego pyłu.
- Obróbka szczelin zgodnie z powyższymi zaleceniami zapewnia trwałą i bezpieczną fasadę. Masa STEICOMulti fill po utwardzeniu wiąże płyty fasadowe STEICO w taki sposób, że połączenia między nimi mogą przenosić siły pionowe, nie dopuszczając do późniejszych wypaczeń warstwy tynkarskiej.



Rys. 99. Szczeliny ruchome.

Przed przystąpieniem do aplikacji masy STEICOMulti fill należy dokładnie skontrolować podłoże, które musi być suche, wolne od kurzu/pyłu oraz tłuszczu, nie zasronione. Końcówkę dozującą należy przyciąć do średnicy ok. 8 mm. Masę można dozować bezpośrednio na powierzchnię płyt fasadowych STEICO – bez konieczności jej wcześniejszego zagruntowania. Po utwardzeniu, przeszlifowaniu i oczyszczeniu z pyłu masa nadaje się pod wyprawę tynkarską.



Szczelina między płytami fasadowymi STEICO (szerokość szczeliny w przedziale 2–5 mm).



Wypełnienie szczeliny przy pomocy masy STEICOMulti fill.



Usunięcie nadmiaru masy STEICOMulti fill; zeszlifowanie obszaru w pobliżu punktu wypełnienia.

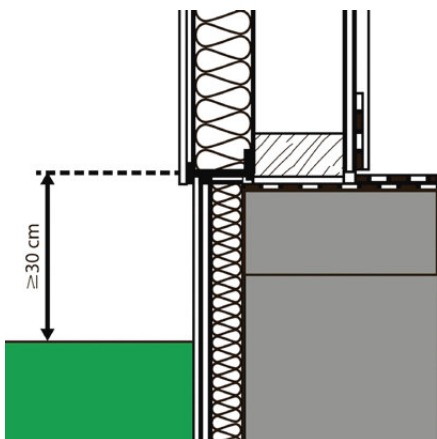
3.2.3.1.11. Obszary zagrożone odpryskującą wodą deszczową

Za obszar szczególnie narażony na rozbryzgi wody deszczowej uważa się odcinek konstrukcji ściennej na wysokości do 30 cm, licząc od połączenia cokołów z gruntem. Poza tą strefą na rozbryzgi wody narażone są również połączenia ścian z tarasami, dachami płaskimi lub skośnymi i oknami dachowymi. W wymienionych obszarach konstrukcję zewnętrzną ściany należy pokryć płytą dedykowaną do izolacji cokołów – odporną na działanie wilgoci (np. XPS, EPS). Płyty tego typu są powszechnie dostępne w asortymencie dostawców systemów tynkarskich. Między płytą do izolacji cokołów a konstrukcją szkieletową ściany należy wstawić płytę konstrukcyjną odporną na wilgoć np. Fermacell Powerpanel HD lub Knauf Aquapanel lub płytę wiórowo-cementową (szczegółowy detal na str. 333).

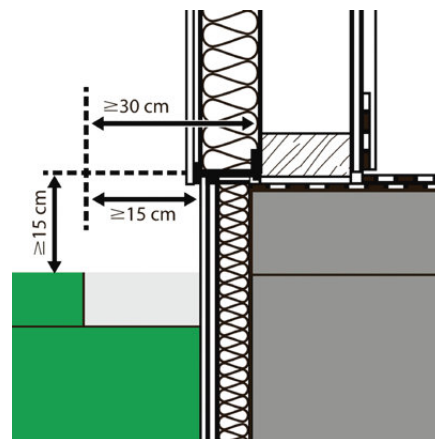
Alternatywnym rozwiązaniem jest posadowienie ściany parteru odpowiednio ponad strefą zagrożoną wodą odpryskującą (szczegółowy detal na str. 334).

Wysokość strefy odpryskiwania wody deszczowej może zostać zredukowana poprzez zastosowanie dookoła cokołu podłoży redukujących rozbryzgi, np. opaski ze żwiru o uziarnieniu 16/32 i szerokości 30 cm. Wówczas wysokość obszaru narażonego na rozbryzgi wody zmniejsza się do 15 cm (szczegółowy detal na str. 335). Nie zaleca się stosowania bezpośrednio przed powierzchnią ściany, jako pokrycia gruntu, masywnych materiałów np. płyt chodnikowych.

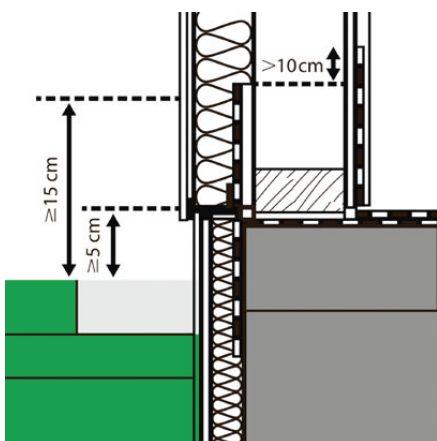
Do wykonania hydroizolacji w obrębie cokołu zaleca się wykorzystanie samoprzylepnych mat bitumicznych (np. Dörken Delta-Thene lub PCI Pecithene).



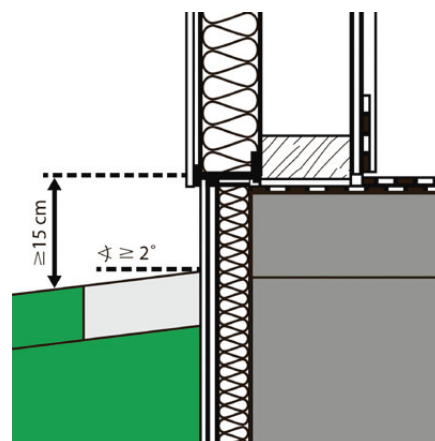
Rys. 100. Cokół – podwyższone wejście – brak wody rozbryzgowej.



Rys. 101. Cokół – zredukowany obszar wody rozbryzgowej.



Rys. 102. Cokół – wejście na poziomie gruntu – zredukowany obszar wody rozbryzgowej.



Rys. 103. Cokół – podwalina min. 15 cm ponad poziomem gruntu (warstwa odprowadzająca wodę o spadku min. 2%).

3.2.3.1.12. Obróbka otworów okiennych

Obróbkę otworu okiennego należy przeprowadzić z najwyższą starannością i przy użyciu odpowiednich, systemowych komponentów. Przeważnie w procesie wbudowania okna udział bierze kilka ekip montażowych (montaż okien, montaż płyt ościeżowych, tynkowanie płyt, ewentualny montaż osłon przeciwsłonecznych), stąd nie można

pominąć starannego zaplanowania harmonogramu prac wykonawczych, obejmującego wszystkie zaangażowane ekipy.

Tymczasowa ochrona przed wodą opadową

Przed przystąpieniem do wbudowania okna i parapetu zewnętrznego, konstrukcję drewnianą oraz czoła płyt fasadowych należy zabezpieczyć przed wnikaniem wilgoci – zwłaszcza gdy montaż okien następuje bezpośrednio na placu budowy. Fragment konstrukcji ściany stanowiący dolną krawędź otworu okiennego jest obszarem szczególnie narażonym na kontakt z wodą opadową, w związku z czym musi zostać uszczelniony. Uszczelnienie tymczasowe można wykonać za pomocą pasa membrany wysokoparoprzepuszczalnej STEICO*multi UDB*. Pas membrany należy przyciąć z uwzględnieniem naddatku około 15 cm na długości i szerokości w stosunku do rozmiarów belki stanowiącej dolną krawędź otworu okiennego. Naddatek membrany umożliwi jej dalsze przymocowanie do ościeży otworu okiennego oraz zabezpieczy tymczasowo czoła płyt fasadowych STEICO przed opadami deszczu na placu budowy. Naddatki membrany należy przymocować do ościeży przy pomocy zszywek.

Aby odprowadzić wodę opadową, która ścieka po ościeżach, zaleca się, aby na jeszcze nieobrobionych ościeżach nanieść wałek masy STEICO*multi fill* ze spadkiem skierowanym na zewnątrz, a następnie przykleić do niego wywinięte ku górze końcówki membrany STEICO*multi UDB*. Membrana przymocowana w przytoczony sposób zapewnia ochronę konstrukcji przed wilgocią nawet przy bardzo silnym wietrze.



Wałek masy STEICO*multi fill* ze spadkiem skierowanym na zewnątrz – zabezpieczenie dolnej płaszczyzny otworu okiennego przed wodą spływającą po ościeżach.



Dodatkowe przymocowanie pasa membrany STEICO*multi UDB* do ościeży przy pomocy zszywek – zabezpieczenie przed poderwaniem wiatru.

Wbudowanie okna

Zakrycie dolnej belki otworu okiennego za pomocą pasa membrany STEICO*multi UDB* służy jako tymczasowe zabezpieczenie przed warunkami atmosferycznymi do momentu zamontowania okna – maksymalnie przez okres czterech tygodni. Okno należy osadzić na osłonie ze

STEICO*multi UDB*. Po wbudowaniu okna można przystąpić do usunięcia fragmentu membrany znajdującego się po wewnętrznej stronie, a następnie wykonać połączenie z właściwą warstwą uszczelniającą.



Usunięcie fragmentu membrany STEICO*multi UDB* po wewnętrznej stronie wbudowanego okna przy pomocy noża introligatorskiego.



Bezpośrednio przed przystąpieniem do montażu parapetu zewnętrznego środkowy fragment pasa membrany, leżący po zewnętrznej stronie okna, należy usunąć przy pomocy noża introligatorskiego – linia cięcia powinna przypominać łuk.

197

Uszczelnienie i termoizolacja parapetu z profilem STEICO*fix*

STEICO*fix* to specjalistyczny profil do uszczelnienia oraz izolacji cieplnej parapetów, wykonany z włókien drzewnych i zabezpieczony na wierzchniej stronie wodoszczelną membraną wysokoparoprzepuszczalną. STEICO*fix* ma formę klina o spadku wynoszącym 5°, co umożliwia odprowadzenie wody na zewnątrz. Profil przycina się piłą ręczną albo wyrzynarką na wymaganą długość (pomiędzy nieo-

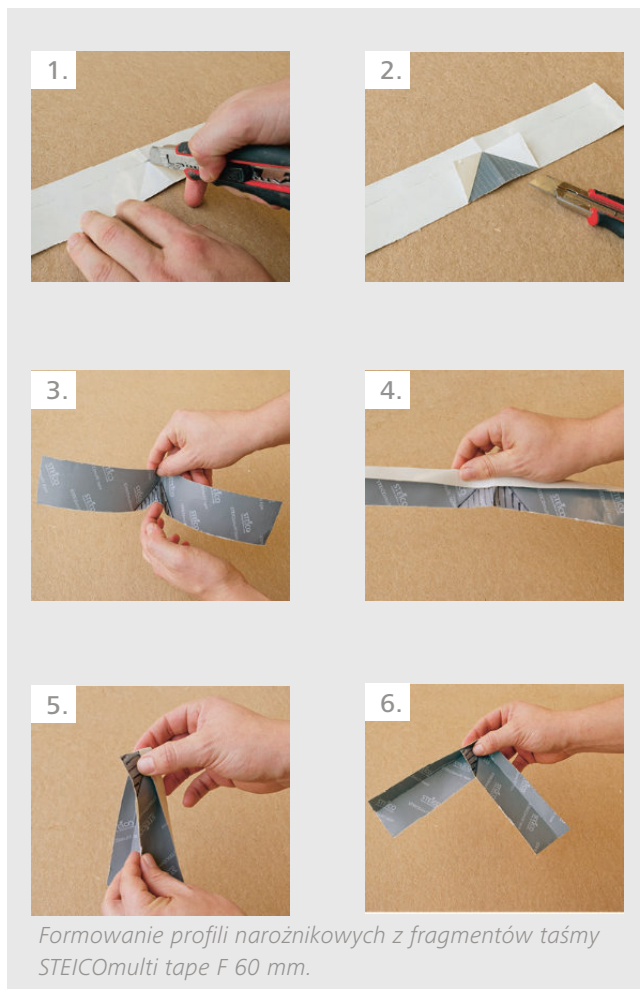
brobionymi ościeżami) i szerokość (od ramy okiennej do zewnętrznej krawędzi ściany).

Cięcia nie wolno w żadnym wypadku wykonywać wzdłuż cieńszej krawędzi z wypuszczoną membraną, ponieważ służy ona później jako krawędź okapowa.

Aby profil STEICO*fix* mógł zostać przymocowany do ramy okna, najpierw do jego bocznych (krótszych) kra-

wędzi przykleja się dopasowane fragmenty taśmy STEICOm^{ulti} **tape F** 60 mm (z papierem rozdzielczym 20/40), w taki sposób, aby 2/3 szerokości taśmy (40 mm) przylegało do profilu, natomiast 1/3 powierzchni taśmy (20 mm), z paskiem zabezpieczającym, wystawało nienaruszone poza profil. Odstający fragment taśmy należy zagiąć i ukształtować w formę zamkniętego kąta.

Wzdłuż dłuższej krawędzi STEICOf^{ix} między tak uformowanymi narożnikami należy również przykleić taśmę STEICOm^{ulti} **tape F** 60 mm (20/40 mm), w taki sposób, aby 2/3 szerokości taśmy (40 mm) przylegało do profilu, natomiast 1/3 powierzchni taśmy (20 mm), z paskiem zabezpieczającym, odstawała ponad tylną krawędź profilu. W ten sposób profil STEICOf^{ix} wraz z przyklejonymi fragmentami taśmy STEICOm^{ulti} **tape F** tworzy swoistą formę „wanny” z otwartą krawędzią. Otwartą krawędź, czyli krawędź z wystającym odcinkiem zintegrowanej membrany należy umieścić podczas osadzania profilu w kierunku zewnętrznym – służy ona jako krawędź okapowa do odprowadzenia ewentualnej wody opadowej.



Gotowy profil podparapetowy – przycięty na wymiar oraz wykończony elastyczną taśmą klejącą – mocuje się do belki podokiennej przy użyciu systemowej masy uszczelniająco-klejącej STEICOm^{ulti} **fill**. Strugi masy w rozstawie co ok. 30 cm należy rozprowadzić w kierunku od ramy okna do zewnętrznej płaszczyzny płyt fasadowych STEICO. Kolejnym krokiem jest przymocowanie od góry przygotowanego profilu STEICOf^{ix}. Produkt należy ułożyć

na naniesionych strugach masy STEICOm^{ulti} **fill** i docisnąć od góry. Następnie należy usunąć pasek zabezpieczający odstającej taśmy klejącej (przymocowanej do tylnej krawędzi) i przykleić ją do dolnej ościeżnicy okna).

Boczne fragmenty taśmy przykleja się natomiast do membrany STEICOm^{ulti} **UDB** przyklejonej wcześniej do ościeży. Takie wykonanie pozwala na poprawne odprowadzanie wody, która może dostać się pod parapet okienny.



Rozprowadzenie strug masy STEICOMulti fill w rozstawie co ok. 30 cm.



Osadzenie profilu STEICOfix.



Mocowanie profilu podparapetowego z siatką przy pomocy wkrętów ze stali nierdzewnej.



Połączenie membrany funkcyjnej profilu STEICOfix z okapnikiem profilu tynkarskiego przy pomocy masy STEICOMulti fill.

Po poprawnym zamontowaniu profilu STEICOfix można przystąpić do instalacji profilu podparapetowego z siatką, który ułatwi późniejsze połączenie z wyprawą tynkarską. Profil tynkarski mocuje się tuż pod powierzchnią STEICOfix przy użyciu zszywek bądź wkrętów ze stali nierdzewnej. Odcinek zintegrowanej membrany STEICOfix, wystający poza obrys płyt fasadowych STEICO, należy przymocować do okapnika profilu tynkarskiego przy pomocy trwale elastycznej masy STEICOMulti fill.

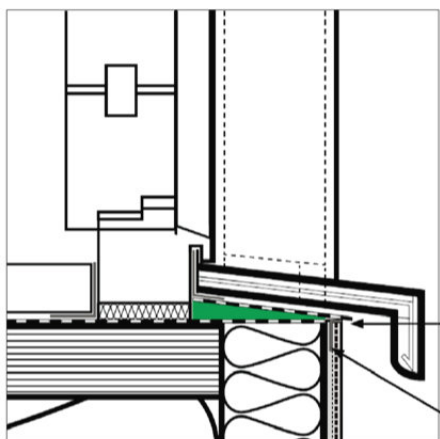
Bezpośrednio przed zainstalowaniem docelowego parapetu, na profil STEICOfix należy nanieść strugi masy uszczelniającej STEICOMulti fill, w odstępach ok. 30 cm. Masa po utwardzeniu zapewni wystarczający dystans między profilem STEICOfix a spodnią powierzchnią parapetu, umożliwiającą odprowadzenie wody (np. z zawianego śniegu). Profil STEICOfix z założenia pełni rolę drugiej warstwy odprowadzającej wodę – warstwę pierwszą stanowi szczelnie zamontowany parapet właściwy.



Aplikacja masy STEICOMulti fill bezpośrednio na profilu STEICOfix – strugi w rozstawie co ok. 30 cm.



Osadzenie i dociśnięcie parapetu na profilu STEICOfix – taśma rozprężna została przymocowana we właściwym miejscu parapetu odpowiednio wcześniej.



STEICOfix
z krawędzią okapową

profil tynkarski
podparapetowy

Rys. 104. Detal: ciepły oraz szczelny montaż parapetu.

Ościeże okienne

Ościeża okien należy wykończyć za pomocą płyty ościeżowej. W tym celu można zastosować płytę **STEICOprotect/STEICOprotect dry/STEICODuo** lub **STEICODuo dry**. Montaż odbywa się poprzez przyklejenie płyty do konstrukcji za pomocą masy uszczelniającej **STEICOmultipill** oraz mechaniczne przymocowanie za pomocą szerokich zszywek lub wkrętów **ejotherm STR H**.

Dopuszczalne jest również mocowanie fragmentów płyt poprzez jej płaszczyznę czołową (zwłaszcza w przypadku płyt o większej grubości) za pomocą szerokich zszywek mocujących.

200



Aplikacja masy **STEICOmultipill** pod montaż płyty ościeżowej **STEICO**.



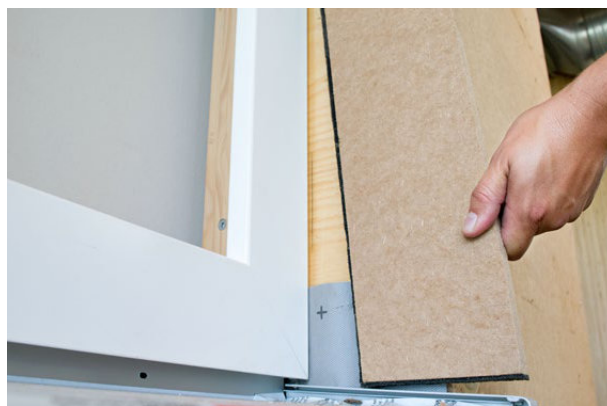
Przymocowanie płyty ościeżowej **STEICO** przy pomocy zszywek.

Płytę ościeżową **STEICO** łączy się z ramą okna oraz profilem zakończeniowym parapetu (np. profil MF 400 firmy GUTMANN) za pomocą taśmy rozprężnej o kategorii BG 1. Taśmę rozprężną należy poprowadzić po zewnętrznej krawędzi elewacji, zaczynając od krawędzi płyt ościeżowych **STEICO** wzdłuż profilu zakończeniowego parapetu, na głębokość około 3 cm pod parapetem.

Podczas montażu taśmy rozprężnej nie należy zaginać jej w narożnikach. Kiedy taśma zostanie przymocowana do samego końca krawędzi, resztę rolki należy odciąć, a mocowanie do krawędzi prostopadłej rozpocząć od nowa – połączenie dwóch pasów taśmy rozprężnej na styk.



Taśma (uszczelka) rozprężna przymocowana do krawędzi płyty ościeżowej STEICO.

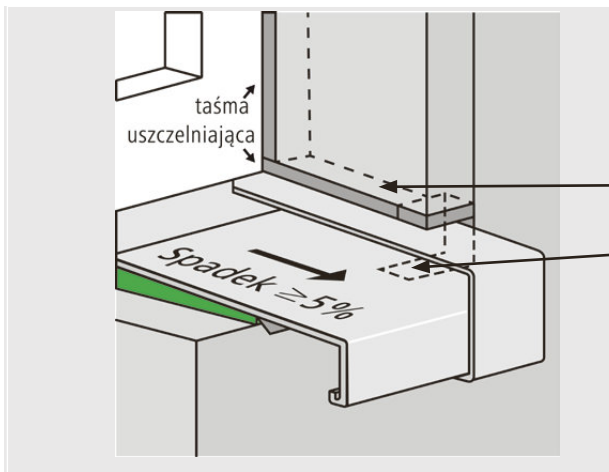


Krawędź boczna i dolna płyty ościeżowej oprawiona taśmą rozprężną musi przylegać do ramy okna/profilu zakończeniowego parapetu.



Montaż profilu przyokiennego z siatką na płycie ościeżowej STEICO.

Parapet z profilami zakończeniowymi należy zabudować tak, aby warstwa tynku wykończeniowego na płycie ościeżowej licowała się z wewnętrzną krawędzią profilu zakończeniowego parapetu. Połączenie tynku z oknem przeprowadza się za pomocą odpowiednich profili podtynkarskich (np. profil przyokienny APU W30+).



Uszczelka rozprężna przyklejona wzdłuż wewnętrznych krawędzi płyty ościeżowej STEICO.
Uszczelka rozprężna poprowadzona na głębokość ok. 3 cm pod parapetem.

Rys. 105. Mocowanie płyty ościeżowej STEICO.

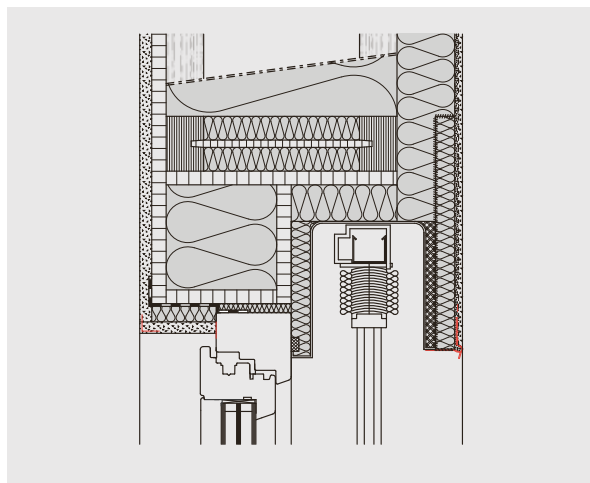
Montaż zintegrowanej skrzynki na rolety/żaluzje

W przypadku skrzynek zintegrowanych (podelewacyjnych) dochodzi do przerwania właściwej warstwy termoizolacyjnej fasady, stąd zachodzi konieczność zaplanowania zakrycia skrzynki warstwą izolacji cieplnej – minimum 40 mm. Jako izolację cieplną do zakrycia skrzynki wykorzystuje się dopasowany fragment płyty fasadowej STEICO. Fragment ten powinien jednak zostać powiększony (z każdej strony) o 10 cm w stosunku do faktycznych rozmiarów skrzynki, tak aby po zakryciu skrzynki nachodził także na właściwą warstwę termoizolacyjną fasady. Aby dopasowany fragment płyty mógł swobodnie nachodzić na sąsiadujące płyty fasadowe, należy wykonać w nich odpowiednie nacięcia na głębokość odpowiadającą grubości płyty zakrywającej skrzynkę (rys. 107).

Minimalna grubość płyt fasadowych STEICO w połączeniu z zintegrowaną skrzynką na rolety/żaluzje wynosi zatem 60 mm.

Jeżeli termoizolacja fasady jest wykonana z płyt mokriformowanych STEICO*protect*/STEICO*duo* to przygotowanie powiększonego otworu dookoła skrzynki można zrealizować poprzez wycięcie wierzchnich warstw płyt (płyty tego typu są klejone warstwowo z płyt o grubości 20 mm, minimalne wycięcie to dwie warstwy czyli 40 mm). Natomiast w przypadku płyt suchoformowanych STEICO*protect dry*/STEICO*duo dry* otwór należy wykonać przy użyciu wyrzynarki – głębokość otworu zgodna z grubością płyty zakrywającej skrzynkę.

Dopasowany fragment płyty fasadowej STEICO mocuje się bezpośrednio do skrzynki przy użyciu masy klejąco-uszczelniającej STEICO*multi fill*. Mocowanie płyty zakrywającej do sąsiadujących płyt fasadowych STEICO odbywa się natomiast przy pomocy masy STEICO*multi fill* oraz łączników *ejotherm* STR H lub szerokich zszywek mocujących.



Rys. 106. Montaż zintegrowanej skrzynki na rolety/żaluzje.



Rys. 107. Termoizolacja skrzynki przy użyciu dopasowanego fragmentu płyty fasadowej STEICO – min. 40 mm.

3.2.3.1.13. Aplikacja systemów tynkarskich

Płyty fasadowe STEICO*protect*/STEICO*protect dry* należy wykańczać od zewnątrz jedynie przy pomocy systemów tynkarskich otwartych na zjawisko dyfuzji pary wodnej – o bardzo niskim współczynniku μ . Wykończenie płyty tynkiem o wysokim oporze dyfuzyjnym (np. tynk akrylowy) wpływa negatywnie na zdolność konstrukcji do naturalnego odprowadzania nadmiaru wilgoci, co może skutkować wystąpieniem poważnych szkód budowlanych w trakcie użytkowania budynku.

Zaleca się stosowanie sprawdzonych systemów tynkarskich dedykowanych do płyt termoizolacyjnych z włókien drzewnych, np.: systemy tynkarskie marki STEICO*secure* Timber), STO, quick-mix, KREISEL, Hasit,



Baumit, Schwepa, Farby Kabe, AKURIT, Fema, Knauf, Schwenk, Röfix*. Dopuszcza się również możliwość wykonania płyt fasadowych STEICO innymi systemami tynkarskim, zgodnie z zaleceniami i dopuszczeniem producenta.

* Szczegółowe zalecenia wykonawcze dla poszczególnych systemów tynkarskich można uzyskać, kontaktując się bezpośrednio z firmą STEICO lub z dostawcami systemów.

Prace tynkarskie należy rozpocząć dopiero wówczas, gdy konstrukcja budynku zostanie należycie usztywniona i stężona (po zamocowaniu płyt konstrukcyjnych po wewnętrznej stronie przegród ściennych).



Przykładowe komponenty wchodzące w skład systemu tynkarskiego STEICOsecure Timber.

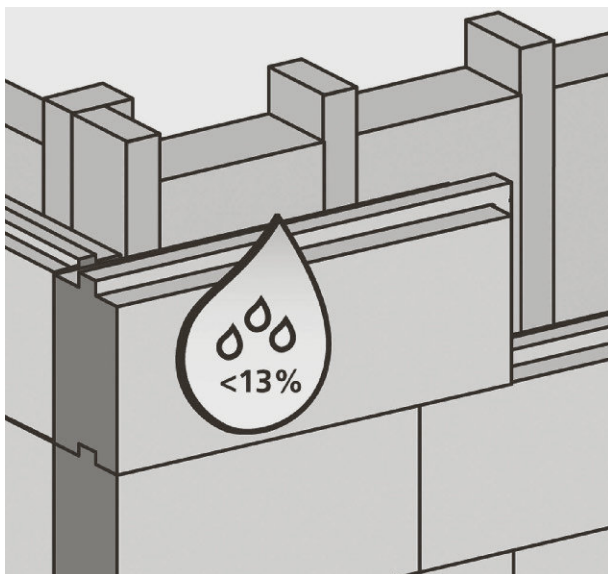
Kontrola podłoża

Płyty termoizolacyjne z włókien drzewnych są dostarczane na plac budowy w stanie suchym, umożliwiającym natychmiastowe rozpoczęcie prac tynkarskich.

W przypadku ekspozycji nieotynkowanych płyt na długotrwałe wilgotne warunki pogodowe (silne opady deszczu), wilgotność płyt może ulec wyraźnemu zwiększeniu. W ta-

kim przypadku przed przystąpieniem do nakładania zaprawy klejąco-zbrojącej należy skontrolować wilgotność płyt. Zawartość wilgoci nie powinna przekraczać poziomu 13% – jest to wartość graniczna umożliwiająca bezpieczne rozpoczęcie prac tynkarskich.

203



Rys. 108. Graniczna zawartość wilgoci w płytach fasadowych STEICO umożliwiająca rozpoczęcie prac tynkarskich.



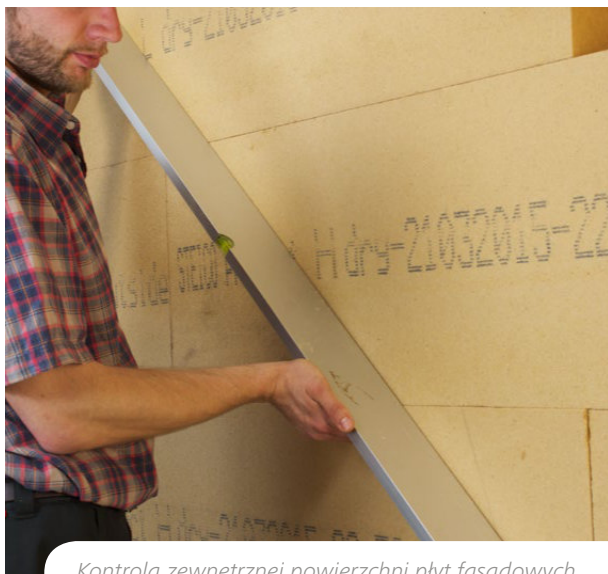
Kontrola wilgotności podłoża przy użyciu higrometru.

Kontrola poziomu wilgotności służy uniknięciu ryzyka wystąpienia ewentualnych brązowych przebarwień w strukturze tynku oraz zapewnieniu stabilności rozmiarów płyt fasadowych. Kontrolę można przeprowadzić specjalistycznym higrometrem BL H41 marki GANN. Urządzenie jest przystosowane do badania płyt termoizolacyjnych z włókien drzewnych. W przypadku urządzeń niedysponujących taką funkcją należy wybrać opcję pomiarowania drewna litego, a wynik badania podzielić przez współczynnik korekcyjny 1,5. Otrzymany wynik wskaże prawidłową wilgotność płyty STEICO wyrażoną w procentach.

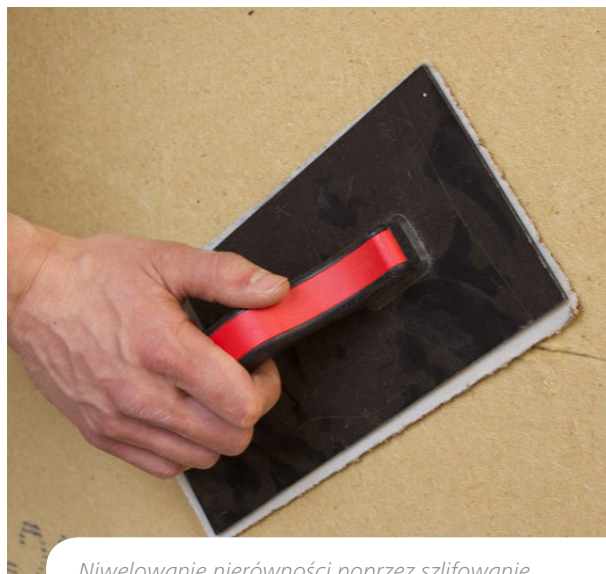
W przypadku braku stosownego przyrządu pomiarowego można także przeprowadzić orientacyjny test z wykorzystaniem folii PE. Test polega na przyklejeniu fragmentu folii

PE – ok. 70 × 70 cm – do powierzchni płyty fasadowej STEICO za pomocą szerokiej taśmy klejącej. Jeżeli w ciągu ok. 24 godzin na folii dojdzie do kondensacji wilgoci, należy wstrzymać się z rozpoczęciem prac tynkarskich.

Przed przystąpieniem do prac tynkarskich należy upewnić się również, czy powierzchnia fasady jest czysta, wolna od niewypełnionych szczelin (szerszych niż 1 mm) oraz równa, tzn. czy między płytami nie występują nierówności wynikające z grubości płyt. Ewentualne zabrudzenia czy nierówności należy zniwelować poprzez przeszlifowanie powierzchni płyt, a powstały pył usunąć przy pomocy zmiotki lub sprężonego powietrza.



Kontrola zewnętrznej powierzchni płyt fasadowych.

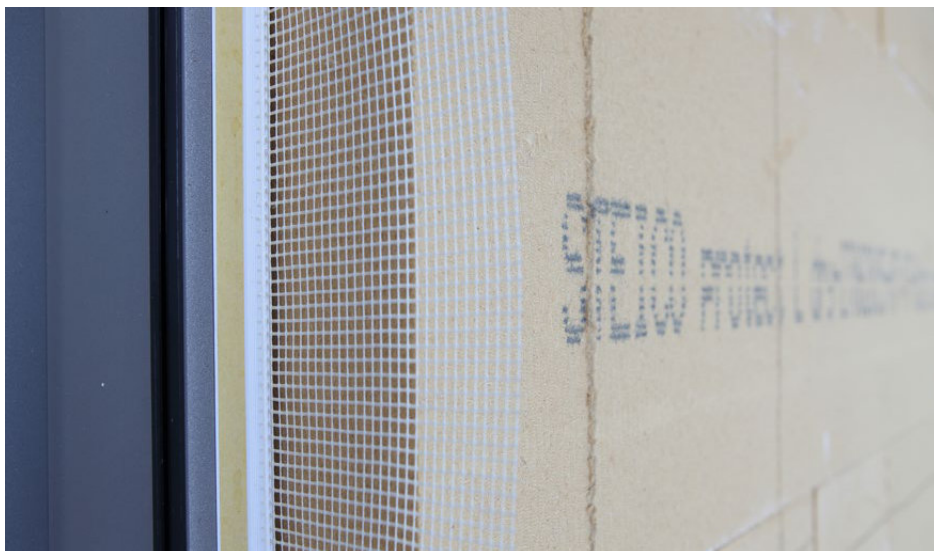


Niwelowanie nierówności poprzez szlifowanie.



Niwelowanie nierówności poprzez szlifowanie.

Profile, listwy tynkarskie

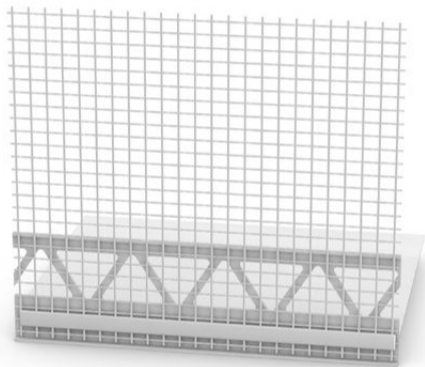


Fot. Schwenk.

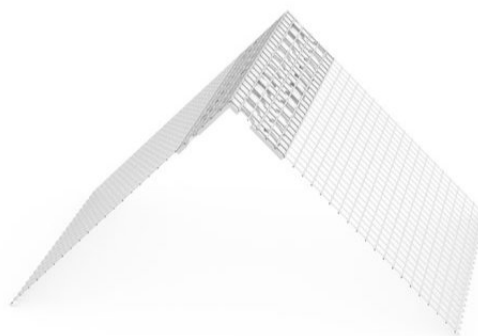
W pierwszej warstwie zaprawy klejąco-zbrojącej (lub w przypadku pojedynczej warstwy – przed jej nałożeniem) do powierzchni fasady należy przymocować dedykowane listwy/profile tynkarskie: listwa startowa (cokołowa), profile narożnikowe, przyokienne itd. Prawidłowo osadzone profile gwarantują pewne, wolne od pęknięć połączenia warstwy tynkarskiej z powierzchnią termoizolacyjną ścian,

ochronę przed uszkodzeniami mechanicznymi oraz przed dostaniem się do termoizolacji gryzoni. Rodzaj profili oraz sposób ich montażu należy zawsze dostosować do instrukcji montażowych danego systemu tynkarskiego. Generalnie zaleca się stosowanie profili tynkarskich z tworzyw sztucznych celem minimalizacji mostków cieplnych.

205



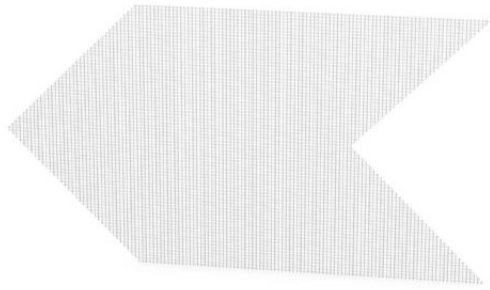
Listwa startowa z tworzywa sztucznego.



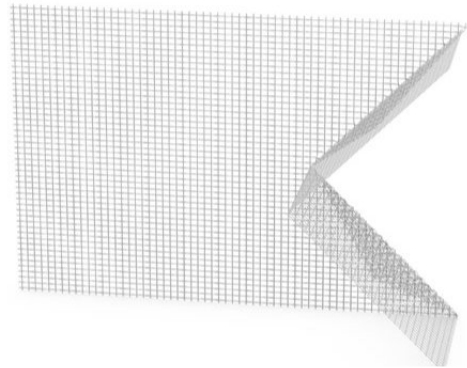
Profil narożnikowy z tworzywa sztucznego.

Dodatkowo wszystkie narożniki w obrębie otworów okiennych czy drzwiowych należy wzmocnić za pomocą zbrojenia diagonalnego z włókna szklanego. Specjalnie przycięty fragment siatki diagonalnej jest mocowany we wstępnej warstwie zaprawy klejącej pod kątem 45° w stosunku do właściwej siatki zbrojącej.

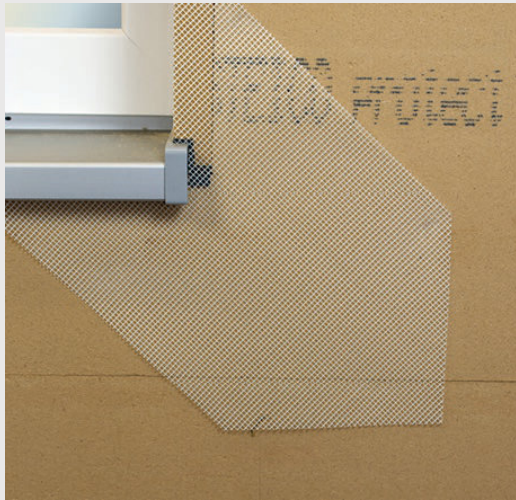
Zbrojenie diagonalne zabezpiecza tynk przed powstawaniem ukośnych pęknięć w obszarze naroży otworów stolarskich.



Formatka z siatki z włókna szklanego do zbrojenia diagonalnego.



Profil z siatki z włókna szklanego do wykonania zbrojenia narożników wewnętrznych w ościeżach.



Zbrojenie narożników otworów okiennych przy użyciu siatki diagonalnej z włókna szklanego

Warstwa zbrojona, tynk wierzchni

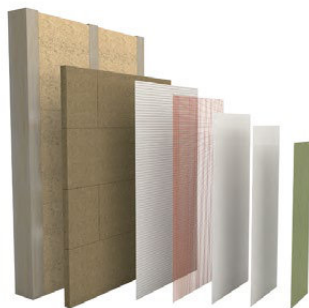
Przygotowanie oraz nałożenie warstwy zbrojonej, a następnie tynku wierzchniego, należy wykonać zgodnie z zaleceniami wykonawczymi producenta systemu tynkarskiego. Generalnie można przyjąć następujące zalecenia:

- całkowita grubość zaprawy klejąco-zbrojącej nie powinna być mniejsza niż 4 mm (najczęściej zalecana grubość wynosi 5 mm);
- zaleca się nakładanie warstwy klejąco-zbrojącej w dwóch warstwach/etapach. Dzięki takiemu rozwiązaniu znacznie łatwiejsza staje się kontrola grubości warstwy zbrojonej, co wyklucza ryzyko zaaplikowania zbyt cienkiej zaprawy. Ponadto pierwsza warstwa zaprawy „pochłania” z powierzchni płyt fasadowych ligninę (naturalny składnik drewna), zapobiegając ryzyku ewentualnych późniejszych odbarwień w strukturze tynku wierzchniego. W zależności od producenta systemów tynkarskich oraz warunków pogodowych czas utwardzenia pierwszej warstwy zaprawy wynosi od 24 do 72 godzin (20°C, wilgotność względna powietrza – 60%). Po utwardzeniu należy przystąpić do aplikacji drugiej warstwy klejąco-zbrojącej;
- zatopienie siatki zbrojącej z włókna szklanego odbywa się w świeżo nałożonej drugiej warstwie zaprawy klejącej (ostatecznie siatka powinna być osadzona w 1/3 grubości całej zaprawy, licząc od jej wierzchniej strony). Arkusze siatki należy łączyć

na zakład minimum 10 cm. Siatka powinna być całkowicie zatopiona w warstwie kleju, napięta oraz wolna od fałd;

- po utwardzeniu warstwę zbrojoną należy wykończyć systemowym tynkiem wierzchnim. Dopuszcza się zastosowanie otwartych dyfuzyjnie tynków mineralnych, silikonowo-żywicznych oraz silikatowych (krzemianowych);
- przed przystąpieniem do aplikacji tynków silikonowo-żywicznych oraz silikatowych zaleca się zastosowanie powłoki gruntującej (w odcieniu tynku). Powłokę należy nanieść na utwardzoną warstwę zbrojoną. Powłoka zapobiega późniejszemu „prześwitowaniu” warstwy zbrojonej poprzez tynk wierzchni;
- nie należy wybierać tynków o zbyt małym uziarnieniu. Zalecane uziarnienie > 2 mm;
- nie należy stosować tynków o zbyt ciemnej barwie. Ciemne tynki w dużym stopniu pochłaniają promieniowanie słoneczne, czego efektem są duże powierzchniowe naprężenia termiczne. Te prowadzą z kolei do jego uszkodzeń, tj. pęknięcia, a następnie odpajania się i odpryskiwania fragmentów elewacji. Zaleca się stosowanie tynków wierzchnich o współczynniku odbijania światła równym bądź większym niż 20 (dla czystej bieli współczynnik odbijania światła wynosi 100, dla czerni – 0).

Fot. Schwenk



Typowy układ warstwowy złożonego systemu izolacji cieplnej ścian zewnętrznych budynku:

- termoizolacyjna płyta fasadowa STEICO
- warstwa zbrojona z siatką z włókna szklanego
- powłoka gruntująca (opcjonalnie)
- mineralny tynk wierzchni
- powłoka dekoracyjna

3.2.3.2. Termoizolacja zewnętrzna ścian – elewacja wentylowana



Fot. Zetbeer

W przypadku elewacji wentylowanych konstrukcję ściany należy pokryć od zewnątrz jedną z następujących płyt: *STEICOuniversal*, *STEICOuniversal dry*, *STEICOspecial*, *STEICOspecial dry*, *STEICODuo*, *STEICODuo dry* lub *STEICOuniversal black*. Zaletą elewacji wentylowanej jest możliwość rozplanowania w płaszczyźnie fasady różnorodnych brył geometrycznych wzbogacających walory estetyczne architektury budynku. Najpopularniejszym rozwiązaniem dla fasady wentylowanej jest okładzina drewniana imitująca dom z bali. Ponadto do powszechnie stosowanych rozwiązań należą: okładziny metalowe, cementowe, płyty elewacyjne. Coraz częściej spotykanym rozwiązaniem jest również połączenie fasady tynkowanej z elewacją wentylowaną (szczegółowy detal wykonawczy na str. 354).

Elewacyjne płyty termoizolacyjne są mocowane bezpośrednio do słupków ściennych, powodując redukcję liniowych mostków cieplnych, a także wpływając na zwiększenie temperatury ich powierzchni, co zapobiega kondensacji pary wodnej na zewnętrznej powierzchni elementów nośnych.

Zgodnie z zaleceniami producenta płyty STEICO pod elewacje wentylowane, po poprawnym zamontowaniu do konstrukcji, pełnią dodatkowe funkcje:

- funkcja wiatroizolacyjna (przy połączeniu płyt na profil pióro-wpust nie jest wymagany montaż dodatkowej membrany wiatroizolacyjnej po zewnętrznej stronie ściany – więcej w podrozdziale 2.4.);
- funkcja izolatora akustycznego (duży ciężar własny i struktura porów – więcej w podrozdziale 2.7.);
- funkcja tymczasowej ochrony przed warunkami pogodowymi.

Niski współczynnik oporu dyfuzyjnego μ oraz aktywność kapilarna płyt umożliwia dodatkowo wykonanie bezpiecznych i trwałych konstrukcji ściennych, otwartych na zjawisko dyfuzji pary wodnej (więcej w podrozdziale 2.5.). Dopuszczalna wysokość budynku z zastosowaniem płyt STEICO pod elewacje wentylowane wynika z dokumentacji projektowej, o ile krajowe przepisy przeciwpożarowe nie zakładają niższej wysokości budynku.

Płyty nie mogą być wykorzystywane do przyjmowania i przenoszenia obciążeń z budynku ani do usztywniania słupków w celu zabezpieczenia ich przed uginaniem czy przechyleniem. Wyjątkiem od tej reguły jest zastosowanie płyt zgodnie ze ściśle zdefiniowanymi zasadami, według niemieckiej aprobaty technicznej Z-9.1-826.

Część zaleceń wykonawczych dla płyt STEICO pod elewacje wentylowane pokrywa się z zaleceniami dla płyt fasadowych STEICO (3.2.3.1), dlatego w niniejszym podrozdziale nie zostały one ponownie przytoczone. Mowa tu o:

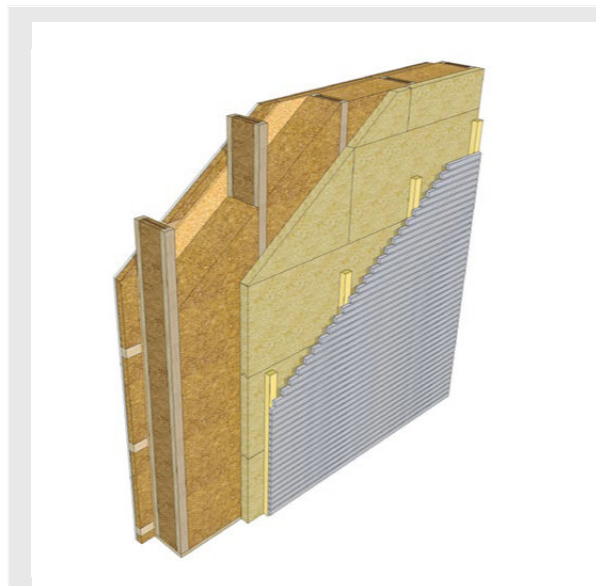
- mocowaniu płyt – zalecenia ogólne, str. 183,
- przesunięciu spoin między płytami, str. 185 (jedynym wyjątkiem są płyty STEICO*universal* oraz STEICO*universal black* o grubości 22 mm. Łączenia krótszych krawędzi tych płyt w kolejnych rzędach powinny być przesunięte względem siebie przynajmniej o 60 cm),
- mocowaniu płyt do słupków ściennych, str. 187,
- obróbce naroży, str. 187 (płyty o grubości 22, 24 i 35 mm należy łączyć w obszarze naroży na słupku ściennym),
- obszarach zagrożonych odpryskującą wodą deszczową, str. 195,
- obróbce otworów okiennych, str. 196.

3.2.3.2.1. Zakres zastosowania i dostępne formaty

Podobnie jak płyty fasadowe STEICO, również płyty pod elewacje wentylowane STEICO*universal*, STEICO*universal black*, STEICO*universal dry*, STEICO*duo*, STEICO*duo dry*, STEICO*special*, STEICO*special dry* ze względu na bardzo dobre właściwości wytrzymałościowe i dużą sztywność mogą być mocowane bezpośrednio do nośnych słupków ściennych. Dopuszcza się zastosowanie słupków ściennych w postaci belek dwuteowych STEICO*wall*/STEICO*joist*, drewna litego (np. C24), drewna KVH czy drewna kle-

jonego (np. STEICO *LVL*).

Zastosowanie płyty usztywniającej między słupkami ściennymi a płytą pod elewacje STEICO nie jest wymagane ani konieczne, aczkolwiek dopuszczalne (więcej na str. 181). Przed przystąpieniem do mocowania płyt STEICO pod elewacje wentylowane należy dokładnie sprawdzić jakość podłoża. Podłoże powinno być: nośne, płaskie, bez przesunięć, czyste, suche (**wilgotność słupków drewnianych nie powinna być wyższa niż 20%**).



Układ warstwowy od zewnątrz do wewnątrz:

1. Elewacja np. z desek drewnianych
2. Łaty drewniane
3. Płyta elewacyjna np. STEICO*universal dry*
4. Belki dwuteowe STEICO*wall* wypełnione matami STEICO*flex 036/flex 038* lub granulem STEICO*zel//STEICO floe*
5. Nośna płyta drewnopochodna (np. OSB/3)/warstwa uszczelniająca
6. Ruszt pod płyty wykończeniowe/ścianka instalacyjna
7. Płyta wykończeniowa np. gipsowo-kartonowa

Rys. 109. Konstrukcja ściany szkieletowej z elewacją wentylowaną bez zewnętrznej płyty usztywniającej.

Płyty mogą być produkowane według metody mokrej (STEICO*universal*/STEICO*special*, STEICO*universal black*/STEICO*duo*) lub według metody suchej (STEICO*universal dry*/STEICO*special dry*/STEICO*duo dry*). Wybór typu, grubości oraz formatu płyty jest uzależniony od

planowanej charakterystyki energetycznej budynku, technologii montażu czy zastosowanego rozstawu osiowego słupków. W tabelach 70 i 71 zestawiono dostępne grubości, profile krawędzi, formaty oraz maksymalne rozstawy osiowe słupków dla obu typów płyt.

Płyta podelewacyjna	STEICO <i>universal</i>		STEICO <i>universal black</i>		STEICO <i>special</i>	STEICO <i>duo</i>
Mocowanie do	drewniane słupki ściennie bez/lub z płytą usztywniającą		drewniane słupki ściennie bez / lub z płytą usztywniającą		drewniane słupki ściennie bez/lub z płytą usztywniającą	drewniane słupki ściennie bez / lub z płytą usztywniającą
Grubość [mm]	22, 24	35, 52, 60	22	35	60, 80, 100, 120	40, 60
Format [mm]	2500 × 600	2600 × 600	2500 × 600	2500 × 600	1880 × 600	1880 × 600
Powierzchnia krycia [mm]	2480 × 585 2480 × 580	2475 × 575	2480 × 585	2475 × 575	1855 × 575	1855 × 575
Krawędzie	pióro-wpust	pióro-wpust	pióro-wpust	pióro-wpust	pióro-wpust	pióro-wpust
Maksymalny osiowy rozstaw słupków [mm] ^a	625*	1000 - gr. 35 mm 1100 - gr. 52 mm 1250 - gr. 60 mm	625*	1000	1250	1000 - gr. 40 mm 1250 - gr. 60 mm
Maksymalny osiowy rozstaw słupków [mm] ^b	-	833	-	833	833	833

a) pomiędzy słupkami ściennymi przewidziano termoizolację w postaci mat
 b) pomiędzy słupkami ściennymi przewidziano termoizolację wdmuchiwaną.
 Z uwagi na wysokie ciśnienie podczas wdmuchiwania termoizolacji zalecany jest montaż dodatkowych łań/przewiązek w środkowym polu między słupkami ściennymi.
 * minimalne przesunięcie między spoinami pionowymi pomiędzy płytami wynosi 600 mm;

Tabela 70. Formaty oraz rozstawy osiowe słupków dla płyt podelewacyjnych STEICO produkowanych metodą moką.

Płyta podelewacyjna	STEICO <i>universal dry</i>		STEICO <i>special dry</i>	STEICO <i>duo dry</i>
Mocowanie do	drewniane słupki ściennie bez/lub z płytą usztywniającą		drewniane słupki ściennie bez/ lub z płytą usztywniającą	drewniane słupki ściennie bez / lub z płytą usztywniającą
Grubość [mm]	35,40	52, 60, 80, 100	40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 189, 200	40, 60
Format [mm]	2500 × 600	1880 × 600	1880 × 600	1880 × 600
Powierzchnia krycia [mm]	2475 × 575	1855 × 575	1855 × 575	1855 × 575
Krawędzie	pióro-wpust	pióro-wpust	pióro-wpust	pióro-wpust
Maksymalny osiowy rozstaw słupków [mm] ^a	1000	1100 - gr. 52 mm 1250 - pozostałe grubości	1000 - gr. 40 mm 1250 - pozostałe grubości	1000 - gr. 40 mm 1250 - gr. 60 mm
Maksymalny osiowy rozstaw słupków [mm] ^b	833	833	833	833

a) między słupkami ściennymi przewidziano termoizolację w postaci mat
 b) między słupkami ściennymi przewidziano termoizolację wdmuchiwaną.
 Z uwagi na wysokie ciśnienie podczas wdmuchiwania termoizolacji zalecany jest montaż dodatkowych łań/przewiązek w środkowym polu między słupkami ściennymi.
 * minimalne przesunięcie między spoinami pionowymi między płytami wynosi 600 mm;

Tabela 71. Formaty oraz rozstawy osiowe słupków dla płyt podelewacyjnych STEICO produkowanych metodą suchą.

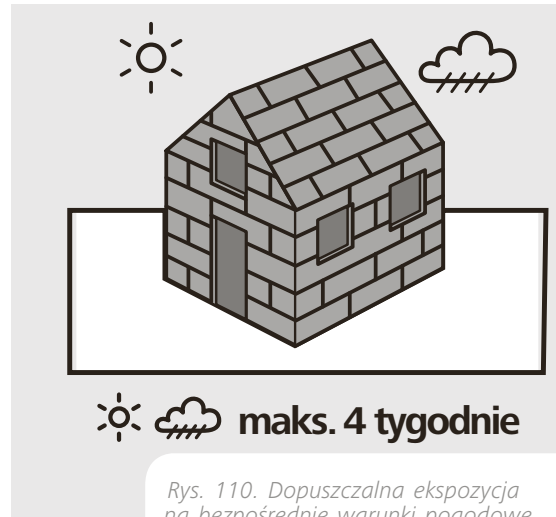
3.2.3.2.2. Ochrona przed warunkami pogodowymi

Płyty termoizolacyjne z włókien drzewnych STEICO pod elewacje wentylowane, po prawidłowym zamocowaniu do konstrukcji, mogą być wystawione na działanie normalnych warunków atmosferycznych (przeważające suche okresy z lekkimi/krótkimi opadami) przez okres czterech tygodni. W tym czasie powierzchnię płyt należy pokryć docelową okładziną elewacyjną. Okres ten może zostać przedłużony do 12 tygodni, pod warunkiem że wewnętrzna strona płyt jest widoczna (termoizolacja między słupkami ściennymi nie została jeszcze zamontowana), a wilgoć, która ewentualnie przenikła do płyty, może bez przeszkód zostać wysuszona.

STEICO*universal* / STEICO*universal dry* / STEICO*special dry* / STEICO*universal black* / STEICO*duo* oraz STEICO*duo dry* są płytami hydrofobizowanymi w masie (w całej grubości płyty). Z tego względu nie trzeba dodatkowo zabezpieczać nieobrobionych krawędzi przycinanych płyt. Płyty STEICO*special* są natomiast hydrofobizowane powierzchniowo w zewnętrznej warstwie, dlatego zaleca się dodatkowe zabezpieczenie

nieobrobionych krawędzi przycinanych płyt.

Płyty należy chronić przed trwale zalegającą wilgocią. Zawilgocone wyroby muszą zostać wysuszone przed przystąpieniem do kolejnych prac wykonawczych. Należy przy tym dbać o dostateczne przewietrzenie budynku.



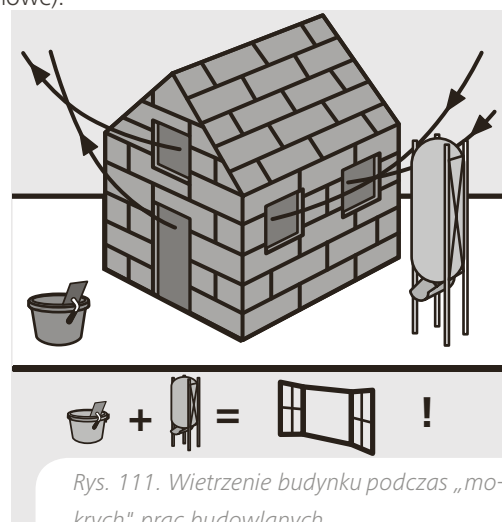
3.2.3.2.3. Wietrzenie budynku – kontrola wilgoci budowlanej

Płyty STEICO pod elewacje wentylowane są otwarte na zjawisko dyfuzji pary wodnej. Tworzenie się kondensatu na wewnętrznej powierzchni płyt na etapie budowy zaburza (utrudnia) naturalny przepływ pary wodnej. Nadmiar wilgoci budowlanej, mającej swoje źródło np. w wylewkach betonowych, pracach tynkarskich czy malarskich, należy całkowicie usunąć poprzez wietrzenie pomieszczeń. Podczas procesu budowlanego należy zadbać o suche powietrze wewnątrz budynku. Godne polecenia są także dodatkowe środki, np. zastosowanie urządzeń do osuszania powietrza.

Należy przestrzegać skoordynowanej kolejności poszczególnych faz prac wykonawczych. Przed rozpoczęciem robót mogących prowadzić do zwiększenia poziomu wilgoci budowlanej należy w pierwszej kolejności dokończyć montaż izolacji parochronnych, jak również powietrzno-szczelnych.

W przypadku paroizolacji o aktywnym oporze dyfuzyjnym (np. STEICO*multi renova*) duży poziom wilgotności po-

wietrza powoduje redukcję oporu dyfuzyjnego membrany. Należy zwracać na to uwagę szczególnie podczas prac budowlanych w zimie, kiedy dochodzi do zwiększenia poziomu wilgoci budowlanej (tynki wewnętrzne, wylewki betonowe).



3.2.3.2.4. Oznakowanie płyt – strona mocowania

Płyty STEICO pod elewacje wentylowane są fabrycznie znakowane. Znakowanie umieszczone zawsze tylko na jednej stronie powierzchni płyty wskazuje na jej stronę wewnętrzną (mocowaną bezpośrednio do konstrukcji ściany) lub na stronę zewnętrzną (przeznaczoną jako warstwa wierzchnia). Płyty należy mocować zgodnie z fabrycznym oznakowaniem.

W celu zoptymalizowania ilości odpadów podczas obróbki dopuszcza się możliwość przymocowania płyt STEICO*universal* / STEICO*universal dry* / STEICO*duo* / STEICO*duo dry* oraz STEICO*special dry* do konstrukcji w kierunku przeciwnym niż wskazywany przez nadruk fabryczny. Sytuacja ta dotyczy jedynie płyt

o profilu pióro-wpust, gdzie obrócenie płyty umożliwia czasami dopasowanie jej profilu do profilu płyty sąsiadującej – bez konieczności dodatkowej obróbki. W przypadku uzasadnionego zamocowania płyty w kierunku przeciwnym niż wynika z nadruku, należy sprawdzić, czy płyta tworzy powierzchnię płaską z płytami sąsiadującymi. Jeżeli płyta wystaje, wystarczy przeszlifować ją powierzchniowo, aby zniwelować nierówności. Z uwagi na fakt, że płyty STEICO*special* są hydrofobizowane powierzchniowo, nie dopuszcza się możliwości mocowania płyt w kierunku przeciwnym niż wskazywany przez nadruk fabryczny.

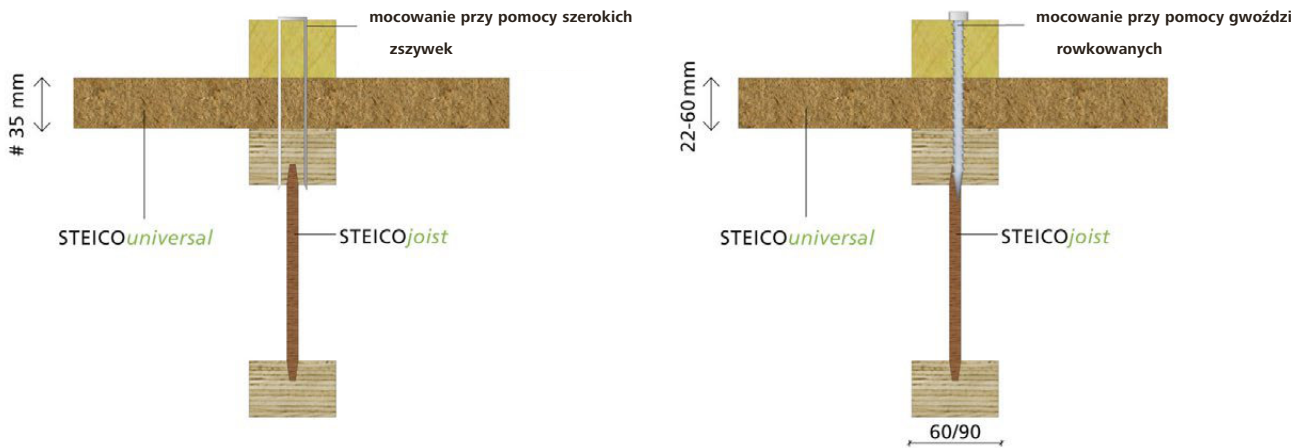


*Mocowanie płyt STEICO*universal* zgodnie z nadrukiem fabrycznym (nadruk skierowany do wewnątrz).*

3.2.3.2.5. Łączniki

Profilowane płyty STEICO pod elewacje wentylowane można mocować do podłoża poprzez kontraly za pomocą szerokich zszywek ze stali nierdzewnej, cynkowanych gwoździ rowkowanych, gwoździowkrętów, wkrętów cieśliskich. Z uwagi na znacznie szybszy czas montażu (pi-

stolety pneumatyczne) najczęściej stosowanym i bardziej ekonomicznym rozwiązaniem są zszywki mocujące oraz gwoździe rowkowane.



Rys. 112. Mocowanie płyt podelewacyjnych STEICO poprzez łąty.

Wszystkie łączniki powinny posiadać dopuszczenie do stosowania w budownictwie i być wykonane ze stali nierdzewnej, aby zapobiec zjawisku korozji.

Wymagana ilość łączników oraz rozstaw między nimi są zależne przede wszystkim od stopnia obciążenia fasady, obciążenia wiatrem czy przekroju zastosowanej łąty/kontrłaty. Określenie wymaganej liczby łączników należy zgodnie z prawem budowlanym do obowiązków konstruktora. Ułatwieniem w przeprowadzaniu obliczeń mogą być usługi serwisowe (np. programy obliczeniowe, formularze) oferowane przez producentów łączników (np. HECO, Fischer, Bpro, Würth, Reisse, ABC, Eurotec itd.).

Na potrzeby firmy STEICO Niemiecki Instytut Badania Drewna Fraunhofer-Institut für Holzforschung Wilhelm-Klauditz-Institut (WKI, Brunzswik) opracował tabele, w których dla najbardziej niekorzystnej sytuacji w odnie-

sieniu do określonego obciążenia wiatrem i fasadą podawana jest:

- potrzebna ilość łączników (gwoździ) na metr bieżący kontrłaty,
- maksymalny rozstaw między łącznikami (wartości podane w nawiasach).

W ramach tabel przyjęto następujące klasy obciążenia wiatrem: 0,65/1,00/1,20/1,80 kN/m² oraz trzy warianty obciążenia ciężarem własnym fasady: 0,30/0,60/0,90 kN/m². Jako łącznik podstawowy przyjęto gwoździe cynkowane. Obliczenia odnoszą się do konstrukcji ściennych o rozstawie osiowym między słupkami równym 62,5 cm oraz 83,3 cm. Obliczenia dotyczą płyt w najczęściej stosowanych grubościach: 22, 24, 35, 52 i 60 mm. W przypadku odmiennych założeń wyjściowych należy wykonać dodatkowe obliczenia.

Grubość [mm]	Wymagana ilość gwoździ 3,8 • 100* na mb kontrłaty (odstęp w cm)	Rozstaw słupków 62,5 cm				Rozstaw słupków 83,3 cm			
		Obciążenie wiatrem (ssanie) [kN/m ²]				Obciążenie wiatrem (ssanie) [kN/m ²]			
22									
24									
Przekrój kontrłaty [mm]		Obciążenie wiatrem (ssanie) [kN/m ²]				Obciążenie wiatrem (ssanie) [kN/m ²]			
Szer./wys.: 50/30		0,65	1,00	1,20	1,80	0,65	1,00	1,20	1,80
Obciążenie fasady 0,30 kN/m ²		2,5 (40)	3,3 (30)	4,2 (20)	5,8 (15)	3,4 (25)	4,4 (20)	5,5 (20)	7,8 (10)
Obciążenie fasady 0,60 kN/m ²		3,4 (25)	4,2 (20)	5,0 (20)	6,7 (15)	4,6 (20)	5,5 (15)	6,7 (15)	8,9 (10)
Obciążenie fasady 0,90 kN/m ²		4,2 (20)	5,0 (20)	5,8 (15)	7,5 (10)	5,6 (15)	6,6 (15)	7,8 (15)	10 (10)
*minimalna średnica główek gwoździ powinna wynosić 7 mm									

Tabela 72. Zalecana ilość oraz rozstaw łączników dla płyt STEICOuniversal o gr. 22 i 24 mm oraz STEICOuniversal black o gr. 22 mm.

Grubość [mm]	Wymagana ilość gwoździ 3,8 • 100* na mb kontrłaty (odstęp w cm)	Rozstaw słupków 62,5 cm				Rozstaw słupków 83,3 cm			
35									
Przekrój kontrłaty [mm]	Obciążenie wiatrem (ssanie) [kN/m ²]				Obciążenie wiatrem (ssanie) [kN/m ²]				
Szer./wys.: 50/30	0,65	1,00	1,20	1,80	0,65	1,00	1,20	1,80	
Obciążenie fasady 0,30 kN/m ²	2,9 (30)	3,7 (25)	4,5 (20)	6,1 (15)	3,8 (25)	4,9 (20)	6,0 (15)	8,1 (10)	
Obciążenie fasady 0,60 kN/m ²	4,0 (25)	4,8 (20)	5,7 (15)	7,2 (10)	4,6 (20)	6,4 (15)	7,5 (10)	9,6 (10)	
Obciążenie fasady 0,90 kN/m ²	5,2 (15)	6,0 (15)	6,8 (15)	8,4 (10)	6,9 (10)	8,0 (10)	9,1 (10)	11,2 (10)	
*minimalna średnica główki gwoźdźcia powinna wynosić 7 mm									

Tabela 73. Zalecana ilość oraz rozstaw łączników dla płyt STEICUniversal / STEICUniversal dry / STEICUniversal black o gr. 35.

Grubość [mm]	Wymagana ilość gwoździ 4,6 • 160* na mb kontrłaty (odstęp w cm)	Rozstaw słupków 62,5 cm				Rozstaw słupków 83,3 cm			
52									
60									
Przekrój kontrłaty [mm]	Obciążenie wiatrem (ssanie) [kN/m ²]				Obciążenie wiatrem (ssanie) [kN/m ²]				
Szer./wys.: 60/40	0,65	1,00	1,20	1,80	0,65	1,00	1,20	1,80	
Obciążenie fasady 0,30 kN/m ²	2,5 (40)	3,0 (30)	3,6 (25)	4,8 (20)	3,2 (30)	4,1 (20)	4,9 (20)	6,5 (15)	
Obciążenie fasady 0,60 kN/m ²	3,5 (25)	4,1 (20)	4,5 (20)	5,7 (15)	4,5 (20)	5,3 (15)	6,3 (15)	7,8 (10)	
Obciążenie fasady 0,90 kN/m ²	4,4 (20)	5,0 (20)	5,8 (15)	6,9 (10)	5,9 (15)	6,7 (10)	7,6 (10)	9,2 (10)	
*minimalna średnica główki gwoźdźcia powinna wynosić 8 mm									

Tabela 74. Zalecana ilość oraz rozstaw łączników dla płyt STEICUniversal/STEICUniversal dry o grubości 52 i 60 mm.

Grubość [mm]	Wymagana ilość gwoździ 4,6 • 160* na mb kontrłaty (odstęp w cm)	Rozstaw słupków 62,5 cm				Rozstaw słupków 83,3 cm			
60									
Przekrój kontrłaty [mm]	Obciążenie wiatrem (ssanie) [kN/m ²]				Obciążenie wiatrem (ssanie) [kN/m ²]				
Szer./wys.: 60/40	0,65	1,00	1,20	1,80	0,65	1,00	1,20	1,80	
Obciążenie fasady 0,30 kN/m ²	2,5 (40)	3,1 (30)	3,7 (25)	4,9 (20)	3,3 (30)	4,1 (20)	4,9 (20)	6,5 (15)	
Obciążenie fasady 0,60 kN/m ²	3,6 (25)	4,2 (20)	4,8 (20)	6,1 (15)	4,8 (20)	5,6 (15)	6,5 (15)	8,1 (10)	
Obciążenie fasady 0,90 kN/m ²	4,8 (20)	5,4 (15)	6,8 (15)	7,2 (10)	6,3 (15)	7,1 (10)	8,0 (10)	9,6 (10)	
*minimalna średnica główki gwoźdźcia powinna wynosić 8 mm									

Tabela 75. Zalecana ilość oraz rozstaw łączników dla płyt STEICOspecial o gr. 60 mm.

Od czoła kontrłaty do pierwszego gwoźdźcia należy zachować odległość co najmniej 120 mm (w przypadku zszywki – 70 mm). Podane przekroje kontrłat są wymiarami mini-

malnymi, w przypadku użycia kontrłat o większych przekrojach należy odpowiednio dopasować długości łączników.

3.2.3.2.6. Obróbka szczelin

Otwarte szczeliny na styku płyt profilowanych STEICO należy obrabiać według następujących zaleceń:

- szczeliny o szerokości do 3 mm nie wymagają dodatkowej obróbki,
- szczeliny o szerokości powyżej 3 mm należy uszczelnić taśmą klejącą STEICO*multi tape F* 100 mm. Taśmę należy przykleić wzdłuż krawędzi płyt po wcześniejszym ich zagruntowaniu. Do gruntowania powierzchni płyt drewnopochodnych służy

STEICO*multi primer* (szczegółowe zalecenia wykonawcze na str. 285–286),

- jeżeli powierzchnia płyt STEICO zostanie zabezpieczona od zewnątrz szczelnie posklejaną membraną wysokoparoprzepuszczalną, np. STEICO*multi UDB*, szczeliny nie wymagają dodatkowej obróbki.

Obróbka szczelin zgodnie z powyższymi zaleceniami zapewnia trwałą i bezpieczną elewację.

3.2.3.2.7. Montaż okładziny zewnętrznej

Płyty termoizolacyjne STEICO pod elewacje wentylowane należy wykończyć przy użyciu okładziny zewnętrznej dopuszczonej do stosowania w budownictwie. Niezależnie od zastosowanego typu okładziny należy ją mocować poprzez ruszt zewnętrzny (kontrłaty/łaty), zapewniając przestrzeń wentylacyjną między zewnętrzną powierzchnią płyty STEICO a wewnętrzną powierzchnią okładziny. Mocowanie okładziny zewnętrznej należy rozpocząć dopiero wówczas, gdy konstrukcja budynku zostanie należycie usztywniona i stężona (po zamocowaniu płyt konstrukcyjnych po wewnętrznej stronie przegród ściennych). Podczas prac wykonawczych należy przestrzegać następujących zaleceń:

- w przypadku okładzin zewnętrznych bez otwartych szczelin (np. deski drewniane mocowane szczelnie na profil pióro-wpust) płyty elewacyjne STEICO nie będą widoczne po jej ostatecznym zamontowaniu. Nie ma zatem konieczności stosowania po wewnętrznej stronie płyt STEICO dodatkowej warstwy zabezpieczającej przed warunkami atmosferycznymi w postaci membrany wysokoparoprzepuszczalnej;
- w przypadku okładzin zewnętrznych z otwartymi szczelinami (np. deski drewniane o tępych lub profilowanych krawędziach, mocowane poziomo lub pionowo w odstępach co 30 mm) płyty STEICO będą widoczne poprzez szczeliny na połączeniach okładziny, a tym samym będą narażone na bezpośrednie długotrwałe działanie zmiennych warunków atmosferycznych. Promieniowanie UV i punktowe zawilgocenie mogą doprowadzić do miejscowych przebarwień powierzchni płyt STEICO, które będą widoczne między szczelinami w warstwie okładziny.

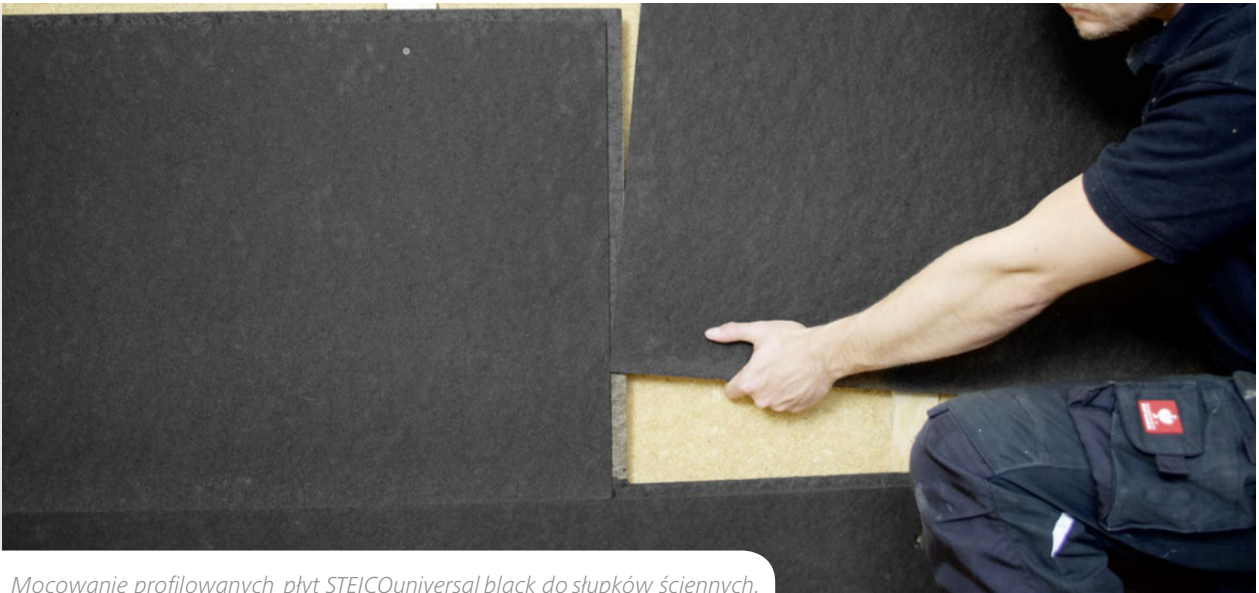
W celu poprawienia względów estetycznych elewacji w takiej sytuacji zaleca się zastosowanie dodatkowej membrany wysokoparoprzepuszczalnej między zewnętrzną powierzchnią płyt STEICO a wewnętrzną powierzchnią okładziny (z zachowaniem zakładu min. 10 cm). Kolor membrany należy dopasować do koloru okładziny zewnętrznej – najczęściej stosuje się jednak ciemne odcienie membrany, np. STEICO*multi UDB*. Membranę można przymocować bezpośrednio do powierzchni płyt STEICO, dociskając ją kontrłatami;

- w przypadku desek elewacyjnych z otwartymi szczelinami o szerokości do 20 mm (w przypadku desek mocowanych poziomo) lub o szerokości do 4 mm (w przypadku desek mocowanych pionowo), zamiast płyt STEICO w połączeniu z membraną wysokoparoprzepuszczalną można zastosować specjalistyczną płytę STEICO*universal black*. W stosunku do standardowych płyt STEICO*universal black* jest impregnowana dodatkowo bitumem (zawartość 20%), a jej zewnętrzna powierzchnia jest barwiona na czarno. Dzięki temu płyta nie ulega miejscowym odbarwieniom np. w rezultacie promieniowania UV. Dodatek bitumu powoduje ponadto, że płyta zachowuje czarny kolor nawet w przypadku drobnych powierzchniowych uszkodzeń. Szerokość deski elewacyjnej powinna być przynajmniej trzy razy większa niż szerokość szczeliny między deskami; w przypadku desek mocowanych w poziomie oraz przynajmniej cztery razy większa w przypadku desek mocowanych w pionie;

- na konstrukcję rusztu (kontrłaty, łąty) należy wykorzystywać jedynie dostatecznie wysuszone drewno. Wbudowanie drewna zbyt wilgotnego może skutkować późniejszymi odkształceniami w warstwie okładziny w wyniku skurczu. Drewno powinno być także uprzednio zabezpieczone przeciwko szkodnikom, owadom, pleśniam, grzybom;
- montaż właściwej okładziny zewnętrznej należy przeprowadzać zgodnie z zaleceniami wykonawczymi producenta.



Membrana wysokoparoprzepuszczalna STEICOmultip UDB zamontowana bezpośrednio na płytach STEICOuniversal.



Mocowanie profilowanych płyt STEICOuniversal black do słupków ściennych.



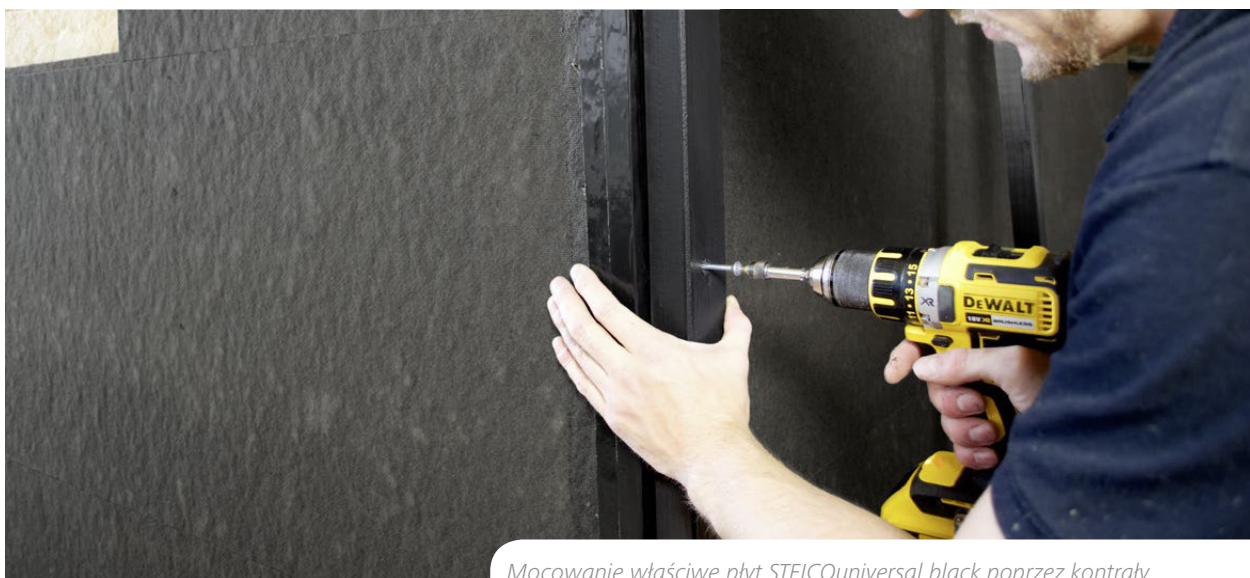
Mocowanie płyt STEICOuniversal black do słupków ściennych - narożnik.



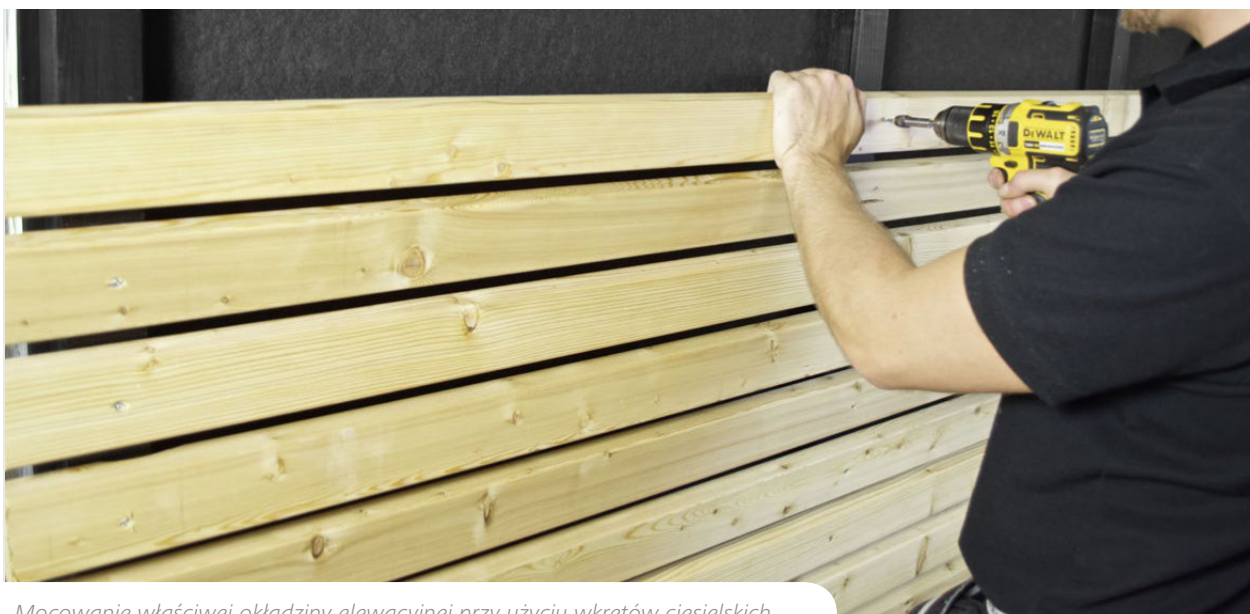
Gruntowanie tępych krawędzi płyt STEICOuniversal black w narożnikach ścian. Po wyschnięciu krawędzie zostaną uszczelnione taśmą klejącą odporną na działanie warunków atmosferycznych.



Mocowanie płyt STEICOuniversal black do słupków ściennych.



Mocowanie właściwe płyt STEICOuniversal black poprzez kontrały.



Mocowanie właściwej okładziny elewacyjnej przy użyciu wkrętów ciesielskich.

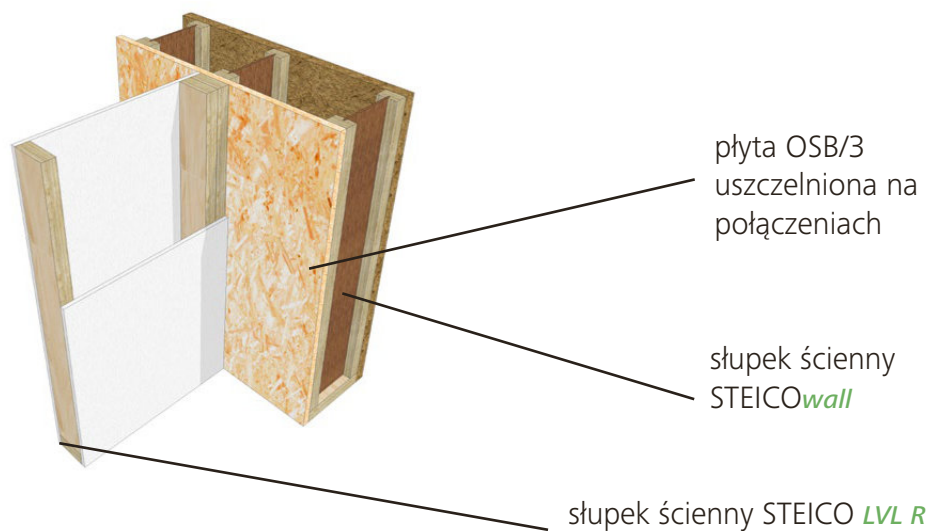
3.3. Zalecenia wykonawcze dla konstrukcji ścian wewnętrznych

Montaż ścian wewnętrznych należy rozpocząć wówczas, gdy została już wykonana konstrukcja ścian zewnętrznych – ściany zewnętrzne zakotwione w podłożu, wypoziomowane oraz wypionowane. Ściany wewnętrzne, podobnie jak zewnętrzne, mogą być składane od podstaw bezpośrednio na placu budowy bądź montowane w zakładzie produkcyjnym i dostarczane w formie zamkniętych elementów prefabrykowanych. Mocowanie ścian działowych do ścian zewnętrznych należy wykonywać tylko w miejscach do tego przewidzianych, tzn. w odpowiednio wzmocnionych obszarach ścian zewnętrznych.

Połączenie powinno zostać wykonane w sposób zapewniający maksymalnie wysoki poziom redukcji przenoszenia drgań i dźwięków. Kiedy wszystkie nośne ściany wewnętrzne zostaną umieszczone na swoich miejscach, zaleca się montaż oczepu górnego (tzw. belki wieńcowej) w celu związania całej konstrukcji ścian. Podobnie jak w przypadku ścian zewnętrznych, mocowanie oczepu górnego do oczepu dolnego należy wykonać w taki sposób, aby łączenia w obu warstwach nie pokrywały się (ułożenie na tzw. zakład). W obszarze połączeń ścian oczep górny nośnej ściany wewnętrznej musi zachodzić na oczep dolny ściany zewnętrznej. Szczegółowy detal prezentujący przykładowy sposób połączenia ściany zewnętrznej ze ścianą wewnętrzną znajduje się na str. 341.



Fot. Genero



Rys. 113. Połączenie ściany wewnętrznej z nośną ścianą zewnętrzną.

3.3.1. Ściany wewnętrzne nośne



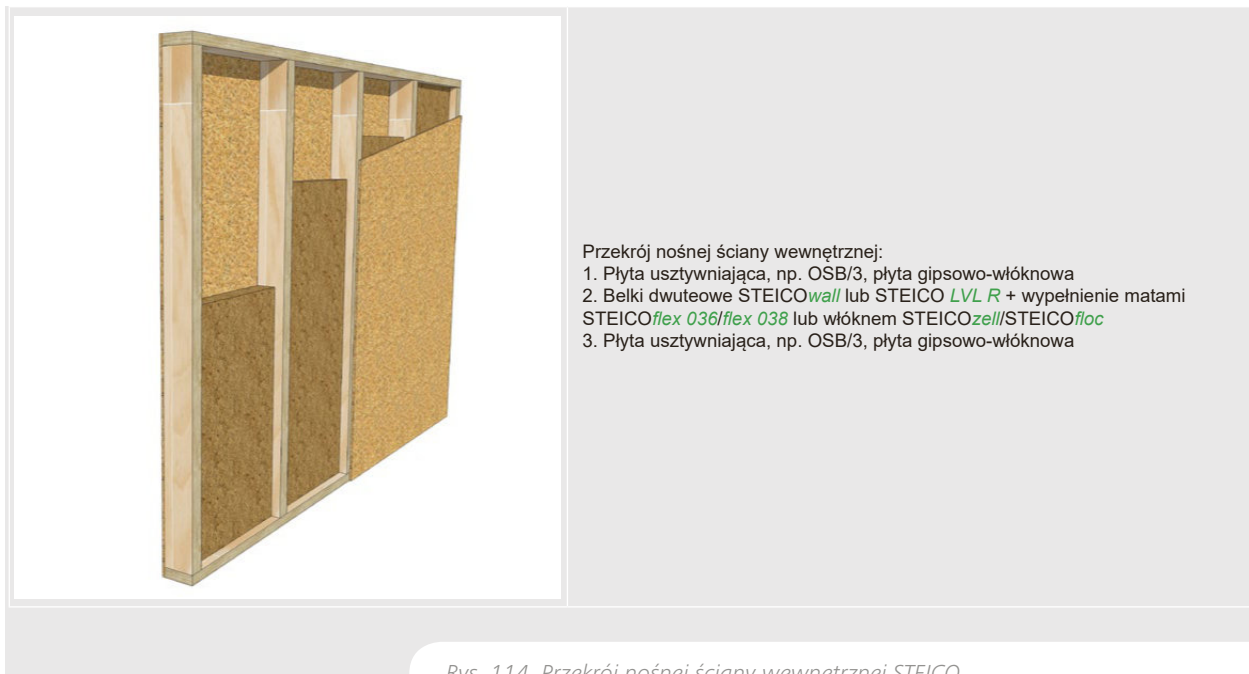
220

Jeżeli ściany wewnętrzne stanowią podporę dla stropu wyższego piętra lub konstrukcji dachu, określa się je mianem wewnętrznych ścian nośnych. Ściany tego typu są mocowane na stałe razem ze ścianami zewnętrznymi. Układ konstrukcyjny oraz proces montażu wewnętrznych ścian nośnych są praktycznie takie same jak w przypadku zewnętrznych ścian szkieletowych (zale-

cenia montażowe w podrozdziale 3.2.). Jedyna różnica polega na sposobie poszycia i wykończenia ścian. W przypadku ścian zewnętrznych, z uwagi na przestrzeganie zasad fizyki budowli, zewnętrzną stronę przegrody należy pokryć bezpośrednio otwartą dyfuzyjnie termoizolacyjną płytą z włókien drzewnych. Instalacje prowadzi się natomiast z reguły w tzw. ścianie instalacyjnej (więcej

w podrozdziale 3.8.). Układ ten nie sprawdzi się jednak wewnątrz budynku, dlatego nośne ściany działowe należy obustronnie poszyć drewnopochodną płytą usztywniającą (np. OSB), płytą gipsowo-włóknową czy płytą gipsowo-kartonową. Instalacje są rozprowadzane najczęściej wewnątrz ścian działowych, stąd dodatkowa konstrukcja ścianki instalacyjnej nie znajduje tutaj praktycznego uzasadnienia. Przekrój belek dwuteowych STEICO (jako

słupek ścienny) umożliwia sprawne wykonanie otworów instalacyjnych w płaszczyźnie średnika, co bardzo ułatwia prowadzenie instalacji wewnątrz ścian, bez konieczności zwiększania przekroju słupków. Dla porównania w przypadku drewna litego wykonanie otworów w słupkach znacznie osłabia ich przekrój, w związku z czym konieczne jest zastosowanie większych, kosztowniejszych przekrojów słupków.



Rys. 114. Przekrój nośnej ściany wewnętrznej STEICO.

3.3.2. Ściany wewnętrzne nienośne

Nienośne ściany wewnętrzne służą jedynie jako przegroda oddzielająca pomieszczenia wewnętrzne, czyli nie są traktowane w kontekście konstrukcji budynku jako element przenoszący siły poziome czy pionowe. Niemniej konstrukcje tego typu muszą mieć wystarczającą nośność, aby przenieść swój własny ciężar, jak i inne siły działające na ich powierzchnię (od uderzeń mechanicznych po zawieszanie obciążeń punktowych), a następnie przenosić je na sąsiadujące przegrody nośne. Przyjmuje się, że wszystkie warianty konstrukcyjne takich ścian muszą wytrzymać działanie obciążenia podwieszanego do wartości 0,4 kN na metr bieżący ściany. W przypadku elementów zawieszanych na ścianach należy uwzględnić zastosowanie odpowiednich łączników oraz minimalnych rozstawów między nimi.

Niezależnie od dopuszczalnej wartości obciążenia łącznika nie można przekraczać maksymalnej wartości obciążenia zawieszanego na każdy bieżący metr ściany (0,4 kN).

W celu umożliwienia zamocowania lub zawieszenia na ścianie nienośnej większych ciężarów konieczne jest wykonanie dodatkowych elementów konstrukcyjnych, takich jak usztywnienia ryglami, trawersy lub wsporniki.

Do wykonania wewnętrznych ścianek działowych doskonale nadają się smukłe i stabilne przekroje forniru klejonego warstwowo STEICO **LVL R**, np. 45×50, 45×75, 45×100, 45×120 mm. Wskazane przekroje mogą zostać wykorzystane zarówno jako słupki ścienne, a także jako podwaliny oraz oczepy – w efekcie prace montażowe przebiegają szybciej, następuje redukcja odpadów.



Przekrój nienośnej ściany wewnętrznej:

1. Płyta wykończeniowa, np. płyta gipsowo-kartonowa, płyta gipsowo-włóknowa
2. Słupki STEICO **LVL R** + wypełnienie matami STEICO**flex 036/flex 038**
3. Płyta wykończeniowa, np. płyta gipsowo-kartonowa, płyta gipsowo-włóknowa

Rys. 115. Przekrój nienośnej ściany wewnętrznej STEICO.

Montaż ścian działowych należy rozpocząć od wyznaczenia i wymiarowania położenia konstrukcji na podłożu zgodnie z rysunkami projektowymi. Zadanie to ułatwia zastosowanie lasera budowlanego. W trakcie wyznaczania położenia konstrukcji warto uwzględnić położenie ościeżnic oraz dodatkowych elementów wzmacniających.

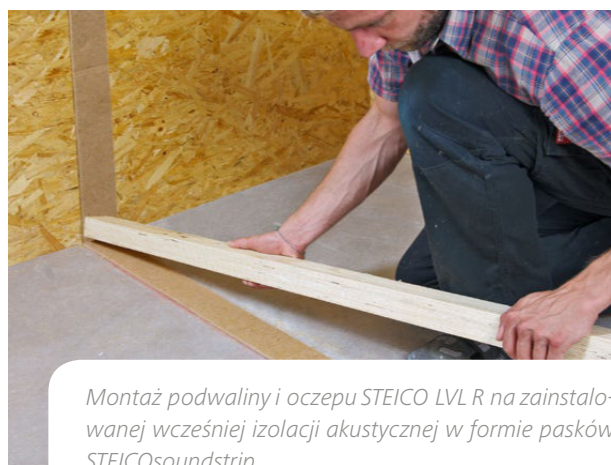
Przed przystąpieniem do montażu podwaliny, oczepu oraz słupków skrajnych ściany zaleca się wykonanie pod-

kładowej izolacji dylatacyjnej wzdłuż linii ich mocowania, w formie sprężystych pasków z włókien drzewnych STEICO**soundstrip**. Paski redukują przenoszenie dźwięku poprzez sąsiadujące elementy drewniane oraz mostki akustyczne, poprawiając izolację akustyczną i szczelność całej przegrody.

Podwaliny i oczepty ścianek działowych mogą być wykonane tradycyjnie ze STEICO **LVL R** lub w formie metalowych profili UW. Zastosowanie profili metalowych UW jest szczególnie zalecane w pomieszczeniach pod stropem o dużej rozpiętości, gdzie przewidywane jest ugięcie stropu ≥ 10 mm. Słupek ścianki działowej mocowany jest wówczas do oczepty z profili UW, z zachowaniem szczeliny dylatacyjnej o wysokości równej ewentualnemu ugięciu stropu. Mocowanie podwalin do podłoża odbywa się najczęściej przy użyciu kołków rozporowych z wkretami. Słupki ścienne należy ustawić i przymocować do podwaliny oraz oczepty (we właściwym rozstawie) przed montażem pierwszej warstwy płyt poszyciowych. Po zamocowaniu pierwszej warstwy płyt i zamontowaniu wymaganych instalacji technicznych pustą przestrzeń ściany wypełnia się szczelnie przy użyciu mat termooizolacyjnych STEICO**flex 036**/STEICO**flex 038**. Prawidłowo ułożone maty zapewnią konstrukcji wymaganą izolacyjność akustyczną. Na samym końcu poprawnie wypełnioną konstrukcję należy zamknąć płytą poszyciową również z drugiej strony. Płyty poszyciowe należy mocować do konstrukcji przy użyciu szerokich zszywek lub wkretów.



Paski z włókien drzewnych STEICO**soundstrip** do izolacji dylatacyjnej (akustycznej) w formie rolki.



Montaż podwaliny i oczepty STEICO **LVL R** na zainstalowanej wcześniej izolacji akustycznej w formie pasków STEICO**soundstrip**.



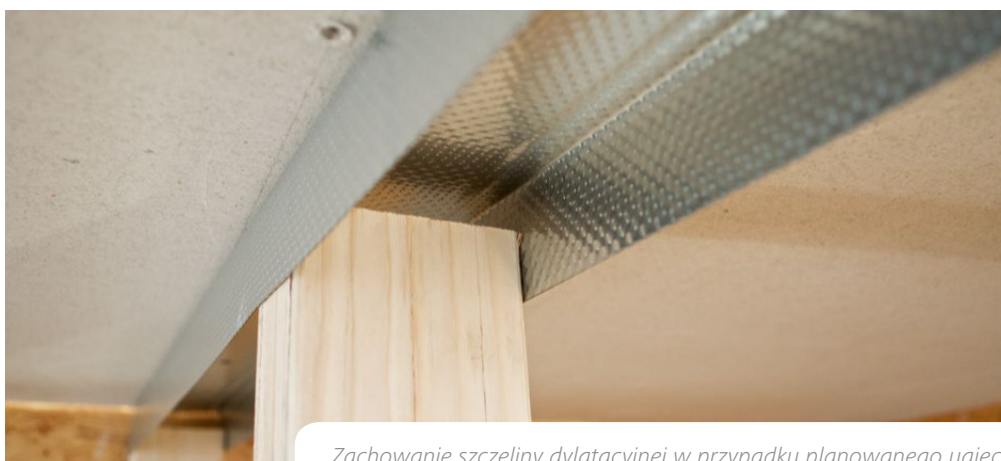
Montaż podwaliny i oczepty w formie profili UW na zainstalowanej wcześniej izolacji akustycznej w formie pasków STEICO**soundstrip**.



Mocowanie słupków STEICO **LVL R** do podwaliny i oczepty STEICO **LVL R**.



Mocowanie słupków STEICO **LVL R** do podwaliny i oczepty w formie profili UW.



Zachowanie szczeliny dylatacyjnej w przypadku planowanego ugięcia stropu powyżej 10 mm.



Wypełnienie pustych przestrzeni przy użyciu mat STEICOflex 036.



Mocowanie płyt wykończeniowych.

3.4. Zalecenia wykonawcze dla konstrukcji stropowych

Fot. Hebel/dom



Systemowe konstrukcje stropowe STEICO mogą być składane od podstaw bezpośrednio na placu budowy lub prefabrykowane w zakładzie produkcyjnym, a następnie dostarczone na plac budowy w formie gotowych elementów. Niezależnie od metody wznoszenia konstrukcja stropów STEICO składa się z następujących elementów:

- belki czołowe ze STEICO **LVL X**;
- belki stropowe w formie belek dwuteowych STEICO**joist** lub STEICO **LVL R**;
- w przypadku otworu na schody wymiany wykonany z belek dwuteowych STEICO**joist** i/lub ze STEICO **LVL R**;
- w razie konieczności przewiązki z belek dwuteowych STEICO**joist**;
- płyta konstrukcyjna mocowana bezpośrednio do belek stropowych, np. OSB/3.

Przekroje głównych elementów konstrukcyjnych stropu są uzależnione od ich rozstawu, rozpiętości oraz przyję-

tych obciążeń. Belki dwuteowe STEICO**joist** czy belki ze STEICO **LVL R** w układzie jednoprzęsłowym (czyli belka podparta w dwóch punktach) umożliwiają wykonanie konstrukcji o względnie dużej rozpiętości*. Niemniej mogą pojawić się układy konstrukcyjne wymagające, z uwagi na szerokie rozpiętości i wysokie obciążenia, dodatkowego podparcia belek stropowych – belki dwu-, trzyprzęsłowe. Jako podparcie pośrednie dla belek stropowych mogą zostać wykorzystane wewnętrzne ściany nośne – gdy ściana wewnętrzna nie jest jednak ciągła (lub nie występuje w ogóle), należy wykonać podciąg lub podporę, do czego nadaje się doskonale fornir klejony warstwowo **LVL R**.

225

* Przykładowe kalkulacje maksymalnych rozpiętości dla belek stropowych STEICO w zależności od rozstawu osiowego belek i przyjętych obciążeń są dostępne w katalogach konstrukcyjnych firmy STEICO, np. "Zeszyt konstrukcyjny belki dwuteowe STEICO".



Przekrój stropu od góry do dołu:

1. Płyta gipsowo-włóknowa dociągająca strop lub wylewka betonowa
2. Płyta z włókien drzewnych do izolacji akustycznej, np. 2 × STEICO**isorel** 15 mm
3. Płyta OSB/3
4. Belki stropowe STEICO**joist** z matami STEICO**flex 036/ flex 038**
5. Łaty drewniane
5. Płyta gipsowo-kartonowa 12,5 mm.

Rys. 116. Przekrój systemowego stropu STEICO.



Montaż elementów stropowych ze STEICO GLVL R.

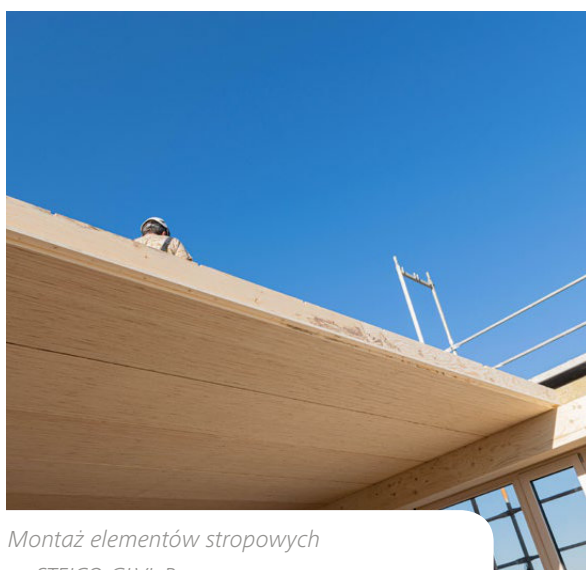
226

Konstrukcja stropu może zostać wykonana również z gotowych elementów stropowych ze STEICO **GLVL R**. Maksymalne rozmiary takiego elementu wynoszą:

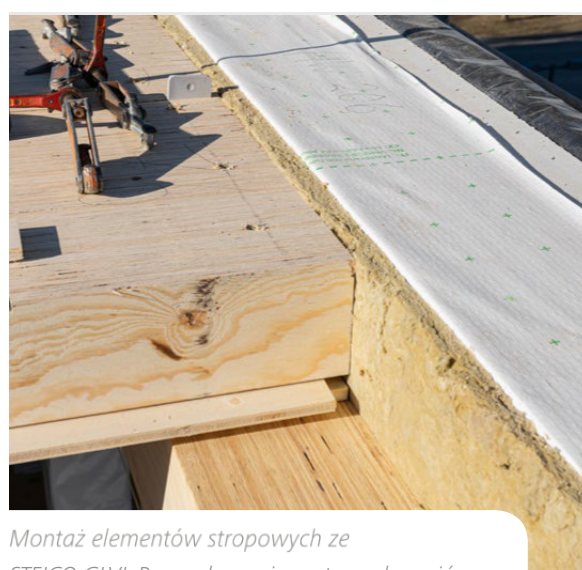
- długość 18 m,
- szerokość 96 cm,
- wysokość 40 cm.

STEICO **GLVL R** powstaje w skutek sklejanie warstwowego pojedynczych belek STEICO **LVL R**. Proces produkcyjny odbywa się w fabryce STEICO, po wcześniejszym ustaleniu warunków logistycznych. Elementy tego typu

cechują się bardzo dużą wytrzymałością mechaniczną, co umożliwia uzyskanie względnie szerokich rozpiętości, przy niewielkiej wysokości stropu. Zaletą rozwiązania jest także brak konieczności zabudowania stropu od spodu, tzn. powierzchnia zewnętrzna elementów może pełnić funkcję dekoracyjną. Poszczególne elementy są łączone z reguły na tzw. obce pióro. Dodatkowo, w warstwie wierzchniej elementów, zaleca się wykonanie nacięć i zainstalowanie w nich blaszek płaskich ze stali, które przejmują siły ścinające.



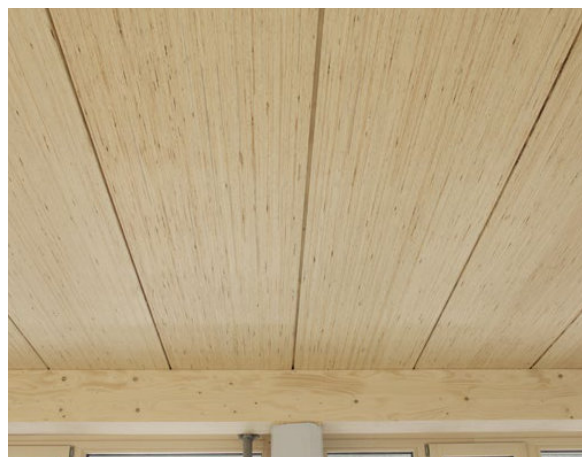
Montaż elementów stropowych ze STEICO GLVL R.



Montaż elementów stropowych ze STEICO GLVL R – połączenie na tzw. obce pióro.



Montaż elementów stropowych ze STEICO GLVL R – aplikacja blaszek stalowych.



Montaż elementów stropowych ze STEICO GLVL R – struktura dekoracyjna.

3.4.1. Stropy użytkowe

Stropy użytkowe są wykonywane w celu oddzielenia dwóch użytkowanych kondygnacji budynku. W związku z faktem, iż na stropie użytkowym montowane są często wewnętrzne ściany nośne oraz nienośne, konstrukcja stropu użytkowego wymaga przeważnie zastosowania dodatkowych wzmocnień (np. w postaci przewiązek, podwój-

nych lub potrójnych belek stropowych czy podciągów) w celu przeniesienia obciążeń konstrukcji ścian. Jeżeli ściana wewnętrzna jest mocowana na stropie wzdłuż linii podpartej poniżej na wewnętrznej ścianie nośnej, dodatkowe wzmocnienia konstrukcji stropu nie są z reguły wymagane.

Fot. Hebel/dom



Zagęszczenie belek stropowych STEICOjoist w obszarze posadowienia ściany na piętrze.

Fot. Hebel/dom

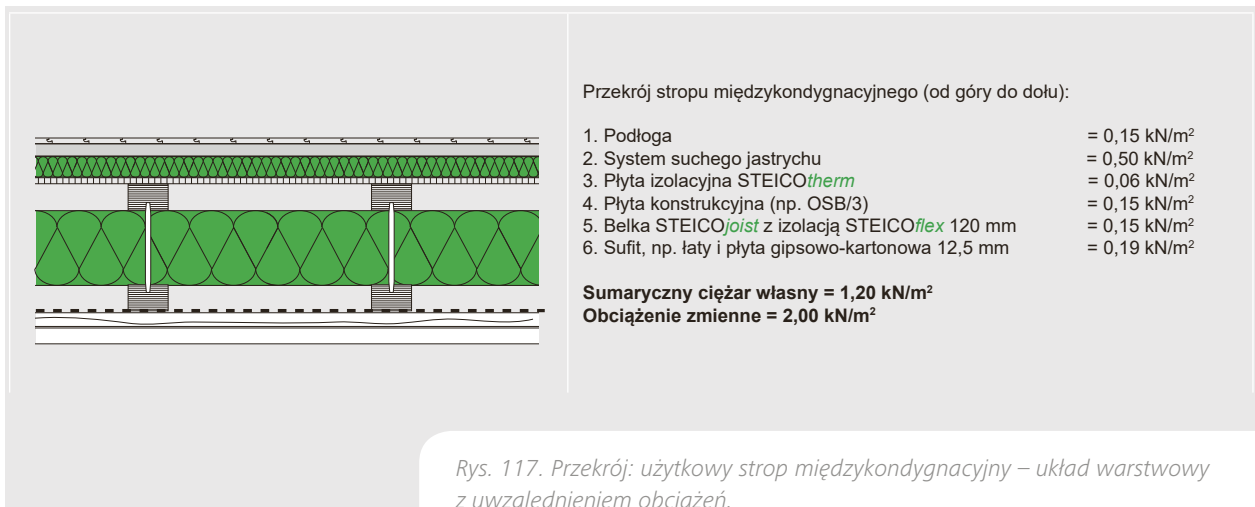


Podciąg ze STEICO LVL R – wsparcie dla nośnej ściany wewnętrznej na piętrze.

Z uwagi na charakter funkcjonalności stropów użytkowych podczas projektowania konstrukcji przyjmuje się znacznie większe obciążenia stałe i zmienne niż w przypadku stropów nieużytkowych. To z kolei powoduje konieczność zastosowania wytrzymałszych przekrojów drewna nośnego lub/i węższych rozstawów między belkami.

Poza funkcją nośną strop użytkowy musi zapewniać także odpowiedni poziom izolacyjności akustycznej między

kondygnacjami. W tym celu między belkami stropowymi umieszcza się maty izolacyjne z włókien drzewnych o grubości 100–120 mm. Maty muszą ściśle przylegać do powierzchni belek stropowych, tak aby nie tworzyły punktowych mostków akustycznych. Na powierzchni płyty usztywniającej strop układa się natomiast warstwę akustycznej izolacji podpodłogowej (więcej na ten temat na str. 113).



W przypadku użytkowych stropów międzykondygnacyjnych nie wymaga się stosowania poziomej warstwy paroizolacyjnej. Paroizolacja jest mocowana i sklejana jedynie

w obszarze połączenia stropu ze ścianami zewnętrznymi w celu zapewnienia ciągłości powłoki uszczelniającej budynku.

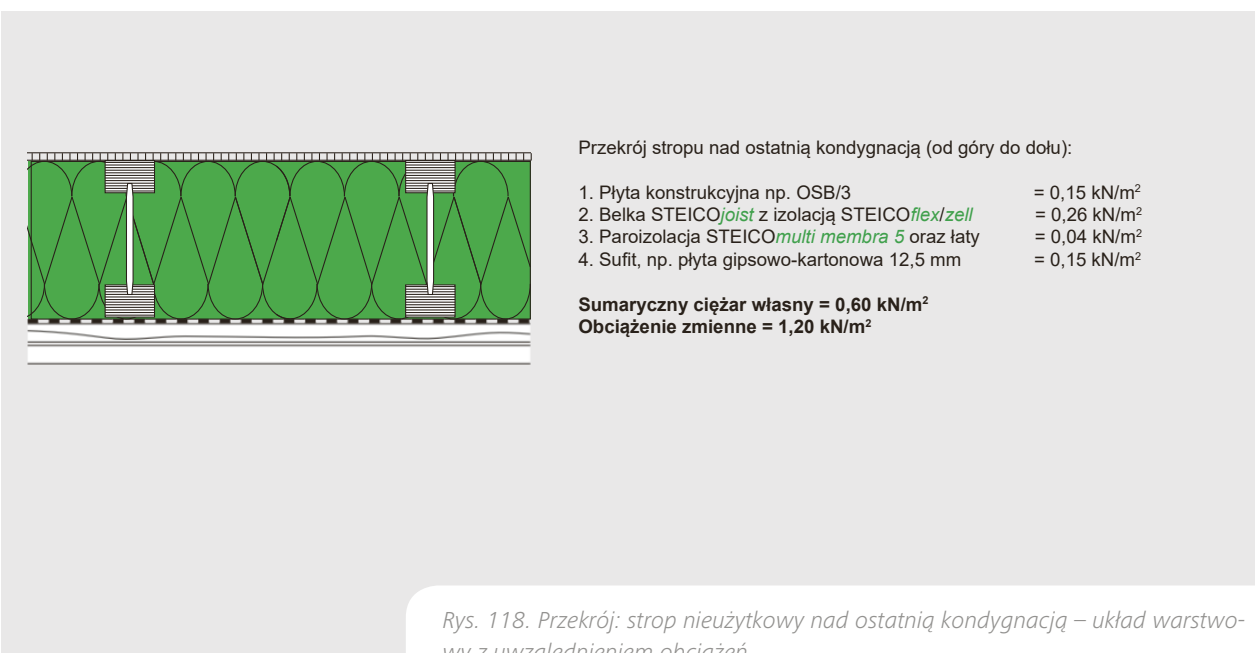
3.4.2. Stropy nieużytkowe

Stropy nieużytkowe nie wymagają przeważnie stosowania dodatkowych wzmocnień konstrukcji, gdyż nie przenoszą tak wysokich obciążeń jak stropy użytkowe. Dodatkowe wzmocnienia, np. w formie podciągu, stosuje się raczej w celu zamierzonego zmniejszenia odległości między podporami belek stropowych, aby zmniejszyć ich wymagany przekrój lub w celu przeniesienia ewentualnych obciążeń wynikających z zastosowania elementów podpierających konstrukcję dachu (np. słupy podpierające).

Z uwagi na nieużytkowy charakter poddasza bardzo często przestrzeń między legarami stropu wypełnia się całko-

wicie materiałem termoizolacyjnym – zwłaszcza w przypadku budynków parterowych. Wówczas to płaszczyzna stropu pełni funkcję zewnętrznej powłoki termoizolacyjnej budynku. W takim przypadku warstwę uszczelniającą/paroizolacyjną należy bezwzględnie umieścić po wewnętrznej stronie stropu, dbając o szczelne i ciągłe połączenie z warstwą paroizolacyjną ścian. Przedstawiony wariant redukuje kubaturę ogrzewanego powietrza w budynku, a ponadto zbędne jest wykonanie termoizolacji dachu, co wpływa pozytywnie na bilans ekonomiczny całej inwestycji.

228



3.4.3. Montaż konstrukcji

Fot. Hebeldom



Systemowy strop STEICO.

Montaż konstrukcji stropu należy rozpocząć wówczas, gdy wykonana została już kompletna konstrukcja nośnych ścian zewnętrznych oraz wewnętrznych kondygnacji poniżej planowego stropu – ściany nośne zakotwione w podłożu, wypoziomowane oraz wypionowane. Oczepy (belki wieńcowe) konstrukcji ścian nośnych parteru stanowią teraz miejsce podparcia i mocowania dla belek stropowych. Podobnie jak w przypadku procesu wykonywania konstrukcji ściennych STEICO, montaż stropu należy rozpocząć od usunięcia opakowania fabrycznego, rozpakowania pakietów z belkami dwuteowymi oraz z elementami LVL i posegregowania poszczególnych elementów zgodnie z ich dalszym przeznaczeniem.

W przypadku elementów nośnych w długościach fabrycznych, przed przystąpieniem do montażu konstrukcji stropu belki dwuteowe i elementy LVL należy dokładnie zwymiarować i zaznaczyć miejsca przycięcia – zgodnie z rozmiarami zawartymi w projekcie budowlanym. Po wyznaczeniu docelowych rozmiarów należy przystąpić do przycinania elementów fabrycznych na żądane długości – powstaną w ten sposób belki stropowe, przewiązki, belki czołowe.

229

3.4.3.1. Mocowanie belek stropowych na podporach

Gdy belki stropowe są już gotowe do zamocowania, należy przystąpić do określenia ich położenia na oczepach ścian (na belkach wieńcowych) oraz ewentualnych podporach/podciągach. W tym celu na wymienionych elementach nośnych wykonuje się widoczne oznakowanie wskazujące na punkt połączenia z belkami stropowymi. W płaszczyźnie oczepów ścian zewnętrznych belki dwuteowe muszą być docelowo zakończone belką czołową, belką krawędziową lub wypełnieniem. W celu minimalizacji ryzyka późniejszych odkształceń (osiadania) zaleca się wykonanie belki czołowej stropu z kompozytu STEICO **LVL X** (więcej na ten temat na str. 135–139).

Fot. Hebeldom



Montaż belek dwuteowych STEICOjoist na podporach – punkty posadowienia belek zostały wyznaczone jeszcze przed montażem belek.

Zaleca się, aby belka czołowa została cofnięta w głąb ściany przynajmniej o 40–60 mm w stosunku do zewnętrznej krawędzi ociepu. W efekcie powstaje przestrzeń, w której będzie można umieścić dodatkową warstwę materiału termoizolacyjnego STEICOflex 036/038 lub STEICOtherm. Przytoczone dodatkowe ocieplenie belki czołowej minimalizuje liniowy mostek termiczny w obszarze połączenia stropu ze ścianami zewnętrznymi (szczegółowy detal na str. 353–354) praktycznie do

zera, co obrazują izotermie przedstawione na rysunku 120. Warto dodać, że rozwiązanie to zostało szczegółowo przebadane przez Instytut Budownictwa Pasywnego w Darmstadt, a w efekcie uznane jako jeden z certyfikowanych komponentów dla budownictwa pasywnego. Zgodnie z założeniami wspomnianego instytutu, liniowy współczynnik przenikania ciepła odnoszący się do wymiarów zewnętrznych ψ_a musi spełniać kryterium $< 0,01 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

230

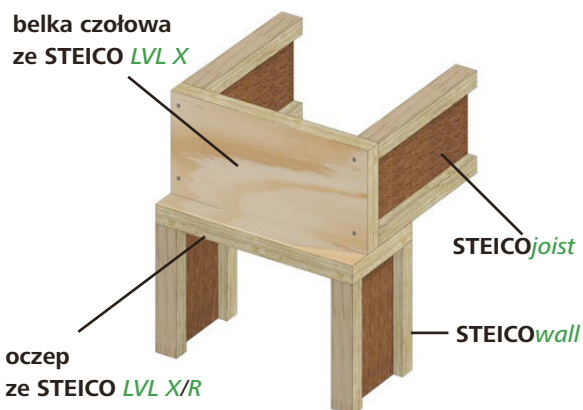
Fot. Kamil Wiśniewski GreenCherry Architecture



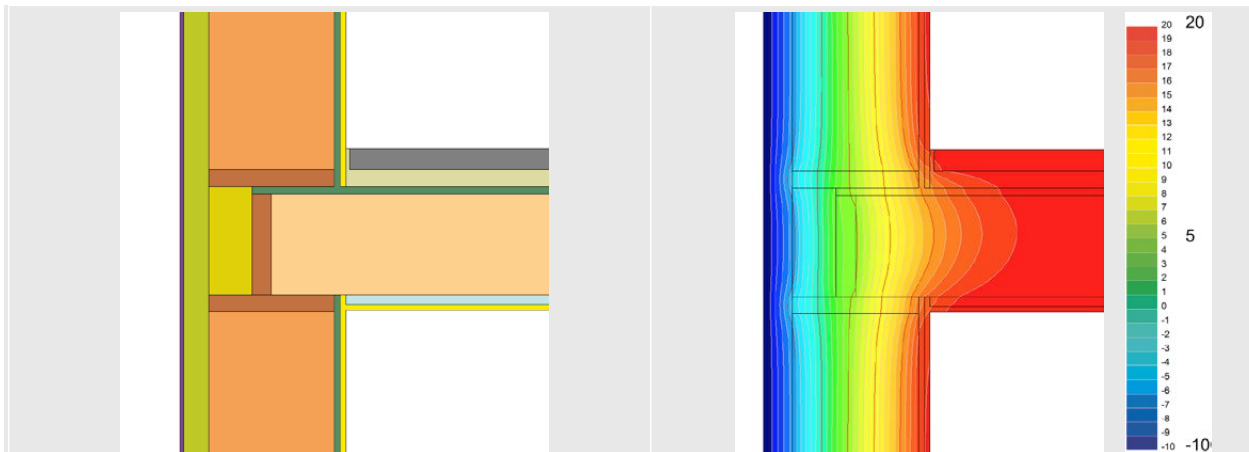
Prawidłowy montaż pasa membrany paroizolacyjnej w płaszczyźnie połączenia stropu ze ścianami. Belka czołowa LVL X cofnięta w głąb ściany od zewnętrznej krawędzi ociepu o 60 mm.



Prawidłowy montaż pasa membrany paroizolacyjnej w płaszczyźnie połączenia stropu ze ścianami. Belka czołowa LVL X cofnięta w głąb ściany od zewnętrznej krawędzi ociepu o 60 mm.



Rys. 119. Połączenie belek stropowych STEICOjoist z cofniętą belką czołową ze STEICO LVL X przy pomocy wkrętów ciesielskich: po jednym wkręcie na każdy pas belki dwuteowej.



Rys. 120. Przekrój: połączenie stropu ze ścianami zewnętrznymi – belka czołowa cofnięta w stosunku do krawędzi zewnętrznej ocieplenia i zaizolowana termicznie płytą STEICOtherm o gr. 40 mm. Efekt: liniowy współczynnik przenikania ciepła $\psi_a < 0,01 \text{ W/(mK)}$.

Na tym etapie należy uwzględnić także minimalne długości podparcia dla belek dwuteowych, które powinny wynikać z projektu wykonawczego, a które wg Europejskiej Oceny Technicznej 06/238 wynoszą:

- minimalna długość podpory skrajnej – 45 mm,
- minimalna długość podpory pośredniej – 89 mm.

W celu ułatwienia/skrócenia prac montażowych istnieje możliwość wcześniejszego wykonania nacięć w strukturze belek czołowych STEICO **LVL X**, które wskazują na docelowe położenie belek stropowych. Nacięcia są wykonywane w strukturze elementów LVL na głębokość około 3–5 mm, a ich szerokość odpowiada szerokości do-

celowych belek stropowych, np. 90 mm. W rezultacie montaż stropu można rozpocząć od przymocowania do ociepleń belki czołowej **LVL X** (przy pomocy złącza kąтового), bez konieczności wcześniejszego manualnego oznaczania lokalizacji belek stropowych na placu budowy.



Dostarczenie na plac budowy belek czołowych STEICO LVL X z nacięciami pod belki stropowe.



Mocowanie belki czołowej STEICO LVL X do oczepu.



Mocowanie belki czołowej STEICO LVL X do oczepu.

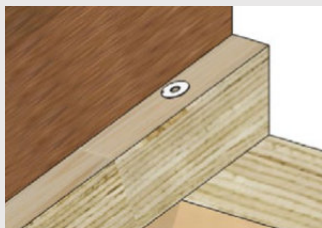
232



Osadzanie i mocowanie belek stropowych STEICOjoist, korzystając z nacięć w belkach czołowych.

Mocowanie belek dwuteowych do podpór odbywa się poprzez pas dolny belki. Jako łączniki można stosować gwoździe gładkie, gwoździe pierścieniowe, wkręty ciesielskie oraz szerokie zszywki mocujące: zawsze minimum po jednym łączniku na lewą oraz prawą stronę pasa

belki dwuteowej. Podczas wykonywania połączeń należy uwzględnić dopuszczalne odległości od krawędzi pasów, zgodnie z poniższą tabelą:



Typ łącznika	Rozmiar łącznika [mm]	$a_{4,c}$ [mm]	$a_{3,c}$ [mm]	Przykład łącznika
Wkręt ciesielski*	6,0 × 80	18	42	Heco Topix 6,0 × 80 Würth ASSY plus 6,0 × 80 Rothoblaas HBS 6,0 × 80
Gwóźdź gładki	3,1 × 80	16	31	Haubold: CW 3,1 × 80
Gwóźdź pierścieniowy	3,1 × 80	16	31	Haubold: CW 3,1 × 80 Rille
Zszywka**	2,0 × 11,8 × 80	15	30	Haubold: SD 91080 CNK

* wykonać wstępne nawiercenie
 ** $\geq 30^\circ$, mierząc od środka zszywki

Tabela 76. Dopuszczalne odległości łączników od krawędzi pasów belek dwuteowych STEICO.

3.4.3.2. Mocowanie belek stropowych przy użyciu złączy ciesielskich

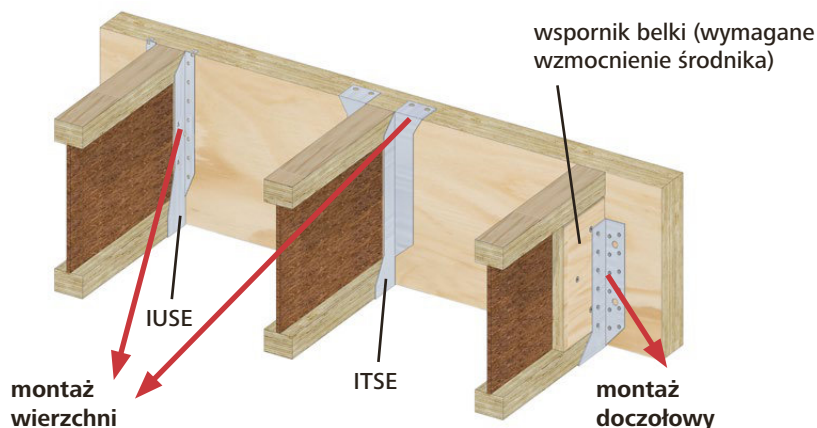


W przypadku konstrukcji stropowych pojawiają się również połączenia, które należy wykonać przy pomocy atestowanych złączy ciesielskich, tzw. wsporników/wieszaków belek dwuteowych. Firma STEICO rekomenduje stosowanie sprawdzonych, certyfikowanych złączy marki Simpson Strong-Tie*. Do najczęściej spotykanych połą-

czeń można zaliczyć tutaj połączenia drugorzędnych belek dwuteowych STEICOjoist z belkami głównymi, np. STEICO LVL R. Montaż wsporników belek może zostać wykonany w sposób doczołowy lub wierzchni.

234

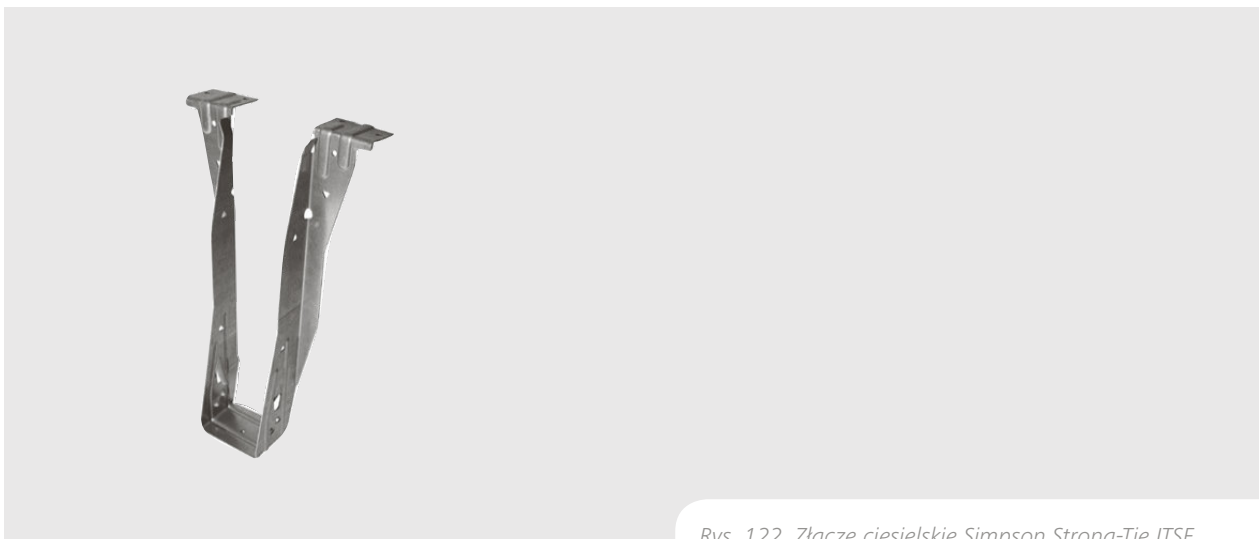
* Szczegółowe informacje na temat dostępnych złączy ciesielskich, dedykowanych łączników i instrukcji montażowych dla belek dwuteowych są dostępne w specjalistycznym katalogu firmy Simpson Strong-Tie: Złącza do belek dwuteowych. Katalog.



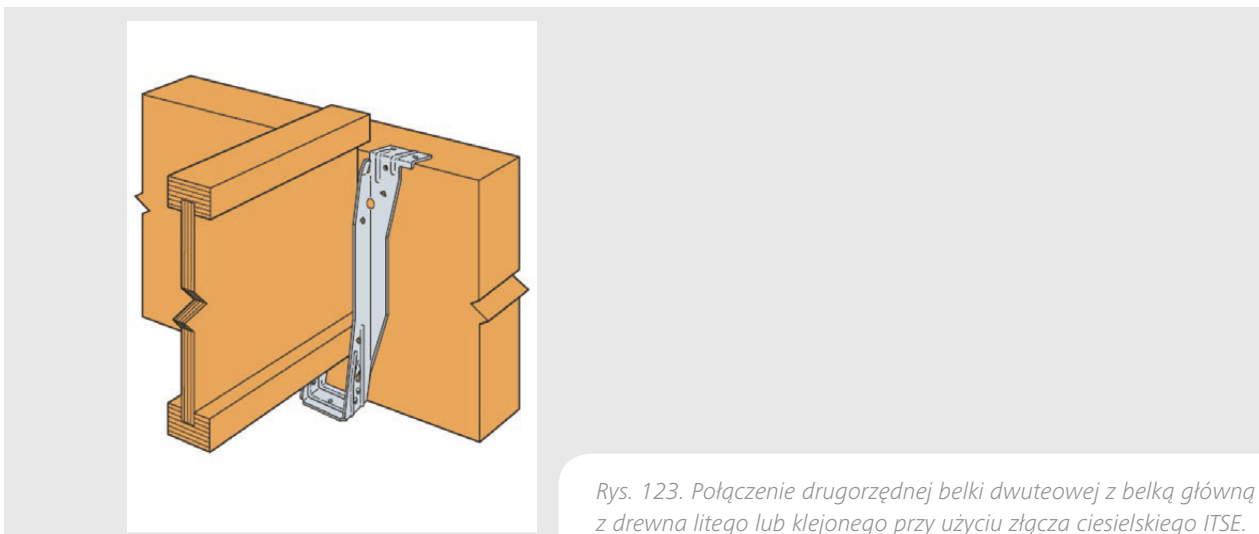
Rys. 121. Złącza ciesielskie dla belek dwuteowych.

Montaż wierzchni złączy cechuje się mniejszym zużyciem łączników w stosunku do montażu doczołowego, a zatem szybszą i łatwiejszą obróbką. Wsporniki wierzchnie posiadają charakterystyczne skrzydełka górne, które są mocowane od góry do belki głównej. Jeżeli wierzch belki dwuteowej licuje się z wierzchem belki głównej, nie wy-

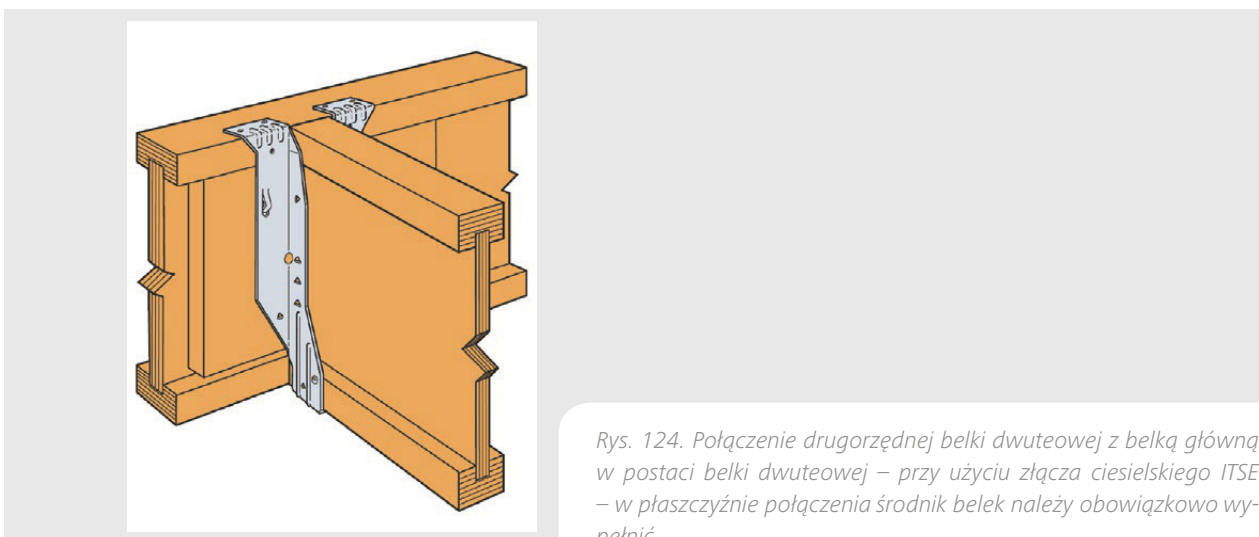
stępuje dalsza konieczność pozycjonowania belki w pionie – wieszaki są tak skonstruowane, aby po zamontowaniu tworzyć płaską podłogę. Sprawdzone złączeniem zalecanym dla belek STEICOjoist jest model Simpson Strong-Tie IT5E.



Rys. 122. Złącze ciesielskie Simpson Strong-Tie ITSE.



Rys. 123. Połączenie drugorzędnej belki dwuteowej z belką główną z drewna litego lub klejonego przy użyciu złącza ciesielskiego ITSE.



Rys. 124. Połączenie drugorzędnej belki dwuteowej z belką główną w postaci belki dwuteowej – przy użyciu złącza ciesielskiego ITSE – w płaszczyźnie połączenia środnik belek należy obowiązkowo wypełnić.

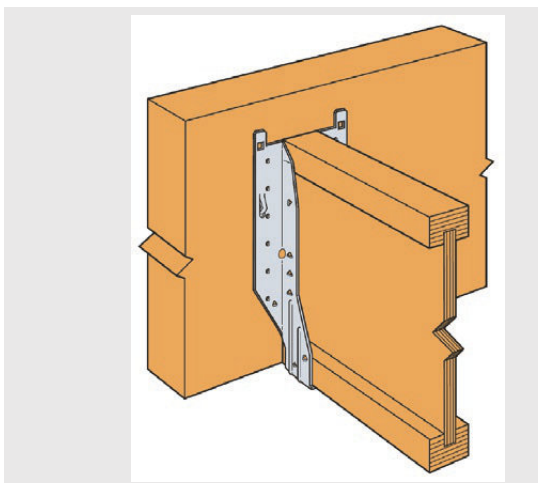
W sytuacji gdy belka dwuteowa jest jednak niższa od belki głównej, zastosowanie typowego wspornika wierzchniego jest niemożliwe. Wówczas zaleca się wykorzystanie wieszaka doczołowego. Złącza doczołowe nie posiadają górnych skrzydełek, pozwalając na pozycjonowanie pionowe oraz licowanie belek dwuteowych w zależności od potrzeby, z górną lub dolną krawędzią belki głównej. Wszechstronne rozwiązanie godne polecenia stanowi złącze Simpson Strong-Tie IUSE, które łączy w sobie za-

lety wsporników wierzchnich i doczołowych. Model IUSE jest wyposażony w małe skrzydełka górne, które umożliwiają bardzo łatwe pozycjonowanie belek dwuteowych w pionie (jak w modelu wierzchnim ITSE). W przypadku gdy belka główna jest jednak wyższa od belki drugorzędnej, skrzydełka można z łatwością odgiąć ręcznie, a złącze zamocować w taki sam sposób jak tradycyjne wsporniki doczołowe.

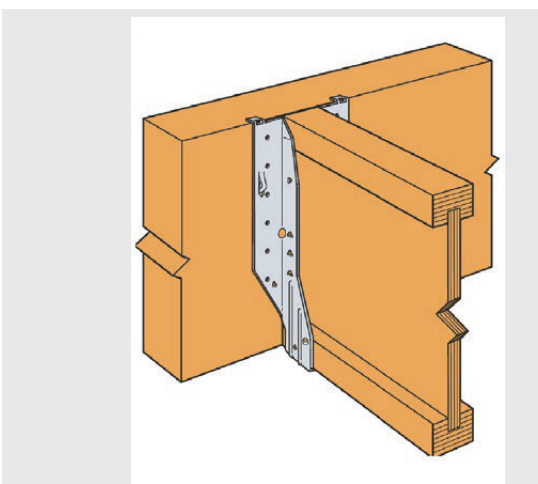


Rys. 125. Złącze ciesielskie Simpson Strong-Tie IUSE.

236



Rys. 126. Połączenie drugorzędnej belki dwuteowej z belką główną z drewna litego lub klejonego przy użyciu złącza ciesielskiego IUSE w sposób doczołowy - skrzydełka górne odgięte.



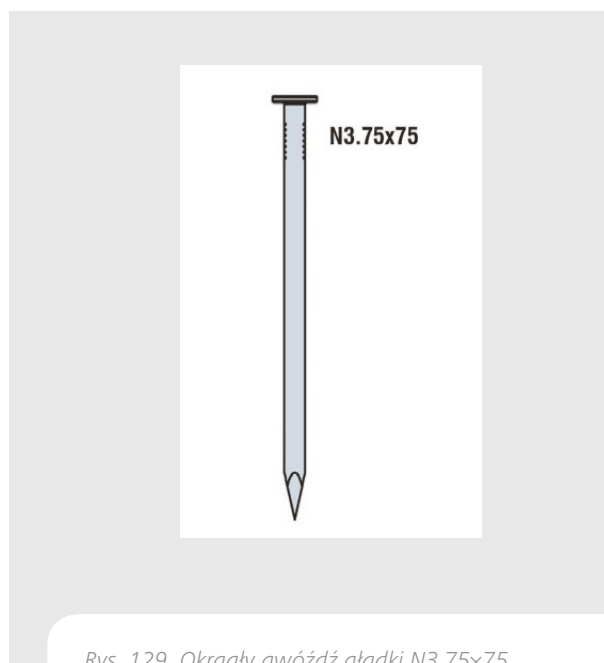
Rys. 127. Połączenie drugorzędnej belki dwuteowej z belką główną z drewna litego lub klejonego przy użyciu złącza ciesielskiego IUSE w sposób wierzchni.

Wsporniki ITSE oraz IUSE umożliwiają zamocowanie belki dwuteowej w żądanej pozycji bez użycia jakichkolwiek łączników, pod warunkiem że w danym układzie konstrukcyjnym nie jest wymagana nośność na poderwanie. W przeciwnym wypadku przed osadzeniem belki dwuteowej na wieszaku należy wykonać wypełnienie środka, a następnie wypełnić trójkątne otwory złącza przy pomocy odpowiednich łączników. W pozostałych przypadkach wykonanie wypełnienia środka nie jest z reguły wymagane, ponieważ ścianki obu wsporników zabezpieczają pasy górne belek dwuteowych przed obciążeniem poprzecznym.

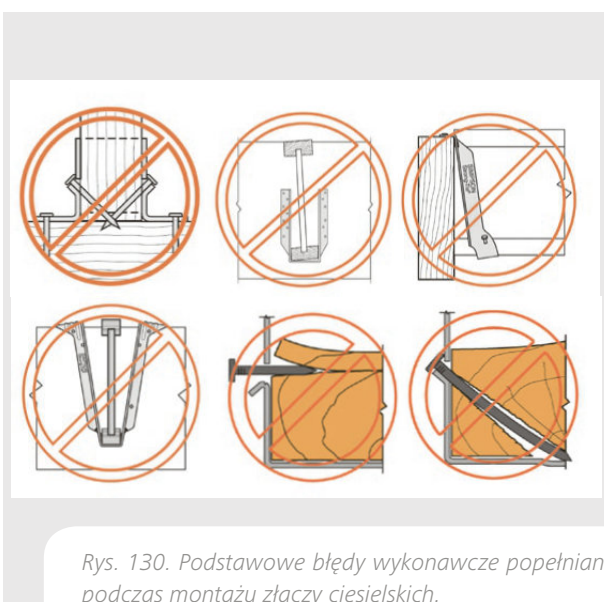
W przypadku drewna litego montaż tradycyjnych złączy ciesielskich jest wykonywany najczęściej przy użyciu gwoź-

dzi pierścieniowych. Należy jednak pamiętać, że gwoździe pierścieniowe nie powinny być stosowane do mocowania złączy w przypadku belek dwuteowych, gdyż mogą prowadzić do rozwarstwienia pasów. Ponadto gwoździe pierścieniowe o średnicy 4,0 mm są zbyt duże do otworów montażowych w złączach ciesielskich dla belek dwuteowych.

Do mocowania wymienionych złączy należy korzystać z kwadratowych gwoździ skrętnych N3.75x30 lub z okrągłych gwoździ gładkich N3.75x75. Łączniki te gwarantują poprawne wykonanie mocowania oraz deklarowaną nośność połączeń.



W miarę możliwości gwoździe zaleca się wbijać pod kątem (optymalny kąt wynosi 45°). Większość złączy jest wyposażona w wygodne otwory montażowe, które sugerują wbijanie łączników pod kątem. Aplikacja gwoździ pionowo lub poziomo może bowiem doprowadzić do rozwarstwienia drewna, z którego są wykonane pasy górne i dolne belek dwuteowych. Długość gwoździ powinna być zawsze dostosowana do rozmiarów pasa. Łączniki nie powinny przebijać pasów belek na wylot, gdyż może to doprowadzić do rozszczepiania drewna.



Rys. 130. Podstawowe błędy wykonawcze popełniane podczas montażu złączy ciesielskich.

Typ belki	Wysokość belki [mm]	Montaż doczołowy/wierzchni	Montaż wierzchni
STEICOjoist 60	200	IUSE 199/61	ITSE 199/61
	240	IUSE 239/61	ITSE 239/61
	300	IUSE 299/61	ITSE 299/61
	360	IUSE 359/61	ITSE 359/61
	400	IUSE 399/61	ITSE 399/61
STEICOjoist 90	200	IUSE 199/92	ITSE 199/92
	240	IUSE 239/92	ITSE 239/92
	300	IUSE 299/92	ITSE 299/92
	360	IUSE 359/92	ITSE 359/92
	400	IUSE 399/92	ITSE 399/92

Uwaga: odległość między belką główną a belką drugorzędną nie może przekroczyć 3 mm.

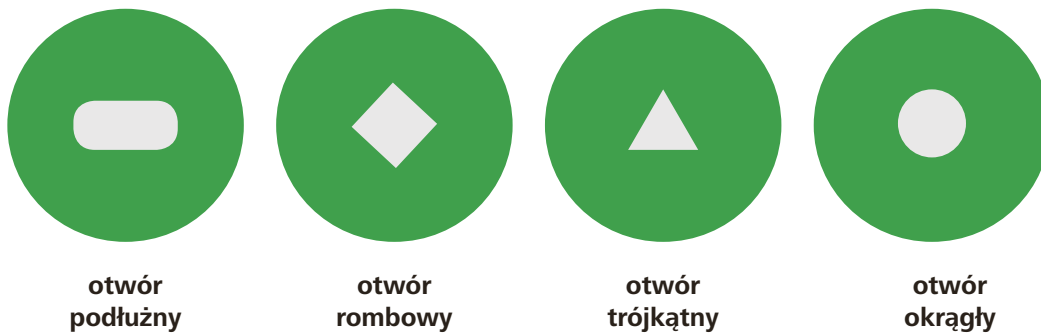
Złącza ciesielskie Simpson Strong-Tie do belek dwuteowych STEICOjoist w konstrukcjach stropowych.



Mocowanie drugorzędnych belek STEICOjoist do wieszaków zamontowanych doczołowo na belce głównej ze STEICO LVL R/ GLVL R.

Wskazówka:

Złącza ciesielskie Simpson Strong-Tie przeznaczone do belek dwuteowych są wyposażone w otwory na gwoździe o różnych kształtach: okrągłe, podłużne, trójkątne, rombowe.



Rys. 131. Rodzaje otworów na gwoździe w złączach ciesielskich Simpson Strong-Tie.

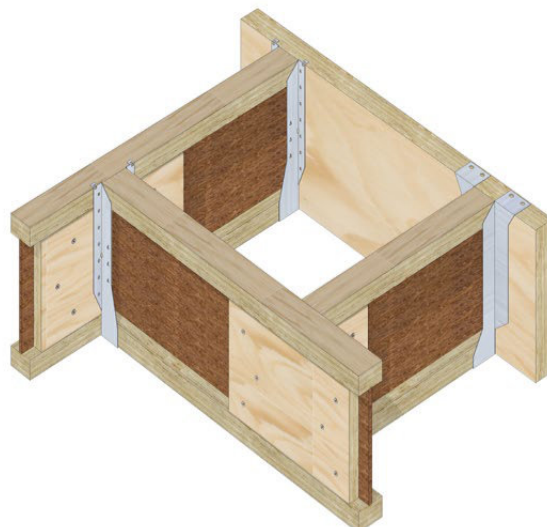
Zgodnie z zaleceniami producenta złączy wypełnienie otworów jest wymagane w następujących sytuacjach:

- **otwory okrągłe** należy zawsze wypełnić wskazanym gwoździem w celu uzyskania pełnej nośności połączenia;
- **otwory podłużne** należy zawsze wypełnić wskazanym gwoździem w celu uzyskania pełnej nośności połączenia. Łącznik może być wbijany wzdłuż lub na ukos otworu. Otwór podłużny występuje w miejscach o szczególnie utrudnionym dostępie, gdzie wbijanie gwoździ prostopadłe do blachy jest praktycznie niemożliwe;
- **otwory trójkątne** są przeznaczone na dodatkowe łączniki w sytuacji, gdy wymagana jest nośność belki na poderwanie do góry;
- **otwory rombowe** zostały zaprojektowane z myślą o tymczasowym zamocowaniu złącza podczas montażu. Wykorzystanie tego otworu nie jest wymagane, ma na celu ułatwienie prac wykonawczych.

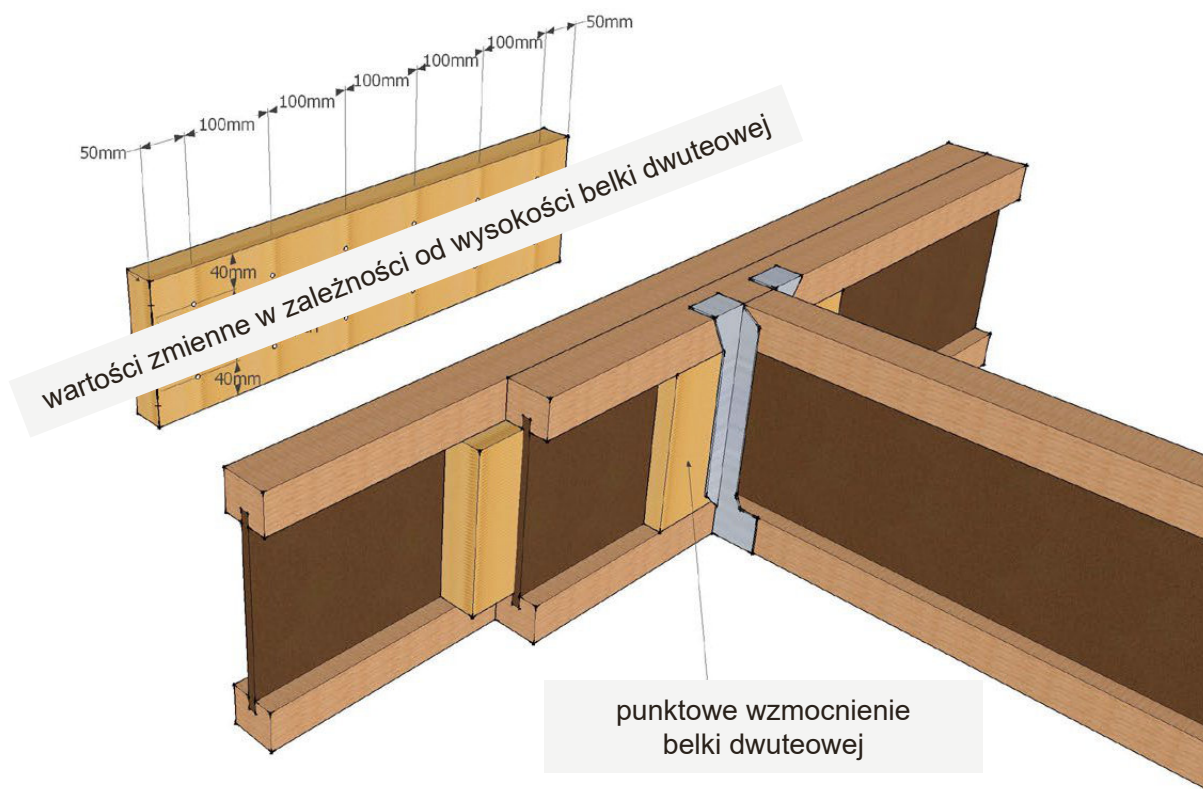
3.4.3.3. Otwory na schody

Otwory na schody w konstrukcjach stropowych należy wykonać poprzez zastosowanie wymianu z belek dwuteowych bądź z kompozytu LVL. Na wymianie zostaną zawieszane końce belek stropowych. Połączenia między poszczególnymi elementami wykonuje się przy użyciu

złączy ciesielskich (np. Simpson Strong-Tie ITSE i IUSE), uwzględniając wcześniejsze wzmocnienie środków belek dwuteowych.



Rys. 132. Wymian z belek dwuteowych STEICOjoist w połączeniu ze STEICO LVL R – łączenie przy użyciu złączy ciesielskich Simpson Strong-Tie.



Detal odnosi się do sytuacji, w której wymagane jest punktowe wzmocnienie belki dwuteowej (przeniesienie sił z jednej belki na drugą), np. przy otworze na klatkę schodową. W takich przypadkach belki dwuteowe można połączyć punktowo przy pomocy wzmocnienia wykonanego z materiału drewnopochodnego, np. STEICO *LVL*. Długość wzmocnienia powinna wynosić przynajmniej 600 mm. We wskazanym połączeniu belek siła pojedyncza przełożona na połączoną punktowo belkę dwuteową dzieli się w stosunku 50%:50% na każdą belkę STEICO*joist*.

Rys. 133. Wymian z zastosowaniem podwójnej belki dwuteowej.

3.4.3.4. Prowadzenie instalacji w świetle stropu

Systemowy strop STEICO umożliwia bardzo łatwe i wygodne prowadzenie instalacji (np. kanały rekuperatora, instalacje sanitarne, elektryczne) w płaszczyźnie belek dwuteowych. Charakterystyczny przekrój belki dwuteowej pozwala bowiem na wykonywanie otworów okrągłych bądź prostokątnych w środku, przez które można następnie prowadzić przewody instalacyjne. Dzięki takiemu rozwiązaniu zbędne staje się wykonywanie dodatkowych legarów ponad lub pod konstrukcją stropu właściwego – jako przestrzeń instalacyjna, co jest powszechnie stosowanym rozwiązaniem w przypadku stropów z drewna litego lub masywnego. Poprowadzenie instalacji poprzez otwory w środkach prowadzi zatem do redukcji całkowitej wysokości konstrukcji.



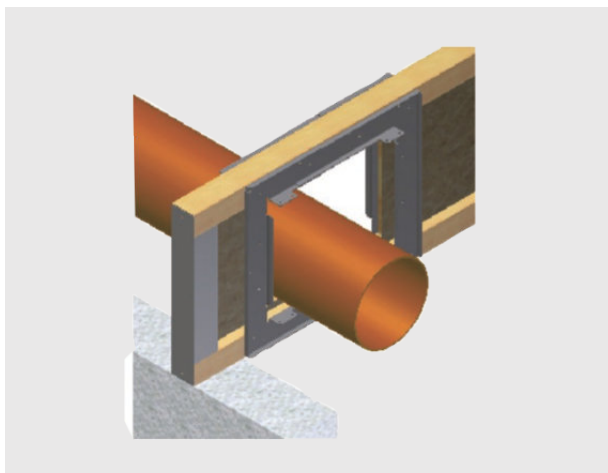
Fot. Szreder A.C.



Prowadzenie przewodów instalacyjnych poprzez otwory w środkach belek STEICOjoist.

Otwory w środkach belek dwuteowych wykonuje się przy użyciu otwornicy do drewna bądź frezarki. Istnieje również możliwość zamówienia u producenta belek STEICOjoist z wywierconymi otworami – w takim przypadku otwory wykonywane są precyzyjnie w centrum obróbki drewna w fabryce STEICO zgodnie z nadesłanym projektem.

Maksymalne średnice/rozmiary otworów, jak i rozstaw między nimi, są ściśle określone przez producenta (szczegółowe zasady znajdują się na str. 140–144). Generalnie należy pamiętać, aby otwory wykonywać w środkowej części środka.



Rys. 134. Złącze Simpson Strong-Tie IHS wzmacniające belkę dwuteową w miejscu otworu w środku.

Grubość środka jest znacznie mniejsza niż grubość tradycyjnego drewna litego, dlatego sam proces wycinania otworów w belkach dwuteowych przebiega bardzo szybko i sprawnie, stanowiąc znaczącą zaletę z perspektywy firmy wykonawczej.

Wskazówka:

Otwory w środkach belek dwuteowych nie powinny być lokalizowane w okolicach obciążeń skupionych lub w strefie przy podporowej, są to bowiem obszary, gdzie wymagana jest duża nośność na ścinanie. Jeżeli jednak wywiercenie otworu we wspomnianej strefie jest konieczne, otwór należy wzmocnić przy pomocy odpowiedniego złącza ciesielskiego, np. Simpson Strong-Tie IHS. Zastosowanie takiego złącza wzmacniającego umożliwia prowadzenie instalacji niemalże w każdym miejscu w stropie. Mocowanie złącza należy wykonywać przy użyciu gwoździ N3.75×30 mm.

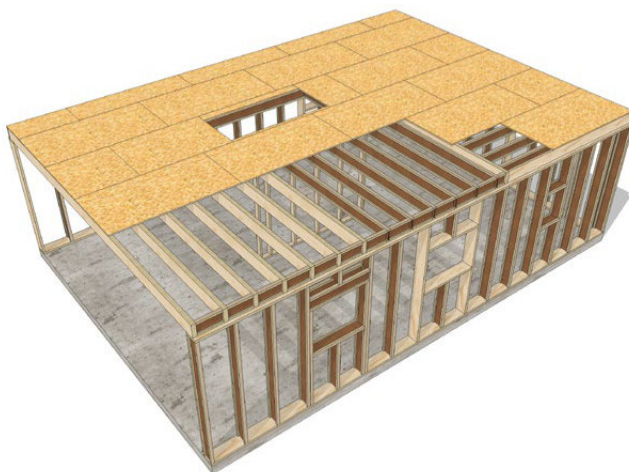


Belki STEICOjoist dostarczone na plac budowy z gotowymi otworami w środkach.

3.4.3.5. Usztywnienie belek stropowych

Zmontowana konstrukcja stropu jest usztywniana od góry odpowiednią płytą konstrukcyjną (najczęściej OSB/3) o grubości wynikającej z rozstawu osiowego belek oraz przyjętego obciążenia stropu. Zgodnie z Europejską Oceną

Techniczną 06/238 jednostronne usztywnienie belek dwuteowych jest wystarczające w celu zapewnienia ochrony przed wyboczeniem.



Rys. 135. Jednostronne usztywnienie stropu STEICO przy użyciu płyt OSB/3.

Fot. HebelDom



Usztywnienie belek stropowych STEICOjoist przy użyciu płyt OSB/3 25 mm.



Fot. Szrieder A.C.

243

Fot. FuturaDom



Usztywnienie belek stropowych STEICOjoist przy użyciu płyt STEICO LVL X 27 mm.

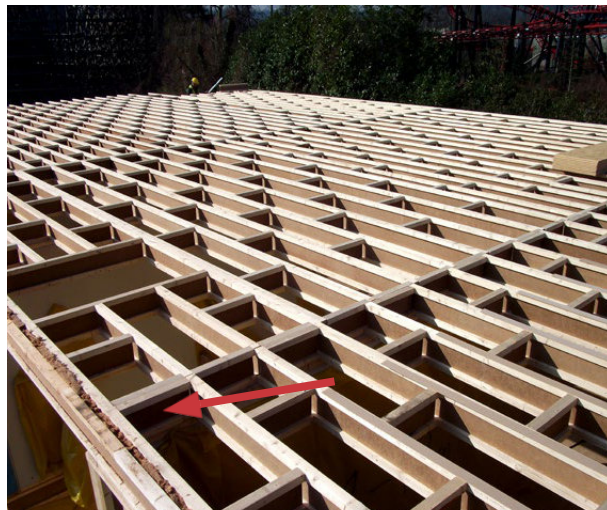
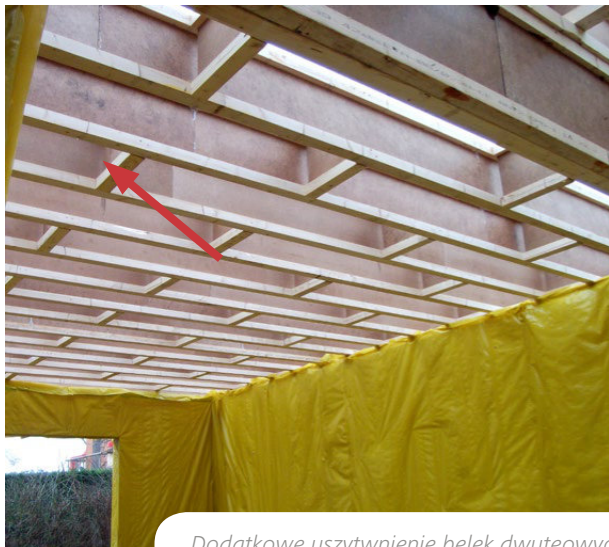


Fot. FuturaDom

W zależności od przyjętego układu konstrukcyjnego wymagane może być dodatkowe usztywnienie stropu, np. w formie łąt nośnych mocowanych do dolnych pasów belek stropowych, dodatkowej płyty konstrukcyjnej mocowanej również do dolnych pasów belek czy przewiązek drewnianych.

Przewiązki w stropach STEICO mogą być wykonane z belek STEICOjoist lub STEICO LVL R. Przewiązki są mocowane między belkami stropowymi w zagęszczeniu określonym w projekcie konstrukcyjnym. Połączenie belki stropowej STEICOjoist z przewiązką wykonuje się z reguły przy użyciu tradycyjnych wkrętów ciesielskich.

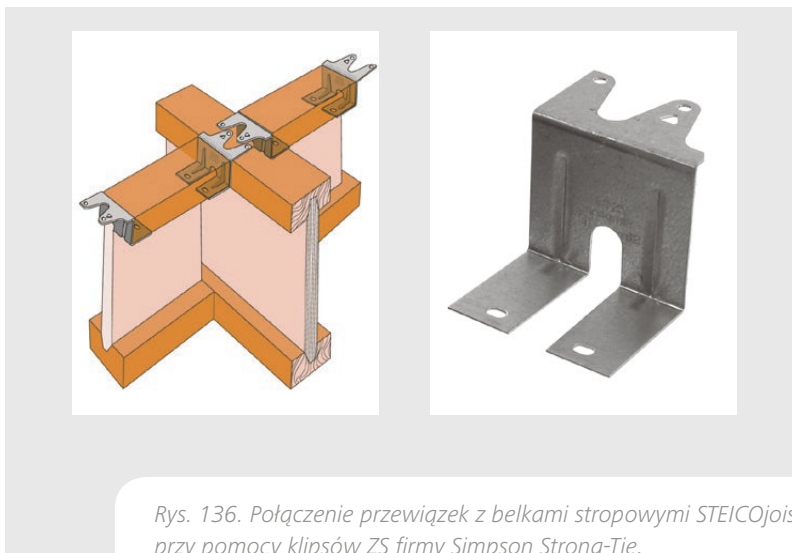
Fot. Szreder A.C.



Fot. Szreder A.C.

Dodatkowe usztywnienie belek dwuteowych STEICOjoist przy wykorzystaniu systemowych przewiązek.

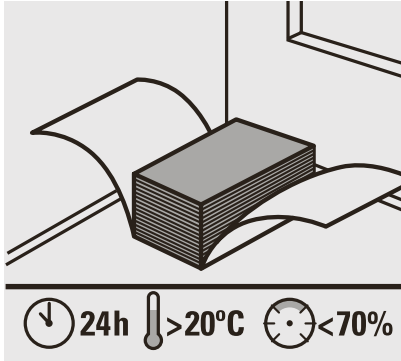
Alternatywnym rozwiązaniem wartym polecenia są złącza ciesielskie dedykowane połączeniom przewiązek z belkami stropowymi. Przykładem mogą być złącza ZS firmy Simpson Strong-Tie. Wysokość złącza jest dostosowana do wysokości pasa górnego belki, co umożliwia szybki i pewny montaż przewiązek w stropie. Złącza zostały zaprojektowane w taki sposób, aby można było je montować po zamocowaniu belek stropowych. Mocowanie klipsów ZS należy wykonywać przy użyciu gwoździ N3.75×30 mm.



Rys. 136. Połączenie przewiązek z belkami stropowymi STEICOjoist przy pomocy klipsów ZS firmy Simpson Strong-Tie.

3.4.4. Izolacja akustyczna podłogi na stropie

W celu zapewnienia wysokiej jakości izolacyjności akustycznej gotowej konstrukcji stropu na jego górnej powierzchni, tzn. bezpośrednio na płycie usztywniającej strop, należy ułożyć system akustycznej izolacji podpodłogowej. Płyty izolacyjne z włókien drzewnych stanowią wy-

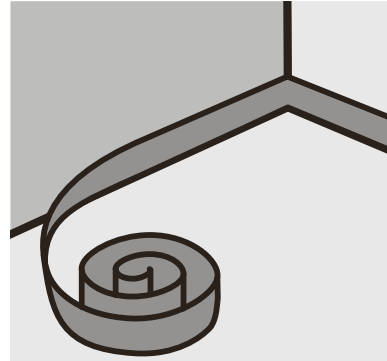


Rys. 137. Aklimatyzacja.

Wybór odpowiedniej płyty izolacyjnej STEICO, jej grubości i ilości warstw jest uzależniony przede wszystkim od planowanego rodzaju wykończenia podłogi (określona odporność na ściskanie) oraz wymaganej wartości izolacyjności akustycznej konstrukcji (dostępne warianty są opisane na str. 115). Niezależnie od wybranego wariantu montaż płyt STEICO należy przeprowadzać według następujących zaleceń:

- podłoże pod montaż płyt musi być równe, czyste, suche, zwarte i stabilne;
- płyty izolacyjne oraz elementy pokrycia podłogowego po usunięciu opakowania fabrycznego powinny zostać poddane aklimatyzacji. Minimalny okres aklimatyzacji wynosi 24 godziny, chyba że producent podaje inaczej;
- płyty izolacyjne STEICO zostały zaprojektowane z myślą o systemach podłóg pływających, tzn. należy je układać bezpośrednio na powierzchni płyt konstrukcyjnych zamykających strop od góry (najczęściej OSB/3). Płyty układa się luzem bez stosowania mocowania mechanicznego w postaci klejenia, zszywek, wkrętów itp.;
- przed przystąpieniem do układania płyt zaleca się wykonać izolację obwodową wszystkich ścian zewnętrznych oraz wewnętrznych, a także elementów pionowych przy pomocy systemowych pasków (taśmy) z włókien drzewnych **STEICOsoundstrip**. Pasek ma wysokość 100 mm oraz grubość 10 mm. Mocowanie pasków do ścian można wykonać przy użyciu zwykłego kleju montażowego lub zszywek. Po założeniu wszystkich warstw

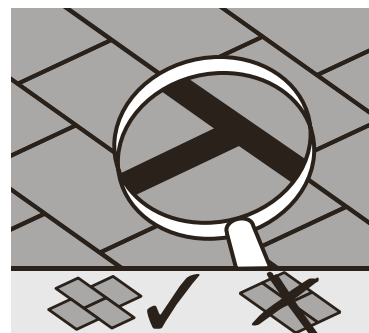
jątkowo korzystną formę ochrony stropów drewnianych przed szerokim zakresem hałasu, gdyż chronią pomieszczenia jednocześnie przed dźwiękami uderzeniowymi oraz powietrznymi.



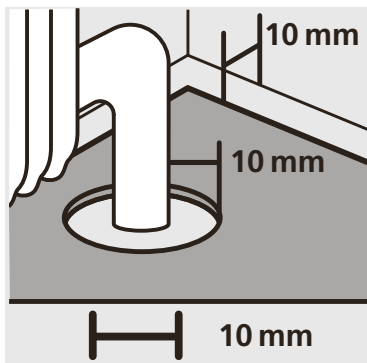
Rys. 138. Izolacja obwodowa STEICOsoundstrip.

docelowej podłogi fragment pasków wystający poza jej obrys należy obciąć, np. przy pomocy nożyka introligatorskiego;

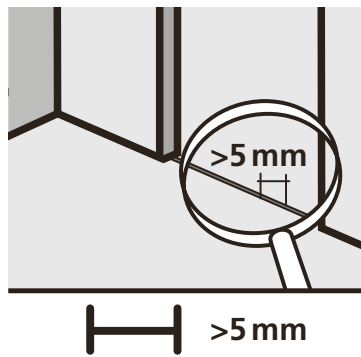
- w przypadku braku wykonanej izolacji obwodowej, płyty STEICO należy układać na stropie w taki sposób, aby nie stykały się bezpośrednio z powierzchnią ścian zewnętrznych, wewnętrznych, przewodami, instalacjami itd. W obszarze styku płyt z wymienionymi elementami budowlanymi należy zachować szczeliny dylatacyjne o szerokości minimum 10 mm. Szczeliny umożliwiają kompensację ewentualnych ruchów w warstwie podłogi;
- płyty należy układać z zachowaniem przesunięcia szczeliny o pół długości płyty. Połączenia krzyżowe są niepoprawne;
- w celu zapewnienia optymalnej izolacji akustycznej między sąsiadującymi pomieszczeniami należy uwzględnić między nimi szczelinę dylatacyjną o szerokości wynoszącej minimum 5 mm.



Rys. 139. Przesunięcie połączeń między płytami.



Rys. 140. Dylatacja.



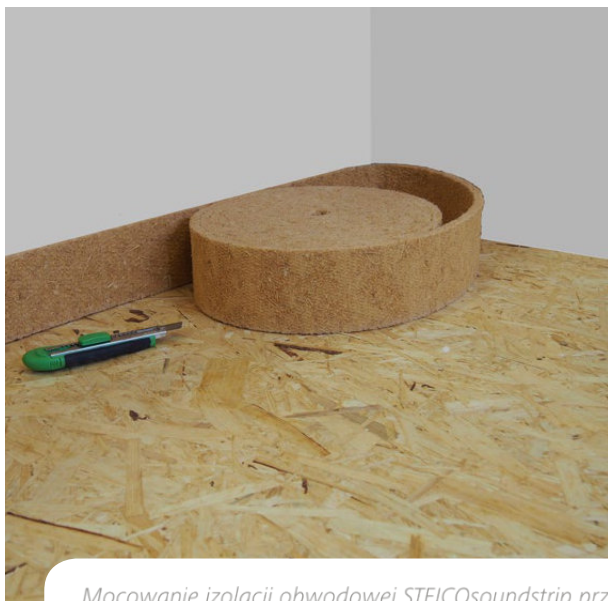
Rys. 141. Dylatacja.

3.4.4.1. Systemy podpodłogowe – suchy jastrych

Zastosowanie płyt izolacyjnych z włókien drzewnych umożliwia szybkie i wygodne wykonanie wielu wariantów tzw. suchych jastrychów. Jedno z najczęściej stosowanych i optymalnych rozwiązań stanowi w tym zakresie ułożenie bezpośrednio na płycie konstrukcyjnej stropu dwóch warstw płyt STEICOisorel o grubości 12, 15 lub 19 mm. Płyty należy układać warstwowo z zachowaniem przejścia między spoinami o pół długości płyty zarówno w płaszczyźnie każdej z warstw, jak i między warstwą dolną i górną. Zachowanie przejść między spoinami redukuje po-

tencjalne mostki akustyczne. Płyty STEICOisorel posiadają stosunkowo dużą wytrzymałość na ściskanie: ≥ 100 kPa, co umożliwia zastosowanie ich w większości systemów podłogowych. W przypadku gdy wymagana jest jednak jeszcze większa odporność płyty na ściskanie, zwłaszcza w obszarze budynków publicznych czy biurowych, zaleca się zastosowanie płyt STEICObase o wytrzymałości ≥ 150 kPa.

246



Mocowanie izolacji obwodowej STEICOsoundstrip przy pomocy kleju STEICOmultipoint.



Mocowanie izolacji obwodowej STEICOsoundstrip przy pomocy kleju STEICOmulti connect.



Montaż pierwszej warstwy płyt STEICOisorel 15 mm bezpośrednio na płycie konstrukcyjnej stropu.



Montaż pierwszej warstwy płyt STEICOisorel 15 mm bezpośrednio na płycie konstrukcyjnej stropu.



Montaż drugiej warstwy płyt STEICOisorel 15 mm z zachowaniem przejścia między spoinami o połowę długości płyty – w stosunku do warstwy spodniej.



Układanie laminowanych paneli podłogowych o grubości 12 mm bezpośrednio na płytach STEICOisorel.

Po prawidłowym ułożeniu płyt **STEICOisorel** na stropie można przystąpić do pokrycia ich warstwą laminowanych paneli podłogowych. Jeżeli grubość paneli podłogowych jest równa bądź większa niż 10 mm, a łączna grubość płyt STEICO nie przekracza 40 mm, panele można układać bezpośrednio na powierzchni płyt STEICO (zalecenie dotyczy płyt **STEICOisorel**, **STEICObase**). Montaż paneli należy przeprowadzić zgodnie z zaleceniami producenta. W przypadku zastosowania paneli podłogowych o mniejszej grubości, np. 8 mm, bezpośredni montaż na płytach STEICO jest dopuszczalny tylko dla płyt o grubości ≤ 8 mm. Jeżeli płaszczyzna izolacji akustycznej STEICO jest grubsza, przed rozpoczęciem układania paneli wymagane jest usztywnienie powierzchni płyt STEICO przy po-

mocy dodatkowej płyty konstrukcyjnej. Płytę konstrukcyjną należy ułożyć bezpośrednio na powierzchni płyt STEICO, również z zachowaniem przesunięcia między spoinami. Jako płytę usztywniającą można zastosować np. płytę OSB/3, MFP czy płytę wiórową. Zalecenie wynika z faktu, iż większość paneli podłogowych o grubości ≤ 10 mm posiada profil połączeniowy na system klik, który podczas użytkowania paneli może powodować uszkodzenia mechaniczne podłogowych płyt do izolacji akustycznej. W celu zmaksymalizowania izolacyjności akustycznej przy takim rozwiązaniu na płycie konstrukcyjnej zaleca się ułożyć dodatkowo podkład akustyczny **STEICUnderfloor** o grubości 3–5 mm, który jednocześnie niweluje nierówności podłoża do 3 mm.



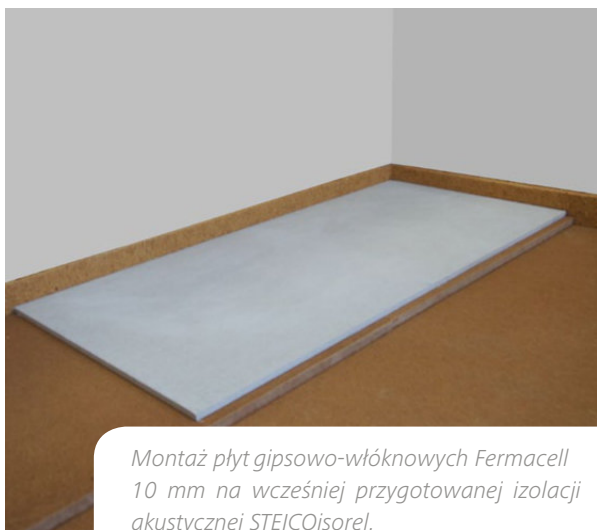
Usztywnienie powierzchni płyt **STEICOisorel** przed montażem laminowanych paneli podłogowych o grubości < 10 mm.



Montaż dodatkowej warstwy izolacji akustycznej w postaci podkładu **STEICUnderfloor** 5 mm (opcjonalnie).

Stopień izolacyjności akustycznej konstrukcji stropowej w połączeniu z suchym jastrychem można podnieść poprzez dodatkowe dociążenie całego układu. Łatwym i szybkim sposobem na dociążenie stropu jest zastosowanie płyt gipsowo-włóknowych (np. **Fermacell**), które układa się bezpośrednio na płytach izolacyjnych STEICO. Sprawdzone rozwiązanie jest ułożenie na warstwie izolacji akustycznej STEICO dwóch płyt **Fermacell**

o gr. 10 mm. Płyty gipsowo-włóknowe charakteryzują się dużym ciężarem własnym oraz dużą wytrzymałością na ściskanie, nadając lekkim stropom drewnianym większą masywność. Powierzchnia takich płyt umożliwia bezpośredni montaż różnych pokryć podłogowych, np.: wykładzin z PCV, linoleum i korka, płytek ceramicznych, płytek z naturalnego kamienia, terakoty czy parkietów.



Montaż płyt gipsowo-włóknowych **Fermacell** 10 mm na wcześniej przygotowanej izolacji akustycznej **STEICOisorel**.



Montaż dodatkowej warstwy izolacji akustycznej w postaci podkładu **STEICUnderfloor** 5 mm (opcjonalnie).

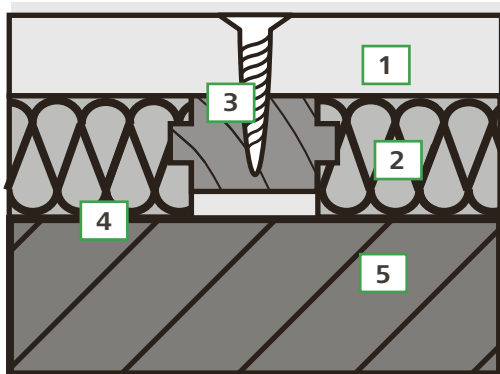
3.4.4.2. System izolacji akustycznej pod podłogi z desek drewnianych

Jeżeli na stropie docelowo ma zostać ułożona podłoga drewniana, zalecanym rozwiązaniem do izolacji akustycznej jest system STEICOfloor. System występuje w grubości 40 lub 60 mm, składa się z profilowanych płyt do izolacji akustycznej z włókien drzewnych oraz z profilowanych listew drewnianych. Listwy drewniane stanowią płaszczyznę, do której należy mocować mechanicznie podłogę drewnianą. Mocowanie desek podłogowych do listew wykonuje się przy użyciu wkrętów ciesielskich o odpowiedniej długości, zgodnie z zaleceniami producenta podłogi – po montażu wkręty nie powinny wystawać poza listwę montażową. Charakterystyczną cechą rozwiązania

STEICOfloor jest celowe odseparowanie listwy montażowej (i przymocowanej do niej podłogi) od powierzchni płyty konstrukcyjnej stropu – grubość listew jest mniejsza o około 5 mm od grubości płyt izolacyjnych. W rezultacie, po prawidłowym osadzeniu listew między płytami izolacyjnymi poprzez połączenie obu elementów na profil pióro-wpust, listwa nie styka się z powierzchnią stropu, czyli nie przenosi drgań z użytkowanej podłogi do konstrukcji. Bezpośrednio na powierzchni stropu spoczywają jedynie płyty izolacyjne, które pełnią funkcję izolatora od dźwięków uderzeniowych oraz powietrznych.



Rys. 142. System STEICOfloor.

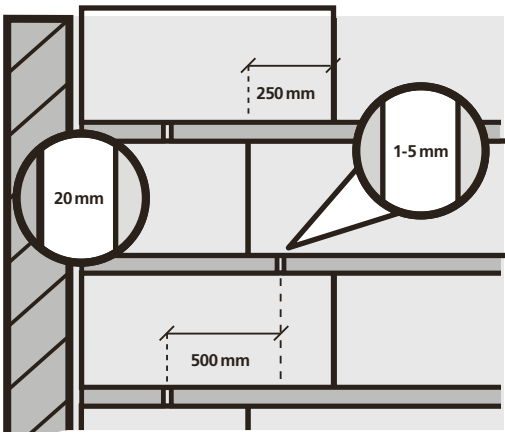


1. Masywna podłoga drewniana
2. System izolacyjny STEICOfloor
3. Mocowanie mechaniczne podłogi do systemowej listwy STEICO przy użyciu wkrętów ciesielskich
4. Systemowa płyta STEICO ułożona luzem na powierzchni stropu (podłoga pływająca)
5. Strop drewniany

Rys. 143. Przekrój podłogi na stropie z wykorzystaniem systemu STEICOfloor.

Przed przystąpieniem do montażu systemu STEICOfloor należy sprawdzić, czy podłoże jest równe (maksymalne dopuszczalne nierówności wynoszą 5 mm w odstępach co 2 cm), stabilne i suche. Dopuszczalny poziom wilgotności podłoża drewnianego wynosi 13%, natomiast podłoża mineralnego 2%. Połączenia między systemowymi płytami i listwami należy wykonywać na docisk, bez użycia łączników czy substancji klejących, czyli zgodnie z zasadami montażu dla podłóg pływających. Listwy montażowe muszą być ułożone w kierunku poprzecznym do desek

podłogowych. Poszczególne listwy nie powinny stykać się ze sobą czołowo – zaleca się zastosowanie szczeliny dywulacyjnej o szerokości 1–5 mm. Spoiny stykowe między poszczególnymi listwami powinny być dodatkowo przesunięte minimalnie o 500 mm względem sąsiadujących listew. Układanie płyt izolacyjnych należy rozpocząć od płyty przeciętej w połowie szerokości. Następne szeregi płyt należy układać z przesunięciem szczeliny między płytami przynajmniej o 250 mm w porównaniu do poprzedniego szeregu.



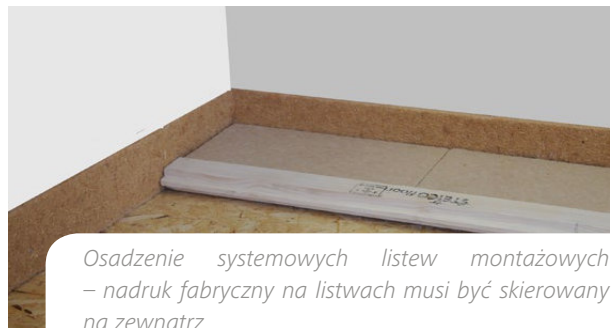
Rys. 144. Prawidłowy montaż systemu STEICOfloor.



Obróbka krawędzi – tylko w przypadku płyt stykających się bezpośrednio z płaszczyzną ścian – poprzez usunięcie profilu pióro/wpust.



Montaż płyt rozpoczynając od ułożenia wąskiego pasa (płyta przecięta na pół).



Osadzenie systemowych listew montażowych – nadruk fabryczny na listwach musi być skierowany na zewnątrz.

250



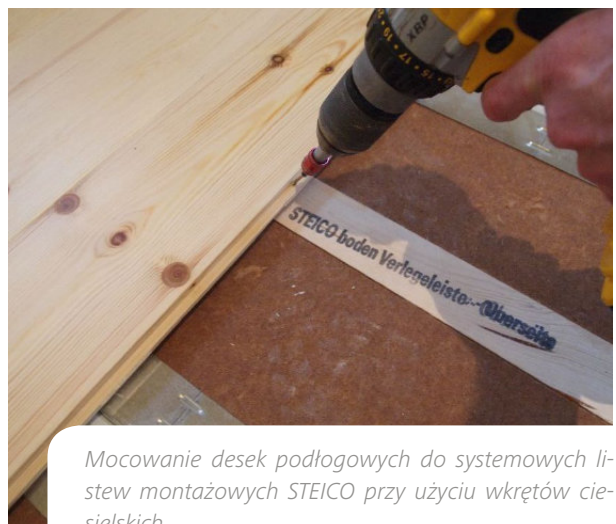
Szczelina dylatacyjna 1-5 mm między listwami montażowymi.



Montaż kolejnych rzędów płyt oraz listew.



Montaż kolejnych rzędów płyt oraz listew.



Mocowanie desek podłogowych do systemowych listew montażowych STEICO przy użyciu wkrętów ciesielskich.

3.4.4.3. Systemy ogrzewania podłogowego

Fot. mfh systems GmbH



Rozwiązania STEICO do izolacji akustycznej podłóg mogą być używane w połączeniu z różnorodnymi systemami ogrzewania podłogowego. Istotną zaletą takiego układu jest duża bezwładność cieplna całego systemu – płyty STEICO posiadają relatywnie duży ciężar własny oraz bardzo duże ciepło właściwe c . Systemy ogrzewania podłogowego zatapiane bądź montowane na sucho w połączeniu z materiałem izolacyjnym z włókien drzewnych akumulują zatem ciepło znacznie dłużej niż tradycyjne układy izolowane polistyrenem. W rezultacie podłoga pozostaje znacznie dłużej przyjemnie ciepła w dotyku.

Struktura płyt izolacyjnych z włókien drzewnych umożliwia szybkie i wygodne wykonywanie kanałów pod montaż docelowych rurek systemu ogrzewania podłogowego. Kanały można wykonać w standardowych płytach podłogowych STEICO samodzielnie, bezpośrednio na placu budowy – po ułożeniu ich na powierzchni stropu – np. przy użyciu powszechnie dostępnych wyrzynarek elektrycznych.

Systemowe rurki rozprowadzające ciepło należy osadzać w wyźłobionych aluminiowych lamelach po ich wcześniejszym osadzeniu w przygotowanych kanałach w płytach izolacyjnych STEICO. Lamelle rozprowadzają ciepło emitowane z rurek po całej powierzchni podłogi.



Wykonanie kanałów pod system ogrzewania podłogowego w systemie STEICOfloor przy użyciu wyrzynarki elektrycznej.

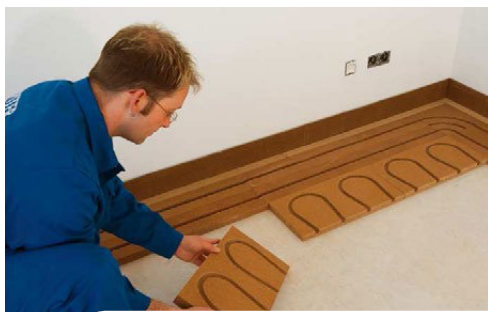


Wykonanie kanałów pod system ogrzewania podłogowego w systemie STEICOfloor przy użyciu wyrzynarki elektrycznej.

Na rynku dostępne są również gotowe systemy ogrzewania podłogowego bazujące na ekologicznych podkładach z płyt izolacyjnych z włókien drzewnych, np. ECO THERMO FLOOR® (produkowany w Polsce przez firmę MBIG) czy System IDEAL ECO (produkowany przez firmę Jupiter). W przypadku gotowych systemów oferowane są poręczne formaty płyt oraz lameli z fabrycznie przygotowanymi kanałami: płyty z kanałami zasilającymi pierwotnymi, powrotnymi, narożnikowymi itd.

Płyty izolacyjne STEICO z osadzonym systemem ogrzewania podłogowego mogą zostać wykończone szeroką gamą pokryć, np. deskami podłogowymi, panelami laminowanymi, dodatkową płytą usztywniającą OSB, MFP

czy płytą gipsowo-włóknową, co umożliwi w zasadzie zastosowanie każdego typu pokrycia ostatecznego – od wykładzin, po płytki ceramiczne. Niemniej, w celu zapewnienia wygodnej regulacji temperatury w pomieszczeniu, zaleca się nieprzekraczanie wartości oporu cieplnego $0,15 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$ dla warstw ponad ogrzewaniem podłogowym. Opór cieplny obliczany jest jako suma poszczególnych wartości oporu cieplnego pojedynczych warstw materiałowych konstrukcji podłogi.



Montaż systemu ogrzewania podłogowego IDEAL ECO. Grubość płyty izolacyjnej STEICO 30 mm.
Źródło: JUPITER Heating Systems Limited.



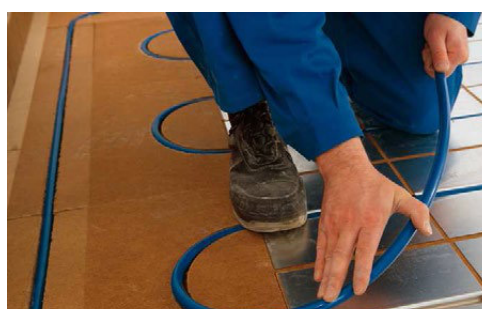
252



Montaż systemu ogrzewania podłogowego IDEAL ECO. Grubość płyty izolacyjnej STEICO 30 mm.
Źródło: JUPITER Heating Systems Limited.



Montaż systemu ogrzewania podłogowego IDEAL ECO. Grubość płyty izolacyjnej STEICO 30 mm.
Źródło: JUPITER Heating Systems Limited.



3.5. Zalecenia wykonawcze dla konstrukcji dachowych



Fot. Hebeldom

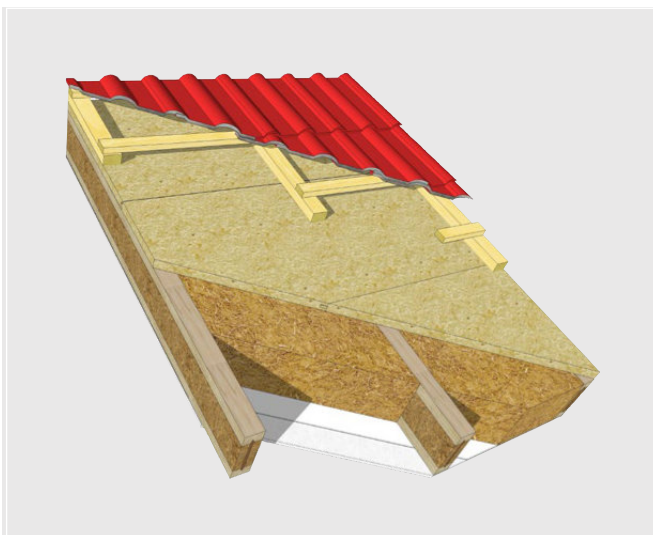
Montaż dachu w technologii STEICO.

Systemowe konstrukcje dachowe STEICO (dachy spadziste oraz płaskie) mogą być składane od podstaw bezpośrednio na placu budowy lub prefabrykowane w zakładzie produkcyjnym, a następnie dostarczone na plac budowy w formie gotowych elementów. Niezależnie od metody wznoszenia konstrukcja dachów STEICO składa się z następujących elementów:

- krokwie w formie belek dwuteowych STEICOjoist lub elementów STEICO LVL R;
- kalenica/płatew kalenicowa, płatyw, murłaty, deski okapowe ze STEICO LVL R / X / GLVL R;

- w przypadku otworów na okna wymian wykonany z belek dwuteowych STEICOjoist i/lub z elementów STEICO LVL R;
- w razie konieczności przewiązki z belek dwuteowych STEICOjoist;
- w razie konieczności dodatkowego usztywnienia dachu płyta konstrukcyjna mocowana bezpośrednio do krokwi, np. OSB/3 lub łąty nośne.

253



Przekrój dachu od góry do dołu:

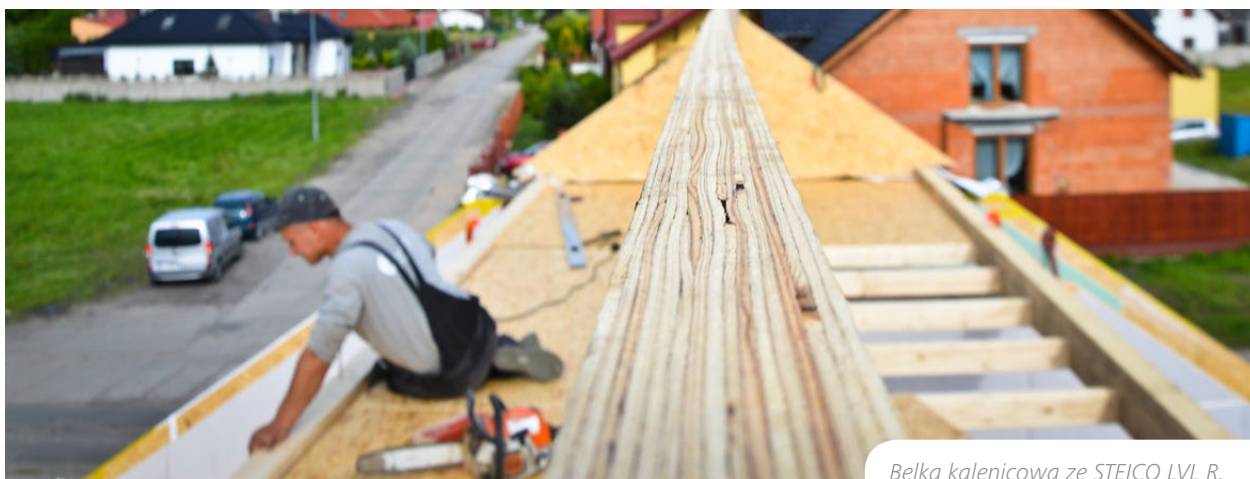
1. Pokrycie dachowe
2. Łaty / kontrłaty
3. Płyta do izolacji nakrokwiowej, np. STEICOuniversal STEICOuniversal dry
4. Belki dwuteowe STEICOjoist wypełnione matami STEICOflex 036/flex 038 lub granulem STEICOzell/STEICOfloc
5. Membrana paroizolacyjna STEICOmultipremiera 5
6. Łaty nośne
7. Płyta gipsowo-kartonowa 12,5 mm

Rys. 145. Przekrój dachu skośnego STEICO.

Przekroje głównych elementów konstrukcyjnych dachu są uzależnione od ich rozstawu, rozpiętości, przyjętych obciążeń oraz od założonej izolacyjności termicznej – często już niskie przekroje elementów STEICO spełniają wymagania statyczne, jednak planując zastosowanie grubszej warstwy mat termoizolacyjnych, przekrój belek może zostać celowo zawyżony. Belki dwuteowe w połączeniu z fornirem klejonym warstwowo umożliwiają wykonywanie różnorodnych konstrukcji dachowych, analogicznie jak

w przypadku konstrukcji z dobrze znanego drewna litego, np. dachy krokwiowe, dachy krokwiowo-jętkowe, dachy płatwiowo-kleszczowe, więzary kratowe itd. Sam rodzaj konstrukcji dachu wynika jedynie z projektu budynku i nie jest w żaden sposób determinowany przez zastosowanie elementów nośnych z tworzyw drewnopochodnych.

3.5.1. Montaż konstrukcji



Fot. Genero

Belka kalenicowa ze STEICO LVL R.

Montaż konstrukcji dachu należy rozpocząć wówczas, gdy wykonana została już kompletna konstrukcja nośnych ścian zewnętrznych i wewnętrznych, a także stropu.

Podobnie jak w przypadku procesu wykonywania konstrukcji ściennych i stropowych STEICO, montaż dachu należy rozpocząć od usunięcia opakowania fabrycznego, rozpakowania pakietów z belkami dwuteowymi oraz z elementami LVL i posegregowania poszczególnych elementów nośnych zgodnie z ich dalszym przeznaczeniem.

W przypadku elementów nośnych w długościach fabrycznych przed przystąpieniem do montażu konstrukcji dachu belki dwuteowe i elementy LVL należy dokładnie zwymiarować, zaznaczyć miejsca przycięcia – zgodnie z docelowymi rozmiarami zawartymi w projekcie budowlanym.

Po wyznaczeniu docelowych rozmiarów należy przystąpić do przycinania elementów fabrycznych na żądane długości – w ten sposób powstaną krokwie, przewiązki, belki czołowe, kalenica, murlaty itp.

3.5.1.1. Połączenia elementów nośnych

Sposób połączenia krokwi w postaci belek dwuteowych do lub z innymi elementami nośnymi dachu, np. do płatwi czy belki kalenicowej, jest zależny przede wszystkim od metody wznoszenia konstrukcji. Elementy dachu dostarczone na plac budowy w postaci prefabrykatów wymagają przeważnie innych rozwiązań połączeniowych aniżeli konstrukcja więźby składana od podstaw na placu budowy z pojedynczych elementów. Różnice wynikają z ciężaru porównanych elementów oraz ze stopnia dostępu do pasów belek dwuteowych. Zamknięte, w pełni zaizolowane elementy prefabrykowane mocuje się do dźwigarów głównych dachu z reguły od zewnątrz elementu, aplikując łącznik poprzez oba pasy belek dwuteowych. Dla porównania więźba

montowana z pojedynczych belek dwuteowych na placu budowy umożliwia przykręcenie krokwi STEICO*joist*, np. do płatwi, jedynie poprzez pas dolny belki. Istotnym czynnikiem wpływającym na wybór metody połączenia elementów nośnych dachu (z uwzględnieniem zabezpieczenia przed osunięciem) jest również sposób posadowienia prefabrykatów bądź pojedynczych krokwi na dźwigarach głównych, typu ściana zewnętrzna, płatew pośrednia czy płatew kalenicowa. Najczęściej stosowane metody podparcia elementów drugorzędnych dachu na podporach głównych w zależności od formy wykonawstwa przedstawia tabela 78.

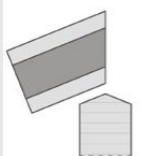
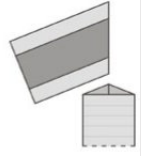
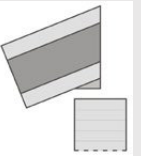
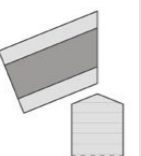
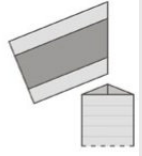
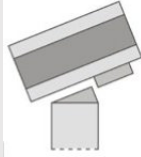
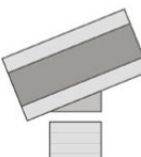
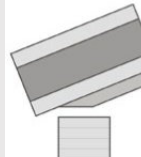
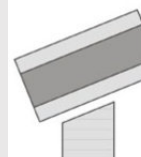
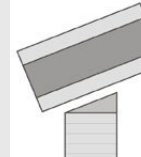
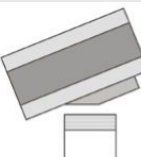

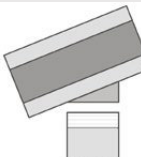
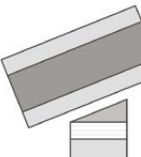
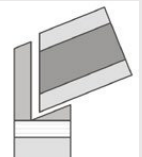
	Element prefabrykowany (duży ciężar, osadzanie przy pomocy dźwigu)			Krokwie pojedyncze (mały ciężar, osadzanie manualne)	
Kalenica	 płatew kalenicowa przycięta pod kątem	 przycięty klin przymocowany do płatwi kalenicowej	 przycięty klin przymocowany do prefabrykatu	 płatew kalenicowa przycięta pod kątem	 przycięty klin przymocowany do płatwi kalenicowej
Płatew	 łata przymocowana do prefabrykatu/ przycięty klin przymocowany do płatwi pośredniej	 przycięty klin przymocowany do prefabrykatu	 przycięta łąta przymocowana do prefabrykatu	 płatew pośrednia przycięta pod kątem	 przycięty klin przymocowany do płatwi pośredniej
Oczep	 przycięta łąta przymocowana do prefabrykatu	 belka czołowa, przycięty klin przymocowany do prefabrykatu	 przycięty klin przymocowany do prefabrykatu	 przycięty klin przymocowany do oczepu	 belka czołowa i przycięty klin przymocowane do oczepu
Sposób zamocowania	element prefabrykowany zamknięty: aplikacja wkrętów od zewnątrz, przez oba pasy belki dwuteowej; element prefabrykowany z otworami montażowymi: aplikacja wkrętów poprzez pas dolny belki dwuteowej;			aplikacja wkrętów poprzez pas dolny belki dwuteowej	

Tabela 78. Metody podparcia krokwi z belek dwuteowych w płaszczyźnie dachu spadzistego.

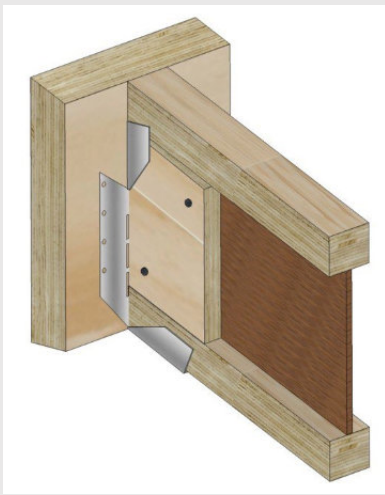
Generalnie połączenia elementów nośnych STEICO w obszarze dachu wykonuje się przy pomocy atestowanych złączy ciesielskich w połączeniu z odpowiednimi łącznikami

mi oraz przy pomocy tradycyjnych łączników ciesielskich, jak choćby certyfikowane wkłady ciesielskie.

3.5.1.1.1. Połączenia pojedynczych elementów – montaż na placu budowy

Belki dwuteowe STEICOjoist podczas wznoszenia konstrukcji dachu bezpośrednio na placu budowy mogą zostać połączone w następujący sposób:

- **połączenie krokwi STEICOjoist** doczołowo z belką kalenicową przy użyciu złączy ciesielskich



Fot. Szreder A.C.

Rys. 146. Mocowanie krokwi STEICOjoist do belki kalenicowej.

Podstawowym złączem ciesielskim, które umożliwia realizację połączenia belki dwuteowej z belką kalenicową jest wysokiej jakości wspornik marki Simpson Strong-Tie LSSU

410 oraz LSSUI 35. Wybór określonego złącza zależy od zaplanowanego przekroju belki dwuteowej:

Typ belki	Wysokość belki [mm]	Symbol złącza
STEICOjoist 60	200–400*	LSSUI 35
STEICOjoist 90	200–400*	LSSU 410

* jeżeli krokiew jest wyższa niż 400 mm, odcinek wierzchni wystający poza płaszczyznę zasięgu złącza LSSUI lub LSSU zaleca się przymocować do belki kalenicowej dodatkowo przy pomocy tradycyjnych złączy kątowych. Alternatywnie zamiast złączy kątowych można zastosować przewiązki umieszczone między krokwiami w pobliżu belki kalenicowej.

Tabela 79. Złącza ciesielskie Simpson Strong-Tie przeznaczone do połączenia doczołowego krokwi STEICOjoist z belką kalenicową.

Wsporniki krokwi należy przymocować mechanicznie do belki kalenicowej we wcześniej wyznaczonych miejscach, tak aby rozstaw złączy po ich zamocowaniu był zgodny z przewidzianym rozstawem osiowym krokwi. W celu zredukowania potencjalnych odkształceń zaleca się, aby belka kalenicowa została wykonana z fornirowanego klejonego warstwowo **LVL R**. Mocowanie wsporników do belki kalenicowej należy wykonać przy użyciu okrągłych gwoździ gładkich N3.75 × 75 lub gwoździ pierścieniowych CNA 4,0 × 100. Przymocowanie samej belki dwuteowej do osadzonego złącza należy wykonać natomiast za pomocą kwadratowych gwoździ skrętnych N3.75 × 30, rozpoczynając od półki dolnej a kończąc na skrzydłach bocznych

(więcej informacji na temat zasad prawidłowej instalacji wsporników znajduje się w podrozdziale 3.4.3.2.). Aplikację złączy ciesielskich w przypadku połączenia krokwi z kalenicą pod kątem 90 stopni zaleca się wykonać jeszcze przed przystąpieniem do osadzania krokwi STEICO**joist** – wówczas wsporniki wyznaczają dokładne punkty umiejscowienia belek dwuteowych. Sprawdzone rozwiązanie jest przymocowanie wsporników do belki kalenicowej na poziomie zero, a dopiero później osadzenie tak przygotowanej belki w konstrukcji więźby – rozwiązanie to redukuje ilość prac na wysokości.



Fot. Szreder A.C.

Montaż belki kalenicowej z wcześniej przymocowanymi okuciami ciesielskimi.

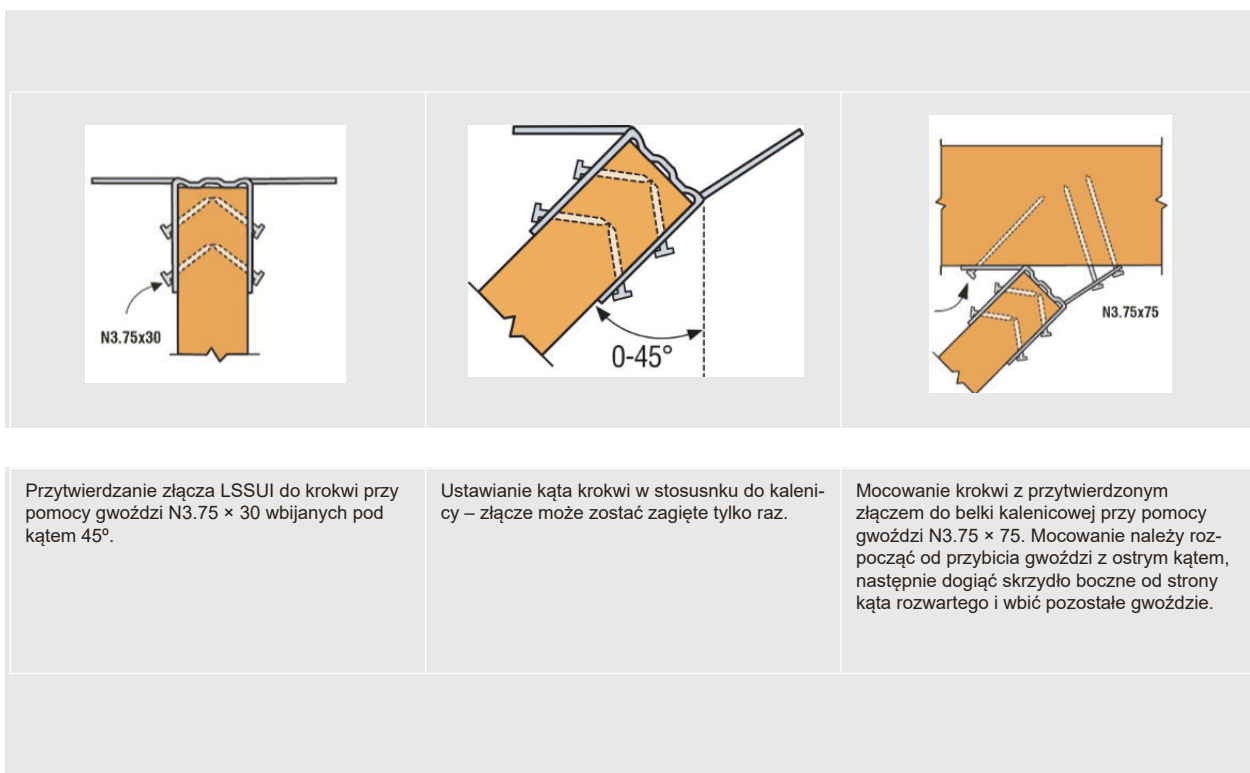
Jeżeli krokiew łączy się z belką kalenicową pod innym kątem, wspornik należy najpierw przytwierdzić do czoła krokwi, a dopiero później do belki kalenicowej. Przytoczone rozwiązanie wymaga zawsze zastosowania wypełnienia środkiem w płaszczyźnie czoła belek dwuteowych przy użyciu fragmentu płyty drewnopochodnej.

Wsporniki LSSU i LSSUI są wyposażone w odginaną półkę dolną, którą można z łatwością dostosować do kąta nachylenia dachu bezpośrednio w trakcie osadzania krokwi. Dodatkowo złącza posiadają odginane skrzydła boczne, które umożliwiają wykonywanie połączeń, nawet gdy krokiew styka się z belką kalenicową pod kątem innym niż 90° stopni (rozwiązanie stosowane również np. w połączeniu belka narożna-kulawka).



Połączenie krokwi STEICOjoist pod kątem z belką koszową przy użyciu złączy LSSU (kąt nachylenia STEICOjoist wyregulowany dzięki odginanym skrzydełkom bocznym złącza).

Fot. Szreder A.C.



Przytwierdzanie złącza LSSUI do krokwi przy pomocy gwoździ N3.75 × 30 wbijanych pod kątem 45°.

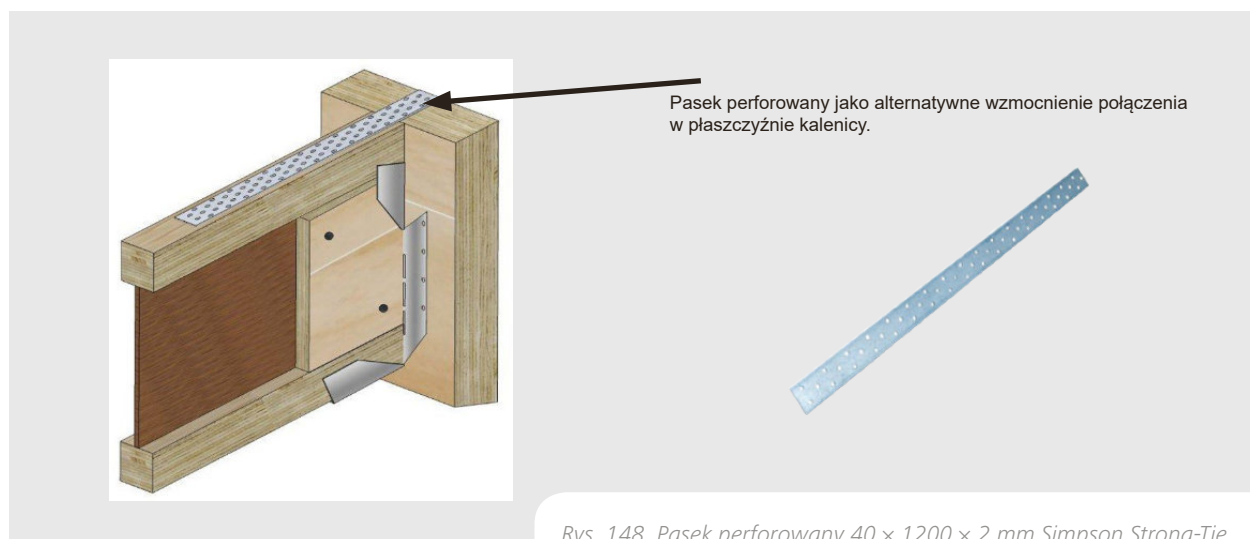
Ustawianie kąta krokwi w stosunku do kalenicy – złącze może zostać zagięte tylko raz.

Mocowanie krokwi z przytwierdzonym złączem do belki kalenicowej przy pomocy gwoździ N3.75 × 75. Mocowanie należy rozpocząć od przybicia gwoździ z ostrym kątem, następnie dogiąć skrzydło boczne od strony kąta rozwartego i wbić pozostałe gwoździe.

Rys. 147. Prawidłowy montaż złącza LSSUI w płaszczyźnie połączenia krokwi STEICOjoist z belką kalenicową.

Warto również wspomnieć, że w przypadku konstrukcji dachowych o kącie nachylenia 14°–45° wielkość dopuszczalnych obciążeń może zostać zwiększona poprzez zastosowanie paska perforowanego np. 40 • 1200 mm. Przykładowo jeżeli jedna z połaci dachu jest obciążona w większym stopniu niż druga, zastosowanie pasków perforowanych wzdłuż wierzchniego połączenia krokwi w kalenicy umożliwia równomierne rozłożenie obciążenia na obie połacie. W efekcie nie jest konieczne przewymiarowanie

przekroju krokwi mniej obciążonej połaci – w celu zastosowania takich samych przekrojów krokwi w całej płaszczyźnie więźby. Paski perforowane zabezpieczają dodatkowo krokwie przed zsuwaniem.



Rys. 148. Pasek perforowany 40 × 1200 × 2 mm Simpson Strong-Tie.

• połączenie krokwi STEICOjoist na płatwi kalenicowej



Rys. 149. Połączenie krokwi STEICOjoist na płatwi kalenicowej ze STEICO LVL R.

Krokwie STEICOjoist mogą zostać także posadzone bezpośrednio na płatwi kalenicowej i połączone doczołowo w płaszczyźnie środników przy pomocy fragmentu płyty drewnopochodnej, np. płyty OSB czy LVL X. Mocowanie belek dwuteowych do płatwi kalenicowej następuje poprzez pas dolny belki. Jako łączniki należy stosować

gwoździe gładkie, gwoździe pierścieniowe, wkręty ciesielskie lub szerokie zszywki mocujące: zawsze minimum po jednym łączniku na lewą oraz prawą stronę pasa. Podczas wykonywania połączeń należy uwzględnić dopuszczalne odległości od krawędzi pasów, zgodnie z poniższą tabelą:



Typ łącznika	Rozmiar łącznika [mm]	a _{4,c} [mm]	a _{3,c} [mm]	Przykład łącznika
Wkręt ciesielski*	6,0 × 80	18	42	Heco Topix 6,0 × 80 Wurth ASSY plus 6,0 × 80 Rothoblaas HBS 6,0 × 80
Gwóźdź gładki	3,1 × 80	16	31	Haubold: CW 3,1 × 80
Gwóźdź pierścieniowy	3,1 × 80	16	31	Haubold: CW 3,1 × 80 Rille
Zszywka**	2,0 × 11,8 × 80	15	30	Haubold: SD 91080 CNK

* wykonać wstępne nawiercenie
** ≥ 30°, mierząc od środka zszywki

Tabela 80. Dopuszczalne odległości łączników od krawędzi pasów belek dwuteowych.

• połączenie krokwi STEICOjoist z płatwią pośrednią



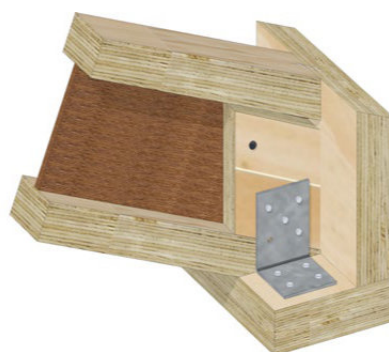
Rys. 150. Krokiew STEICOjoist podparta bezpośrednio na płatwi pośredniej przyciętej pod kątem.

W układach konstrukcyjnych wymagających podparcia krokwi na podporach pośrednich przytwierdzenie belek dwuteowych STEICOjoist do podpory odbywa się przeważnie poprzez pas dolny krokwi. Ponieważ nacięcie pasów belek dwuteowych spowodowałoby utratę ich nośności, wariant ten wymaga aby wierzchnia krawędź płatwi pośredniej została przycięta pod kątem, który wynika z zaplanowanego pochylenia połaci. Alternatywnie do krokwi STEICOjoist lub do płatwi pośredniej można przymocować mechanicznie klin przycięty pod właściwym kątem. Mocowanie krokwi do podpory pośredniej należy wykonać po obu stronach środka przy użyciu łączników oraz zgodnie z zasadami wskazanymi w tabeli 80.

• **konstrukcje bezokapowe** – krokiew STEICOjoist zlicowana z belką okapową



Rys. 151. Krokiew podparta na przyciętym klinie (mocowanie poprzez pas dolny), zlicowana z belką okapową.



Rys. 152. Krokiew podparta bezpośrednio na płatwi stopowej (mocowanie przy pomocy złączy kątowych), zlicowana z belką okapową.

Zakończenie krokwi STEICOjoist może zostać zaplanowane w taki sposób, aby wypadało bezpośrednio na płatwi stopowej lub oczepie ściany kolankowej, tzn. krokiew nie przechodzi poza obrys zewnętrzny budynku. Mowa tu o coraz częściej wykonywanych dachach „bezokapowych”, które wpisują się w trend nowoczesnej architektury. W przytoczonym wariantcie do oczepu ściany kolankowej mocuje się w pierwszej kolejności wcześniej przygotowaną belkę okapową, np. ze STEICO LVL X. Belka okapowa może zostać zamocowana dokładnie wzdłuż zewnętrznej krawędzi oczepu, może zostać również cofnięta o kilka centymetrów w głąb ściany – wówczas powstanie przestrzeń, w której będzie można umieścić dodatkowy materiał termoizolacyjny STEICOflex 036/flex 038 lub STEICOtherm.

Przymocowanie krokwi do płatwi stopowej/oczepu wykonuje się najczęściej na dwa sposoby. Jedno z rozwiązań zakłada posadowienie belki dwuteowej na klinie przyciętym pod kątem dostosowanym do kąta nachylenia dachu. Klin może zostać opracowany ze STEICO LVL R lub LVL X. Samo mocowanie krokwi do oczepu odbywa się wówczas poprzez pas dolny przy użyciu łączników oraz zgodnie z zasadami wskazanymi w tabeli 80. Końcówka krokwi STEICOjoist (pas dolny) może zostać również przycięta pod docelowym kątem i osadzona doczołowo na płatwi stopowej/oczepie ściany. Przycięcie belki dwuteowej jest dopuszczalne tylko w obszarze podpory, tzn. fragment STEICOjoist z pasem ściętym pod kątem spoczywa w całości na podporze, np. w formie oczepu.

Fot. Jacek Jahnns



Pas dolny belki dwuteowej STEICOjoist przycięty pod kątem w płaszczyźnie posadowienia na podporze. Mocowanie belki dwuteowej do podpory następuje poprzez złącza kątowe, przytwierdzone obustronnie do krokwi. Detal wymaga wypełnienia środkiem przy użyciu fragmentu płyty drewnopochodnej, np. OSB/3.

Rys. 153. Dach bezokapowy – krokwie STEICOjoist przycięte pod kątem i oparte na oczepie.

Przytoczony detal połączenia krokwi w płaszczyźnie okapu można rozbudować w taki sposób, aby w razie konieczności stworzyć okap (daszek) wystający poza obrys budynku. W tym celu do krokwi STEICOjoist (poprzez płyty do izolacji nakrokwiowej) nadbija się smukłe przekroje drewna litego, które wystają na określoną długość poza obrys budyn-

ku. Elementy nadbite pełnią jednocześnie funkcję kontrłat, a z uwagi na ich wyższy przekrój, w porównaniu do tradycyjnie stosowanych kontrłat, zapewniają także lepszą wentylację połaci.



Rys. 154. Okap wystający poza obrys dachu z nadbitką (widoczne imitacje krokwi).



Rys. 155. Okap wystający poza obrys dachu z podbitką.

W zależności od koncepcji architektonicznej tak wykonany okap może zostać wykończony nadbitką (widoczne imitacje krokwi) lub podbitką, np. przy zastosowaniu drewnianych desek elewacyjnych. Rozwiązania tego typu są stosowane często na południowej fasadzie budynku w celu zredukowania stopnia napromieniowania okien poprzez ich zacinienie.

Do wykonania okapu wystającego poza obrys dachu doskonale nadają się również płyty STEICO LVL X (detal na str. 355). Płyty LVL X należy przymocować bezpośrednio do pasów górnych krokwi STEICOjoist przy użyciu atestowanych wkrętów ciesielskich. Z uwagi na to, że płyty na

stałe będą wystawione na działanie warunków atmosferycznych, należy je zaimpregnować środkiem do ochrony drewna (impregnacja analogicznie jak dla elementów z drewna litego w ekspozycji na zewnątrz).

Sprawdzonym rozwiązaniem do impregnacji kompozytu STEICO LVL są powłoki kryjące marki Remmers. Aplikacja rzemieślnicza powłoki kryjącej powinna być poprzedzona przeszlifowaniem docelowej powierzchni kompozytu przy użyciu papieru ściernego P120. Podczas szlifowania należy zaokrąglić krawędzie kompozytu > 3 mm. Po pracach szlifierskich powierzchnię elementu należy starannie oczyścić z zalegającego pyłu, a następnie pokryć

gruntem Remmers PU Holzverfestiger przy użyciu pędzla. Kolejnym etapem po wyschnięciu gruntu jest naniesienie na zaokrąglone krawędzie preparatu Remmers Induline SW910. Pozostałą powierzchnie zabezpiecza się poprzez podwójne naniesienie pędzlem Remmers Isoliergrund w kolorze białym. Preparat należy pozostawić do wyschnięcia na 4–6 godzin. Ostatnim etapem impregnacji jest pokrycie całej powierzchni kompozytu farbą Remmers Deckfarbe w wybranym kolorze. W bardzo podobny sposób przebiega proces aplikacji lazury.

Maksymalny występ płyt STEICO **LVL X** poza obrys dachu wynika z kierunku ułożenia fornirów względem krawędzi dachu, z przyjętych obciążeń, długości podparcia oraz z grubości samej płyty. Dopuszczalne występy płyt w zależności od przytoczonych czynników są podane w ogólnie dostępnej broszurze STEICO **LVL***.

* Broszura STEICO LVL dostępna na stronie internetowej www.steico.com lub w formie drukowanej na zapytanie.



Rys. 156. Deska okapowa z płyty STEICO LVL X.



Rys. 157. Deska okapowa oraz szczytowa z płyty STEICO LVL X.

Wskazówka:

ze względu na fakt, iż wystające płyty okapowe ulegają przez noc bardzo szybkiemu wychłodzeniu, zalecana jest termoizolacja wierzchniej strony płyt STEICO **LVL X**. W tym celu można wykorzystać płyty STEICO *universal*/STEICO *universal dry*.

- **okap – zabudowane krokwie STEICOjoist** wystające poza obrys budynku



Rys. 158. Krokwie STEICOjoist wystające poza obrys zewnętrzny budynku.

W konstrukcjach dachów o tradycyjnych okapach krokwie STEICOjoist przechodzą poza obrys zewnętrzny budynku. W takim przypadku belki dwuteowe najczęściej się maskuje, przybijając do ich dolnych pasów tradycyjną podbitkę

oraz maskując czola przy użyciu deski okapowej. Do deski okapowej przytwierdza się następnie obróbkę blacharską, haki rynnowe, rynny itp.

Fot. Hebeidom



Krokwie STEICOjoist wysunięte poza obrys budynku tworzą okap tradycyjny.

Przykładowy systemowy dom STEICO.

W przytoczonym detalu belki dwuteowe mogą zostać przymocowane bezpośrednio do płatwi stopowej przyciętej wcześniej pod właściwym kątem bądź do wyprofilowanego klina osadzonego na oczepie ścianki kalenicowej. Często spotykanym rozwiązaniem jest także przycięty klin drewniany, mocowany do dolnego pasa belki dwuteowej jeszcze przed jej osadzeniem na podporach. W tym przypadku należy koniecznie uwzględnić minimalną długość klina. Długość klina zależy od wartości siły pionowej (docisk klin/płatew stopowa), jaka została zdefiniowana w projekcie konstrukcyjnym oraz od rodzaju łączników (wymagany rozstaw łączników w szeregu). Przykładowo, jeśli docisk klina do płatwi stopowej wynosi 15 kN, a nośność jednego łącznika to 1,5 kN, należy dobrać taką długość klina, aby umożliwiła aplikację $10 \times$ łącznik ($10 \times 1,5 \text{ kN} = 15 \text{ kN}$) z zachowaniem minimalnych odległości między łącznikami oraz uwzględniając efektywną ilość łączników (n_{ef}) wg PN-EN 1995-1-1, wzór 8.17.

W przypadku takiego połączenia z reguły stosuje się także złącza ciesielskie, np. złącze SFH firmy Simpson Strong-Tie, dwa złącza na belkę dwuteową (z prawej i z lewej strony belki). Złącze tego typu ma za zadanie przenieść siłę poziomą w połączeniu krokiew/płatew stopowa. Przytoczone warianty połączeń znajdują zastosowanie zarówno w dachach rozporowych jak i w dachach bezrozporowych.

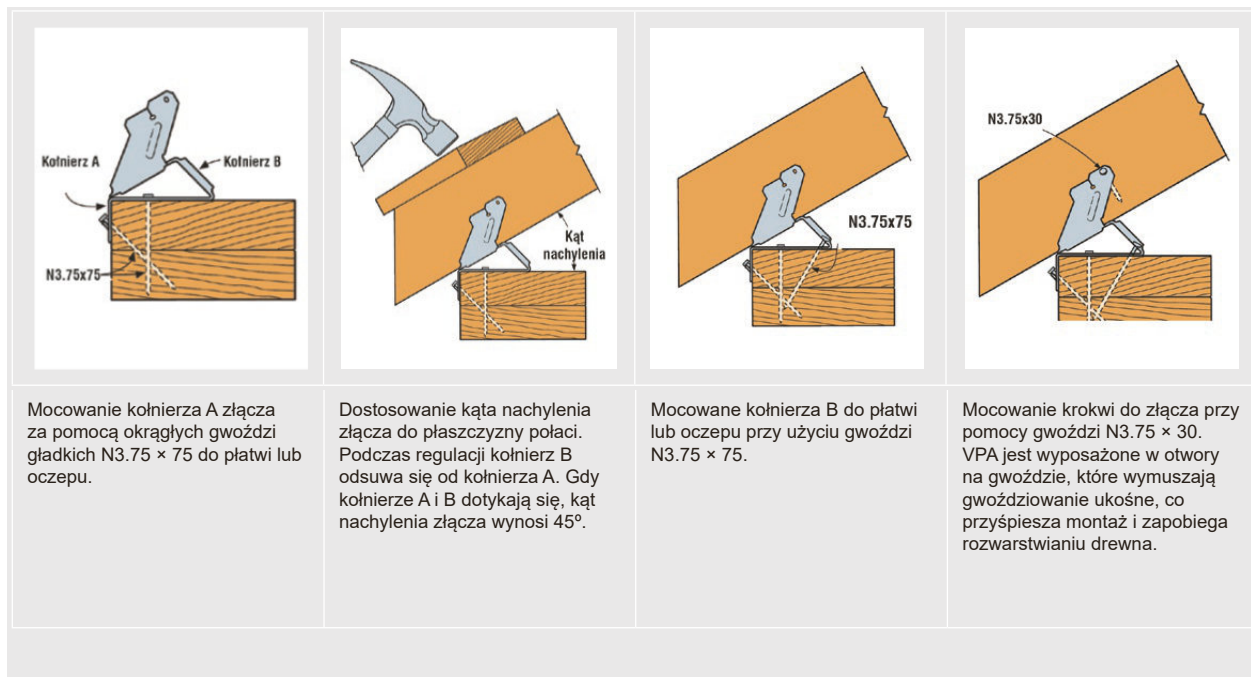
Alternatywnym rozwiązaniem umożliwiającym realizację połączeń krokiew STEICOjoist z płatwią stopową/oczepem są również specjalistyczne złącza ciesielskie, np. Simpson Strong-Tie VPA. Złącze VPA eliminuje konieczność przycinania płatwi pod kątem bądź stosowania klinów. Ruchoma podstawa złącza VPA dostosowuje kąt nachylenia krokwi w stosunku do płaszczyzny dachu w zakresie konstrukcji o nachyleniu 15° do 45° . Przytoczone złącze ciesielskie jest rekomendowane tylko w przypadku konstrukcji dachów bezrozporowych, np. układ płatwiowo-kleszczowy.

263



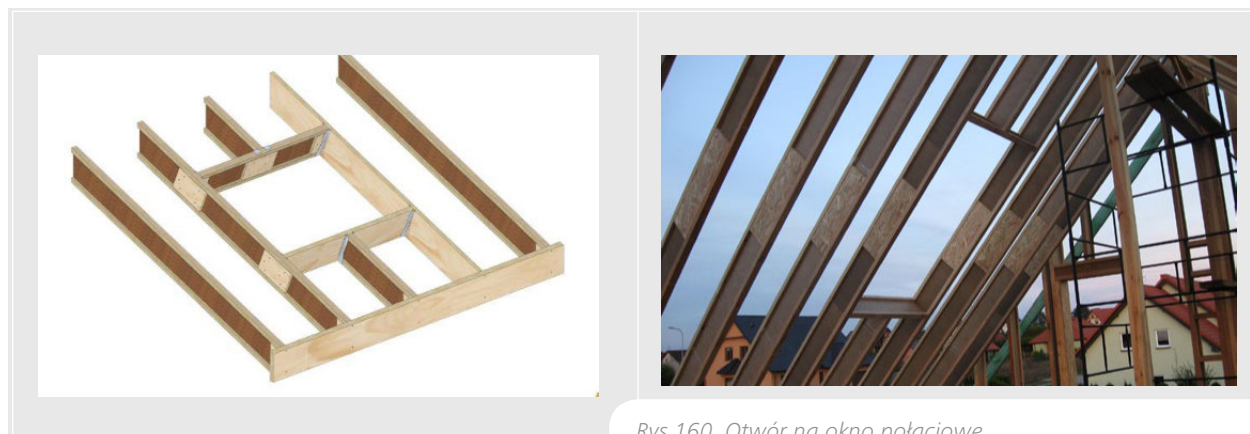
Fot. Szreder A.C.

Krokwie STEICOjoist przymocowane do płatwi stopowej przy pomocy złącza ciesielskiego Simpson Strong-Tie VPA - dach bezrozporowy.



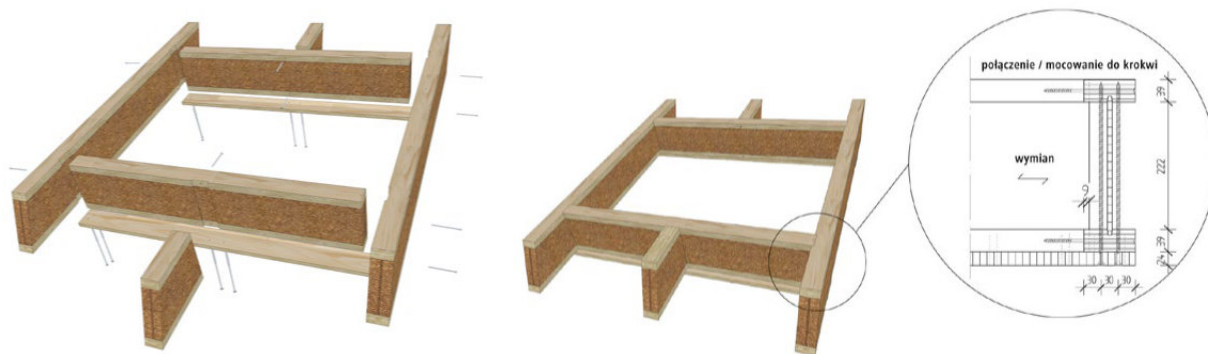
Rys. 159. Połączenie krokwi STEICOjoist z płatwią/oczepek przy pomocy złącza ciesielskiego Simpson Strong-Tie VPA.

• wymian



Otwory na okna połaciowe w konstrukcjach dachowych należy wykonać poprzez zastosowanie wymianu z belek dwuteowych bądź z kompozytu LVL. Na wymianie zostaną zawieszona końce krokwi. W przypadku mniejszych otworów, gdy siły działające na połączeniach są względnie niskie, na konstrukcję wymianu stosuje się najczęściej pojedyncze belki dwuteowe STEICOjoist, łączone ze sobą w płaszczyźnie nacięć bocznych w pasach (zasady wykonywania nacięć w pasach opisano na str. 145–146).

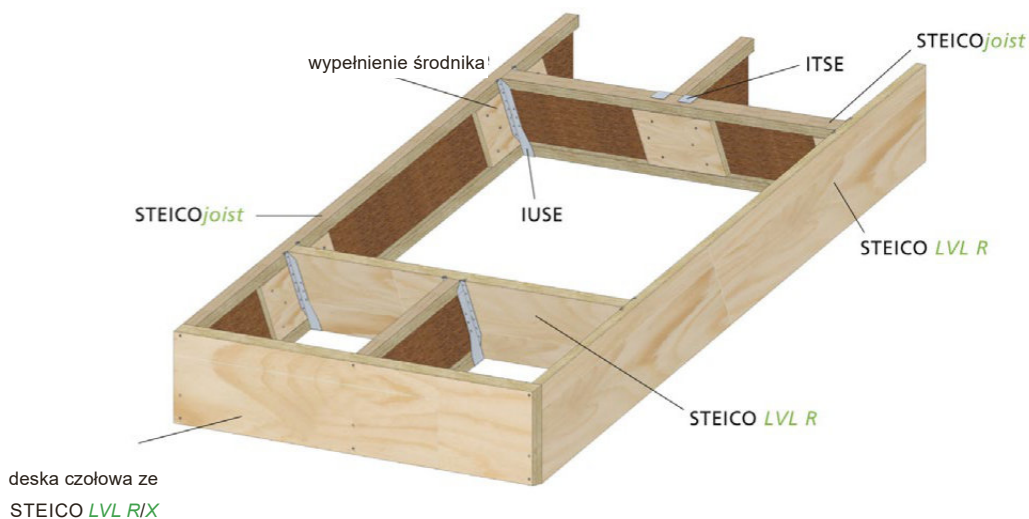
W takim wariantcie mocowanie poszczególnych elementów wymianu odbywa się przy pomocy wkrętów ciesielskich, bez konieczności wzmacniania środkików belek dwuteowych, stosowania złączy ciesielskich czy punktowego usuwania termoizolacji środkika.



Rys. 161. Wymian z belek dwuteowych STEICOjoist połączonych w płaszczyźnie nacięć bocznych w pasach.

Jeżeli jednak konstrukcja zakłada większy otwór, detal wymianu należy wykonać stosując połączenie belki dwuteowej z fornirem klejonym warstwowo LVL, lub tylko LVL. Połączenia między poszczególnymi elementami wykonu-

je się przy użyciu złączy ciesielskich (np. Simpson Strong-Tie ITSE i IUSE), uwzględniając wcześniejsze wypełnienie środników belek dwuteowych.

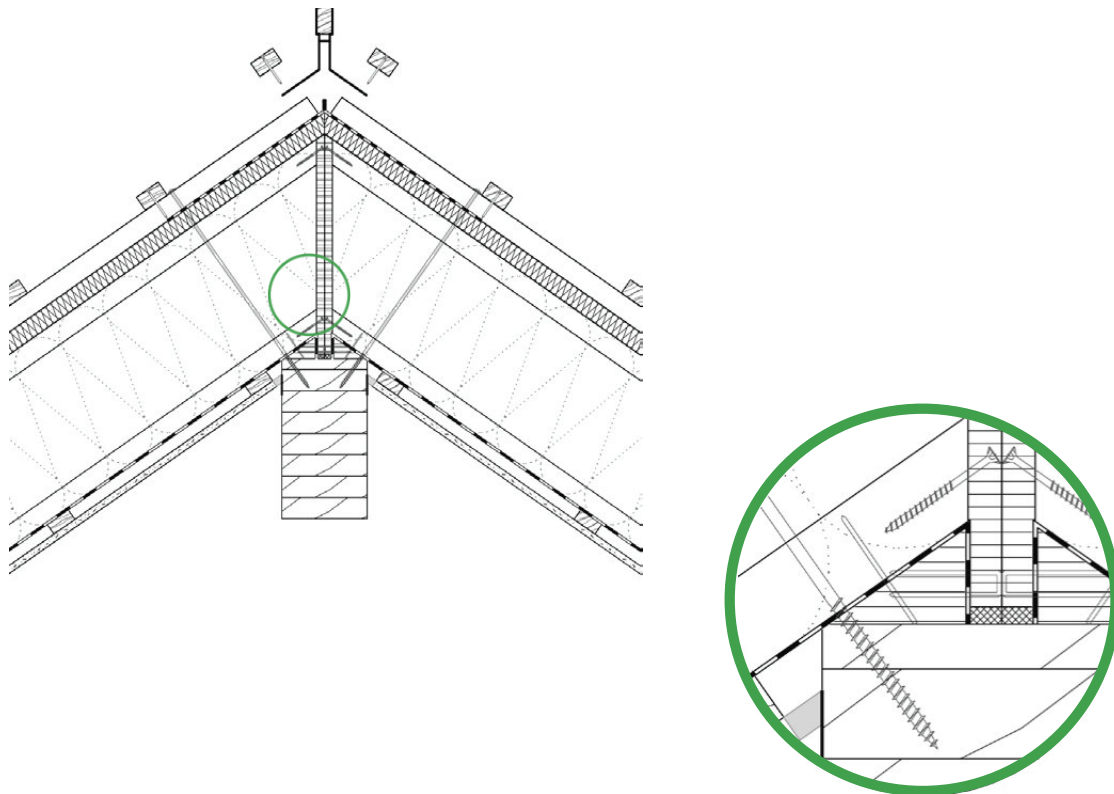


Rys. 162. Wymian z belek dwuteowych i kompozytu LVL.

3.5.1.1.2. Połączenia elementów prefabrykowanych

Elementy dachu STEICO prefabrykowane w hali produkcyjnej, a następnie dostarczone na plac budowy mogą zostać połączone w następujący sposób:

- **doczołowe połączenie elementów prefabrykowanych** na płatwi kalenicowej



Rys. 163. Doczołowe połączenie elementów prefabrykowanych na płatwi kalenicowej.

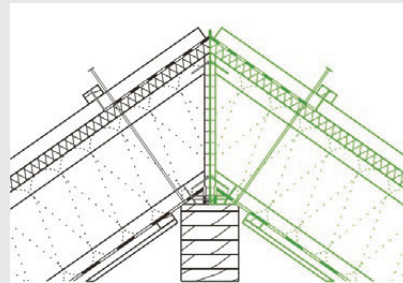
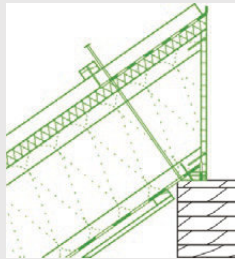
W pełni prefabrykowane elementy dachowe (panele) są przytwierdzone do płatwi kalenicowej przy pomocy specjalistycznych, częściowo gwintowanych wkrętów ciesielskich. Panele tego typu nie posiadają z reguły dostępu do dolnych pasów belek dwuteowych, stąd ich mocowanie do dźwigara głównego odbywa się od strony zewnętrznej – poprzez pas górny oraz dolny belek dwuteowych. Należy pamiętać, że pasy belek powinny zostać wcześniej wstępnie nawiercone, w celu zabezpieczenia struktury przed ewentualnym rozwarstwieniem. Przeważnie panele prefabrykowane są dostarczane na plac budowy z wkrętami już umiejscowionymi w docelowych punktach

połączeń. Po dokładnym osadzeniu paneli na podporach można przystąpić wówczas od razu do przytwierdzenia mechanicznego poprzez dokręcenie łączników. Wkręty stanowią jednocześnie zabezpieczenie elementów przed ssaniem wiatru.

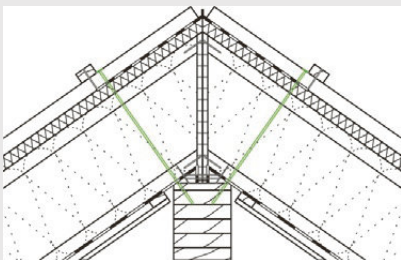
Warto dodać, że podczas procesu prefabrykacji do końcówek dolnych pasów belek dwuteowych (punkt podparcia) można przymocować przycięte pod skosem kliny np. z forniru klejonego warstwowo. Kliny umożliwiają przenoszenie obciążeń pionowych do płatwi kalenicowej – analogicznie do krokwi z drewna litego z nacięciem w punkcie podparcia.

Dzięki takiemu rozwiązaniu nie występuje konieczność przycięcia płatwi kalenicowej pod kątem. Jeżeli płatw kalenicowa została natomiast ścięta pod kątem zgodnym z nachyleniem połaci, montaż klinów jest zbędny (detal na str. 362).

Z uwagi na stosunkowo duży ciężar własny sam proces osadzania gotowych elementów na podporach dachu odbywa przy użyciu dźwigu.



Rys. 165. Osadzenie elementów prefabrykowanych na płatwi kalenicowej przy użyciu dźwigu.

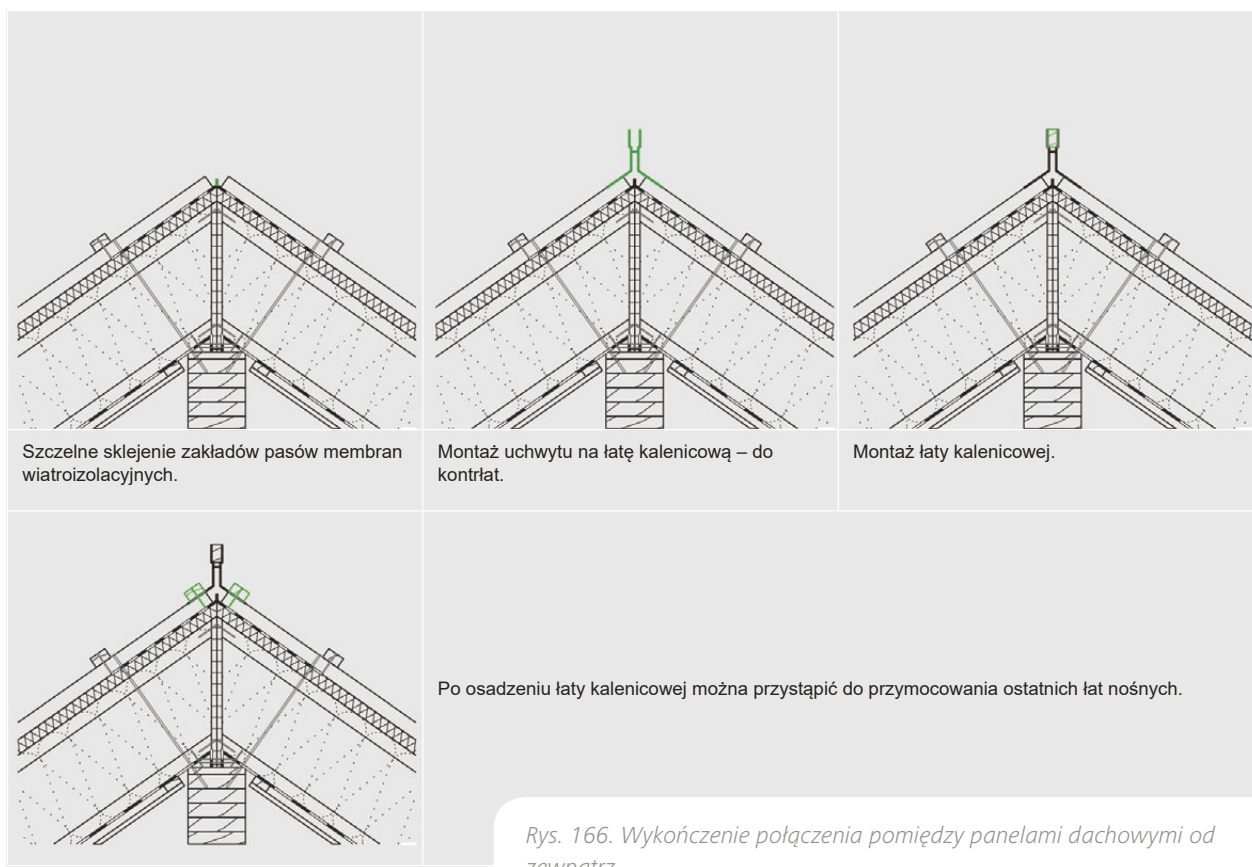


Panele dachowe w płaszczyźnie połączenia doczołowego są wykończone płytą drewnopochodną np. OSB/3 o gr. 12/15 mm. Uwzględniając ewentualne odchyłki rozmiarowe gotowych elementów, zaleca się zaplanować, iż między doczołowymi płytami OSB – po osadzeniu paneli dachowych – wystąpi szczelina o szerokości około 5–10 mm. Ewentualne szczeliny należy wypełnić miękkim materiałem izolacyjnym (nieprzedstawione w przytoczonych detalach z uwagi na ograniczenia techniczne). Pas takiego materiału izolacyjnego, np. ze STEICOflex 036/flex 038, przytwierdza się do czoła jednego z łączonych elementów, najczęściej już podczas prefabrykacji. Wzdłuż wewnętrznych krawędzi płyt OSB (krawędzie, które po osadzeniu paneli będą spoczywać na płatwi kalenicowej) zaleca się natomiast przykleić wstępnie sprasowaną taśmę samorozprężną. Taśmy tego typu są ogólnie dostępne. Po przykręceniu paneli dachowych do płatwi taśma powoli się rozpręży, wypełniając szczelnie spoiny na połączeniu. Przytoczone rozwiązanie ułatwia i przyspiesza proces montażu w stosunku do tradycyjnych wariantów, które zakładają uszczelnienie połączenia przy użyciu taśm klejących.

Rys. 166. Mocowanie elementów prefabrykowanych do płatwi kalenicowej przy pomocy wcześniej umiejscowionych wkrętów ciesielskich.

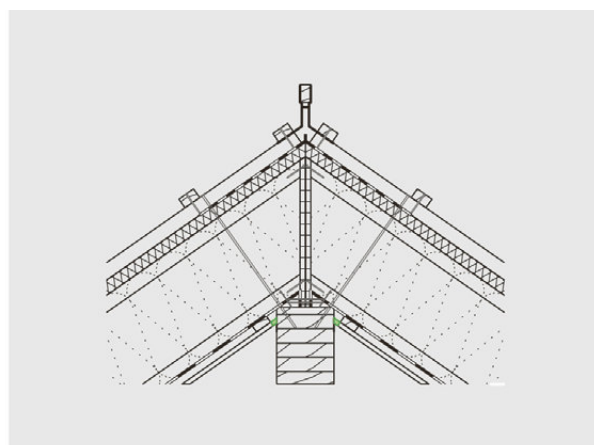
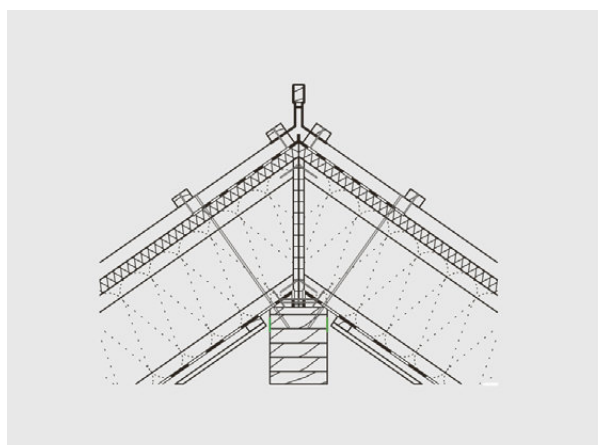
Wiatroszczelność połączenia między panelami dachowymi w płaszczyźnie kalenicy można uzyskać poprzez sklejenie wcześniej przymocowanych fragmentów membrany wiatroizolacyjnej. Pasy membrany wiatroizolacyjnej (np. STEICOmulti UDB) układa się bezpośrednio na nakrokwiovych płytach termoizolacyjnych (np. STEICOuniversal) jeszcze podczas procesu prefabrykacji. Pasy membrany należy przytwierdzić wzdłuż doczołowej krawędzi płyt nakrokwiovych w taki sposób, aby wystawały poza obrys elementu dachowego. W rezultacie uzyskane zostaną nie-

wielkie zakłady membrany, które po posadowieniu i przykręceniu paneli do płatwi kalenicowej umożliwią ich wzajemne, szczelne sklejenie wzdłuż połączenia w kalenicy. Po zapewnieniu ciągłości warstwy wiatroizolacyjnej można przystąpić do montażu łąty kalenicowej. W tym celu bezpośrednio na placu budowy w szczycie kalenicy mocuje się profilowany uchwyt łąty kalenicowej. Przytwierdzenie uchwytu następuje do kontrał, najczęściej przy pomocy gwoździ.

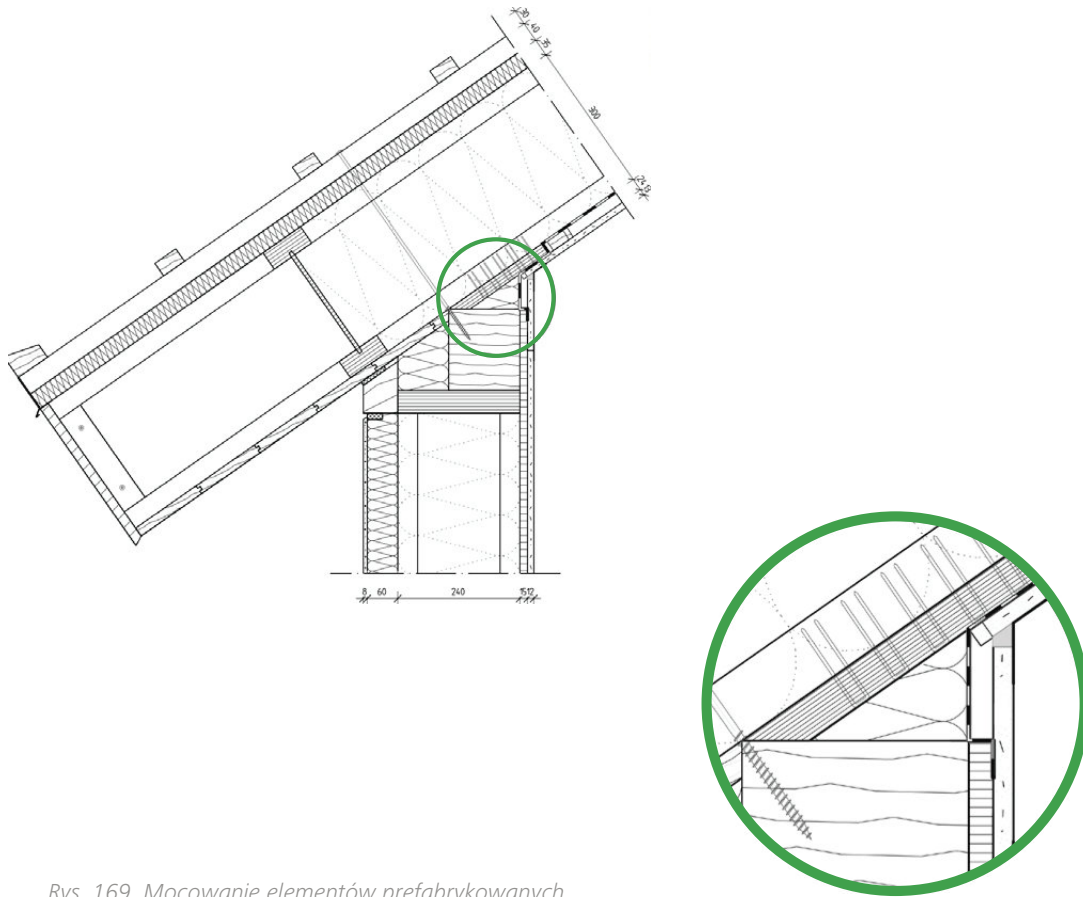


Połączenie płyt wykończeniowych (np. płyta gipsowo-kartonowa) z płatwią kalenicową powinno zostać zrealizowane z zachowaniem szczeliny dylatacyjnej (szerokość szczeliny zgodna z projektem wykonawczym). Odpowiednią dylatację można uzyskać poprzez zastosowanie taśmy przekładkowej (ślizgowej). Taśmy przekładkowe są powszechnie znane, ogólnodostępne i stosowane przy

suchych zabudowach. Połączenie płyty wykończeniowej z elementem nośnym w taki sposób jest trwale elastyczne, zapobiega powstawaniu niekontrolowanych pęknięć i rys w trakcie użytkowania budynku. Szczelinę powstałą między taśmą a płytą należy zaspachlować, a gdy masa szpachlowa wyschnie, odciąć wystający fragment taśmy.



- **mocowanie elementów prefabrykowanych** do płatwi stopowej / oczepu ścianki kolankowej

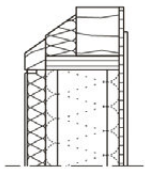


Rys. 169. Mocowanie elementów prefabrykowanych do płatwi stopowej/oczepu ścianki kolankowej.

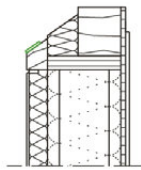
Podczas prefabrykacji dachu do gotowych elementów – w punkcie docelowego oparcia na płatwi stopowej – mocuje się ścięte pod kątem łąty nośne np. z kompozytu STEICO **LVL X**. Mocowanie łąty można wykonać przy użyciu zszywek. Przekrój, długość łąty oraz ilość łączników są zależne od przekroju krokwi oraz przyjętych obciążeń, muszą zostać skalkulowane przez projektanta. Sama łąta zabezpiecza element przed osunięciem w wyniku siły osiowej. Przytwierdzenie paneli dachowych do podpory głównej przebiega w taki sam sposób jak w przypadku płatwi kalenicowej. Mocowanie następuje po osadzeniu paneli na podporze, poprzez pas górny i dolny belek dwuteowych, przy użyciu wkrętów częściowo gwintowanych.

Zewnętrzne połączenie paneli dachowych z elementami ściennymi opiera się o drewnianą łątę dylatacyjną przy-mocowaną do czoła oczepu. łąta dylatacyjna nie styka się bezpośrednio z płytami fasadowymi STEICO**protect/**

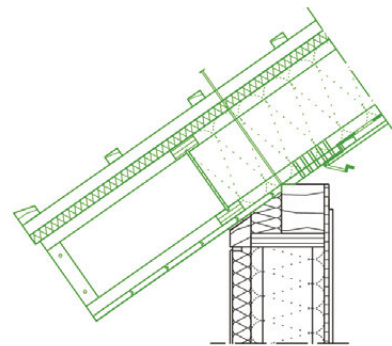
STEICO**protect dry** ani z elementami dachowymi – jest oddzielona obustronnie przy pomocy wstępnie sprasowanej taśmy samorozprężnej. łąta stanowi warstwę dylatacyjną między płytami fasadowymi a elementami dachu. W efekcie wszelkie ruchy konstrukcji mające swoje źródło w płaszczyźnie dachu nie będą przenoszone na płyty fasadowe pokryte systemem tynkarskim, co zapobiega z kolei powstawaniu ewentualnych pęknięć, rys czy fałd na fasadzie.



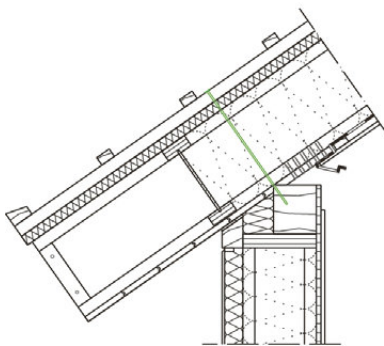
Rys. 170. Montaż płatwi stopowej.



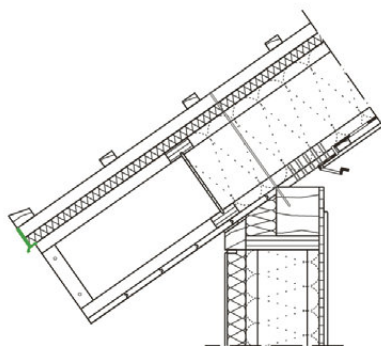
Rys. 171. Przyklejenie samorozprężnej taśmy dołaty oddzielającej dach od płyty fasadowej.



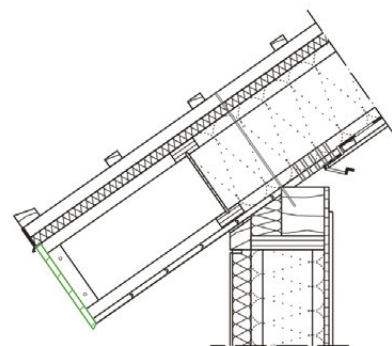
Rys. 172. Osadzenie elementów prefabrykowanych na płatwi stopowej przy użyciu dźwigu.



Rys. 173. Przymocowanie elementów prefabrykowanych do płatwi stopowej przy pomocy wcześniej umiejscowionych wkrętów ciesielskich.



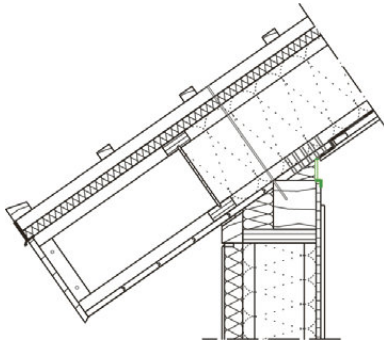
Rys. 174. Montaż kątownego profilu wentylacyjnego oraz kapinosa z blachy.



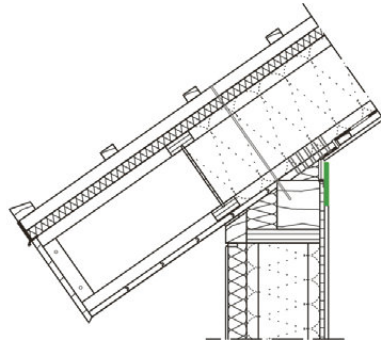
Rys. 175. Przytwierdzenie deski czołowej.

Jeżeli panele dachowe są uszczelnione od wewnątrz przy pomocy membrany paroizolacyjnej (np. STEICO **multi membra 5**), to podczas prefabrykacji dolny pas membrany należy wysunąć, tak aby wystawał luźno ponad płytę wykończeniową. Długość występu membrany poza element wynosi przeważnie około 30 cm – musi być wystarczająca, aby po przytwierdzeniu paneli do płatwi umożliwić jej szczelne przyklejenie do warstwy uszczelniającej ściany (płyty OSB lub membrany paroizolacyjnej). W przypadku gdy uszczelnienie dachu uzyskuje się przy pomocy płyt OSB/3, wzdłuż dolnej krawędzi płyt można przymocować szczelnie wcześniej przycięty wąski pas membrany paroizolacyjnej, który również będzie wystawał ponad płytę wykończeniową – jako przedłużenie warstwy uszczelniającej. Pas membrany paroizolacyjnej wystający poza panel dachowy przykleja się szczelnie do warstwy uszczelniającej ściany przy użyciu taśmy klejącej np. STEICO **multi tape F** 60 mm. Jeżeli taśma klejąca posiada

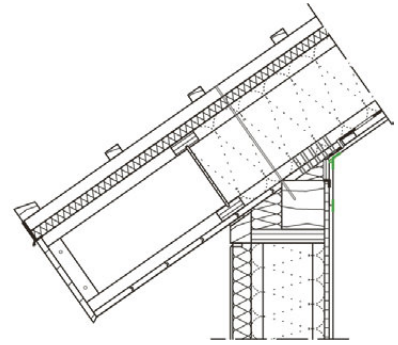
pasek rozdzielczy, jeden z jej krańców zaleca się przykleić do wystającego pasa membrany paroizolacyjnej już podczas prefabrykacji. Dzięki temu zaraz po przymocowaniu elementów prefabrykowanych do podpór możliwe będzie przyklejenie wystającej membrany poprzez usunięcie pozostałego paska zabezpieczającego film klejący taśmą. Otwór powstały na połączeniu wewnętrznym między ścianą a dachem wypełnia się dociętym fragmentem płyty wykończeniowej, a następnie szpachluje.



Rys. 176. Przyklejenie wystającej membrany paroizolacyjnej do warstwy uszczelniającej ściany.

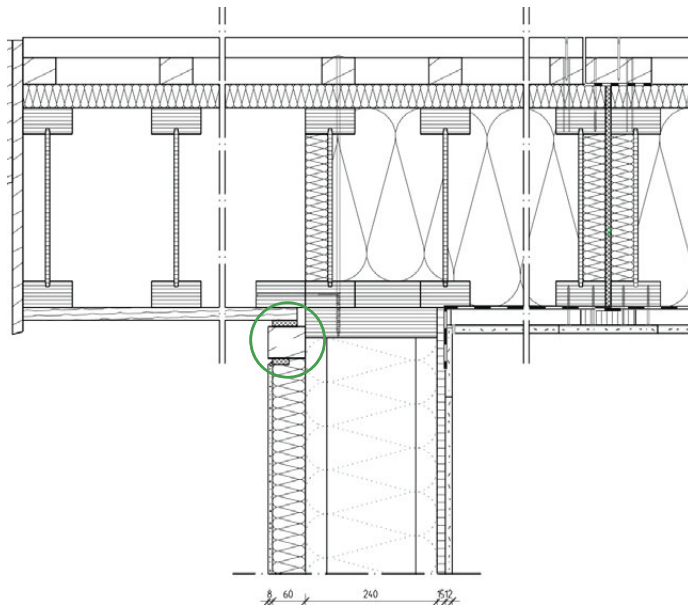


Rys. 177. Zaślepienie otworu przy użyciu fragmentu płyty wykończeniowej.

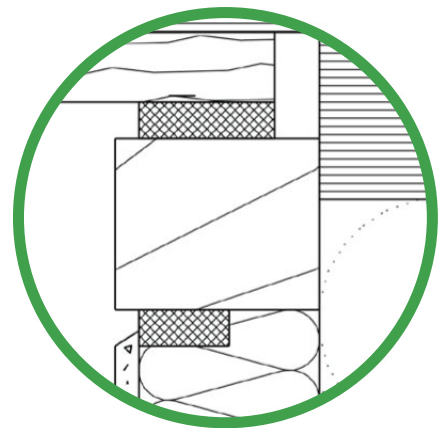


Rys. 178. Szpachlowanie połączenia z użyciem papierowej taśmy do spoinowania płyt gipsowo-kartonowych.

• **mocowanie elementów prefabrykowanych w płaszczyźnie szczytów**

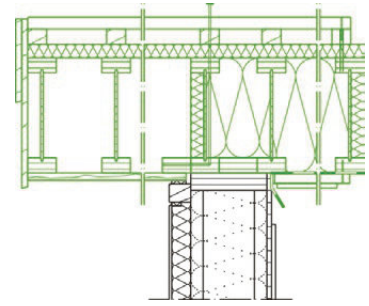
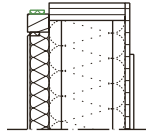
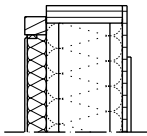


Rys. 179. Mocowanie elementów prefabrykowanych w płaszczyźnie szczytu.



Mocowanie paneli dachowych w płaszczyźnie szczytu wykonuje się do wcześniej przygotowanej ścianki szczytowej. Proces mocowania do podpory przebiega analogicznie jak we wcześniejszych detalach, tzn. przy użyciu wkrętów ciesielskich poprzez wstępnie nawiercone pasy górne i dolne belek dwuteowych. W celu ustabilizowania elementów dachowych podczas ich montażu między dolnymi pasami

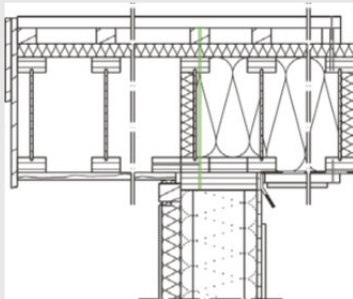
belek dwuteowych można umieścić elementy wypełniające, np. przycięte fragmenty ze STEICO **LVL** lub z drewna litego o wysokości równej wysokości pasów belek, tzn. 39 mm. Elementy wypełniające mocuje się między pasami belek dwuteowych w sposób zapewniający wytrzymałość na rozciąganie.



Rys. 180. Montaż ściany szczytowej.

Rys. 181. Przyklejenie samorozprężnej taśmy do łaty oddzielającej dach od płyty fasadowej.

Rys. 182. Osadzenie elementów prefabrykowanych na ścianie szczytowej przy użyciu dźwigu.

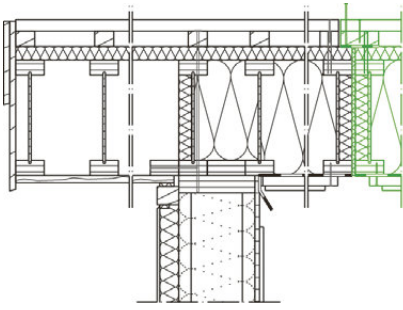


Zewnętrzne połączenie paneli dachowych z elementami ściennymi opiera się o drewnianą łątę dylatacyjną przymocowaną do czola oczepu ściany szczytowej. Łata dylatacyjna nie styka się bezpośrednio z płytami fasadowymi STEICO**protect**/STEICO**protect dry** ani z elementami dachowymi – jest oddzielona obustronnie przy pomocy wstępnie sprasowanej taśmy samorozprężnej – analogicznie jak w poprzednim detalu.

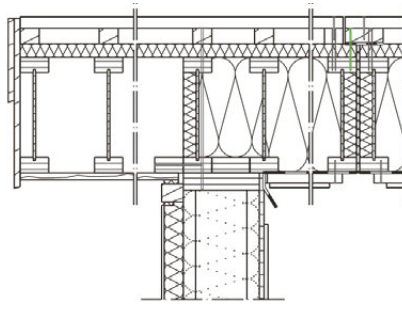
Rys. 183. Mocowanie elementów prefabrykowanych do płatwi stopowej przy pomocy wcześniej umiejscowionych wkrętów ciesielskich.

W celu zredukowania potencjalnych odkształceń paneli dachowych w wyniku obciążenia wiatrem lub śniegiem (ugięcie paneli) zaleca się tak zawężyć rozstaw krokwi, aby po osadzeniu paneli na oczepie ściany szczytowej spoczywały dwie belki dwuteowe STEICO**joist**. W efekcie obciążenia z dachu będą przekazywane równomiernie na dwie belki nośne spoczywające na oczepie, co zapobiega ryzyku ewentualnych pęknięć płyt gipsowo-kartonowych w trakcie użytkowania budynku.

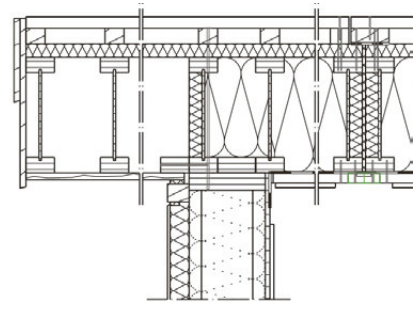
Uszczelnienie połączenia między przymocowanymi elementami dachu a ścianą szczytową należy wykonać zgodnie z instrukcją wskazaną w poprzednim detalu, tzn. poprzez przyklejenie wystającego pasa membrany do warstwy uszczelniającej ściany, wypełnienie i szpachlowanie otworu. Po prawidłowym przytwierdzeniu paneli dachowych do ściany szczytowej można przystąpić do montażu kolejnych sąsiadujących elementów.



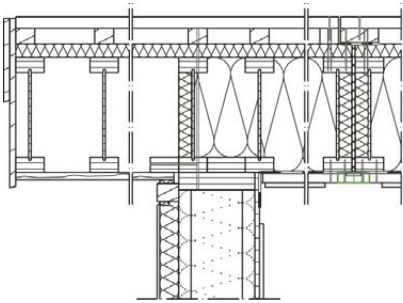
Rys. 184. Osadzenie kolejnego elementu prefabrykowanego.



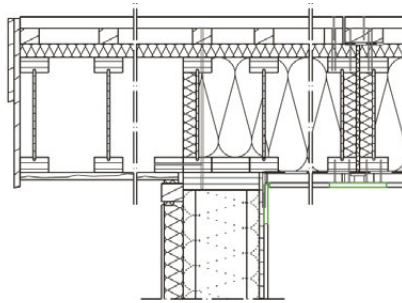
Rys. 185. Połączenie elementów poprzez skręcenie od strony zewnętrznej.



Rys. 186. Szczelne sklejenie pasów membrany paroizolacyjnej między elementami.

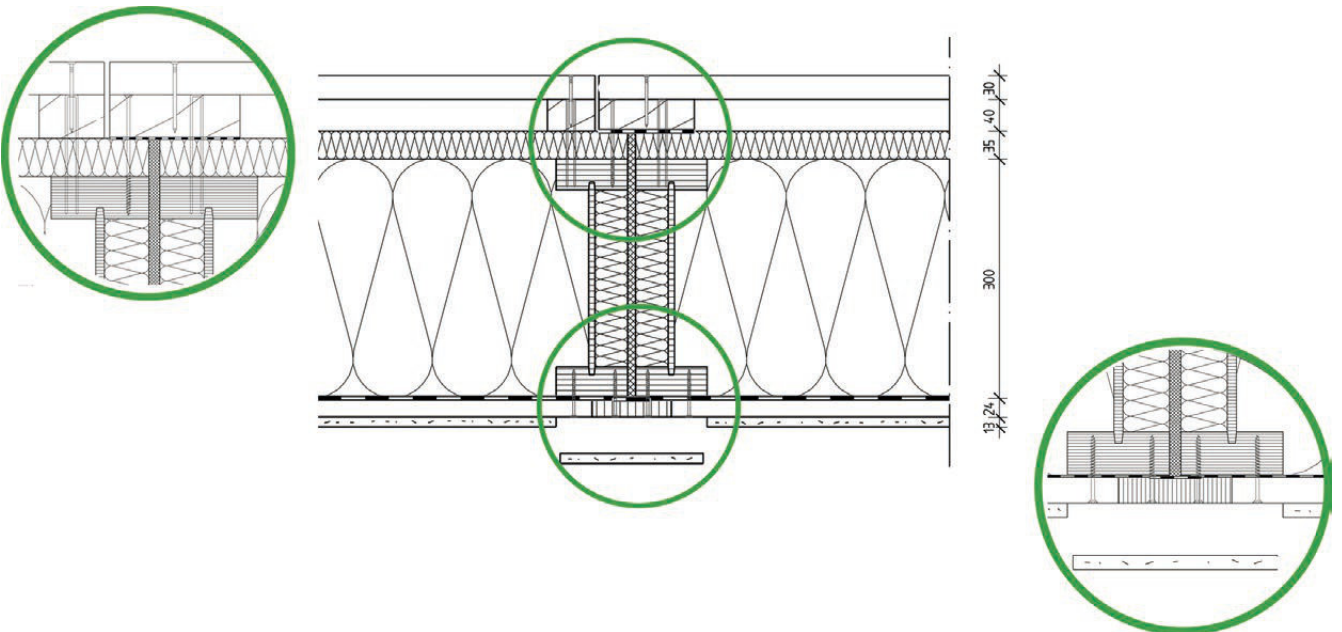


Rys. 187. Połączenie elementów od strony wewnętrznej.



Rys. 188. Montaż oraz szpachlowanie wypełnienia z płyty wykończeniowej.

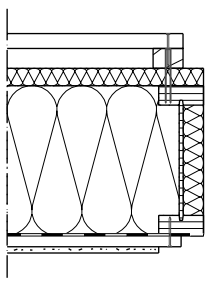
• **połączenia boczne** sąsiadujących elementów prefabrykowanych



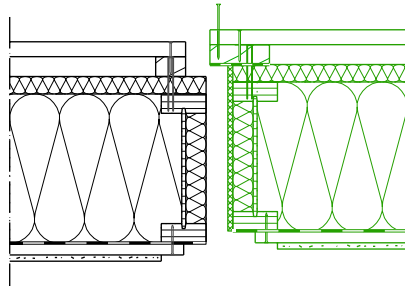
Rys. 189. Połączenie boczne sąsiadujących elementów prefabrykowanych.

Jeżeli pierwszy prefabrykowany panel dachowy został poprawnie osadzony i przymocowany do wszystkich podpór konstrukcji dachu, można przystąpić do montażu kolejnego sąsiadującego elementu. Jedną ze sprawdzonych metod połączenia bocznego sąsiadujących paneli dachowych jest skręcenie obu elementów poprzez wystającą kontrłatę. Kontrłata skrajna w elemencie dachu montowanym jako pierwszy jest cofnięta nieco w głąb, natomiast kontrłata skrajna w następnym panelu dachowym

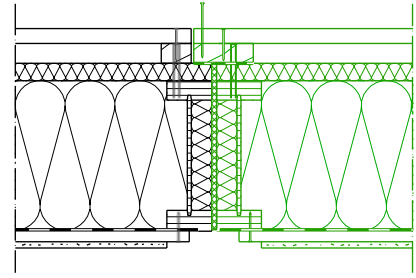
jest szersza i wystaje poza jego obrys. Szerokość występu szerszej kontrłaty jest równa szerokości cofnięcia w głąb węższej kontrłaty w pierwszym elemencie i powinna stanowić około połowę szerokości pasa belki dwuteowej. W rezultacie po osadzeniu drugiego elementu prefabrykowanego szersza wystająca kontrłata pokrywa idealnie odsłoniętą powierzchnię płyty nakrokwiowej STEICO, licując się z czołem cofniętej, węższej kontrłaty.



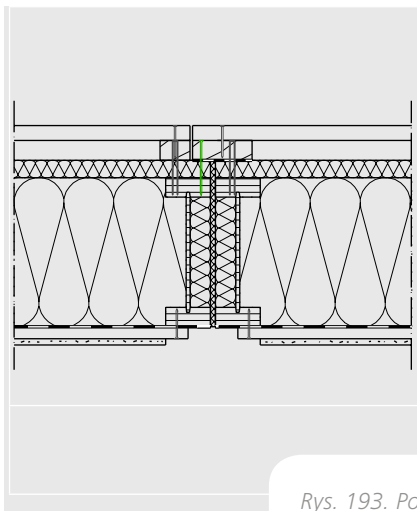
Rys. 190. Montaż pierwszego elementu prefabrykowanego.



Rys. 191. Osadzenie od góry kolejnego elementu przy użyciu dźwigu.



Rys. 192. Pozycjonowanie drugiego elementu.



Połączenie obu paneli zostaje zrealizowane poprzez przykręcenie szerszej, wystającej kontrłaty do górnego pasa belki dwuteowej przy pomocy wkrętów ciesielskich. Rodzaj łączników oraz ich rozstaw powinien wynikać z projektu wykonawczego budynku. Wzdłuż spodniej płaszczyzny szerszej kontrłaty jeszcze podczas prefabrykacji należy przykleić taśmę uszczelniającą do gwoździ, np. STEICO *multi nail*. Taśma ulegnie sprasowaniu po przykręceniu szerszej kontrłaty, wulkanizując punkt przejścia wkrętów i uszczelniając połączenie.

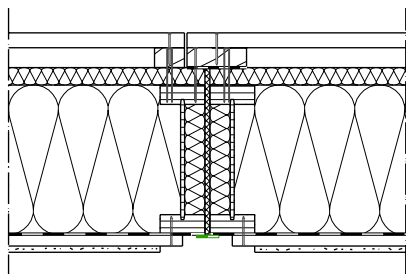
Rys. 193. Połączenie mechaniczne sąsiadujących paneli dachowych poprzez kontrłatę.

Uwzględniając ewentualne odchyłki rozmiarowe gotowych elementów, zaleca się zaplanować, iż między łączonymi panelami dachowymi – po ich osadzeniu – wystąpi szczelina o szerokości około 5–10 mm. Ewentualne szczeliny należy wypełnić miękkim materiałem izolacyjnym np. STEICO *flex 036/flex 038*. Pas materiału izolacyjnego przytwierdza się do krawędzi bocznej jednego z łączonych elementów, najczęściej już podczas prefabrykacji. Kiedy panele zostaną wzajemnie połączone po zewnętrznej stronie, można przystąpić do uszczelnienia wewnątrz-

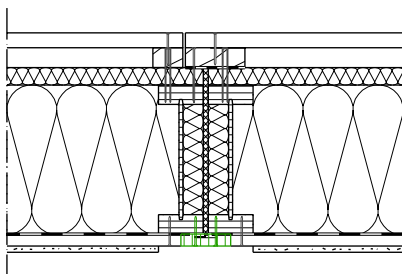
nego połączenia między nimi. W celu umożliwienia dokładnego połączenia sąsiadujących pasów membrany paroizolacyjnej, krawędzie płyt wykończeniowych zaleca się przymocować do pasów skrajnych belek dwuteowych, mniej więcej w połowie ich szerokości (tak aby krawędź płyty wykończeniowej nie licowała się z zewnętrzną krawędzią krokwi). Poza obrys pasów skrajnych belek dwuteowych powinny wystawać jedynie wąskie pasy membrany paroizolacyjnej (np. STEICO *multi membra 5*). Dzięki takiemu rozwiązaniu po połączeniu obu elementów da-

chowych po wewnętrznej stronie powstanie otwór montażowy, dzięki któremu z łatwością będzie można skleić ze sobą sąsiadujące pasy membran paroizolacyjnych przy użyciu taśmy klejącej, np. STEICOMulti tape P 60 mm.

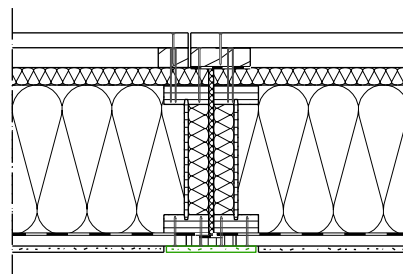
Otwór powstały na połączeniu wewnętrznym między panelami dachu wypełnia się dociętym fragmentem płyty wykończeniowej, a następnie szpachluje.



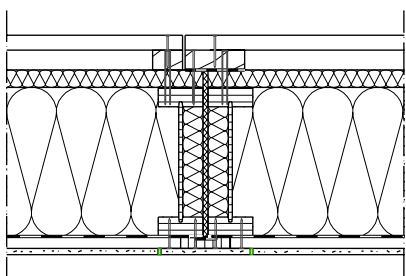
Rys. 194. Szczelne sklejenie pasów membrany paroizolacyjnej przy użyciu taśmy klejącej.



Rys. 195. Połączenie elementów prefabrykowanych od wewnątrz przy pomocy fragmentu płyty drewnopochodnej.

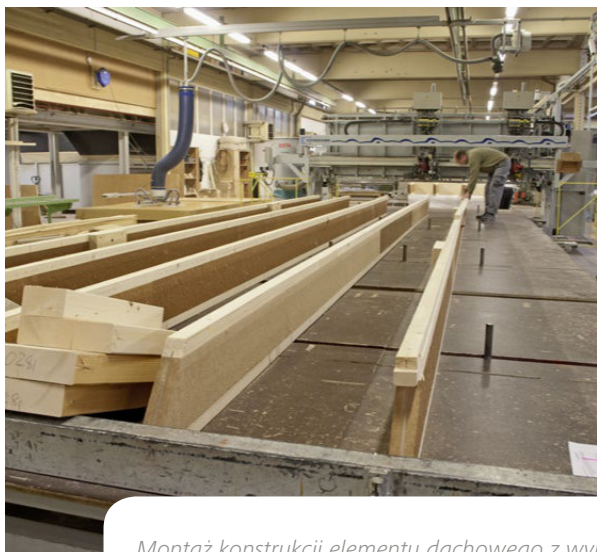


Rys. 196. Wypełnienie otworu montażowego przy użyciu fragmentu płyty wykończeniowej.



Rys. 197. Szpachlowanie wypełnienia.

Przykładowa prefabrykacja dachu STEICO



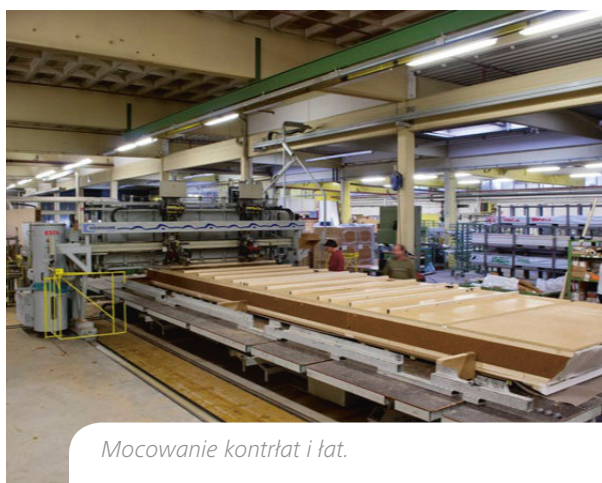
Montaż konstrukcji elementu dachowego z wykorzystaniem belek dwuteowych STEICOjoist.



Wypełnienie przestrzeni między krokiewmi przy użyciu mat termoizolacyjnych STEICOflex 038.



Mocowanie płyt termoizolacyjnych STEICOuniversal do krokwi STEICOjoist.



Mocowanie kontrłat i łat.



Montaż prefabrykowanych elementów na placu budowy.

3.5.2. Termoizolacja nakrokwiowa



Konstrukcja systemowego dachu STEICO jest zamykana od zewnątrz przy użyciu płyt do termoizolacji nakrokwiowej *STEICOuniversal*, *STEICOuniversal dry*, *STEICOspecial*, *STEICOspecial dry*, *STEICODuo* lub *STEICODuo dry*. W przypadku nowych, wysoce energooszczędnych konstrukcji dachowych zaleca się zastosowanie krokwi *STEICOjoist* o jak najwyższym przekroju w połączeniu z płytą *STEICOuniversal* lub *STEICOuniversal dry* o grubości nieprzekraczającej 60 mm. Płyty *STEICOspecial* oraz *STEICOspecial dry* występują natomiast w większych grubościach (60–200 mm) i są przeznaczone przede wszystkim do termoizolacji starszych dachów, w których występują przeważnie smukłe przekroje krokwi, uniemożliwiając osiągnięcie efektywnej izolacyjności ter-

micznej dachu tylko poprzez izolację pustych przestrzeni między nimi. W związku z tym optymalnym rozwiązaniem jest wykonanie dodatkowej warstwy termoizolacyjnej ponad krokwiami (w grubości od 60 do 200 mm).

Wszystkie płyty nakrokwiowe STEICO mocuje się bezpośrednio do krokwi dachowych poprzez kontrłaty. Bezpośrednie połączenie płyty termoizolacyjnej z włókien drzewnych z elementami konstrukcyjnymi dachu powoduje minimalizację liniowych mostków termicznych. Ponadto temperatura zewnętrznej powierzchni krokwi ulega podwyższeniu, czego efektem jest redukcja zjawiska kondensacji pary wodnej w obszarze szczytu krokwi.

Zgodnie z zaleceniami producenta płyty nakrokwiowe STEICO po poprawnym zamontowaniu do konstrukcji dachu pełnią dodatkowe funkcje:

- funkcja wiatroizolacyjna (przy połączeniu płyt na profil pióro-wpust nie jest wymagany montaż dodatkowej membrany wiatroizolacyjnej);
- funkcja warstwy odprowadzającej wodę przy kącie nachylenia dachu $\geq 16^\circ$;
- funkcja izolatora akustycznego (duży ciężar własny i struktura porów – więcej w podrozdziale 2.7.);
- funkcja tymczasowej ochrony przed warunkami pogodowymi.

Niski współczynnik oporu dyfuzyjnego μ oraz aktywność kapilarna płyt umożliwiają wykonanie bezpiecznych i trwałych konstrukcji dachowych, otwartych na zjawisko dyfuzji pary wodnej (więcej w podrozdziale 2.5.). W praktyce oznacza to brak konieczności wykonywania kłopotliwej i rzadko sprawdzającej się pustki wentylacyjnej dachu, co jest koniecznością w przypadku dachów pokrytych warstwą o ograniczonym potencjale odprowadzania nadmiaru wilgoci, np. płytą OSB/3, deskowaniem i papą. Pustkę wentylacyjną (powietrzną) stosuje się między matami termoizolacyjnymi, umieszczonymi między krokwiemi a wewnętrzną powierzchnią deskowania lub płyt OSB/3 pokrytych papą termozgrzewalną. Wysokość pustki wentylacyjnej powinna wynosić minimalnie 40 mm, co dodatkowo redukuje wysokość przestrzeni między krokwiemi przewidzianą na wypełnienie miękkim materiałem termoizolacyjnym. Celem pustki wentylacyjnej jest umożliwienie odprowadzenia nadmiaru wilgoci poza przegrodę dachu. Materiał termoizolacyjny między krokwiemi musi zostać odizolowany od pustki wentylacyjnej przy pomocy membrany wysokoparoprzepuszczalnej. Należy bowiem pamiętać, że w okresie zimy wilgotne, ciepłe powietrze

przedostające się poprzez warstwę wewnętrzną termoizolacji do pustki powietrznej, trafia na zimną wewnętrzną powierzchnię deskowania lub płyt OSB, co prowadzi do kondensacji. Krople wody skapują w takim przypadku w dół pustki wentylacyjnej na materiał termoizolacyjny, powodując postępujące szkody budowlane. Jeżeli materiał termoizolacyjny jest prawidłowo zabezpieczony membraną wysokoparoprzepuszczalną, krople wody skapują na membranę, nie powodując uszkodzenia izolacji cieplnej. Montaż membrany wysokoparoprzepuszczalnej w płaszczyźnie pustki powietrznej dachu jest wyjątkowo skomplikowany i prowadzi do wzrostu kosztów całej inwestycji. W kontekście zapewnienia prawidłowej fizyki budowli, ograniczenia kosztów inwestycji i ułatwienia prac wykonawczych zaleca się korzystanie ze sprawdzonych płyt z włókien drzewnych do izolacji nakrokwiowej. **W przypadku płyt STEICO mocowanych bezpośrednio do krokwi nie występuje konieczność wykonywania pustki wentylacyjnej, tzn. wewnętrzny materiał termoizolacyjny może, i powinien, stykać się powierzchniowo z płytą nakrokwiową STEICO.**



Maty termoizolacyjne STEICOflex 036/flex 038 stykają się bezpośrednio z powierzchnią płyt nakrokwiowych STEICO – wykonanie kosztownej pustki wentylacyjnej nie jest wymagane.

Dach pokryty płytą nakrokwiową STEICOuniversal 35 mm – konstrukcja otwarta dyfuzyjnie.

Płyty nakrokwiowe STEICO nie mogą być wykorzystywane do przyjmowania i przenoszenia obciążeń z budynku ani do usztywniania krokwi w celu zabezpieczenia ich przed uginaniem czy przechylaniem. Wyjątkiem od tej reguły jest zastosowanie płyt zgodnie ze ściśle zdefiniowanymi zasadami według niemieckiej aprobaty technicznej Z-9.1-826.

3.5.2.1. Zakres zastosowania i dostępne formaty

Płyty nakrokwiowe STEICO ze względu na bardzo dobre właściwości wytrzymałościowe i dużą sztywność mogą być mocowane bezpośrednio do krokwi. Dopuszcza się zastosowanie krokwi w postaci belek dwuteowych STEICO*joist*, belek STEICO *LVL R*, drewna litego np. C24 czy drewna klejonego. Podłoże powinno być: nośne, płaskie bez przesunięć, czyste, suche – wilgotność krokwi drewnianych nie powinna być wyższa niż 20%.

Płyty nakrokwiowe mogą być produkowane metodą moką (STEICO*universal*/STEICO*special*/STEICO*duo*) lub według metody suchej (STEICO*universal dry* /STEICO*special dry*/STEICO*duo dry*). Wybór rodzaju, grubości oraz formatu płyty jest uzależniony od planowanej charakterystyki energetycznej budynku, technologii montażu czy zastosowanego rozstawu osiowego krokwi. W tabeli 81 i 82 zestawiono dostępne grubości, profile krawędzi, formaty oraz maksymalne rozstawy osiowe krokwi dla obu typów płyt.

Płyta nakrokwiowa	STEICO <i>universal</i>			STEICO <i>special</i>	STEICO <i>duo</i>
Mocowanie do	krokwie bez / lub z płytą usztywniającą			krokwie bez / lub z płytą usztywniającą	krokwie bez / lub z płytą usztywniającą
Grubość [mm]	22, 24	35, 52, 60	35	60, 80, 100, 120	40, 60
Format [mm]	2500 × 600	2500 × 600	2800 × 1250	1880 × 600	1880 × 600
Powierzchnia krycia [mm]	2480 × 585 2480 × 580	2475 × 575	2775 × 1225	1855 × 575	1855 × 575
Krawędzie	pióro-wpust	pióro-wpust	pióro-wpust	pióro-wpust	pióro-wpust
Maksymalny osiowy rozstaw krokwi [mm] ^a	625*	1000 - gr. 35 mm 1100 - gr. 52 mm 1250 - gr. 60 mm	1000	1250	1000 - gr. 40 mm 1250 - gr. 60 mm
Maksymalny osiowy rozstaw krokwi [mm] ^b	brak możliwości	950	950	950	950
a) pomiędzy krokwiami przewidziano termoizolację w postaci mat b) pomiędzy krokwiami przewidziano termoizolację wdmuchiwaną. * minimalne przesunięcie między spoinami pionowymi między płytami wynosi 600 mm.					

Płyta nakrokwiowa	STEICO <i>universal dry</i>		STEICO <i>special dry</i>	STEICO <i>duo dry</i>
Mocowanie do	krokwie bez / lub z płytą usztywniającą		krokwie bez / lub z płytą usztywniającą	krokwie bez / lub z płytą usztywniającą
Grubość [mm]	35, 40	52, 60, 80, 100	60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 200	40, 60
Format [mm]	2500 × 600	1880 × 600	1880 × 600	1880 × 600
Powierzchnia krycia [mm]	2475 × 575	1855 × 575	1855 × 575	1855 × 575
Krawędzie	pióro-wpust	pióro-wpust	pióro-wpust	pióro-wpust
Maksymalny osiowy rozstaw krokwi [mm] ^a	1000	1100 - gr. 52 mm 1250 - pozostałe grubości	1250	1000 - gr. 40 1250 - gr. 60
Maksymalny osiowy rozstaw krokwi [mm] ^b	950	950	950	950
a) pomiędzy krokwiami przewidziano termoizolację w postaci mat b) pomiędzy krokwiami przewidziano termoizolację wdmuchiwaną.				

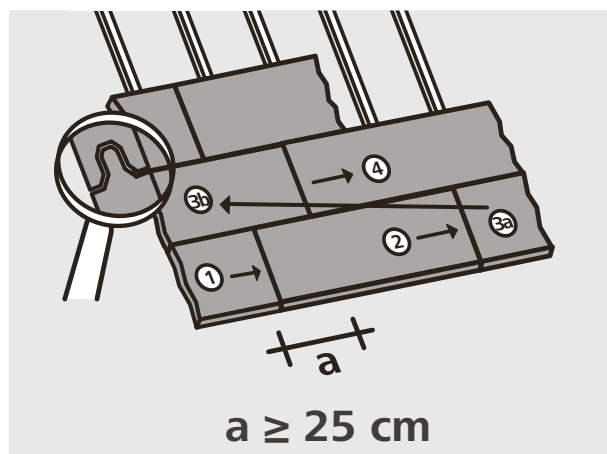
Tabela 82. Formaty oraz rozstawy osiowe krokwi dla płyt nakrokwiowych STEICO produkowanych metodą suchą.

3.5.2.2. Mocowanie płyt – zalecenia ogólne

Mocowanie płyt nakrokwiowych STEICO, w przypadku prac wykonywanych bezpośrednio na placu budowy, należy wykonywać w kierunku od okapu do kalenicy (najczęściej od lewej do prawej strony). Płyty należy mocować w sposób ciągły w pozycji poziomej (dłuższym bokiem w poprzek krokwi), a w przypadku płyt profilowanych zawsze piórem zwróconym do góry. Łączenia krótszych krawędzi płyt w kolejnych rzędach powinny być przesunięte względem siebie przynajmniej o 25 cm, a w przypadku płyty STEICO*universal* o grubości 22 i 24 mm – o 60 cm. Połączenia krzyżowe między płytami profilowanymi są niedozwolone.

Podczas montażu pierwszego rzędu płyt należy usunąć manualnie wpust po dłuższej stronie płyty, tak aby uzyskać prostą krawędź tępą. Przycięta krawędź płyty stanie się jej dolną krawędzią, tzw. krawędzią startową.

Profil pióro-wpust po węższej stronie płyty należy usunąć jedynie w płytach, które zostaną przymocowane do krokwi skrajnych, belek koszowych czy narożnych.



Rys. 198. Prawidłowe przesunięcie spoin między płytami nakrokwiowymi STEICO.

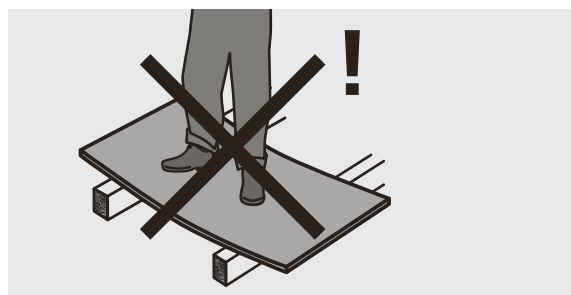


Obróbka płyt nakrokwiowych STEICO przed montażem pierwszego rzędu płyt – usunięcie wpustu.



Obróbka płyt nakrokwiowych STEICO – usunięcie pióra w przypadku płyt skrajnych.

Podczas prac wykonawczych na dachu nie należy stawać bezpośrednio na płytach nakrokwiowych STEICO w polu między podporami (elementami nośnymi dachu).

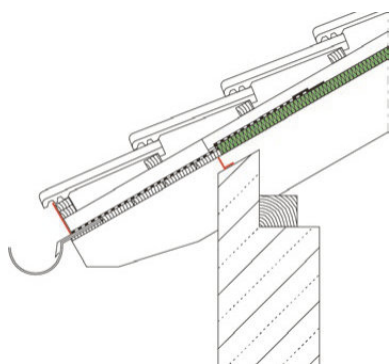


Rys. 199. Zakaz stawania bezpośrednio na płytach nakrokwiowych.

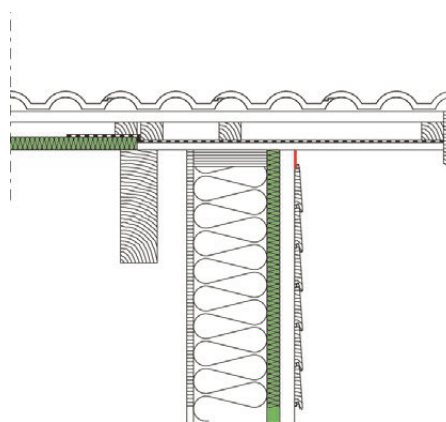
Płyty STEICO są płytami termoizolacyjnymi, w związku z tym są odporne jedynie na nadeptnięcia w sąsiedztwie podpór. W celu zapewnienia dostatecznej zdatności dachu do chodzenia po nim zaleca się równoczesne ułożenie łączenia. Wówczas to łąty wyznaczają dodatkowe punkty podparcia dla montażystów. Należy przestrzegać prawnie obowiązujących przepisów dot. zapobiegania wypadkom (zabezpieczenie przed upadkiem).

Przed ułożeniem płyt nakrokwiowych STEICO na konstrukcji dachu należy wykonać najpierw deskowanie szczytów

oraz okapów. Deskowanie może zostać zrealizowane przy użyciu systemowych płyt STEICO **LVL X**. Jeżeli przewidywany jest prosty styk deskowania szczytu i okapu z powierzchnią boczną płyt STEICO, należy zwrócić uwagę na staranne, szczelne połączenie obu elementów, zapewniające odprowadzanie wody opadowej. Do wykonania połączenia tego typu zaleca się wykorzystać systemowe rozwiązania STEICO**multi**.

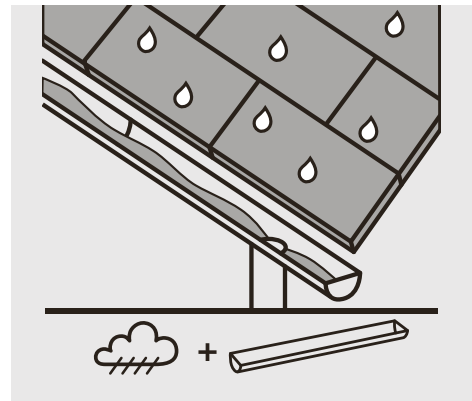


Rys. 200. Okap z nisko zawieszoną rynną – uszczelnienie styku między płytą STEICO a deskowaniem przy użyciu rozwiązań STEICO**multi**.



Rys. 201. Szczyt – uszczelnienie styku między płytą STEICO a deskowaniem przy użyciu rozwiązań STEICO**multi**.

W efekcie procesu produkcyjnego na powierzchni wszystkich płyt nakrokwiowych STEICO występują cienkie, niewidoczne warstwy kryształów z cukru drzewnego, ligniny oraz startych włókien drzewnych. Podczas opadów deszczu wymienione drobinki mogą zostać rozpuszczone przez spływającą wodę i prowadzić tym samym do zanieczyszczenia przylegających elementów budowlanych (np. okien, tynków na fasadzie itd.). Należy zatem wprowadzić kontrolowane odprowadzanie spływającej wody opadowej już na etapie budowy.



Rys. 202. Kontrolowane odprowadzanie wody opadowej.

3.5.2.3. Ochrona przed warunkami pogodowymi

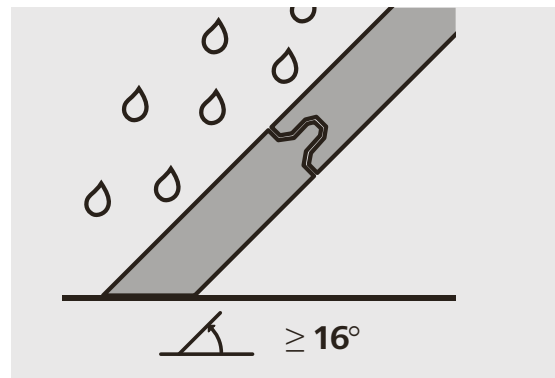


282

Płyty nakrokwiowe STEICO posiadają wyprofilowane krawędzie, które po wzajemnym połączeniu zapewniają ochronę przed wiatrem oraz ochronę przed przenikaniem wody opadowej. W praktyce oznacza to, iż montaż membrany wysokoparoprzepuszczalnej na powierzchni płyt STEICO lub dodatkowe uszczelnianie połączeń na profil pióro-wpust nie są wymagane. **Powyższa zasada obowiązuje dla dachów o kącie nachylenia $\geq 16^\circ$.**

Jeżeli nachylenie połaci wynosi natomiast $10\text{--}16^\circ$, konieczne jest zastosowanie dodatkowych zabezpieczeń obszaru połączeń płyt w formie:

- uszczelnienia połączeń między płytami przy użyciu taśm klejących STEICO **multi tape F** (szczegółowe zalecenia wykonawcze na str. 285–286),
- uszczelnienia połączeń między płytami przy użyciu masy uszczelniająco-klejącej STEICO **multi fill**. Masę w formie strużki o średnicy ok. 5 mm należy rozprowadzić równomiernie, nieprzerwanie na ok. 1/3 po-



Rys. 203. Szczelność na przenikanie wody opadowej

- wierzchni pióra, zaczynając od jego strony wewnętrznej, czyli od strony, z której pióro wychodzi z płyty. Po połączeniu płyt masa musi częściowo „wypłynąć” na zewnątrz powstałej spoiny – należy ją wówczas rozetrzeć na równo po powierzchni płyt. Kartusz STEICO **multi fill** (310 ml) pozwala na pokrycie około 8 mb spoiny,
- uszczelnienie połączeń między płytami poprzez przekrycie płyt na całej powierzchni membraną wysokoparoprzepuszczalną STEICO **multi UDB**.



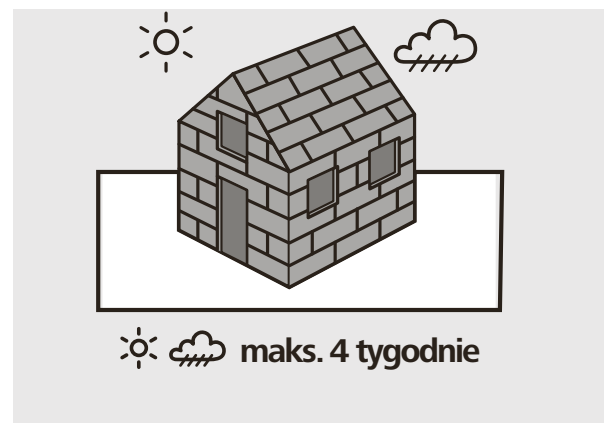
Rozprowadzenie masy STEICOMulti fill na powierzchni piór płyt nakrokwiowych STEICO.



Połączenie płyt nakrokwiowych na profil pióro-wpust.

Płyty nakrokwiowe STEICO po prawidłowym zamocowaniu do konstrukcji mogą być wystawione na działanie normalnych warunków atmosferycznych (przeważające suche okresy z lekkimi/krótkimi opadami) przez okres czterech tygodni. W tym czasie powierzchnię płyt należy zakryć docelowym pokryciem dachowym (np. dachówka ceramiczna). Okres ten może zostać przedłużony do 12 tygodni, pod warunkiem że wewnętrzna strona płyt jest widoczna (termoizolacja między krokiewiami nie została jeszcze zamontowana), a wilgoć, która ewentualnie przenikła do płyty może bez przeszkód zostać odprowadzona na zewnątrz. STEICO*universal*/STEICO*universal dry*/STEICO*special dry*/STEICO*duo oraz* STEICO*duo dry* są płytami hydrofobizowanymi w całej masie (w całej grubości płyty). Z tego względu nie trzeba dodatkowo zabezpieczać nieobrobionych krawędzi przycinanych płyt. Płyty STEICO-*special* są natomiast hydrofobizowane powierzchniowo – w zewnętrznej warstwie – stąd zaleca się dodatkowe zabezpieczenie nieobrobionych krawędzi przycinanych płyt. Płyty należy chronić przed trwale zalegającą wilgocią.

Zawilgocone wyroby muszą zostać wysuszone przed przystąpieniem do kolejnych prac wykonawczych. Należy przy tym dbać o dostateczne przewietrzenie izolowanych pomieszczeń.



Rys. 204. Ochrona przed warunkami atmosferycznymi.

Wietrzenie budynku – kontrola wilgoci budowlanej

Płyty nakrokwiowe STEICO są otwarte na zjawisko dyfuzji pary wodnej. Tworzenie się kondensatu na wewnętrznej powierzchni płyt na etapie budowy zaburza (utrudnia) naturalny przepływ pary wodnej. Nadmiar wilgoci budowlanej, mającej swoje źródło np. w wylewkach betonowych, pracach tynkarskich lub malarskich, należy całkowicie usunąć poprzez wietrzenie pomieszczeń. Podczas procesu budowlanego należy zadbać o suche powietrze wewnątrz

budynku. Godne polecenia są także dodatkowe środki np. zastosowanie urządzeń do osuszania powietrza. Należy przestrzegać skoordynowanej kolejności poszczególnych faz prac wykonawczych. Przed rozpoczęciem robót mogących prowadzić do zwiększenia poziomu wilgoci budowlanej należy w pierwszej kolejności dokończyć montaż izolacji parochronnych, jak również powietrzno-szczelnych.

W przypadku paroizolacji o aktywnym oporze dyfuzyjnym (np. STEICOmultiprenova) duży poziom wilgotności powietrza powoduje redukcję oporu dyfuzyjnego membrany. Należy zwracać na to uwagę szczególnie podczas prac budowlanych w zimie, kiedy dochodzi do zwiększenia poziomu wilgotności budowlanej (tynki wewnętrzne, wylewki betonowe).



Rys. 205. Wietrzenie budynku podczas "mokrych" prac budowlanych.

3.5.2.4. Oznakowanie płyt – strona mocowania

Płyty nakrokwiowe STEICO są fabrycznie znakowane. Znakowanie umieszczone zawsze tylko na jednej stronie powierzchni płyty wskazuje na jej stronę wewnętrzną (mocowaną bezpośrednio do konstrukcji dachu) lub na stronę zewnętrzną (przeznaczoną jako warstwa wierzchnia). Płyty należy mocować zgodnie z fabrycznym oznakowaniem. W celu zoptymalizowania ilości odpadów podczas obróbki dopuszcza się możliwość przymocowania płyt STEICOuniversal / STEICOuniversal dry / STEICOduo / STEICOduo dry oraz STEICOspecial dry do konstrukcji w kierunku przeciwnym niż wskazywany przez nadruk fabryczny. Sytuacja ta dotyczy z reguły płyt o profilu pióro-wpust, gdzie obrócenie płyty umożliwia czasami dopasowanie jej profilu do profilu płyty sąsiadującej bez konieczności dodatkowej obróbki. W przypadku uzasadnionego zamocowania płyty w kierunku prze-

ciwnym niż wynika z nadruku, należy sprawdzić, czy po połączeniu płyta tworzy powierzchnię płaską z płytami sąsiadującymi. Jeżeli płyta wystaje, wystarczy przeszlifować ją powierzchniowo, aby zniwelować nierówności. Z uwagi na fakt, że płyty STEICOspecial są hydrofobizowane powierzchniowo nie dopuszcza się możliwości mocowania płyt w kierunku przeciwnym niż wskazywany przez nadruk fabryczny.

284



Mocowanie płyt STEICOuniversal/STEICOspecial/STEICOduo zgodnie z nadrukiem fabrycznym – nadruk skierowany do wnętrza.



Mocowanie płyt STEICOuniversal dry/STEICOspecial dry/STEICOduo dry zgodnie z nadrukiem fabrycznym – nadruk skierowany na zewnątrz.

3.5.2.5. Obróbka szczelin i styków między tępyimi krawędziami

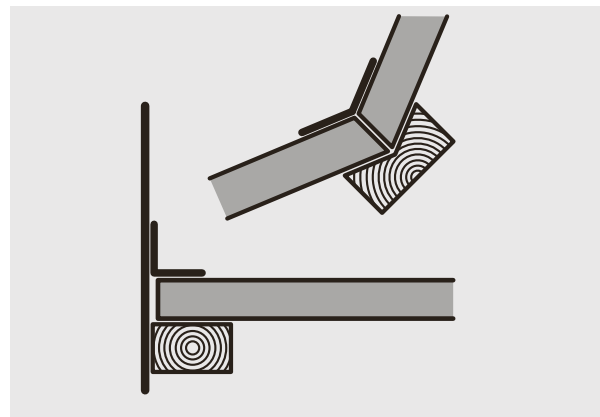
Płyty nakrokwiowe STEICO posiadają wygodny profil pióro-wpust. Po połączeniu na ten profil płyty tworzą powłokę szczelną na przenikanie wody, pod warunkiem że kąt nachylenia dachu nie jest mniejszy niż 16°. Zależnie od konstrukcji dachu pojawiają się jednak miejsca, gdzie płyty STEICO łączą się ze sobą tępyimi krawędziami (płyty z celowo przyciętym piórem lub wpustem). Do takich obszarów należą:

- kalenice,
- belki koszarowe,
- belki narożne,
- okna połaciowe,
- przejście komina lub innych elementów.

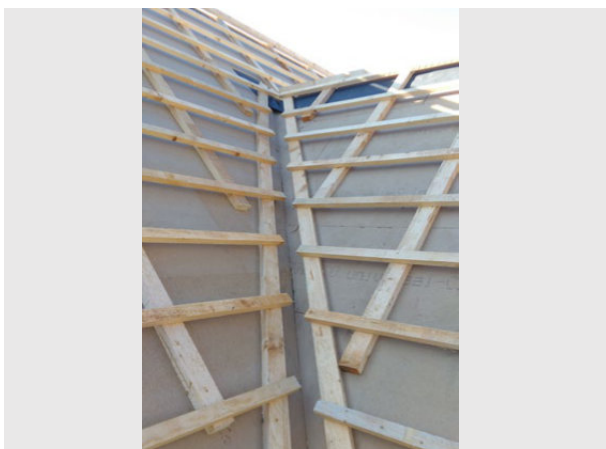
W przytoczonych obszarach połączenie płyt na profil pióro-wpust jest niemożliwe. W celu zapewnienia szczelności na przenikanie wody i wiatru połączenie między płytami należy w takich przypadkach uszczelnić przy pomocy taśmy klejącej STEICOmultiprimer F.

Bezpośrednio przed przyklejeniem taśmy wzdłuż styków połączeń płyt obszar krawędzi każdej z płyt należy dokładnie zagruntować. Do gruntowania płyt STEICO służy systemowy grunt STEICOmultiprimer gwarantujący głęboką penetrację w strukturę włókien płyt. Gruntowana powierzchnia musi być wolna od brudu, pyłu czy tłustych plam. STEICOmultiprimer należy rozprowadzać równomiernie wzdłuż krawędzi płyt przy użyciu pędzla lub wałka. Czas utwardzenia masy gruntującej jest zależny od temperatury oraz wilgotności względnej powietrza (około 14 minut przy temperaturze 20°C i wilgotności powietrza

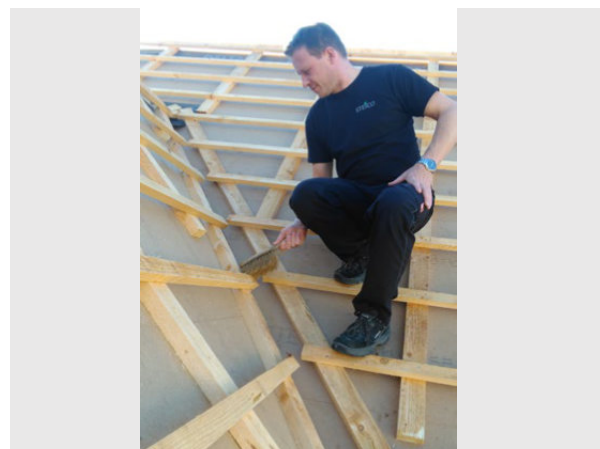
50%). Najprostszym sposobem na ustalenie, czy masa uległa dostatecznemu utwardzeniu jest kontrola wizualna: utwardzona masa powinna stać się transparentna. Po zagruntowaniu powierzchni krawędzi sąsiadujących płyt styk należy uszczelnić poprzez przyklejenie taśmy STEICOmultiprimer F. W przypadku połączeń płyt leżących w jednej płaszczyźnie wystarczające jest zastosowanie taśmy o szerokości 100 mm (po 50 mm na każdą krawędź płyty), natomiast w przypadku połączeń płyt pod kątem np. w kalenicy, w koszarach, przy obróbce komina uszczelnienie należy wykonać przy pomocy taśmy o szerokości 150 mm (po 75 mm na każdą krawędź płyty).



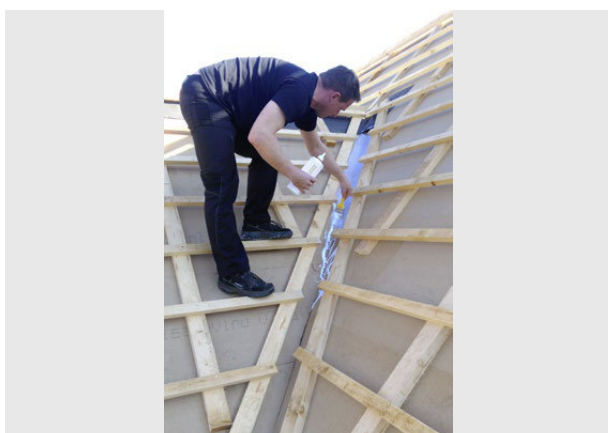
Rys. 206. Uszczelnienie spoin między płytami nakrokwiowymi STEICO.



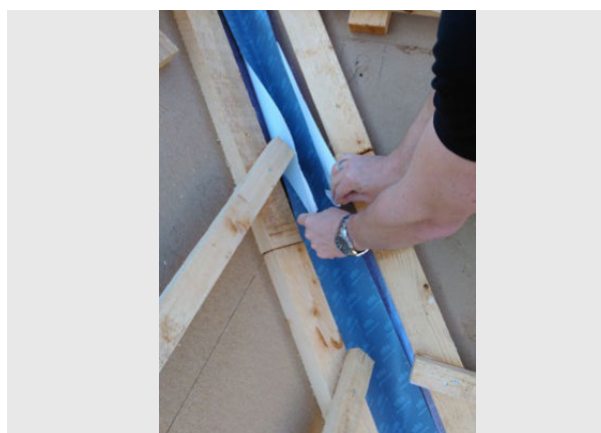
Połączenie płyt nakrokwiowych STEICO – styk tępyimi krawędzi.



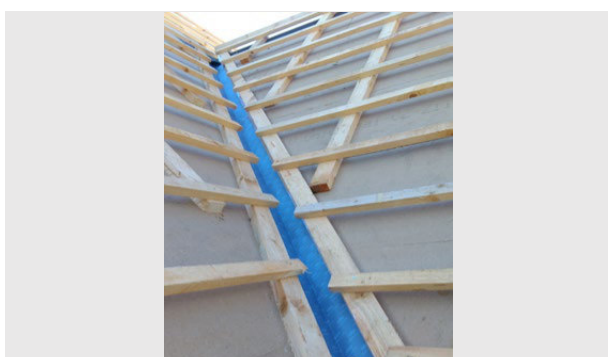
Oczyszczenie powierzchni płyt nakrokwiowych STEICO przed przystąpieniem do gruntowania.



Gruntowanie krawędzi płyt poprzez równomierne rozrowadzenie STEICOmulti primer – szerokość gruntowania 50–75 mm wzdłuż każdej krawędzi.



Uszczelnienie styku zagruntowanych płyt przy użyciu taśmy STEICOmulti tape F 150 mm z paskiem rozdzielczym.



Uszczelnienie styku zagruntowanych płyt przy użyciu taśmy STEICOmulti tape F 150 mm z paskiem rozdzielczym.



Wydajność STEICOmulti primer (1kg):
przy taśmie STEICOmulti tape F 100 mm – 35 mb,
przy taśmie STEICOmulti tape F 150 mm – 25 mb.

Jeżeli po połączeniu płyt nakrokwiowych STEICO na profil pióro-wpust, w obszarze styku wystąpią szczeliny, należy postępować według następujących zaleceń:

- szczeliny o szerokości do 3 mm nie wymagają dodatkowej obróbki;
- szczeliny o szerokości powyżej 3 mm należy uszczelnić taśmą klejącą STEICOmulti tape F 100 mm, zgodnie z powyższym opisem;

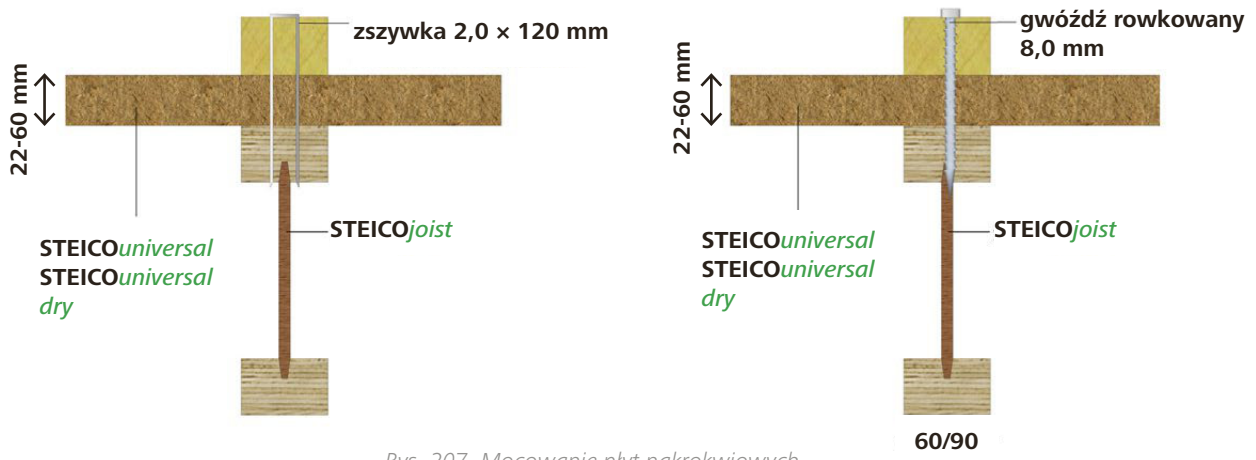
3.5.2.6. Łączniki

Profilowane płyty nakrokwiowe STEICO należy mocować do podłoża poprzez kontrały za pomocą szerokich zszywek ze stali nierdzewnej, cynkowanych gwoździ rowkowanych, gwoździowkrętów, wkrętów ciesielskich. Z uwagi na znacznie szybszy czas montażu (pistolety pneumatyczne) najczęściej stosowanym i bardziej ekonomicznym rozwiązaniem są zszywki mocujące oraz gwoździe rowkowane.

- jeżeli powierzchnia płyt STEICO zostanie zabezpieczona od zewnątrz membraną wysokoparoprzepuszczalną (np. STEICOmulti UDB), szczeliny nie wymagają dodatkowej obróbki.

Obróbka szczelin zgodnie z powyższymi zaleceniami zapewnia trwałą i bezpieczną powłokę konstrukcji dachu.

Wszystkie łączniki powinny posiadać dopuszczenie do stosowania w budownictwie i być wykonane przynajmniej ze stali ocynkowanej, aby zapobiec korozji.



Rys. 207. Mocowanie płyt nakrokwiowych STEICO do krokwi poprzez kontrłaty.

Mocowanie płyt nakrokwiowych STEICOuniversal/ universal dry w grubości 22–60 mm

Wymagana ilość łączników oraz rozstaw między nimi są zależne przede wszystkim od stopnia obciążenia dachu śniegiem, wiatrem, ciężarem własnym, kąta nachylenia połaci czy przekroju zastosowanej kontrłaty. Zgodnie z prawem budowlanym określenie typu i wymaganej liczby łączników należy do obowiązków konstruktora. Ułatwieniem w przeprowadzaniu obliczeń mogą być usługi serwisowe (np. programy obliczeniowe, formularze) oferowane przez producentów łączników (np. HECO, Fischer, B.pro, Würth, Reisse, ABC, Eurotec itd.).

Na potrzeby firmy STEICO firma ITW Befestigungssysteme GmbH opracowała tabele, w których podawane są dla najbardziej niekorzystnej sytuacji w odniesieniu do określonego obciążenia śniegiem i pokryciem dachowym:

- potrzebna ilość łączników (gwóździe/zszywki) na metr bieżący kontrłaty;
- maksymalny rozstaw między łącznikami.

W ramach tabel przyjęto obciążenie wiatrem na poziomie 1,1 kN/m², obciążenia śniegiem 0,85/1,00/1,5/2,5 oraz trzy warianty obciążenia ciężarem pokrycia dachowego: 0,30 / 0,55 / 0,90 kN/m². Jako łącznik podstawowy przyjęto gwóździe cynkowane oraz szerokie zszywki mocujące. Obliczenia odnoszą się do konstrukcji dachowych o rozstawie osiowym między krokiewi równym 750 mm oraz 1000 mm. Obliczenia dotyczą płyt w najczęściej stosowanych grubościach: 22, 24, 35, 52 i 60 mm. W przypadku odmiennych założeń wyjściowych należy wykonać dodatkowe obliczenia.

Grubość płyty [mm] 22/24	Rozstaw osiowy krokwi 750 mm ¹	Gwoździe rowkowane Haubold 3,1×90 (ocynk)					Zszywki Haubold SD 91090 / BS 29090				
		Kąt nachylenia dachu do 35°		35–55°			Kąt nachylenia dachu do 35°		35–55°		
Przekrój kontrłaty [mm] szer./wys.: 50/30		Obciążenie śniegiem s _k [kN/m ²]					Obciążenie śniegiem s _k [kN/m ²]				
				0,85	1,00	1,50	2,50	≤ 2,5	0,85	1,00	1,50
		Rozstaw między łącznikami [cm]					Rozstaw między łącznikami [cm]				
Pokrycie dachu 0,30 kN/m ²		20	20	20	15	20	15	15	15	10	15
Pokrycie dachu 0,55 kN/m ²		20	20	15	10	20	15	15	15	10	15
Pokrycie dachu 0,90 kN/m ²		15	15	15	10	10	15	15	10	10	10

Tabela 83. Zalecany rozstaw łączników dla płyt nakrokwiowych STEICO w grubościach 22-24 mm.

Grubość płyty [mm] 35	Rozstaw osiowy krokwi 1000 mm ¹	Gwoździe rowkowane Haubold 3,8×130 (ocynk)					Zszywki ³ długość 120 mm, średnica 2,0 mm				
		Kąt nachylenia dachu do 35°		35–55°			Kąt nachylenia dachu do 35°		35–55°		
Przekrój kontrłaty [mm] szer./wys.: 60/40 ²	Obciążenie śniegiem s _k [kN/m ²]					Obciążenie śniegiem s _k [kN/m ²]					
	0,85	1,00	1,50	2,50	≤ 2,5	0,85	1,00	1,50	2,50	≤ 2,5	
		Rozstaw między łącznikami [cm]					Rozstaw między łącznikami [cm]				
Pokrycie dachu 0,30 kN/m ²	25	20	20	15	15	10	10	10	5	10	
Pokrycie dachu 0,55 kN/m ²	25	20	15	10	15	10	10	5	5	10	
Pokrycie dachu 0,90 kN/m ²	15	15	15	10	10	5	5	5	5	5	

Tabela 84. Zalecany rozstaw łączników dla płyt nakrokwiowych STEICO o grubości 35 mm.

Grubość [mm] 52/60	Rozstaw osiowy krokwi 1000 mm ¹	Gwoździe rowkowane / gwoździowkręty Haubold 4,2×160 / 4,6×160					Gwoździe ⁴ 6×180				
		Kąt nachylenia dachu do 35°		35–55°			Kąt nachylenia dachu do 35°		35–55°		
Przekrój kontrłaty [mm] szer./wys.: 60/40	Obciążenie śniegiem s _k [kN/m ²]					Obciążenie śniegiem s _k [kN/m ²]					
	0,85	1,00	1,50	2,50	≤ 2,5	0,85	1,00	1,50	2,50	≤ 2,5	
		Rozstaw między łącznikami [cm]					Rozstaw między łącznikami [cm]				
Pokrycie dachu 0,30 kN/m ²	20	20	20	15	20	12	12	12	10	6	
Pokrycie dachu 0,55 kN/m ²	20	20	20	10	10	12	12	12	5	6	
Pokrycie dachu 0,90 kN/m ²	20	20	15	10	10	12	12	10	5	6	

Tabela 85. Zalecany rozstaw łączników dla płyt nakrokwiowych STEICO o grubościach 52-60 mm.

¹⁾ W przypadku izolacji termicznej w formie mat / nie dotyczy termoizolacji wdmuchiwanej

²⁾ Kontrłaty o przekroju 50/30 mm mogą być mocowane przy pomocy szerokich zszywek 2,0 × 100 mm

³⁾ Mocowanie przy pomocy zszywek w przypadku krokwi z belek dwuteowych STEICOjoist

⁴⁾ Przy zastosowaniu kontrłat o przekroju 60/40 mm mocowanych przy użyciu gwoździ 6 × 180 mm należy wykonać wstępne nawiercenie o średnicy 5,4 mm.

Od czoła kontrłaty do pierwszego gwoźdźdza należy zachować odległość co najmniej 120 mm (w przypadku zszywki 70 mm). Podane przekroje kontrłat są wymiarami minimalnymi, w przypadku użycia kontrłat o większych przekrojach należy odpowiednio dopasować długości łączników.

Mocowanie płyt nakrokwiowych STEICO w grubości od 60 mm

W tabelach podawany jest rozstaw łączników dla połączeń dachowych o kącie nachylenia 30°, w zależności od obciążenia śniegiem oraz ciężaru własnego pokrycia dachowego, jak również grubości płyt nakrokwiowych. Poniższa tabela służy jako materiał pomocniczy przy sporządzaniu założeń kosztorysowych i nie zastępuje obliczeń statycznych.

Obliczenia statyczne powinny być wykonane przez uprawnionego projektanta. Łączniki zabezpieczające przed ssaniem wiatru należy obliczać oddzielnie. Wybrane łączniki muszą być dopuszczone do stosowania w budownictwie. Zależnie od wybranego rodzaju wkrętów rozstawy łączników można zwiększać do 30%, w zależności od kształtu łba wkręta, średnicy wkręta oraz długości zakotwienia.

Maksymalny rozstaw osiowy krokwi dla płyt termoizolacyjnych STEICO o grubości od 60 mm wynosi 1250 mm. W ramach tabel przyjęto obciążenie śniegiem na poziomie 0,75 / 1,00 / 2,0 kN/m², obciążenie ciężarem pokrycia dachowego: 0,60 kN/m². Jako łącznik podstawowy przyjęto wkręty ciesielskie o średnicy 8 mm, wkręty ciesielskie z łbem talerzykowym o średnicy 6 mm (cynkowane) oraz szerokie zszywki mocujące. Obliczenia odnoszą się do konstrukcji dachowych o rozstawie osiowym między krokwiemi wynoszącym maksymalnie 850 mm lub 1000 mm. Obliczenia dotyczą płyt w grubościach: 60, 80, 100, 120, 140, 160 mm.

STEICOspecial / STEICOspecial dry / STEICOuniversal dry / STEICOduo / STEICOduo dry w grubościach 60 do 160 mm

Grubość płyty [mm]	Minimalny rozmiar wkrętów	Rozstaw między krokwiemi ≤ 1000 mm ¹		Rozstaw między krokwiemi ≤ 850 mm ¹	
		Maksymalny rozstaw między wkrętami [cm]		Maksymalny rozstaw między wkrętami [cm]	
60	8×180				
80	8×200				
100	8×220				
120	8×240				
140	8×260				
160	8×280				
Przekrój kontrłaty [mm] ² szer./wys.: 80/40		Obciążenie śniegiem [kN/m ²]		Obciążenie śniegiem [kN/m ²]	
		0,75	1,00	0,75	1,00
Pokrycie dachu 0,60 kN/m ²		60	50	70	60

Tabela 84. Zalecany rozstaw wkrętów ciesielskich 8 mm dla płyt nakrokwiowych STEICO o grubościach 60-160 mm.

STEICOspecial / STEICOspecial dry / STEICOuniversal dry / STEICOduo / STEICOduo dry w grubościach od 60 do 160 mm

Grubość płyty [mm]	Minimalny rozmiar wkrętów	Rozstaw między krokiewiami \leq 1000 mm ¹			Rozstaw między krokiewiami \leq 850 mm ¹		
		Maksymalny rozstaw między wkrętami [cm]			Maksymalny rozstaw między wkrętami [cm]		
60	6×180						
80	6×200						
100	6×220						
120	6×240						
140	6×260						
160	6×280						
Przekrój kontrłaty [mm] ² szer./wys.: 60/40		Obciążenie śniegiem [kN/m ²]			Obciążenie śniegiem [kN/m ²]		
		0,75	1,00	2,00	0,75	1,00	2,00
Pokrycie dachu 0,60 kN/m ²		55	50	40	70	65	55

Tabela 85. Zalecany rozstaw wkrętów ciesielskich z łbem talerzykowym 6 mm dla płyt nakrokwiowych STEICO w grubościach 60-160 mm.

¹⁾ W przypadku izolacji termicznej w formie mat / nie dotyczy termoizolacji wdmuchiwanej.

²⁾ W zależności od zaleceń producenta łączników.

Od czoła kontrłaty do pierwszego łącznika należy zachować odległość co najmniej 200 mm ($25 \cdot$ średnica łącznika). Wkręty są z reguły wkręcane pod kątem 67° względem osi krokwi. Należy się kierować dokładnymi wytycznymi zawartymi w aprobach technicznych i analogicznych dokumentach poszczególnych producentów łączników.

3.5.2.7. Montaż pokrycia dachowego

Płyty nakrokwiowe STEICO należy wykańczać przy pomocy docelowego pokrycia dachowego dopuszczonego do stosowania w budownictwie (np. dachówka ceramiczna, blachodachówka, blachy na rąbek, płyty okładzinowe). Montaż pokrycia dachowego należy wykonać zgodnie z zaleceniami producenta. Niezależnie od zastosowanego typu pokrycia dachowego należy je mocować zawsze do płaszczyzny łąt/kontrłat, zapewniając tym samym przestrzeń wentylacyjną pomiędzy zewnętrzną powierzchnią płyty nakrokwiowej STEICO a wewnętrzną powierzchnią pokrycia dachu. Płyty STEICO są otwarte dyfuzyjnie, zatem dystans między pokryciem dachowym jest niezbędny w celu zapewnienia możliwości prawidłowego transferu

wilgoci poza dach. Mocowanie pokrycia dachowego bezpośrednio na powierzchni płyt STEICO, jak również wykańczanie płyt papą termozgrzewalną jest niedozwolone. Mocowanie pokrycia dachowego należy rozpocząć dopiero wówczas, gdy konstrukcja budynku zostanie należycie usztywniona i stężona.



Fot. Szreder A.C.

Przykładowy dach STEICO – wykończenie pokryciem z blachy .



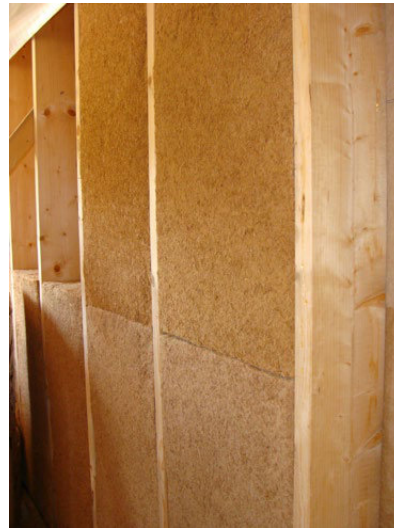
Fot. Hebeidom

Przykładowy dach STEICO – wykończenie pokryciem z dachówki ceramicznej.

3.6. Termoizolacja przestrzeni między elementami nośnymi

System budowlany STEICO oferuje trzy sprawdzone rozwiązania do termoizolacji pustych wewnętrznych przestrzeni między elementami konstrukcyjnymi (między słupkami ściennymi, belkami stropowymi, krokwiemi czy jętkami):

- sprężyste maty termoizolacyjne z włókien drzewnych STEICOflex 036/flex 038 do tradycyjnej, manualnej aplikacji;
- luźne włókna drzewne STEICOzell do aplikacji agregatem;
- luźne włókna celulozowe STEICOfloc do aplikacji agregatem.

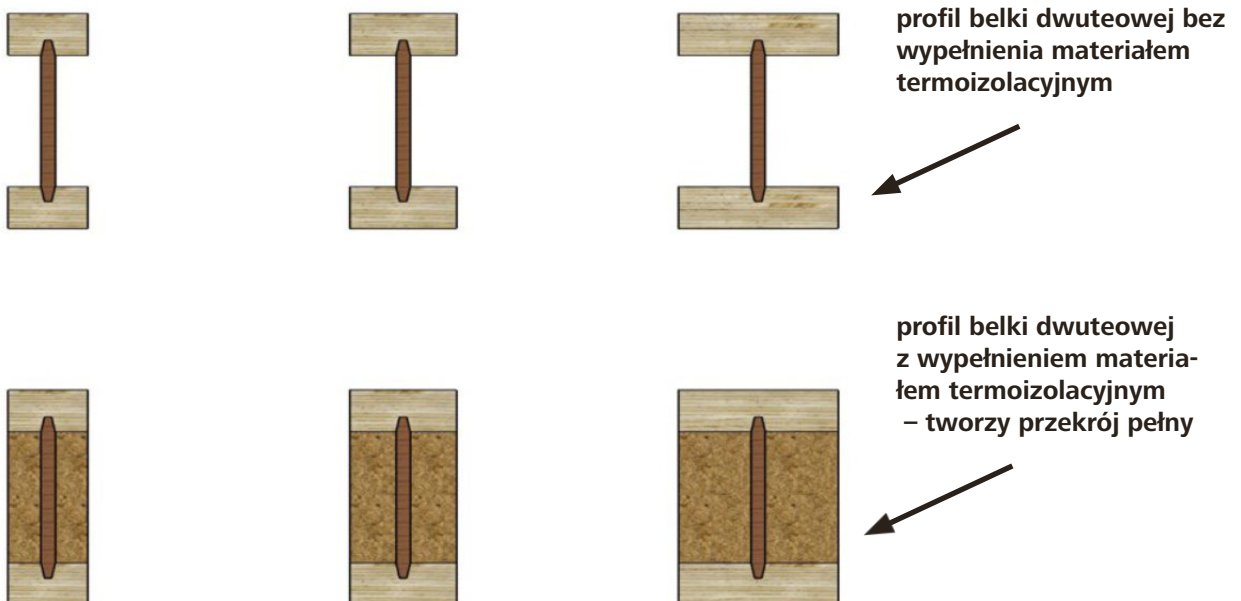


3.6.1. Wypełnienie profilu belki dwuteowej materiałem termoizolacyjnym

292

Belki dwuteowe STEICO charakteryzują się specyficznym, smukłym przekrojem, który powoduje istotną redukcję liniowych mostków termicznych w porównaniu do tradycyjnego drewna litego. Przed przystąpieniem do wypełniania pustych przestrzeni między belkami dwuteowymi

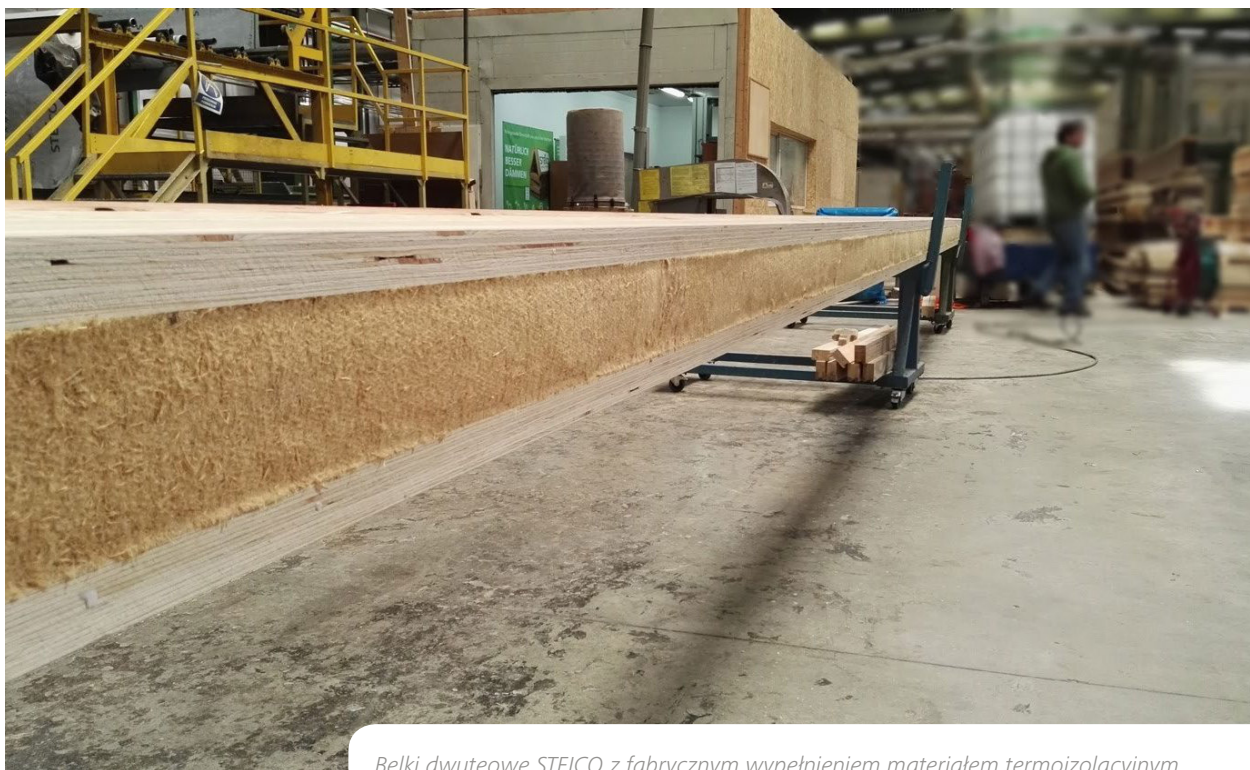
przy użyciu mat termoizolacyjnych profile belek należy wypełnić paskami materiału termoizolacyjnego. Wypełniony profil maksymalizuje izolacyjność cieplną elementów konstrukcyjnych oraz ułatwia późniejszą aplikację mat termoizolacyjnych w gotowej przegrodzie.



Rys. 208. Wypełnienie profilu belki dwuteowej materiałem termoizolacyjnym.

Belki dwuteowe STEICO mogą zostać dostarczone na plac budowy w formie już wypełnionej izolacją termiczną – wówczas cały proces montażu izolacji dwuteowników odbywa się w fabryce STEICO. Wyprofilowane paski z mat

STEICOflex są mocowane do środków belek dwuteowych przy użyciu kleju montażowego oraz zszywek. Taki profil nie wymaga dalszego wypełnienia po dotarciu na miejsce realizacji budynku.



Belki dwuteowe STEICO z fabrycznym wypełnieniem materiałem termoizolacyjnym.

Systemowe paski termoizolacyjne mogą zostać dostarczone również oddzielnie (luzem) – w opcji do samodzielnego montażu na placu budowy lub podczas prefabrykacji. W tym wariantcie paski zostają przycięte w fabryce STEICO na grubość i szerokość zgodną z zamawianym przekrojem belki dwuteowej i spakowane w folię ochronną. Samodzielny montaż termoizolacji dwuteowników należy rozpocząć po zmontowaniu konstrukcji (np. ściennej). Montaż polega na wciśnięciu pasków w profil belek dwuteowych. Ponieważ paski są

nieco szersze niż pusty profil belek, po osadzeniu ich w profilu przylegają ściśle do powierzchni środka i pasów belek, bez konieczności stosowania kleju montażowego czy zszywek. Gdy belki dwuteowe zostaną już wypełnione, można przystąpić do montażu mat termoizolacyjnych STEICOflex 036/flex 038. Po zainstalowaniu między elementami nośnymi, maty będą dodatkowo przyciskać powierzchnię pasków termoizolacyjnych do belek dwuteowych, uniemożliwiając ich przemieszczenie.

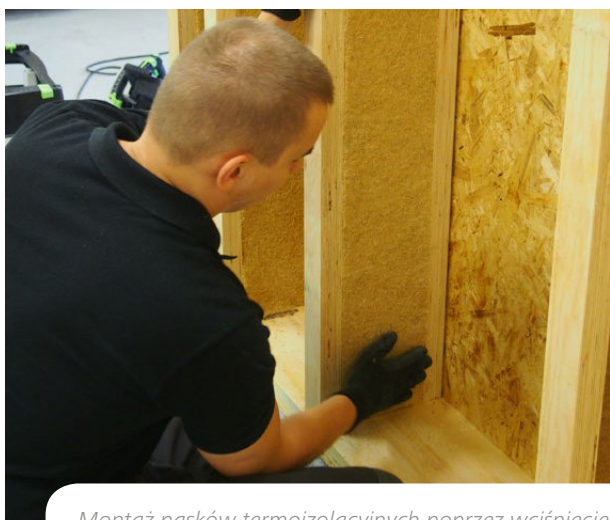
Wypełnienie belek dwuteowych systemowymi paskami termoizolacyjnymi bezpośrednio na placu budowy.



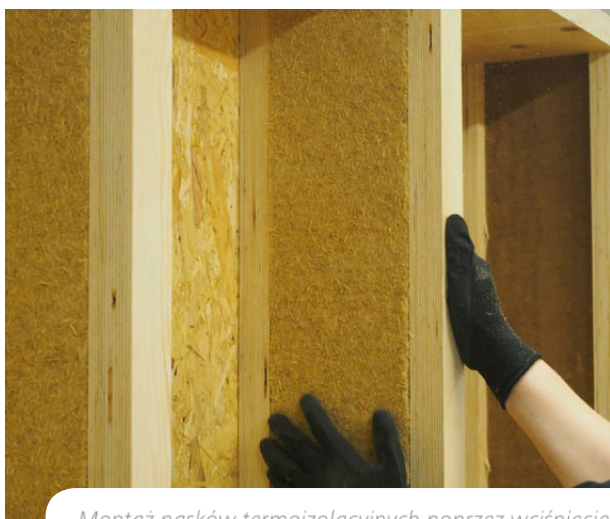
Systemowe paski do termoizolacji belek dwuteowych.



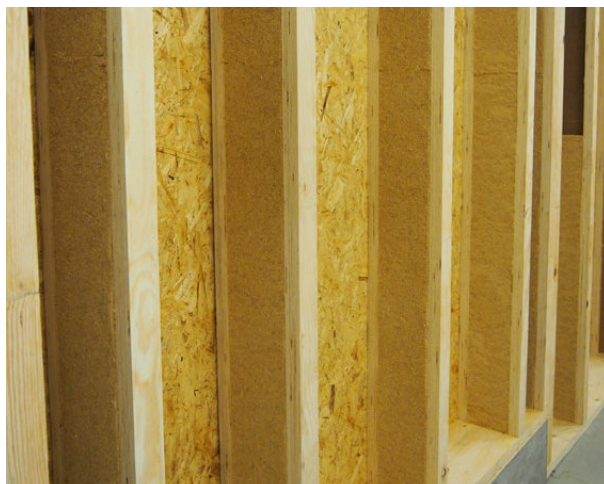
Łatwe przycięcie pasków termoizolacyjnych na wymaganą długość przy pomocy noża STEICO.



Montaż pasków termoizolacyjnych poprzez wciśnięcie manualne w profil belki dwuteowej.



Montaż pasków termoizolacyjnych poprzez wciśnięcie manualne w profil belki dwuteowej.



3.6.2. Montaż mat termoizolacyjnych STEICOflex 036 / flex 038

Sprężyste maty termoizolacyjne z włókien drzewnych STEICOflex 036/flex 038 należy aplikować zawsze w sposób ciągły, bez przerw w postaci szczelin między matami oraz przylegającymi elementami konstrukcyjnymi, co mogłoby skutkować wystąpieniem mostków cieplnych oraz akustycznych. W tym celu zaleca się układanie mat przynajmniej dwuwarstwowo, z zachowaniem naddatku, tzn.:

- w konstrukcjach zewnętrznych ścian, stropodachów, dachów zaleca się stosowanie przynajmniej dwóch rzędów mat układanych szczelnie jedna na drugą, z zachowaniem przesunięcia między połączeniami poziomymi wynoszącym ok. 40 cm. Przykład: słupki ściennne mają szerokość 240 mm, zamiast pojedynczej maty o grubości 240 mm przestrzeń między słupkami zaleca się wypełnić dwoma warstwami mat o grubości 120 mm;
- dodatkowo zaleca się ułożenie warstwy mat termoizolacyjnych od wewnątrz, prostopadle do pierwszej, głównej warstwy. Mowa tu o termoizolacji w tzw. przestrzeniach instalacyjnych, czyli między profilami rusztu pod montaż płyt wykończeniowych. Ruszt mocuje się najczęściej w poprzek krokwi, belek stropowych czy słupków ściennych, a następnie wypełnia warstwą mat o grubości 40 do 60 mm;
- maty należy przycinać na wymagany format z uwzględnieniem naddatku w stosunku do faktycznej szerokości i wysokości izolowanej przestrzeni. Zalecany naddatek wynosi 10 mm. Pozostawienie naddatku gwarantuje, że mata po zamontowaniu będzie szczelnie przylegała do powierzchni elementów nośnych, utrzymując się samodzielnie bez dodatkowego zabezpieczenia np. sznurkami;
- maksymalna wysokość izolowanej przegrody wynosi 3,5 m.

Standardowy format mat wynosi 1220 × 575 mm i jest dostosowany do europejskiego rozstawu osiowego między słupkami ściennymi 625 mm (zakładając, że grubość słupka to 60 mm, rozstaw wynosi 565 mm). Format umożliwia zatem umieszczenie maty dłuższym bokiem równoległe do słupków ściennych, bez konieczności przycinania wzdłuż krótszego boku, co zwiększa tempo prac wykonawczych oraz minimalizuje ilość ewentualnych odpadów. Maty termoizolacyjne STEICO w grubościach 40, 60 i 80 mm występują także w formacie 1200 × 625 mm. Format ten jest rekomendowany podczas wypełniania ścianek działowych, czyli w tzw. suchej zabudowie (również w przypadku profili metalowych CW/UW). W przypadku konstrukcji stropowych należy uwzględnić maksymalnie dopuszczalny rozstaw mat w zależności od ich grubości – z uwagi na ułożenie termoizolacji w poziomie.

Poniższa tabela wskazuje na dopuszczalne rozpiętości mat termoizolacyjnych STEICO, w zależności od grubości, w ułożeniu pomiędzy belkami stropowymi:

Grubość mat STEICOflex 036/ flex 038 [mm]	Maksymalna rozpiętość [mm]
40	450
50	475
60	500
80	550
100	600
120	650
140	700
160	750
180	800
200	850
220	850
240	850

Tabela 88. Maksymalna rozpiętość mat termoizolacyjnych STEICOflex w zależności od grubości - aplikacja mat między belkami stropowymi.

Obróbka mat powinna być wykonywana przy użyciu zalecanych narzędzi (więcej na str. 150–153) z zachowaniem wymaganych środków ostrożności. Duża sprężystość powoduje, że nawet fragmenty czy skrawki mat, powstałe po przycięciu oryginalnej maty do docelowego formatu, mogą zostać wykorzystane do wypełnienia pustych przestrzeni:

- jako wypełnienie drobnych szczelin powstałych podczas układania mat;
- jako wypełnienie większych (standardowych) przestrzeni między elementami nośnymi – poprzez dopasowanie i szczelne połączenie dwóch do trzech pozostałych fragmentów.

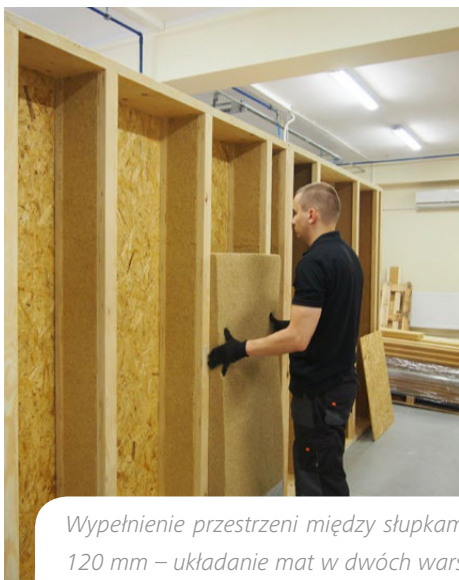
W rezultacie podczas prac wykonawczych ilość ewentualnych odpadów zostaje zredukowana do minimum.

Odczyn pH mat termoizolacyjnych z włókien drzewnych STEICOflex 036/flex 038 wynosi 5, co stanowi odczyn neutralny dla skóry człowieka (pH 3,5–5,5). Włókno drzewne nie podrażnia skóry, nie powoduje reakcji alergicznych ani dyskomfortu zarówno podczas prac wykonawczych, jak i w trakcie użytkowania.

Prawidłowy przebieg prac wykonawczych – montaż mat STEICOflex 038 na przykładzie ściany szkieletowej.



Usunięcie opakowania fabrycznego mat STEICOflex 038.



Wypełnienie przestrzeni między słupkami STEICOWall 60/240 mm przy pomocy mat STEICOflex 038 120 mm – układanie mat w dwóch warstwach.



Przycięcie mat STEICOflex 038 do odpowiedniego wymiaru przy użyciu STEICOisoflex cut combi.





Przycięcie mat STEICOflex 038 do odpowiedniego wymiaru przy użyciu STEICOisoflex cut combi.



Kontynuacja termoizolacji ściany przy użyciu dociętych fragmentów mat STEICOflex 038.



Kontynuacja termoizolacji ściany przy użyciu dociętych fragmentów mat STEICOflex 038.



Montaż drugiej warstwy mat STEICOflex 038 – z zachowaniem zakładu w stosunku do spoin między matami w warstwie pierwszej.





Montaż drugiej warstwy mat STEICOflex 038 – z zachowaniem zakładu w stosunku do spoin między matami w warstwie pierwszej.



Odmierzenie i przycięcie docelowego odcinka maty STEICOflex 038 z zachowaniem naddatku 10 mm.



Kontynuacja montażu drugiej warstwy mat STEICOflex 038.





Prawidłowo wykonana termoizolacja przestrzeni między słupkami STEICOWall.

Maty termoizolacyjne z włókien drzewnych nie mogą mieć bezpośredniego kontaktu z elementami, których temperatura powierzchniowa przekracza 100°C (np. wbudowane lampy sufitowe). Elementy o tak wysokiej temperaturze powierzchniowej należy umieścić w specjalnej osłonie.

3.6.3. Aplikacja granulatów termoizolacyjnych STEICOzell/STEICOfloc

Termoizolację pustych przestrzeni między elementami nośnymi można wykonać również przy użyciu luźnych włókien drzewnych lub celulozowych. W przeciwieństwie do powszechnie znanej metody manualnego montażu mat termoizolacyjnych, aplikacja luźnych granulatów (niezależnie od producenta oraz typu włókna) wymaga specjalistycznej wiedzy, odpowiedniego osprzętowania (agregatu do wdmuchiwania i akcesoriów) oraz wcześniejszego przygotowania szczelnej, usztywnionej przegrody.

Aplikacja granulatów polega na umieszczeniu sprasowanych fabrycznie włókien w komorze rozdrabniającej agregatu, a następnie na wdmuchaniu rozproszonych włókien do wnętrza docelowej przegrody budowlanej poprzez wąż transportujący. Poza termoizolacją zamkniętych przestrzeni metoda ta pozwala na tzw. otwarty nadmuch, czyli na ocieplenie przestrzeni otwartych o stosunkowo dużej powierzchni, np. otwarty strop na poddaszu nieużytkowym.



Włókno drzewne STEICOzell w opakowaniu fabrycznym.



Włókno celulozowe STEICOfloc w opakowaniu fabrycznym.



Umieszczenie sprasowanego granulatu STEICOzell w komorze rozdrabniającej agregatu do wdmuchiwania.

Aplikację granulatów STEICOzell oraz STEICOfloc należy wykonywać tylko przy użyciu agregatów o mocy oraz funkcji rozdrabniania dopasowanych do pracy z włóknem drzewnym i celulozowym*. Korzystanie z nieodpowiednich agregatów, często o niskiej mocy i jakości, skutkuje niedostatecznym rozdrobieniem włókna i uzyskaniem niedostatecznego zagęszczenia materiału. Przed przystąpieniem do prac wykonawczych z użyciem zalecanego agregatu należy uwzględnić następujące ogólne zalecenia dotyczące przygotowania placu budowy:

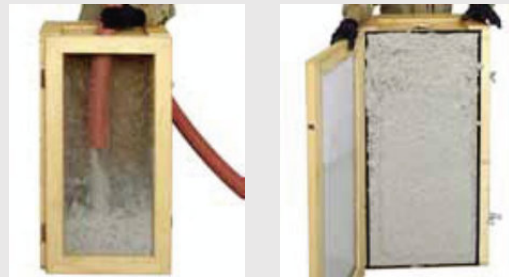
- zasilanie elektryczne w zależności od typu agregatu:
 - agregaty elektryczne zasilane prądem 400 V, 16 amperów, wtyczka Euro CEE, 5-pinowa z przewodem zerowym (zabezpieczona C16);
 - agregaty z prądnicami zasilane 220 V, zabezpieczenie przynajmniej 16 amperów (C16);
- przewody przyłączeniowe do maszyny i do zasilacza powinny posiadać kable o dużym przekroju (przynajmniej 2,5 mm²);
- należy unikać stosowania przewodów doprowadzających o długości powyżej 30 m. Bębny kablowe zaleca się rozwijać całkowicie;
- agregat powinien być podłączony pod swój własny obwód prądowy. Zbyt niska moc prądu prowadzić może do zakłóceń w pracy maszyny i utraty mocy;
- w płaszczyźnie wdmuchiwania nie powinny znajdować się wystające wkręty, zszywki lub gwoździe, gdyż mogą one spowodować uszkodzenie węża do wdmuchiwania, a ponadto utrudniają sam proces wdmuchiwania termoizolacji;
- wbudowane lampy/reflektory punktowe należy zabezpieczyć niepalnymi płytami lub osłonami. Przyłącza kominów należy wykonać zgodnie z obowiązującymi przepisami przeciwpożarowymi;
- zgodnie z przepisami BHP podczas prac przy wdmuchiowaniu termoizolacji zaleca się stosowanie przynajmniej maski przeciwpyłowej (P2) na twarzy. Dodatkowo należy stosować odpowiednią odzież ochronną.

* Informacje na temat agregatów wraz z dodatkowym wyposażeniem rekomendowanych pod kątem obróbki STEICOzell/STEICOfloc można uzyskać, kontaktując się bezpośrednio z firmą STEICO.

3.6.3.1. Prawidłowe zagęszczenie

Agregaty do wdmuchiwania termoizolacji są wyposażone w panel umożliwiający automatyczną lub manualną regulację stopnia zagęszczenia włókien. Regulacja odbywa się najczęściej poprzez określenie ilości materiału dostarczanego z agregatu do węża transportującego oraz ilości/ciśnienia powietrza wytwarzanego przez turbinę/turbiny. Przed przystąpieniem do właściwej aplikacji włókien należy przetestować kilka możliwych ustawień agregatu, po to, aby stwierdzić, czy dane ustawienie umożliwi uzyskanie zalecanego stopnia rozdrobnienia oraz zagęszczenia materiału termoizolacyjnego. Najłatwiejszą metodą kontroli gęstości objętościowej po wdmuchaniu izolacji jest przygotowanie skrzynki imitującej przegrodę budowlaną o kubaturze 0,1 m³. Wdmuchiwanie włókien do próbnej skrzynki pozwala na skontrolowanie poprawności pracy agregatu. Dodatkowo za pomocą manometru zaleca się skontrolować ciśnienie powietrza wytwarzanego przez turbinę. Skrzynkę należy zważyć przed wypełnieniem termoizolacją oraz zaraz po wypełnieniu. Znajomość kubatury izolowanej przestrzeni (0,1 m³) oraz masy wdmuchanego materiału pozwala na szybkie obliczenie uzyskanej gęstości zasypowej. Jeżeli prace izolacyjne wykonywane są na różnych wysokościach/kondygnacjach, procedurę należy przeprowadzić na każdej z nich z osobna, gdyż wraz z różnicą wysokości zmianie mogą ulec także warunki ciśnieniowe ustawień agregatu.

Zalecane gęstości objętościowe granulatów STEICO są zależne od rodzaju wdmuchiwanego włókna oraz od typu przegrody budowlanej. Podczas prac wykonawczych należy przestrzegać minimalnych wartości zagęszczenia podanych w tabelach 89 i 90.



Przykładowa skrzynka do kontrolnej aplikacji granulatów STEICOzell/STEICOfloc.

Grubość termoizolacji	do 16 cm	17-22 cm	23-28 cm	29-34 cm	35-40 cm
Nadmuch otwarty - strop	30,00	32,00	34,00	34,00	34,00
Ślepy pułap					
Strop międzypiętrowy					
Strop najwyższej kondygnacji	38,00	40,00	43,00	44,00	48,00
Dach z pochylem do 20°					
Dach z pochylem 20° do 60°	43,00	45,00	47,00	49,00	51,00
Dach z pochylem ponad 60°	47,00	50,00	52,00	55,00	57,00
Ściany					

Tabela 89. Minimalna gęstość objętościowa STEICOfloc [kg/m³] zgodnie z europejską oceną techniczną ETA-16/0141.

Zalecenia dodatkowe:

- w przypadku prefabrykowanych elementów (np. panele ściennie), które będą transportowane na plac budowy, do podanych wartości minimalnych należy dodać 5 kg/m³;
- w przypadku otwartego nadmuchu na stropie należy wykonać warstwę termoizolacyjną o 15% grubszą niż zakładana (tolerancja osiadania termoizolacji przy otwartym nasypie);
- włókno należy rozprowadzać równomiernie w całej płaszczyźnie przegrody.

Grubość termoizolacji	do 16 cm	17-22 cm	23-28 cm	29-34 cm	35-40 cm
Nadmuch otwarty - strop	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00
Ślepy pułap					
Strop międzypiętrowy					
Strop najwyższej kondygnacji	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00
Dach z pochyleniem do 20°					
Dach z pochyleniem 20° do 60°	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00
Dach z pochyleniem ponad 60°					
Ściany	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00

Tabela 90. Minimalna gęstość objętościowa STEICOzell [kg/m³] zgodnie z europejską oceną techniczną ETA-12/0011.

Zalecenia dodatkowe:

- w przypadku prefabrykowanych elementów (np. panele ściennie), które będą transportowane na plac budowy, do podanych wartości minimalnych należy dodać 7 kg/m³;
- w przypadku otwartego nadmuchu na stropie nie jest wymagane wykonanie grubszej warstwy termoizolacyjnej niż zakładana;
- włókno należy rozprowadzać równomiernie w całej płaszczyźnie przegrody.

3.6.3.2. Przygotowanie przegród

Przegrody budowlane przeznaczone do wypełnienia luznymi włóknami należy wykonać zgodnie z następującymi zaleceniami:

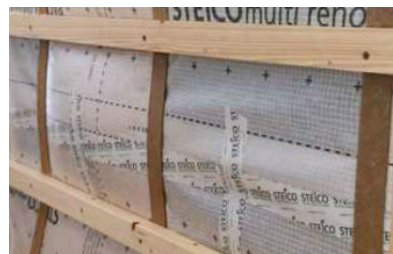
- w przypadku STEICO**floc** maksymalna wysokość pustej przestrzeni pomiędzy elementami nośnymi nie może przekraczać 3,0 m; przy STEICO**zell** maksymalna wysokość wynosi natomiast 3,5 m. Jeżeli pustka jest wyższa, wewnętrzną przestrzeń należy rozdzielić przy pomocy przewiązek;

- maksymalna szerokość wypełnianej pustki wynosi 850 mm. W przypadku szerszych przestrzeni aplikację należy wykonać przy użyciu „igły do wdmuchiwania”;
- wypełniane puste przestrzenie muszą być zawsze szczelnie od siebie oddzielone;
- hermetyczne wnęki należy wypełniać przy użyciu lanc lub dysz z odpowietrznikami;

- puste przestrzenie o powierzchni mniejszej niż 0,25 m² należy wypełnić przy pomocy mat termoizolacyjnych STEICOflex 036/flex 038 – jeszcze przed zamknięciem przegrody;
- puste przestrzenie o szerokości i/lub grubości mniejszej niż 10 cm należy wypełnić przy pomocy mat termoizolacyjnych STEICOflex 036/flex 038 – jeszcze przed zamknięciem przegrody;
- powstałe szczeliny lub rysy nie mogą być szersze niż 1 cm. Większe szczeliny można wypełnić za pomocą STEICOflex 036/flex 038;
- jeżeli przegroda jest zamknięta od wewnątrz membraną paroizolacyjną, rozstaw między łatami rusztu pod płyty wykończeniowe (w poprzek belek) nie powinien być większy niż 42 cm – w przeciwnym razie może dojść do zbyt dużego wybrzuszenia membrany. W przypadku termoizolacji wdmuchiwaną należy używać wyłącznie wysokiej jakości membrany o wzmocnionych włóknach (np. produkty STEICOm^{ulti}) – stosowanie folii PE jest niedopuszczalne;
- membrany paroizolacyjne należy mocować do elementów nośnych przy użyciu zszywek o rozstawie nieprzekraczającym 10 cm. Alternatywnie membranę można przymocować wzdłuż słupków ściennych czy krokwi poprzez usztywniające paski z płyty twardej pilśniowej STEICO. Są one dostępne w systemie STEICO w następujących wymiarach: 2,8 mm grubości, 50 mm szerokości oraz 1200 mm długości;
- w przypadku montażu membrany poprzecznie w stosunku do elementów nośnych, sklejone połączenia arkuszy na zakład należy wzmocnić dodatkowo w środkowej części pola przy użyciu poprzecznych fragmentów taśmy STEICOm^{ulti} tape.

Alternatywnie w celu mechanicznego zabezpieczenia wzdłuż miejsca sklejania membrany można zamocować dodatkową łatę drewnianą;

- prace tynkarskie (również szpachlowanie) należy rozpocząć dopiero po całkowitym wypełnieniu pustych wewnętrznych przestrzeni. W przeciwnym wypadku może dojść do późniejszych odkształceń i pęknięć w warstwie tynku;
- minimalna grubość zewnętrznej płyty termoizolacyjnej STEICO – w połączeniu z termoizolacją wdmuchiwaną – wynosi 35 mm. Połączenia pionowe między płytami powinny być przesunięte względem siebie minimalnie o 250 mm;
- płyty gipsowe lub cementowe należy mocować do konstrukcji dopiero po całkowitym wypełnieniu pustych przestrzeni. W przeciwnym razie może dojść do pęknięć w strukturze płyt. W przypadku gdy płyta, np. gipsowo-włóknowa, jest jednak mocowana bezpośrednio do elementów konstrukcyjnych (na membranę paroizolacyjną bez łat wzmocniających), wówczas podczas wdmuchiwania termoizolacji należy zabezpieczyć płyty przed możliwością pęknięć poprzez zamocowanie łat tymczasowych;
- materiał, który upadnie na posadzkę nie powinien być stosowany ponownie, gdyż do maszyny dostać mogą się zanieczyszczenia (gwoździe, kamienie itd.) powodując uszkodzenia ramion rozdrabniacza czy struktury zaworu obrotowego.



Wzmocnienie sklejonych arkuszy membrany STEICOm^{ulti} membra 5 przy pomocy taśmy STEICOm^{ulti} tape P.



Montaż systemowych pasków usztywniających z płyty twardej pilśniowej.



3.6.3.3. Wykonanie otworów do aplikacji granulatów

Otwory służące do aplikacji granulatów STEICO mogą zostać wykonane zarówno po zewnętrznej stronie przegrody (w płytach termoizolacyjnych STEICO), jak i w wewnętrznych płytach konstrukcyjnych (np. OSB/3) lub w warstwie membrany paroizolacyjnej. W przypadku elementów prefabrykowanych wypełnianych w pozycji poziomej (np. panele ściennie ułożone jeden na drugim na płasko, wypełnianie przy użyciu lancy) otwory można wykonać rów-

nież w podwalinach lub oczepach. Otwory wykonywane w płaszczyźnie konstrukcyjnej budynku powinny być skonsultowane z projektantem, gdyż mogą osłabić przekrój elementów nośnych.



Aplikacja granulatów STEICO poprzez otwory w membranie paroizolacyjnej STEICOmulti membra 5.

Otwory do wdmuchiwania termoizolacji w płytach poszyciowych należy wykonywać przy użyciu otwornicy do drewna o średnicy między 104 mm a 120 mm. Otwory w podwalinie/oczepie mają najczęściej średnicę 85 mm. W przypadku wypełniania pustych przestrzeni w stropach odległość pierwszego otworu od ściany powinna wynosić przynajmniej 30 cm.

304



Aplikacja granulatów STEICO poprzez otwory w płytach fasadowych STEICOprotect.



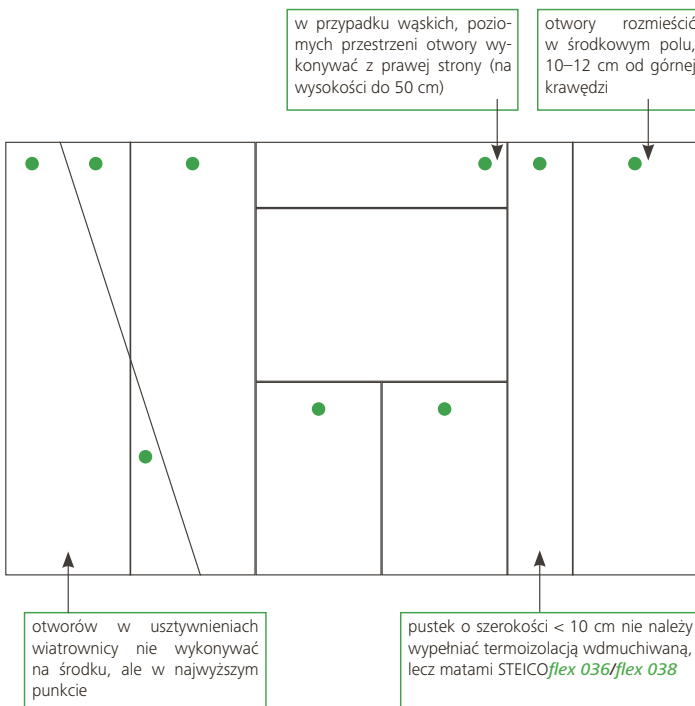
Aplikacja granulatów STEICO przy użyciu lancy, poprzez otwory w podwalinach/oczepach.



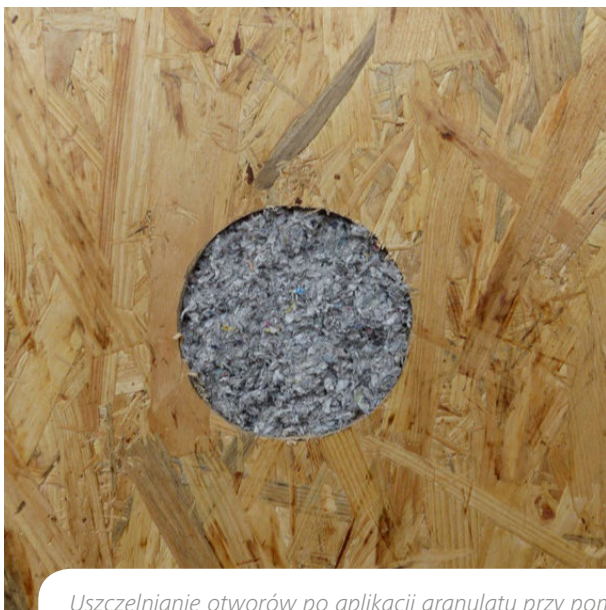
Wykonywanie otworów w płycie konstrukcyjnej OSB/3 przy użyciu otwornicy do drewna.



Wykonywanie otworów w płycie termoizolacyjnej STEICO przy użyciu otwornicy do drewna.



Rys. 209. Rozmieszczenie otworów do aplikacji granulatów.



Uszczelnianie otworów po aplikacji granulatu przy pomocy plastrów STEICOmulti tape P.



Uszczelnianie otworów po aplikacji granulatu przy pomocy plastrów STEICOmulti tape P.



Systemowe zatyczki STEICO do uszczelniania otworów po aplikacji termoizolacji sypkiej.

Po wypełnieniu pustych przestrzeni wszystkie otwory należy starannie uszczelnić. Do uszczelniania otworów po wewnętrznej stronie przegród (płyty usztywniające, membrany paroizolacyjne) służą systemowe plastry STEICO**multi tape P**. Plastry można przyklejać bezpośrednio do płyt usztywniających bez konieczności wcześniejszego ich gruntowania.

Do uszczelniania otworów w zewnętrznych płytach termoizolacyjnych STEICO służą systemowe zatyczki z włókien drzewnych o standardowej grubości 35 mm i o średnicy 104/106 mm lub 120/122 mm. Obwód wewnętrznej strony zatyczki przed umieszczeniem w otworze płyty termoizolacyjnej STEICO należy pokryć ścieżką masy STEICO**multi fill**. Szczelina między krawędzią zatyczki a otworem – po umieszczeniu zatyczki w płycie – również powinna zostać wypełniona masą STEICO**multi fill**. Nad-

miar masy należy równomiernie rozprowadzić w obszarze połączenia, po wyschnięciu w razie konieczności przeszli-fować.



Uszczelnianie otworów po aplikacji granulatu przy pomocy systemowych zatyczek STEICO oraz masy klejąco-uszczelniającej STEICOmulti fill.



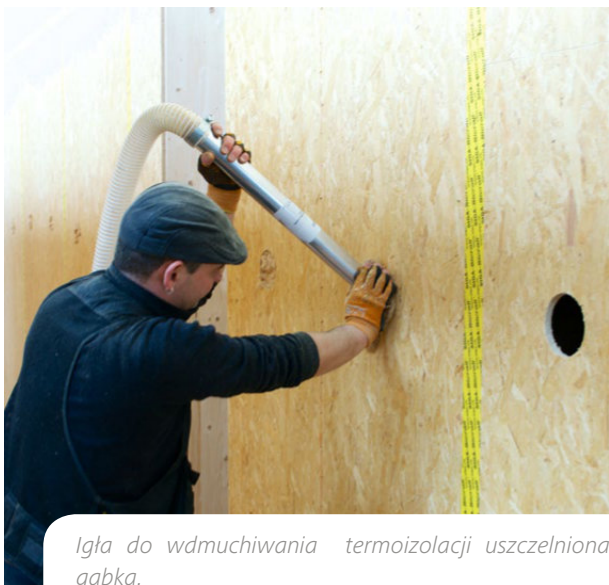
Uszczelnianie otworów po aplikacji granulatu przy pomocy zatyczek STEICO oraz masy klejąco-uszczelniającej STEICOmulti fill.

3.6.3.4. Aplikacja granulatów STEICO przy użyciu igły do wdmuchiwania

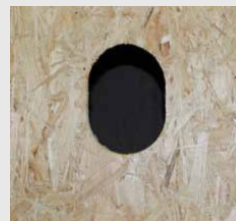
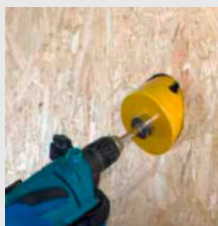
Jednym z najskuteczniejszych sposobów na aplikację luźnych włókien drzewnych do wnętrza przegród budowlanych jest tzw. igła do wdmuchiwania. Igła ma formę wygiętej rury z ostrym zakończeniem, które umożliwia łatwe przebicie membrany paroizolacyjnej. W momencie przebicia membrana otacza ściśle powierzchnię igły, blokując wydostawanie się rozproszonych włókien na zewnątrz podczas wypełniania przegrody. Jeżeli igła jest stosowana do otworów w płytach drewnopochodnych, zaleca się dodatkowe uszczelnienie otworu przy użyciu gąbki. W celu ułatwienia pola manewru dodatkowo zaleca się, aby otwory wykonywane w twardych płytach drewnopochodnych (np. OSB/3) miały kształt podłużny.

Zastosowanie końcówki do węża transportujących włókno w postaci igły do wdmuchiwania umożliwia wypełnienie nawet bardzo szerokich pustych przestrzeni (o szerokości większej niż 85 cm). Prawidłowe zastosowanie igły pozwala na uzyskanie stosunkowo dużego zagęszczenia termoizolacji sypkiej, nawet przy bardzo grubej warstwie, co jest istotne w procesie prefabrykacji. Igłę stosuje się także w celu dodatkowego zagęszczenia pustek, gdzie gęstość objętościowa nadmuchanego materiału jest niedostateczna.

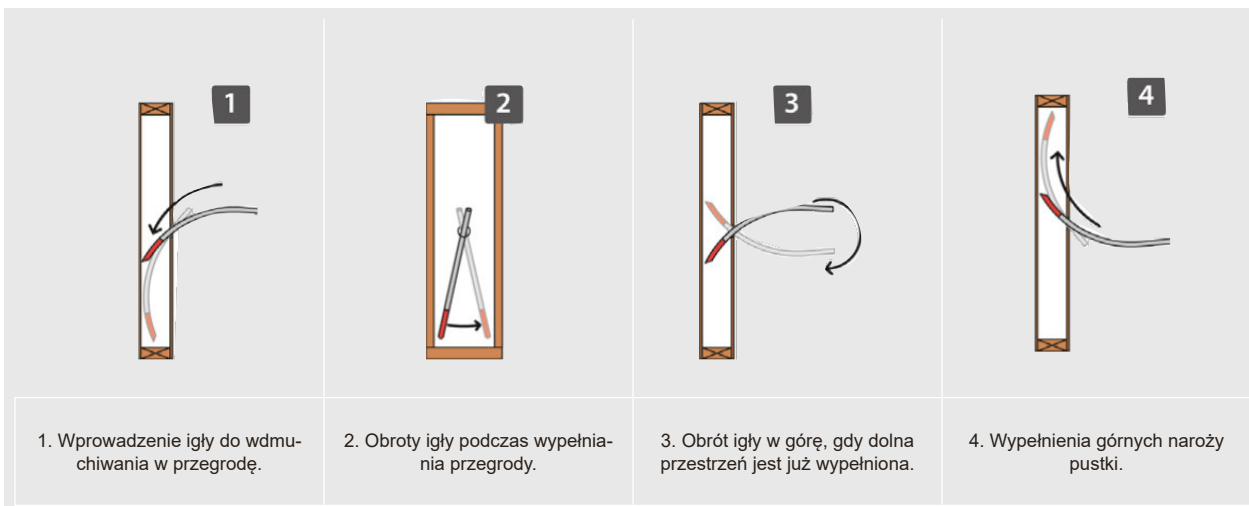




Igła do wdmuchiwania termoizolacji uszczelniona gąbką.



Przykładowy otwór podłużny pod igłę do wdmuchiwania termoizolacji wykonany w płycie OSB/3.



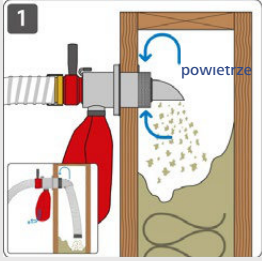
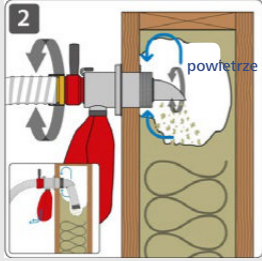
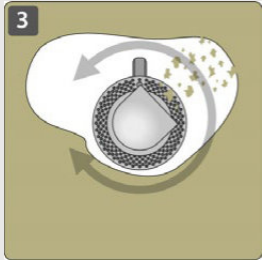
Rys. 210. Aplikacja granulatów do wnętrza przegrody budowlanej przy użyciu igły do wdmuchiwania.

3.6.3.5. Aplikacja granulatów STEICO przy użyciu obrotowych dysz wentylowanych

W przypadku bardzo szczelnych (hermetycznych) konstrukcji aplikację luźnych włókien zaleca się wykonywać przy pomocy obrotowych dysz wentylowanych. Odpowietrzenie dysz zapewnia odprowadzenie nadmiaru powietrza (wraz z pyłem), chroniąc poszycie konstrukcji przed ewentualnym uszkodzeniem w wyniku zbyt wysokiego ciśnienia. Nadmiar powietrza z pyłem jest odprowadzany do worka przymocowanego do wylotu dyszy lub poprzez wąż transportujący do specjalnego pojemnika na odpady. Za pomocą obrotowych dysz wentylowanych można wypełniać włóknem STEICO*floc* lub STEICO*zell* pustki o wysokości do 150 cm. Wyższe przestrzenie należy rozdzielić

przy użyciu przewiązek.

Aplikacja celulozy przy użyciu wentylowanych dysz obrotowych wymaga od pracownika dużego doświadczenia (prawidłowe ustawienie maszyny). Jednolite wypełnianie pustek często zależy od właściwości powierzchni poszycia przegrody, dlatego przed przystąpieniem do prac wykonawczych zaleca się wcześniejsze przetestowanie pracy agregatu i dyszy na ścianie wzorcowej. Ważne jest, aby obsługujący dyszę znał przeszkody znajdujące się w wypełnianej pustce.

	<p>Wentylowana dysza obrotowa wkładana jest do wcześniej wykonanego, dopasowanego otworu przygotowanego za pomocą otworownicy do drewna. Następnie do wnętrza przegrody podawany jest materiał termoizolacyjny...</p>
	<p>...gdy materiał termoizolacyjny wypełni pustkę do poziomu dyszy, agregat zacznie emitować specyficzny, narastający dźwięk...</p>
	<p>...w tym momencie należy obrócić wylot dyszy w kierunku górnych narożników pustki, aby zapewnić optymalne zagęszczenie materiału w ich obszarze.</p>

Rys. 211. Aplikacja granulatów do wnętrza przegrody budowlanej przy użyciu obrotowej dyszy wentylowanej.

3.6.3.6. Nadmuch otwarty – termoizolacja poddaszy nieużytkowych

Nadmuch otwarty granulatów STEICO stanowi ekonomiczną formę termoizolacji poddaszy nieużytkowych, przede wszystkim w przypadku dachów wykonanych w technologii kratownicy prefabrykowanej. Podczas prac wykonawczych należy przestrzegać następujących zaleceń:

- izolowana powierzchnia musi być oczyszczona i pusta;
- ewentualne otwory między krokwiami i murem należy uszczelnić za pomocą taśm klejących lub membrany paroizolacyjnej, po to, by wdmuchiwany materiał nie mógł wydostać się na zewnątrz;
- szyby wentylacyjne należy zabezpieczyć przed możliwością przedostania się wdmuchiwanego materiału do ich wnętrza;

- wbudowane lampy/reflektory punktowe należy zabezpieczyć niepalnymi płytami lub osłonami;
- termoizolację należy zabezpieczyć przed zbyt silnym oddziaływaniem wiatru, przeciągami na poddaszu (szczelna powłoka wiatroizolacyjna dachu);
- po zaizolowaniu otwartej przestrzeni zewnętrzną powierzchnię STEICO*floc* zaleca się spryskać niewielką ilością wody. Po wyschnięciu tworzy się powierzchnia podobna do struktury kartonu, zapobiegająca wzniecaniu włókien. W przypadku STEICO*zell* nie jest wymagana dalsza obróbka powierzchni zewnętrznej.



Termoizolacja poddasza nieużytkowego za pomocą granulatu STEICOzell.

3.7. Uszczelnienie konstrukcji drewnianych

Prawidłowe uszczelnienie zewnętrznych przegród budynku stanowi bardzo istotny aspekt budownictwa drewnianego. Błędy wykonawcze w warstwie uszczelniającej prowadzą przeważnie do postępujących szkód budowlanych, których usunięcie już po kilku latach użytkowania budynku może wiązać się z dodatkowymi nakładami finansowymi oraz koniecznością częściowej rozbiórki konstrukcji. Należy również jasno podkreślić, że nieszczelny budynek nie spełnia podstawowych kryteriów budownictwa energooszczędnego, nie jest zatem w stanie zapewnić użyt-

kownikom wymaganego komfortu cieplnego. Choć zasady wykonywania powłoki uszczelniającej budynek są powszechnie dostępne, znane i raczej łatwe do opanowania, zagadnienie to wydaje się być jeszcze bagatelizowane przez stosunkowo dużą część osób zajmujących się ogólnie branżą budowlaną. W bieżącym rozdziale opisano najważniejsze zalecenia wykonawcze dla systemu uszczelniającego STEICO*multi*, których przestrzeganie umożliwi zaprojektowanie i wykonanie trwałych, bezpiecznych konstrukcji drewnianych.



3.7.1. System uszczelniający STEICOm^{ulti}






312

System uszczelniający STEICOm^{ulti} to kompleksowe, profesjonalne rozwiązania wiatro- i paroizolacyjne do zastosowań zewnętrznych oraz wewnętrznych w budownictwie. W skład systemu wchodzi jedynie starannie wyselekcjonowane produkty, cechujące się najwyższą jakością oraz trwałością, wykonane z materiałów przyjaznych dla środowiska i człowieka: membrany opóźniające przepływ pary

wodnej, membrana wysokoparoprzepuszczalna, taśmy klejąco-uszczelniające, grunt do powierzchni porowatych, masy klejąco-uszczelniające itd. Każdy z produktów STEICOm^{ulti} jest przypisany do określonego obszaru zastosowania w nowoczesnych konstrukcjach drewnianych, zgodnie z tabelą 89.

System uszczelniający STEICOm^{ulti} – zakres zastosowania w konstrukcjach drewnianych

Produkt	Dane techniczne	Zakres zastosowania
Zastosowania wewnętrzne		
Membrana paroizolacyjna STEICOm ^{ulti} <i>membra 5</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - wartość s_d: 5 m - trójwarstwowa włóknina na bazie folii PP wzmocniona siatką - format: 1,5 m × 50 m (75 m²/rolka) / 3,0 m × 50 m (150 m²/rolka) - gramatura: 130 g/m² - waga rolki: 10 kg / 20 kg - wytrzymałość na rozciąganie wzdłuż/w poprzek: 350/350 [N/5 cm] - wytrzymałość na dalsze rozrywanie wzdłuż/w poprzek: 270/270 [N] - możliwość stosowania z termoizolacją wdmuchowaną - odporność na temperaturę: od -40°C do +80°C 	<ul style="list-style-type: none"> - opóźniacz dla przenikania pary wodnej/ warstwa uszczelniająca w konstrukcjach ścian, stropów i dachów otwartych na dyfuzję pary wodnej

Produkt	Dane techniczne	Zakres zastosowania
Zastosowania wewnętrzne		
<p>Membrana paroizolacyjna o aktywnym oporze dyfuzyjnym STEICO<i>multi renova</i></p> 	<ul style="list-style-type: none"> - wartość s_d: 0,25 do 25 m - trójwarstwowa włóknina na bazie folii PP wzmocniona siatką - format: 1,5 m × 50 m (75m²/rolka) / 3,0 m × 50 m (150 m²/rolka) - gramatura: 110 g/m² - waga rolki: 10 kg / 20 kg - wytrzymałość na rozciąganie wzdłuż/w poprzek: 350/290 [N/5 cm] - wytrzymałość na dalsze rozrywanie wzdłuż/w poprzek: 240/200 [N] - możliwość stosowania z termoizolacją wdmuchowaną - odporność na temperaturę: od -40°C do +80°C 	<ul style="list-style-type: none"> - opóźniacz dla przenikania pary wodnej/ warstwa uszczelniająca w konstrukcjach niewentylowanych dachów płaskich oraz w modernizowanych konstrukcjach ścian, stropów i dachów
<p>Taśma klejąca STEICO<i>multi tape P</i></p> 	<ul style="list-style-type: none"> - szerokość: 60 mm (40 mb/rolka) lub w formie plastrów 180 × 180 mm (222 plastry/ rolka) - grubość: ok. 0,3 mm - substancja klejąca: dyspersja akrylowa wolna od środków rozpuszczających - nośnik ze wzmocnionego papieru - temperatura obróbki: podłoże/taśma od +5°C - odporność na temperaturę: od -40°C do +100°C 	<ul style="list-style-type: none"> - jako taśma do szczelnego sklejania połączeń między arkuszami membrany paroizolacyjnej STEICO<i>multi membra 5</i> i STEICO<i>multi renova</i> - jako taśma do uszczelniania spoin między płytami OSB
Zastosowania zewnętrzne		
<p>Membrana wysokoparoprzepuszczalna STEICO<i>multi UDB</i></p> 	<ul style="list-style-type: none"> - wartość s_d: 0,02 m - trójwarstwowa, z filmem funkcyjnym, wzmocniona obustronnie włókniną PP - format: 1,5 m × 50 m (75 m²/rolka) - gramatura: 170 g/m² - waga rolki: 13 kg - wytrzymałość na rozciąganie wzdłuż/w poprzek: 290/210 [N/5 cm] - wytrzymałość na dalsze rozrywanie wzdłuż/ w poprzek: 220/280 [N] - odporność na przenikanie wody: W1 - pokrycie tymczasowe: do trzech miesięcy - dwa zintegrowane paski klejące - odporność na temperaturę: od -40°C do +80°C 	<ul style="list-style-type: none"> - jako membrana dachowa w nowych oraz modernizowanych przegrodach dachowych - jako membrana wysokoparoprzepuszczalna w konstrukcjach ściennych (pod elewacje wentylowane)
<p>Taśma klejąca STEICO<i>multi tape F</i></p> 	<ul style="list-style-type: none"> - szerokość: 60; 100; 150 mm (25 mb/rolka), dostępna w wersji z rozdzielnym papierem zabezpieczającym - grubość: ok. 0,3 mm - substancja klejąca: dyspersja akrylowa wolna od środków rozpuszczających - nośnik ze wzmocnionej folii z warstwą PE - odporność na promieniowanie UV: do 12 miesięcy - temperatura obróbki: podłoże/taśma do -10°C - odporność na temperaturę: od -40°C do +100°C 	<ul style="list-style-type: none"> - jako taśma do szczelnego sklejania połączeń między arkuszami membrany STEICO<i>multi UDB</i> - jako taśma do uszczelniania spoin między płytami OSB (alternatywnie do STEICO<i>multi tape P</i>) - jako taśma do uszczelnienia połączeń w obszarze stolarki otworowej - jako taśma uszczelniająca spoiny między płytami nakrokwiovymi STEICO

Produkt	Dane techniczne	Zakres zastosowania
Masy klejąco-uszczelniające		
<p>Grunt STEICO<i>multi primer</i></p> 	<ul style="list-style-type: none"> - wodna dyspersja polimeru akrylowego wolna od środków rozpuszczających - powierzchnia: elastyczna po utwardzeniu - czas odparowania: ok. 14 minut (20°C/50% wilgotność względna powietrza) - temperatura obróbki: podłoże do -10°C/primer od +5°C - opakowanie: butla z tworzywa sztucznego 1 kg - okres ważności: 12 miesięcy 	<ul style="list-style-type: none"> - grunt do powierzchni porowatych np. płyty drewnopochodne, beton, płyty gipsowo-kartonowe. Poprawia przyczepność, umożliwiając przyklejenie taśmy klejącej STEICO<i>multi tape F</i>
<p>STEICO<i>multi connect</i></p> 	<ul style="list-style-type: none"> - modyfikowane dyspersje - powierzchnia: trwale elastyczna - czas utwardzenia: ok. 24 h (w zależności od podłoża i średnicy strzyki) - temperatura obróbki: podłoże do -5°C/klej od +5°C - opakowanie: kartusz z tworzywa sztucznego 310 ml lub rękaw foliowy 600 ml - odporność na temperaturę: od -30°C do +80°C - okres ważności: 12 miesięcy 	<ul style="list-style-type: none"> - przyklejane membrany STEICO do sąsiadujących elementów budowlanych (np. do muru, fundamentu)
<p>STEICO<i>multi fill</i></p> 	<ul style="list-style-type: none"> - jednokomponentowa, trwała masa klejąco-uszczelniająca, wolna od środków rozpuszczających - odporność na promieniowanie UV - czas utwardzenia: ok. 24 godz. (20°C/50% wilgotność względna powietrza) - temperatura obróbki: podłoże/klej od +5°C - opakowanie: kartusz z tworzywa sztucznego 310 ml - wydłużenie przy zerwaniu: 370% - odporność na pękanie: 2,5 MPa - odporność na temperaturę: od -40°C do +100°C - okres ważności: 12 miesięcy 	<ul style="list-style-type: none"> - wypełnienie szczelin między płytami elewacyjnymi i nakrokwiowymi STEICO - przyklejanie płyt STEICO do innych elementów budowlanych (np. montaż STEICO<i>fix</i>)

Tabela 89. Zakres zastosowania produktów STEICOmulti w nowoczesnych konstrukcjach drewnianych.

3.7.2. Styki płyt drewnopochodnych



Fot. Katarzyna Jarońska PASS

Określone płyty drewnopochodne (najczęściej płyty typu OSB/3, sklejka) mogą pełnić funkcję warstwy uszczelniającej/opóźniającej przepływ pary wodnej w konstrukcjach ściennych i dachowych, pod warunkiem że wszystkie spoiny i styki między płytami oraz sąsiadującymi elementami budowlanymi (czyli miejsca, poprzez które dochodzi do niekontrolowanej wymiany powietrza) zostaną prawidłowo uszczelnione (więcej w podrozdziale 2.4.1.). Najprostszym sposobem na uszczelnienie takich spoin jest zaklejenie ich przy pomocy specjalistycznych taśm klejących – w przypadku systemu budowlanego STEICO polecaną taśmą jest STEICOmultipape P 60 mm oraz w określonych przypadkach STEICOmultipape F 60 i 100 mm. Przed przystąpieniem do zaklejania spoin należy upewnić się, czy podłoże jest gładkie, suche i stabilne, wolne od ku-

ru, pozostałości tłuszczów czy silikonów. Jeżeli film klejący taśmy zostanie bowiem naniesiony na zanieczyszczoną powierzchnię, wytrzymałość i trwałość połączenia będzie zredukowana w stosunku do oczekiwanych efektów.

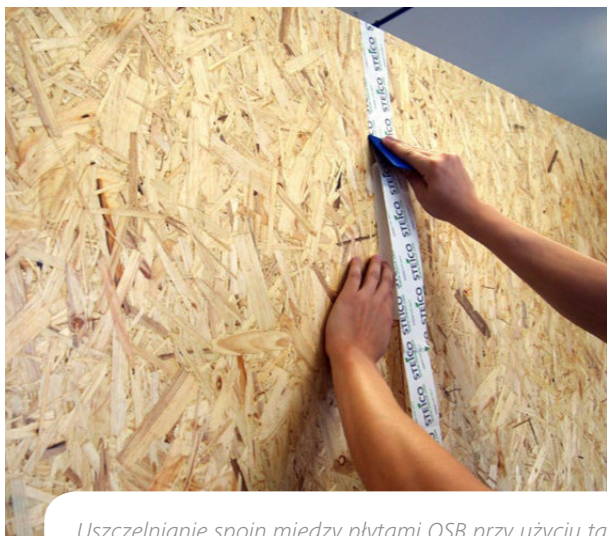
Taśma STEICOmultipape P 60 mm posiada wygodny nośnik z papieru, który umożliwia bardzo łatwe przerwanie filmu w dowolnym momencie przy użyciu rąk. W celu dalszego przyspieszenia prac montażowych taśma została pozbawiona papieru rozdzielczego, dzięki czemu czas obróbki prostych połączeń jest krótszy o ok. 60% w stosunku do taśm zaopatrzonych w taki papier. Wyjątkiem są wewnętrzne narożniki ścian gdzie spoiny między płytami znacznie łatwiej jest uszczelnić przy użyciu taśmy z papierem rozdzielczym np. STEICOmultipape F 60 mm /100 mm.



STEICOmultipape P 60 mm – papierowy nośnik umożliwia łatwe dzielenie taśmy na dowolne odcinki przy użyciu rąk, bez konieczności stosowania narzędzi.

W celu przyklejenia taśmy do powierzchni płyt drewnopochodnych najpierw należy rozwinąć rolkę. Następny krok to usunięcie papieru zabezpieczającego i naniesienie taśmy ręcznie bezpośrednio na spoiny między płytami. Taśmę należy przykleić w taki sposób, aby spoina między płytami OSB znajdowała się w środkowej części jej szerokości. W przypadku płyt drewnopochodnych OSB nie ma konieczności wcześniejszego gruntowania powierzchni przy pomocy STEICOmultiprimer. Nakładając taśmę,

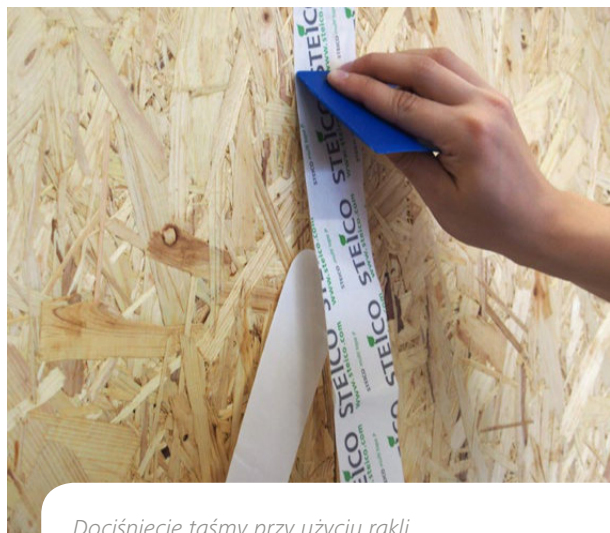
należy jednak pamiętać o jej poprawnym dociśnięciu do podłoża i naciągnięciu w celu uniknięcia pofałdowania. Dla zwiększenia siły połączenia zaleca się równomierne dociśnięcie powierzchni taśmy przy użyciu wałka lub rakli dociskowej. Generalnie taśm klejących nie należy przyklejać do zamrzniętych lub mokrych powierzchni. Wilgoć (również ta powstała po rozmarzaniu) stanowi bowiem czynnik znacząco osłabiający połączenie między filmem klejącym a podłożem.



Uszczelnianie spoin między płytami OSB przy użyciu taśmy STEICOmultiprimer P 60 mm.



Docięnięcie taśmy przy użyciu wałka.



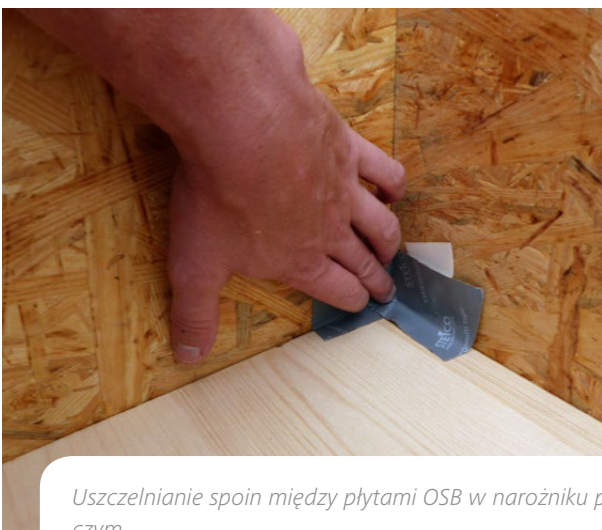
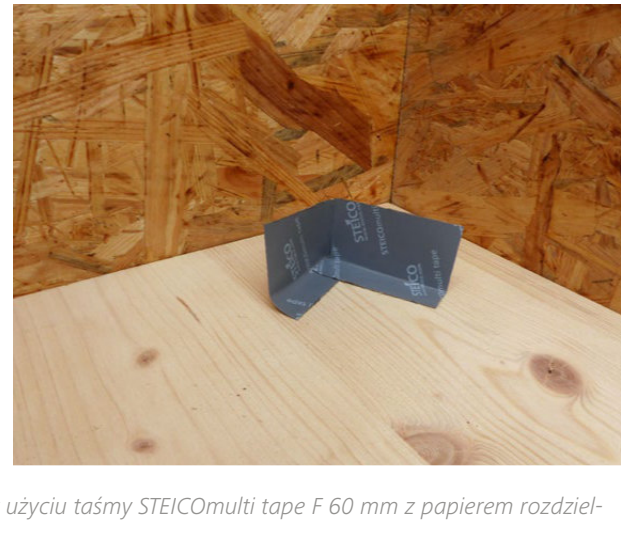
Docięnięcie taśmy przy użyciu rakli.



Uszczelnianie spoin między płytami OSB w narożniku przy użyciu taśmy STEICOMulti tape F 60 mm z papierem rozdzielczym.



Uszczelnianie spoin między płytami OSB w narożniku przy użyciu taśmy STEICOMulti tape F 60 mm z papierem rozdzielczym.



Uszczelnianie spoin między płytami OSB w narożniku przy użyciu taśmy STEICOMulti tape F 60 mm z papierem rozdzielczym.





Uszczelnianie spoin między płytami OSB w narożniku przy użyciu taśmy STEICOMulti tape F 60 mm z papierem rozdzielczym.



Uszczelnianie spoin między płytami OSB w narożniku przy użyciu taśmy STEICOMulti tape F 60 mm z papierem rozdzielczym.



Styki płyt drewnopochodnych z sąsiadującymi elementami/powierzchniami, gdzie podczas uszczelniania konieczne jest zagięcie taśmy np. połączenie z powierzchnią płyty fundamentowej, połączenie ścian w narożach, zaleca się wykonywać przy użyciu taśmy klejącej z papierem rozdzielczym STEICOMulti tape F. Jeżeli taśma ma zostać połączona z elementem o porowatej strukturze, przed jej przyklejeniem należy zwiększyć przyczepność podłoża poprzez wcześniejsze nałożenie na nie gruntu STEICOMulti primer. Grunt aplikuje się bezpośrednio z wygodnej tuby na docelową powierzchnię. Powierzchnia musi być sucha, wolna od kurzu, pozostałości tłuszczów czy silikonów. Naniesioną strugę STEICOMulti primer należy rozprowadzić równomiernie przy użyciu smukłego

pędzla lub wałka wzdłuż i w szerz płaszczyzny, do której po jego wyschnięciu zostanie przyklejona taśma. Naniesienie taśmy na niezagruntowaną powierzchnię porowatą mogłoby spowodować niedostateczną siłę wiązania między filmem a podłożem, a w rezultacie postępujące rozszczelnienie połączenia.



Uszczelnienie połączenia płyta OSB/posadzka – aplikacja gruntu STEICOmulti primer w celu zwiększenia przyczepności podłoża.



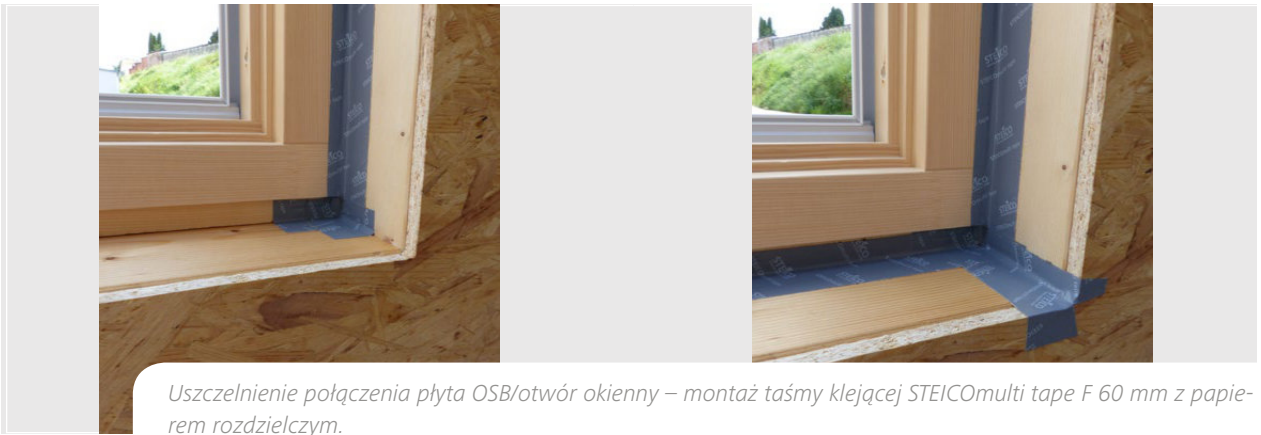
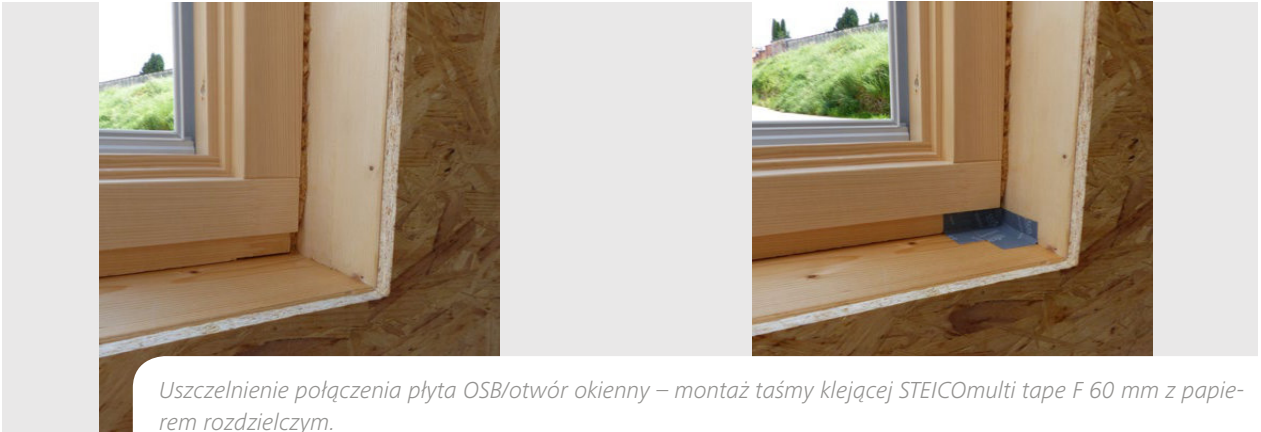
Uszczelnienie połączenia płyta OSB/posadzka – aplikacja gruntu STEICOmulti primer w celu zwiększenia przyczepności podłoża.



Uszczelnienie połączenia płyta OSB/posadzka – montaż taśmy STEICOmulti tape F 100 mm z papierem rozdzielczym.



Systemowa taśma klejąca STEICOmultipape F z papierem rozdzielczym jest również zalecana do wykonywania trwałego uszczelnienia połączeń w obszarze stolarki otworowej:



3.7.3. Montaż i połączenia membran paroizolacyjnych

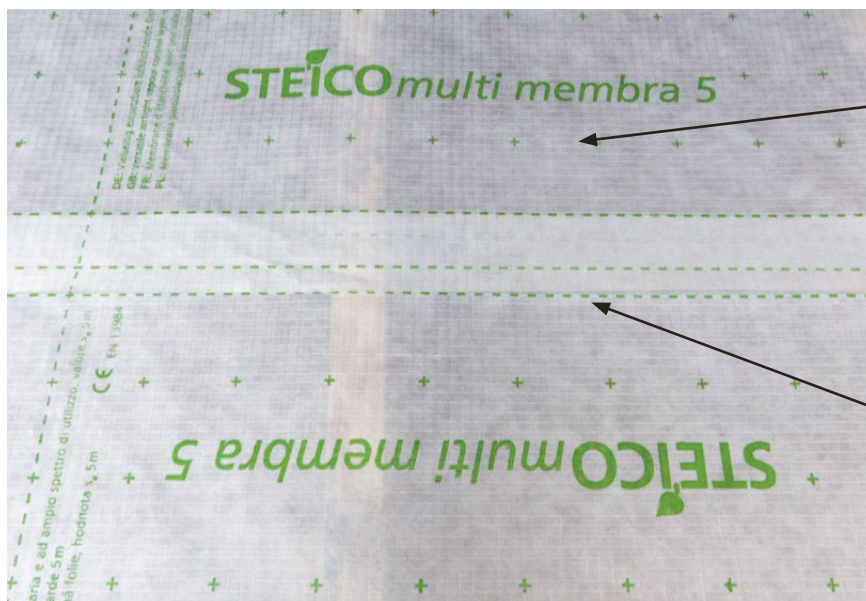
Uszczelnienie przegród budowlanych w obiektach szkieletowych można wykonać również przy użyciu tradycyjnych membran paroizolacyjnych. Montaż membrany paroizolacyjnej należy rozpocząć dopiero po całkowitym wypełnieniu przestrzeni między elementami nośnymi matami termoizolacyjnymi (wyjątek stanowi metoda termoizolacji wdmuchiwanej). Maty termoizolacyjne powinny być idealnie zlicowane z czołem słupków ściennych oraz krokwi, tak aby po zamontowaniu membrany nie występowały puste miejsca między nią a materiałem termoizolacyjnym – w celu umożliwienia optycznej kontroli zaleca się korzystanie z membran transparentnych.

Optymalnym rozwiązaniem dla nowo wznoszonych konstrukcji otwartych na zjawisko dyfuzji pary wodnej jest membrana STEICO*multi membra 5*. Równoważny opór dyfuzyjny s_d STEICO*multi membra 5* wynoszący 5 m zapewnia wystarczające opóźnienie przenikania pary wod-

nej dla większości układów warstwowych systemowych przegród budowlanych STEICO.

W przypadku niewentylowanych dachów płaskich oraz w starszych konstrukcjach drewnianych poddanych procesowi modernizacji, zaleca się natomiast zastosowanie membrany paroizolacyjnej o zmiennym oporze dyfuzyjnym s_d – STEICO*multi renova*.

Wszystkie membrany STEICO posiadają fabryczny nadruk, który wskazuje na kierunek montażu, miejsca aplikacji łączników i taśm klejących oraz szerokość zakładów na połączeniach poszczególnych arkuszy. Membrany STEICO należy mocować bezpośrednio do elementów konstrukcyjnych przegrody (np. do krokwi, słupków ściennych) przy użyciu zszywek, unikając mocnego naprężania oraz pofałdowania. Strona z nadrukiem fabrycznym powinna być zawsze zwrócona w kierunku osoby mocującej membranę.



Oznakowanie fabryczne w postaci „krzyżyków” wskazujące miejsce aplikacji/rozstaw dla zszywek mocujących.

Oznakowanie fabryczne w postaci linii wskazujące min. szerokość zakładu w obszarze połączeń pasów membrany (10 cm) oraz płaszczyznę naniesienia taśmy klejącej (węższy pasek o szer. 25 mm).

Nadrukowane „krzyżyki” określają miejsca aplikacji zszywek – zszywki należy stosować wyłącznie w płaszczyźnie styku membrany z elementami konstrukcyjnymi. Rozstaw między „krzyżykami” w pionie oraz w poziomie wynosi zawsze 10 cm. „Krzyżyki” ułatwiają także proste przycięcie membrany na mniejsze pasy bez konieczności dodatkowego wymiarowania linii cięcia.

Poszczególne pasy (arkusze) membran paroizolacyjnych należy połączyć ze sobą szczelnie przy pomocy specjalistycznych taśm klejących, np. STEICO*multi tape P* 60 mm. Sklejenie pasów membran paroizolacyjnych jest bezwzględnie warunkiem uzyskania szczelności powietrz-

nej budynku. Krawędzie membran STEICO są wyposażone w wygodny nadruk w postaci przerywanych linii. Szerszy pas wyznaczony przez linie przerywane posiada szerokość 100 mm i wskazuje minimalny zakład, na jaki należy połączyć ze sobą poszczególne pasy membran.



Połączenie pasów membrany STEICOmulti membra 5 z zachowaniem zakładu, zgodnie z oznakowaniem fabrycznym w postaci linii pomocniczych/montaż membrany prostopadle do krokwi.

Po nałożeniu jednego pasa membrany na drugi (z zachowaniem zakładu) węższy pas wyznaczony przez pomocnicze linie przerywane o szerokości 25 mm określa orientacyjną płaszczyznę, wzdłuż której należy rozpocząć nanoszenie taśmy, służącej do szczelnego sklejenia połączeń między pasami membran. Nakładanie taśmy wzdłuż węższej linii pomocniczej umożliwia jej posadowienie precyzyjnie pośrodku połączenia. Takie wyśrodkowane nałożenie taśmy jest szczególnie ważne w aspekcie rów-

nomiernego przenoszenia naprężeń, gdyż połączenie może być narażone na obciążenie statyczne, wynikające z nacisku materiału termoizolacyjnego znajdującego się pod membraną. Podczas nakładania taśmy należy zwracać także uwagę, aby dostatecznie mocno i równomiernie docisnąć ją do powierzchni membrany.



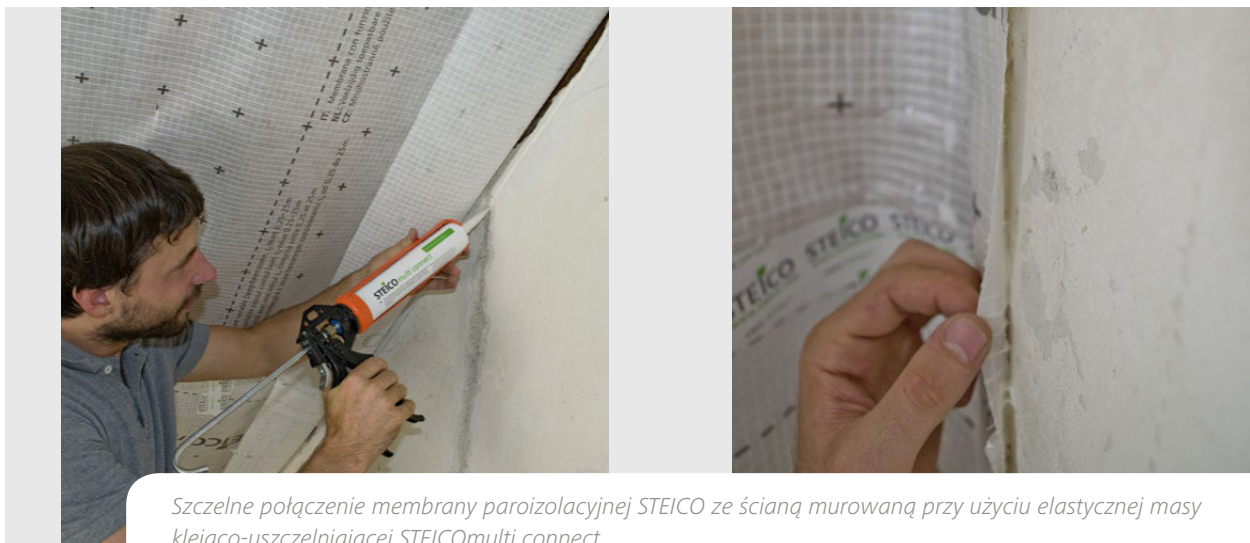
Szczelne połączenie arkuszy membrany STEICOmulti membra 5 przy użyciu taśmy STEICOmulti tape P 60 mm. Taśma przyklejana zgodnie z oznakowaniem na membranie – wzdłuż linii węższego pasa.

Membrany paroizolacyjne mogą być mocowane równolegle lub prostopadle do elementów nośnych. Na szczególną uwagę zasługuje montaż membrany równolegle do elementów konstrukcyjnych. W takim przypadku – w przeciwieństwie do montażu w poprzek – połączenia poszczególnych pasów membrany przypadają na płaskim, twardym podłożu, tzn. wzdłuż elementu konstrukcyjnego. W efekcie możliwe staje się dociśnięcie taśmy klejącej na styku membran przy użyciu stosunkowo dużej siły. Ponadto materiał termoizolacyjny nie wywiera żadnej siły na połączenie między membranami, co zabezpiecza je przed obciążeniami statycznymi.

Dalsze połączenia membrany paroizolacyjnej z sąsiadującymi elementami drewnopochodnymi (np. jętkami, płytami OSB) można wykonać przy użyciu taśmy klejącej STEICOMulti tape P, STEICOMulti tape F lub masy STEICOMulti connect. Połączenia pasów membran ze ścianami murowanymi, posadzką betonową lub z profilami metalowymi zaleca się wykonać natomiast przy użyciu elastycznej masy klejąco-uszczelniającej STEICOMulti connect. Strugę masy o średnicy 6–8 mm należy nanieść bezpośrednio na docelowe podłoże lub membranę poprzez wyciśnięcie z pojemnika fabrycznego (zużycie dla pojemnika 310 ml: 6–8 mb/dla pojemnika 600 ml: 12–14 mb). Przed aplikacją należy jednak się upewnić, czy podłoże jest wolne od kurzu, pozostałości tłuszczów, silikonów czy środków o działaniu rozpuszczającym. Jeżeli na podłożu znajduje się warstwa tynku, przed aplikacją masy należy sprawdzić jego wytrzymałość na odrywanie, kruszenie. W przypadku gdy podłoże okaże się być niestabilne, o tendencji do kruszenia się, należy je wcześniej zagruntować przy użyciu STEICOMulti primer. Połączenia membran z wykorzystaniem masy STEICOMulti connect można wykonywać na dwa sposoby:

- „metoda na mokro” – pas membrany paroizolacyjnej dociska się lekko do świeżo naniesionej i jeszcze wilgotnej strugi kleju STEICOMulti connect. Podczas dociskania membrany należy zwrócić uwagę aby nie doprowadzić do rozpuszczenia strugi kleju. W przytoczonej metodzie przynajmniej jeden ze sklejanых materiałów powinien być paroprzepuszczalny, w celu umożliwienia odprowadzenia wilgoci z kleju (uwaga: wszystkie membrany STEICO mogą być klejone wg „metody na mokro”);
- „metoda na sucho” – pas membrany paroizolacyjnej dociska się do suchej strugi kleju STEICOMulti connect, tzn. po upływie minimum 20 h od momentu nałożenia kleju (czas schnięcia kleju jest uzależniony od panujących warunków atmosferycznych). Metoda ta jest zalecana przy połączeniach folii silnie ograniczających przenikanie pary wodnej, np. folie polietylenowe, folie aluminiowe.

Niezależnie od zastosowanej metody połączenia z użyciem STEICOMulti connect, pas membrany należy ułożyć z uwzględnieniem fałdy kompensującej możliwe odkształcenia (ruchy) konstrukcji budowlanej. Brak fałdy kompensującej w przypadku pracy konstrukcji w efekcie naturalnych odkształceń mógłby doprowadzić do wystąpienia silnych naprężeń w obszarze połączenia membrany z elementem sąsiadującym, a w efekcie do rozszczelnienia.



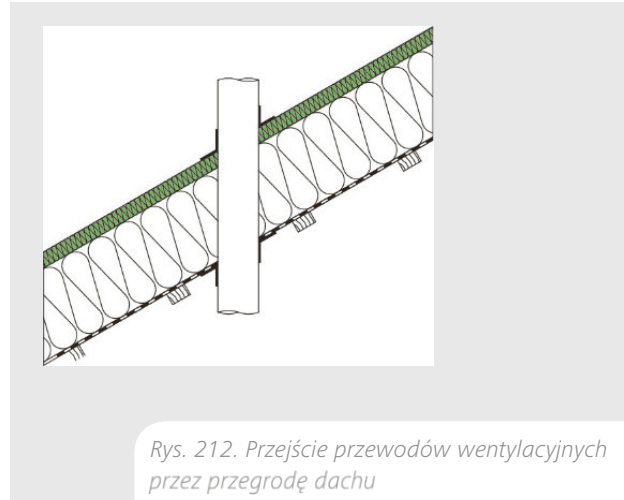
Szczelne połączenie membrany paroizolacyjnej STEICO ze ścianą murowaną przy użyciu elastycznej masy klejąco-uszczelniającej STEICOMulti connect.

3.7.4. Przejścia elementów przez przegrody budowlane

Powłoka wiatroizolacyjna i paroizolacyjna budynku może zostać przerwana na skutek prowadzenia przez przegrody budowlane różnego typu instalacji, np. instalacje elektryczne, grzewcze, sanitarne czy wentylacyjne. W celu zapewnienia ciągłości warstwy wiatro- i paroizolacyjnej wszelkie otwory powstałe w wyniku prac montażowych muszą zostać szczelnie zaklejone.

W przypadku konstrukcji dachowych i ściennych funkcję powłoki wiatroizolacyjnej pełnią z reguły zewnętrzne płyty termoizolacyjne STEICO mocowane bezpośrednio do elementów nośnych. Najczęściej spotykanym rozszczelnieniem w tym obszarze jest przejście komin systemowego lub przewodów wentylacyjnych przez płaszczyznę płyt termoizolacyjnych.

Uszczelnienie styku komin systemowego/przewodu wentylacyjnego z powierzchnią nakrokwiovych płyt STEICO można wykonać przy użyciu dwóch produktów systemowych: STEICOmultiprimer oraz STEICOmultiprimer F 150 mm z papierem rozdzielczym. Po dokładnym oczyszczeniu docelowej powierzchni płyt STEICO oraz elementu przechodzącego z zalegającego kurzu, ewentualnych pozostałości tłuszczu bądź środków rozpuszczających należy przystąpić do zagruntowania płaszczyzny styku obu elementów przy użyciu STEICOmultiprimer (uwaga: gładkie powierzchnie przewodów wentylacyjnych nie wymagają zagruntowania). Primer wystarczy rozprowadzić równomiernie wzdłuż sąsiadujących krawędzi styku między płytami a kominem na szerokość ok. 80 mm – na każdej z krawędzi. Gdy grunt wyschnie (zmieni barwę z białej na bezbarwną/przezroczystą), można przystąpić do uszczelnienia połączenia przy pomocy wcześniej dopasowanych odcinków taśmy STEICOmultiprimer F 150 mm.



Rys. 212. Przejście przewodów wentylacyjnych przez przegrodę dachu

324



Oczyszczenie powierzchni płyt termoizolacyjnych STEICO z kurzu, pozostałości włókien w obszarze połączenia z kominem systemowym/przewodem wentylacyjnym.



* Należy uwzględnić obowiązujące przepisy krajowe w połączeniu z instrukcjami technicznymi producentów kominów, kominów systemowych, przewodów spalinowych dotyczące wymaganych odległości elementu kominowego od innych materiałów/elementów budowlanych (w zależności od klasyfikacji reakcji na ogień).

Wszelkie przejścia elementów instalacyjnych bądź konstrukcyjnych przez warstwę uszczelniającą powłokę budynku (np. membranę STEICOMulti membra 5 lub uszczelnioną płytę OSB/3) należy uszczelnić przy pomocy taśmy STEICOMulti tape P, STEICOMulti tape F. Do najczęściej spotykanych przerwań warstwy nieprzepuszczającej powietrza można zaliczyć: przejście rur, peszli, jętek/kleszczy, płatwi, otwory po wdmuchiwniu termoizolacji

sypkiej. Uszczelnianie wskazanych połączeń zaleca się wykonywać przy użyciu wcześniej przygotowanych, krótkich odcinków taśmy klejącej. Zastosowanie krótkich odcinków taśmy redukuje bowiem występowanie naprężeń wewnętrznych. Ponadto obszar połączenia nie powinien być narażony na obciążenia rozciągające. Aplikację taśmy można rozpocząć dopiero po wcześniejszym oczyszczeniu podłoża z pozostałości pyłów, tłuszczu czy silikonów.



Uszczelnienie połączenia membrany STEICOMulti membra 5 z przechodzącą instalacją elektryczną przy użyciu elastycznej taśmy STEICOMulti tape F 60 mm.

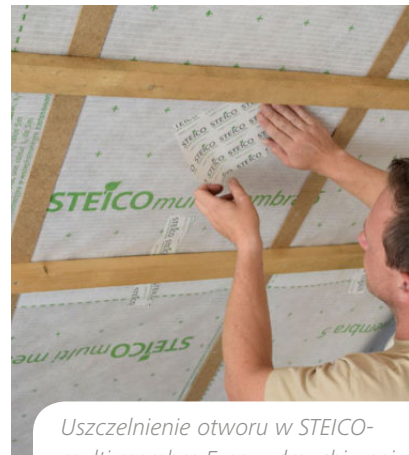
326



Uszczelnienie połączenia membrany STEICOMulti membra 5 z przechodzącą instalacją elektryczną przy użyciu elastycznej taśmy STEICOMulti tape F 60 mm.



Uszczelnienie połączenia membrany STEICOMulti membra 5 z przechodzącą rurą przy użyciu elastycznej taśmy STEICOMulti tape F 60 mm.



Uszczelnienie otworu w STEICOMulti membra 5 po wdmuchiwniu termoizolacji sypkiej przy użyciu plastrów STEICOMulti tape P.

W konstrukcjach szkieletowych coraz częściej spotykanym rozwiązaniem są także kołnierze uszczelniające. Kołnierz STEICO*multi box* to system służący do uszczelnienia przejścia instalacji elektrycznych przez właściwą powłokę uszczelniającą, np. płytę OSB/3. Rozmiar kołnierza wynosi 260 × 125 × 65 mm, co pozwala umieścić w nim trzy typowe puszk instalacyjne o głębokości do 62 mm. Rozwiązanie tego typu jest stosowane przede wszystkim w przypadku konstrukcji ściennych bez dodatkowej ścianki instalacyjnej.



Wycięcie otworu w powłoce uszczelniającej (płyta OSB/membrana paroizolacyjna) na kołnierz STEICO*multi box*. Rozmiar otworu wynosi 14 × 28 cm (szer. × wys.). Kołnierz może zostać zamontowany w pozycji poziomej lub pionowej.



Wycięcie otworu do wprowadzenia instalacji elektrycznej (średnica peszla np. 35 mm). Otwór musi być zlokalizowany w tej samej pustce co otwór na kołnierz uszczelniający, zaraz ponad podwalinę.



Wprowadzenie peszla w okrągły otwór. Peszel należy przesuwać w kierunku prostokątnego otworu na kołnierz



Uszczelnienie przejścia instalacji przy użyciu fragmentu taśmy STEICO*multi tape F* oraz samoklejącej manszety. Alternatywnie manszetę można zastąpić taśmą klejącą.



Wprowadzenie końcówki peszla (ewentualnych dalszych instalacji) w fabryczne otwory w kołnierzu STEICO*multi box*. Kołnierz posiada dwa otwory: 15-22 mm oraz 25-32 mm.



Szczelne połączenie kołnierza z płytą OSB (lub membraną paroizolacyjną) przy pomocy taśmy STEICO*multi tape* - typ F lub P.

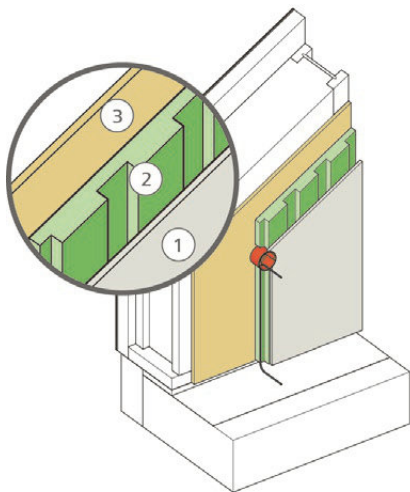


Wprowadzenie właściwych instalacji w światło peszla. W zależności od grubości peszla dopuszcza się wprowadzenie do pięciu przewodów jednocześnie



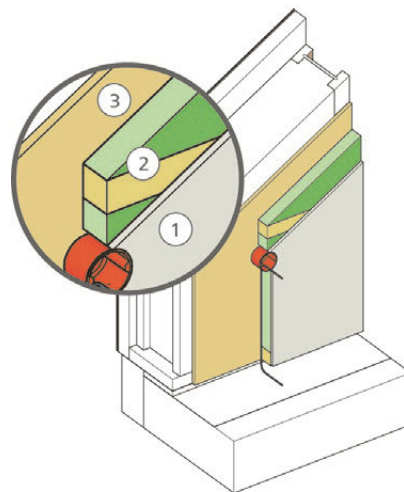
Wycięcie otworu \varnothing 68 mm w płycie wykończeniowej. Przeciągniecie przewodów z otworu, montaż puszki instalacyjnej.

3.8. Płaszczyzna instalacyjna i wykończenie wewnętrzne



1. Płyta gipsowo-kartonowa 12,5 mm
2. STEICOinstall 50 mm
3. Płyta OSB/3 15 mm

Rys. 213 Ścianka instalacyjna ze STEICOinstall.



1. Płyta gipsowo-kartonowa 12,5 mm
2. Łaty / maty STEICOflex 50 mm
3. Płyta OSB/3 15 mm

Rys. 214 Tradycyjna ścianka instalacyjna.

W nowoczesnym energooszczędnym budownictwie szkieletowym zaleca się wykonanie po wewnętrznej stronie zewnętrznych przegród tzw. płaszczyzny (ścianki) instalacyjnej. Rozwiązanie to jest szczególnie warte polecenia ze względu na fakt, iż minimalizuje ilość punktów przejścia instalacji poprzez warstwę uszczelniającą/paroizolacyjną w budynku – instalacje elektryczne są prowadzone w świetle wydzielonej przestrzeni instalacyjnej poza tymi warstwami. Wykonanie ścianki instalacyjnej jest względnie proste i w zależności od rodzaju przegrody budowlanej oraz preferencji firmy wykonawczej przybiera formę:

- wewnętrznego rusztu drewnianego. Ruszt drewniany mocowany równolegle lub prostopadle do elementów konstrukcyjnych ściany i dachu poprzez warstwę paroizolacyjną (membranę i/lub płytę OSB/3). Grubość elementów drewnianych stosowanych na ruszt w połączeniu z grubością płyty wykończeniowej powinna wynosić minimalnie 60 mm, tak aby umożliwić montaż puszek instalacyjnych. Poza rozprowadzeniem instalacji elektrycznej przestrzeń tworzona przez ruszt może zostać wykorzystana do montażu dodatkowej warstwy mat termoizolacyjnych STEICOflex 036/flex 038



Ruszt instalacyjny wykonany ze STEICO LVL RL 45 x 50 mm. Ruszt przymocowany do słupków ściennych poprzez płytę OSB.

od wewnątrz, co wpływa na poprawę współczynnika przenikania ciepła U oraz na redukcję mostów termicznych. Wykończenie tak zabudowanej przegrody od wewnątrz polega z reguły na przymocowaniu do rusztu płyt gipsowo-kartonowych lub płyt gipsowo-włóknowych (np. Fermacell).



Wypełnienie przestrzeni instalacyjnej matą termoizolacyjną STEICOflex 038 o gr. 50 mm.



Wypełnienie przestrzeni instalacyjnej matą termoizolacyjną STEICOflex 038 o gr. 50 mm.



Wypełnienie przestrzeni instalacyjnej matą termoizolacyjną STEICOflex 038 o gr. 50 mm.



Wykonanie nacięć pod instalacje elektryczne w matkach termoizolacyjnych STEICOflex 038.

- płyty termoizolacyjnej STEICOinstall. Płyta posiada fabrycznie nacięte kanały o szerokość 50 mm i głębokości 25 mm, przeznaczone do wygodnego rozprowdzenia instalacji elektrycznych (peszle o średnicy do 20 mm). Kanały są rozmieszczone w rozstawie co 75 mm*. W razie potrzeby struktura płyty umożliwia łatwe i szybkie wykonanie dodatkowych kanałów przy użyciu wyrzynarki elektrycznej. Standardowa grubość płyty termoizolacyjnej wynosi 50 mm przy formacie 1250 x 2595 mm.

Płyty STEICOinstall skracają całkowity czas wykonania tzw. ścianki instalacyjnej o ok. 50% w stosunku do tradycyjnego rozwiązania w formie rusztu z łąt drewnianych. Jest to rozwiązanie rekomendowane podczas procesu prefabrykacji, z powodzeniem może być jednak stosowane również w budynku bezpośrednio na placu budowy.

Mocowanie płyt STEICOinstall następuje z reguły w pozycji pionowej, co zapewnia łatwy dostęp instalacji elektrycznych wyprowadzonych z posadzki lub ze stropu do kanałów instalacyjnych w płycie. W razie potrzeby płyty można montować także w pozycji poziomej. Płyty STEICOinstall należy montować na płaskim podłożu, którego wilgotność nie przekracza poziomu 15%. Minimalna grubość podłoża (np. OSB/3) wynosi 15 mm.

Mocowanie właściwe płyt STEICOinstall odbywa się poprzez płyty wykończeniowe do podłoża nośnego. Jako płyty wykończeniowe stosuje się z reguły płyty gipsowo-włóknowe lub gipsowo-kartonowe o minimalnej grubości 12,5 mm. Podłożo nośne to najczęściej płyty OSB/3, przymocowane wcześniej do konstrukcji ściany szkieletowej. Dopuszcza się stosowanie łączników mocujących w formie zszywek lub wkretów.

* Istnieje możliwość zaprojektowania i wykonania indywidualnych rozmiarów oraz nacięć kanałów pod instalacje.

Rodzaj i rozstaw łączników są zależne od typu płyty wykończeniowej oraz zaleceń jej producenta. Najczęściej stosowanym typem łączników są szerokie zszywki mocujące, które umożliwiają względnie szybki postęp prac montażowych (np. BeA Typ 180 czy HAUBOLD HD 7900). Minimalna głębokość zakotwienia zszywki w podłożu nośnym (np. OSB/3) wynosi około 13 mm. Maksymalny rozstaw między zszywkami w szeregu wynosi 100 mm a między kolejnymi szeregami 400 mm (rys. 216).

Wstępne pozycjonowanie płyt STEICOinstall – w celu ułatwienia prac wykonawczych, głównie podczas montażu na placu budowy – można wykonać również przy użyciu zszywek mocujących. Mowa tu o połączeniu płyty STEICOinstall bezpośrednio do podłoża nośnego (OSB/3). Po takim wstępnym pozycjonowaniu następuje montaż właściwy poprzez płyty wykończeniowe.

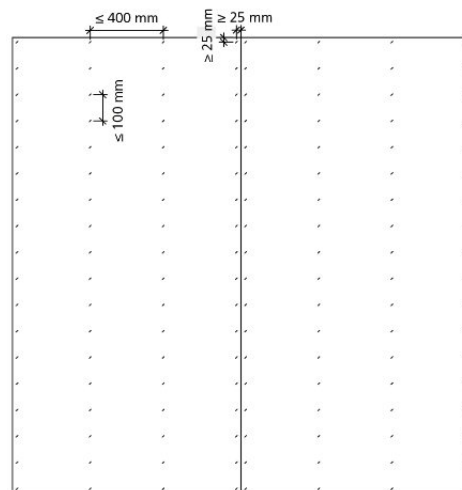


Rys. 215. Fabryczne nacięcia w strukturze płyt STEICOinstall.

Podczas montażu płyt STEICOinstall należy unikać połączeń krzyżowych – styki płyt powinny być przesunięte względem siebie o min. 250 mm. Styki płyt wykończeniowych nie powinny wypadać na stykach płyt STEICOinstall. Minimalne przesunięcie styków płyt wynosi w tym zakresie:

- 100 mm w przypadku płyt gipsowo-kartonowych (według zaleceń firmy Rigips);
- 250 mm przypadku płyt gipsowo-włóknowych (według zaleceń firmy Fermacell);

Dodatkowo styki płyt wykończeniowych należy tak rozplanować, aby nie wypadały wzdłuż fabrycznych nacięć/kanałów w płytach STEICOinstall – stąd zaleca się montaż płyt wykończeniowych prostopadłe do położenia płyt STEICOinstall.



Rys. 216. Mocowanie płyt gipsowo-kartonowych lub gipsowo-włóknowych poprzez STEICOinstall. przy użyciu zerokich zszywek.



Ścianka instalacyjna wykonana z systemowych płyt STEICOinstall.

3.9. Detale konstrukcyjne

Niniejszy podrozdział zawiera zestawienie wybranych detali konstrukcyjnych opracowanych przez firmę STEICO. Detale stanowią propozycję rozwiązania technicznego i w żadnym przypadku nie powinny zastępować indywidualnej dokumentacji projektowej. Wybór odpowiednich detali jest uzależniony przede wszystkim od sposobu montażu konstrukcji, preferencji firmy wykonawczej oraz zaleceń projektanta budynku. Wszystkie przedstawione detale są dostępne także w formacie DXF*.

* Detale konstrukcyjne STEICO są ogólnie dostępne. Detale można pobrać za pomocą strony internetowej www.steico.com lub kontaktując się bezpośrednio z firmą STEICO CEE.

Spis detali

Cokół

- Cokół – wejście na poziomie gruntu, zredukowany obszar wody rozbryzkowej str. 333.
- Cokół – podwyższone wejście (brak wody rozbryzkowej) str. 334.
- Cokół – podwalina min. 15 cm ponad poziomem gruntu (z opaską żwirową) str. 335.
- Cokół – strop nad piwnicą str. 336.

Ściana zewnętrzna

- Ściana zewnętrzna – narożnik zewnętrzny, słupek narożnikowy ze STEICO *LVL* str. 337.
- Ściana zewnętrzna – narożnik zewnętrzny, słupek narożnikowy ze STEICO *wall* str. 338.
- Ściana zewnętrzna – narożnik wewnętrzny, słupek narożnikowy ze STEICO *LVL* str. 339.
- Ściana zewnętrzna – narożnik wewnętrzny, słupek krawędziowy ze STEICO *wall* str. 340.
- Ściana zewnętrzna – połączenie ze ścianą wewnętrzną str. 341.
- Ściana zewnętrzna – połączenie elementów prefabrykowanych w pionie str. 342.
- Ściana zewnętrzna – połączenie ścian, szczelina dylatacyjna str. 343.
- Ściana zewnętrzna – balkon, belki zintegrowane z fasadą str. 344.

Drzwi, okno

- Okno – połączenie boczne z płytą ościeżową, przekrój poziomy str. 345.
- Okno – połączenie górne z płytą ościeżową, przekrój pionowy str. 346.
- Okno – połączenie dolne z płytą ościeżową, przekrój pionowy str. 347.
- Drzwi – połączenie z płytą ościeżową przekrój pionowy str. 348.
- Okno – roleta zewnętrzna – połączenie z płytą ościeżową, przekrój poziomy str. 349.
- Okno – roleta zewnętrzna – połączenie górne, przekrój pionowy str. 350.
- Okno – żaluzje zewnętrzne – połączenie z płytą ościeżową, przekrój poziomy str. 351.
- Okno – żaluzja zewnętrzna – połączenie górne, przekrój pionowy str. 352.

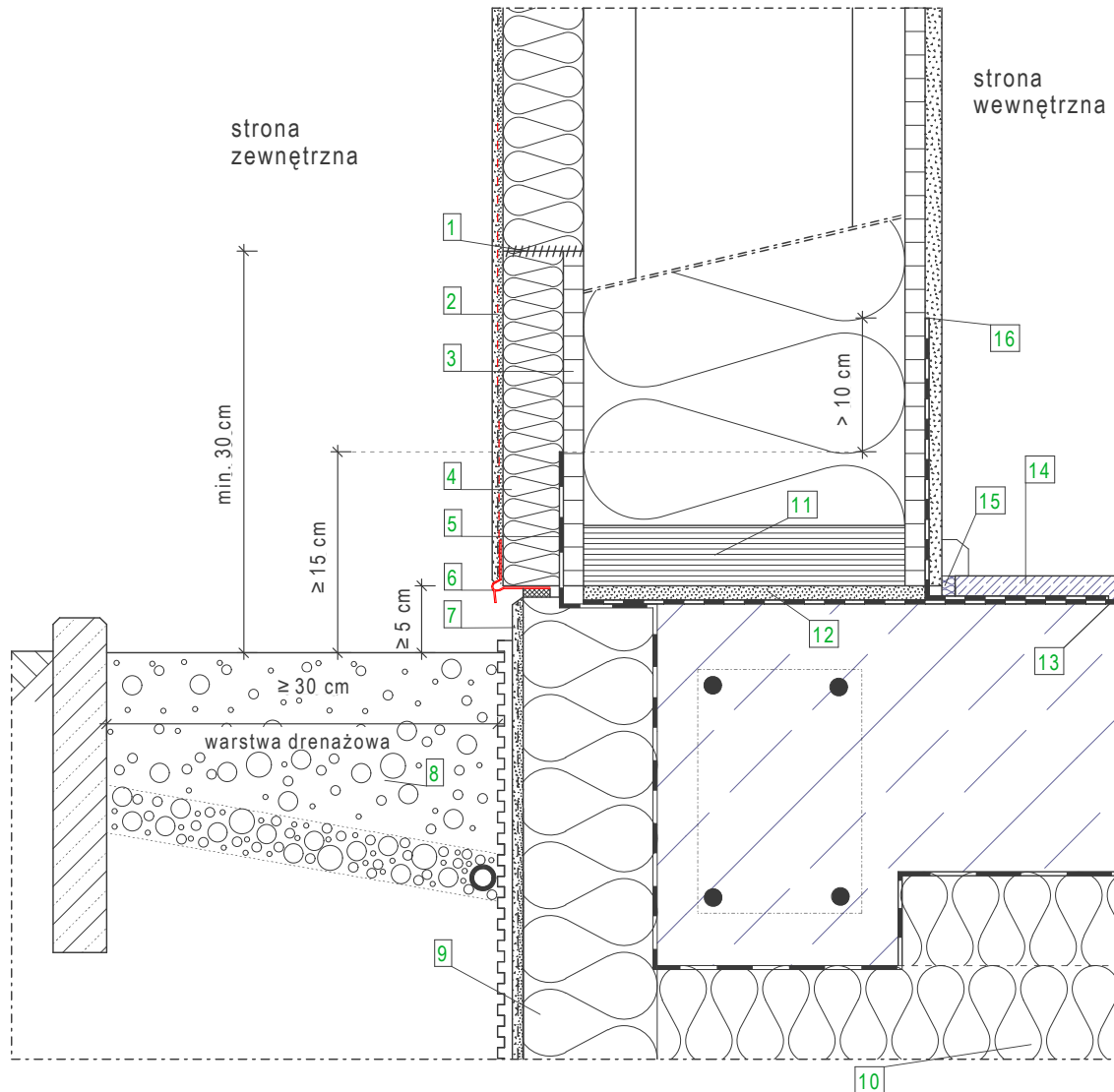
Strop

- Strop – ciągła warstwa tynkarska, termoizolacja belki czołowej str. 353.
- Strop – połączenie elewacji wentylowanej z tynkiem str. 354.

Dach

- Dach – okap, STEICO *LVL X* jako płyta wystająca str. 355.
- Dach – okap, termoizolacja nakrokwiowa str. 356.
- Dach – okap, krokiew z drewna litego, ETICS między krokwiami str. 357.
- Dach – okap, krokwie z drewna litego z deską zamykającą str. 358.
- Dach – okap z elementem oddzielającym (prefabrykacja) str. 359.
- Dach – deska szczytowa, STEICO *LVL X* jako płyta wystająca str. 360.
- Dach – lukarna, ściana wschodząca str. 361.
- Dach – kalenica, montaż elementów prefabrykowanych do płatwi kalenicowej str. 362.
- Dach – kalenica, połączenie elementów prefabrykowanych str. 363.
- Dach – kalenica, połączenie boczne przy użyciu złączy ciesielskich str. 364.
- Dach – wymian na okno połaciowe, połączenie przy użyciu złączy ciesielskich str. 365.
- Dach – wymian na okno połaciowe, połączenie bez złączy ciesielskich str. 366.
- Dach – połączenie elementów prefabrykowanych str. 367.
- Dach – połączenie krokwi z jętkami str. 368.

1. Cokół – wejście na poziomie gruntu – zredukowany obszar wody rozbryzgowej



Przekrój ściany

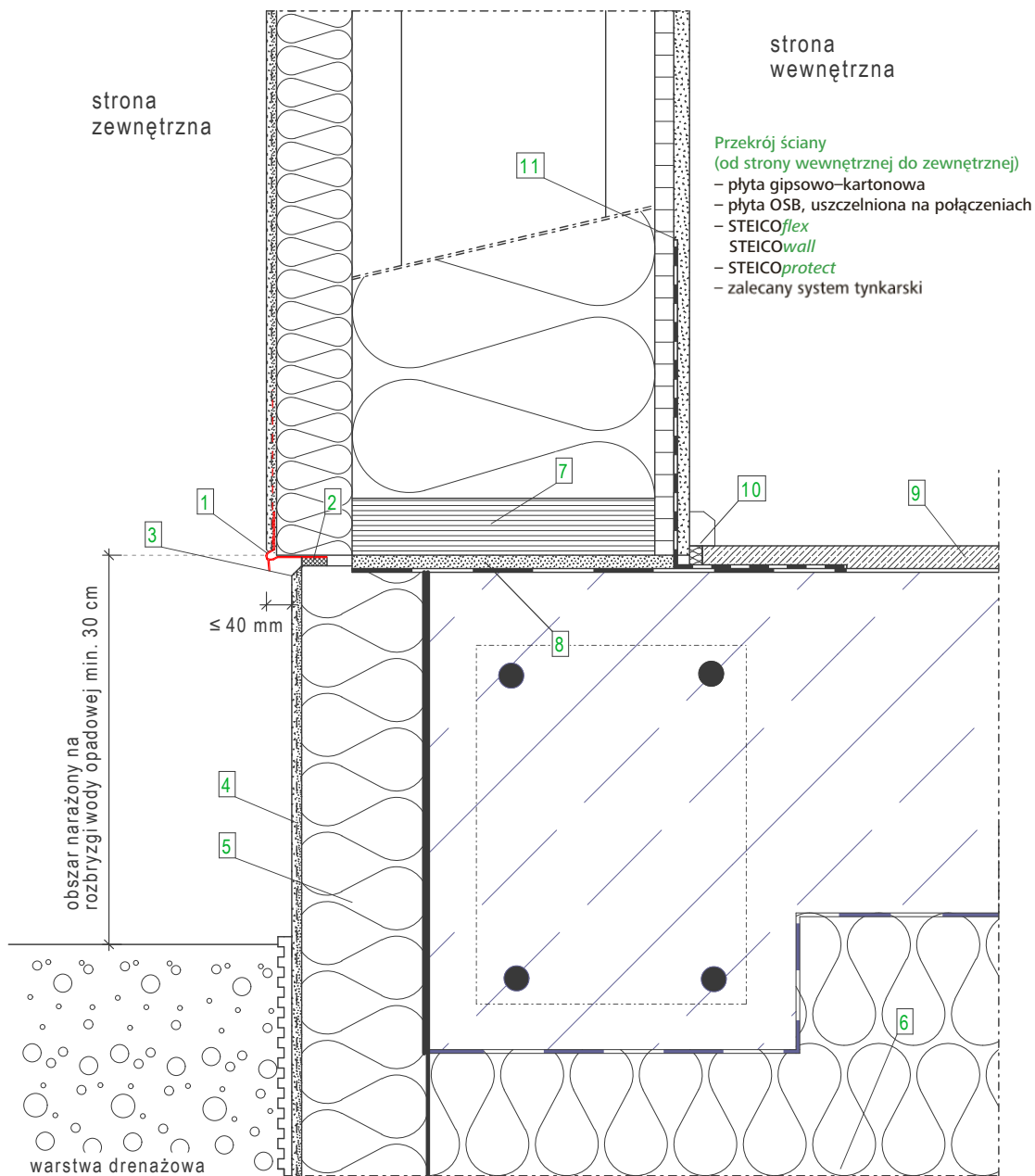
(od strony wewnętrznej do zewnętrznej)

- płyta gipsowo-kartonowa
- płyta OSB, uszczelniona na połączeniach
- STEICOflex
- STEICOWall
- STEICOprotect
- zalecany system tynkarski

Legenda

1. masa uszczelniająco-klejąca STEICOMulti fill
2. dodatkowe warstwy siatki z włókna szklanego, ułożone na zakład, do zbrojenia powierzchniowego
3. płyta włóknowo-cementowa
4. płyta termoizolacyjna EPS o strukturze wafle
5. uszczelnienie cokołu
6. krawędziowy profil cokołowy
7. tynk cokołowy z elastycznym, mineralnym szlaczem uszczelniającym wykonany zgodnie z zaleceniami producenta
8. opaska z warstwy żwiru, uziarnienie min. 16/32
9. termoizolacja pionowa fundamentu (styropian ekstrudowany)
10. termoizolacja pozioma fundamentu (styropian ekstrudowany)
11. STEICO LVL R/X
12. zaprawa pęczniająca
13. mata bitumiczna
14. wylewka betonowa
15. termoizolacja obwodowa STEICOsoundstrip
16. szczelne wykończenie

2. Cokół – podwyższone wejście – brak wody rozbryzgowej

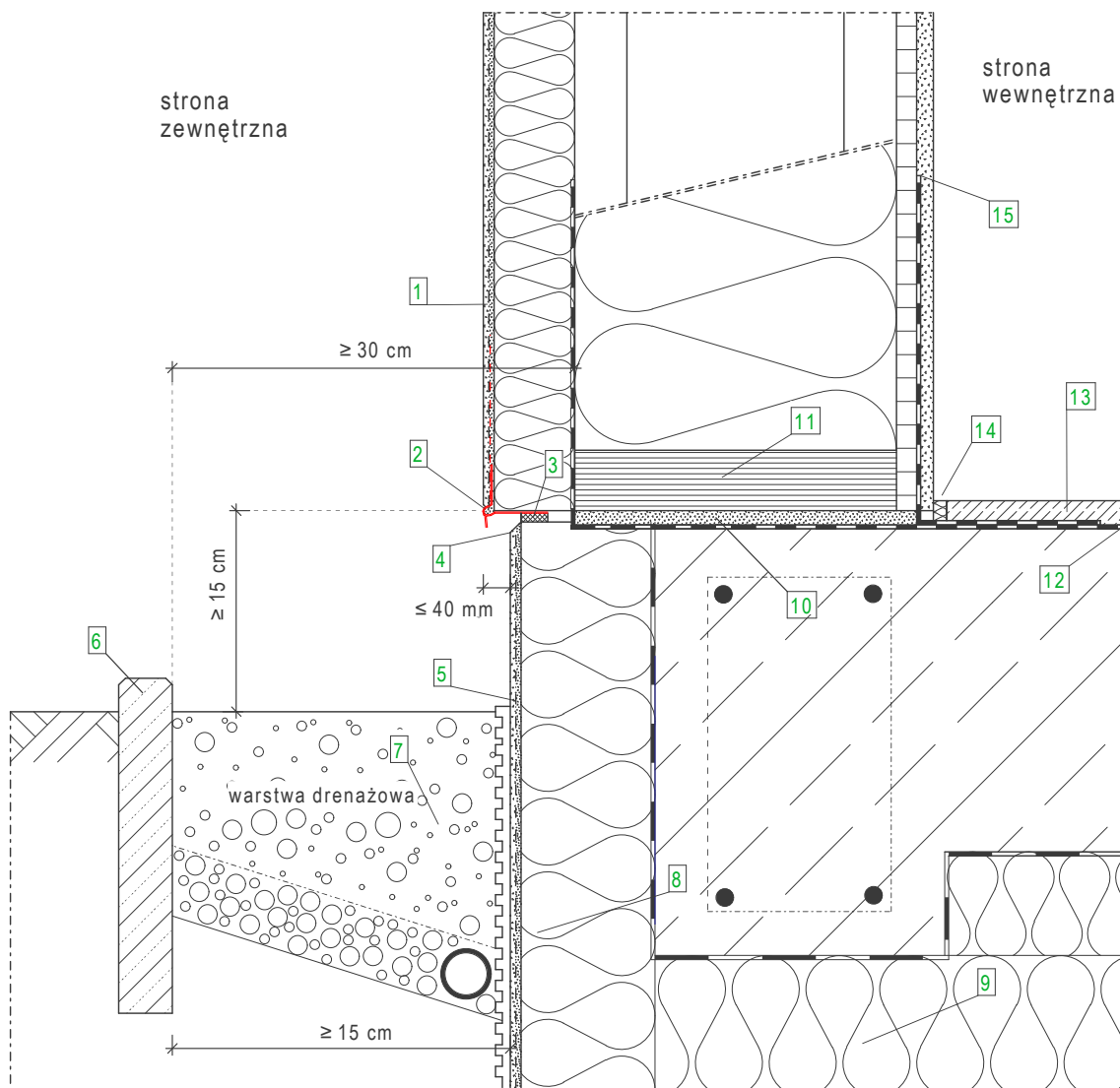


334

Legenda:

1. krawędziowy profil cokółowy
2. taśma rozprężna
3. nacięcie kielnią
4. tynk cokółowy z elastycznym, mineralnym szlaczem uszczelniającym, wykonany zgodnie z zaleceniami producenta
5. termoizolacja pionowa fundamentu (styropian ekstrudowany)
6. termoizolacja pozioma fundamentu (styropian ekstrudowany)
7. STEICO LVL R/X
8. zaprawa pęczniąca
9. wylewka betonowa
10. izolacja obwodowa STEICOsoundstrip
11. szczelne wykończenie

3. Cokół – podwalina min. 15 cm ponad poziomem gruntu (z opaską żwirową)



Przekrój ściany

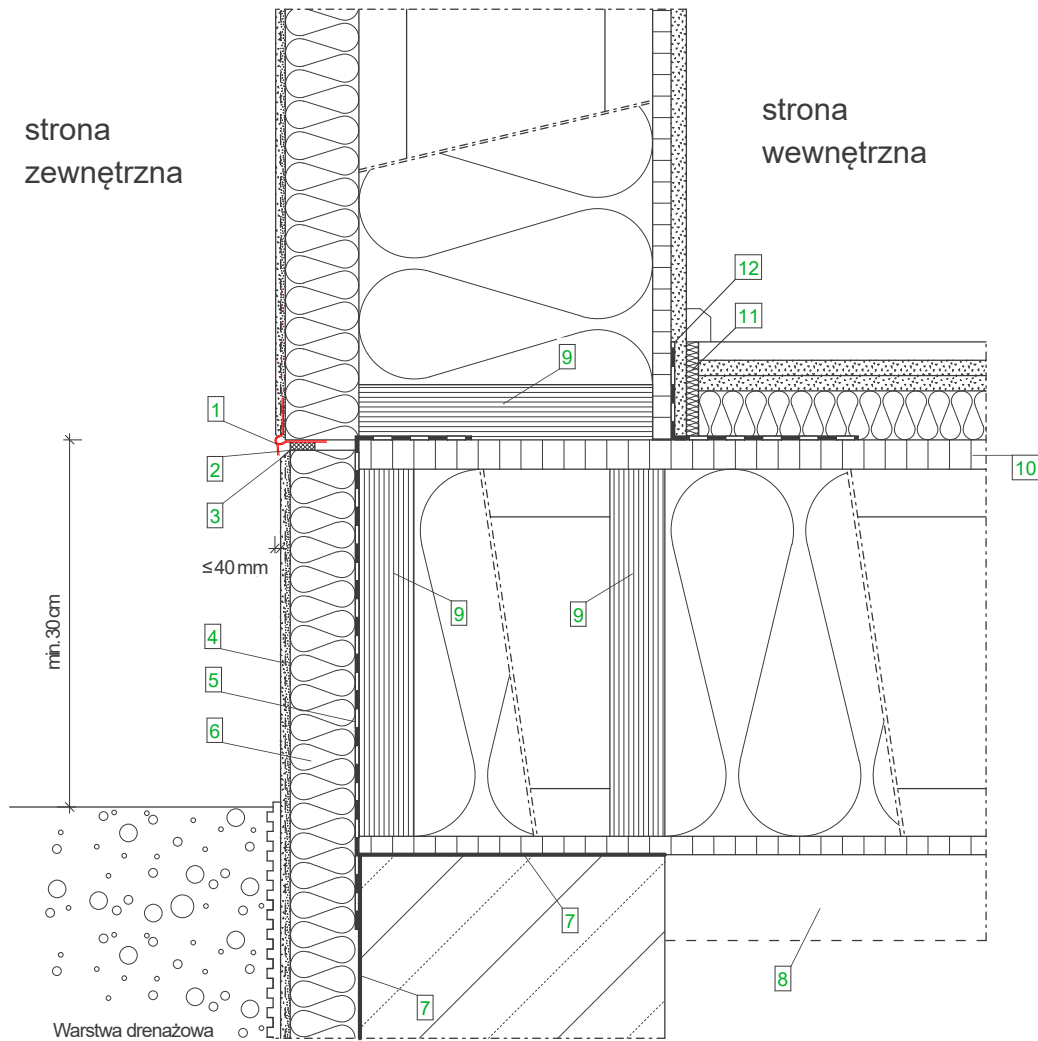
(od strony wewnętrznej do zewnętrznej)

- płyta gipsowo-kartonowa
- płyta OSB, uszczelniona na połączeniach
- STEICOflex
- STEICOWall
- STEICOprotect
- zalecany system tynkarski

Legenda:

1. w obszarze wody rozbryzgowej (min. 30 cm nad gruntem) między tynkiem wierzchnim a wewnętrznym nałożyć elastyczny szlam cementowy – jako warstwa ochronna przed wilgocią
2. krawędziowy profil cokołowy
3. taśma uszczelniająca
4. nacięcie kielnią
5. tynk cokołowy z elastycznym, mineralnym szlamem uszczelniającym, wykonany zgodnie z zaleceniami producenta
6. krawężnik kamienny
7. opaska ze żwiru, uziarnienie min. 16/32
8. termoizolacja pionowa fundamentu (styropian ekstrudowany)
9. termoizolacja pozioma fundamentu (styropian ekstrudowany)
10. zaprawa poziomująca
11. STEICO LVL R/X
12. mata bitumiczna
13. posadzka
14. izolacja obwodowa STEICOsoundstrip
15. szczelne wykończenie

4. Cokół – strop nad piwnicą



336

Przekrój ściany (od strony wewnętrznej do zewnętrznej)

- płyta gipsowo-kartonowa
- płyta OSB, uszczelniona na połączeniach
- STEICOflex
- STEICOWall
- STEICOprotect
- zalecany system tynkarski

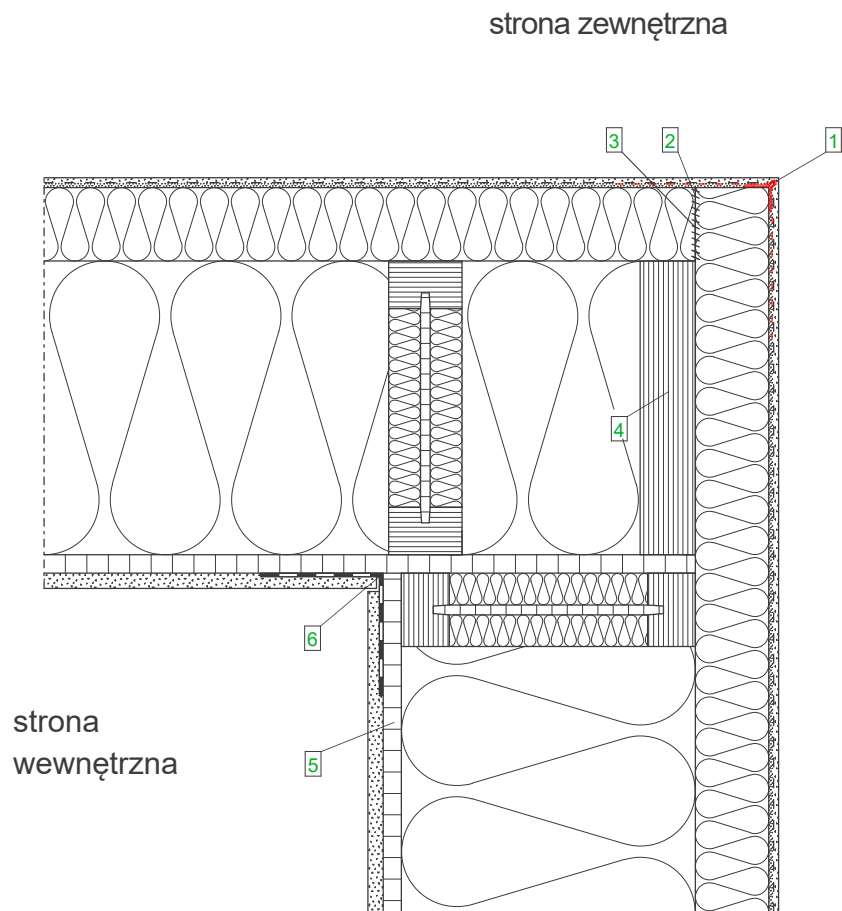
Przekrój podłogi (od góry do dołu)

- warstwa wykończeniowa
- suchy jastrych
- STEICOtherm 40 mm
- płyta drewnopochodna OSB, uszczelniona na połączeniach
- STEICOjoist + STEICOflex
- płyta drewnopochodna (OSB)
- sufit podwieszany

Legenda:

1. krawędziowy profil cokołowy
2. taśma rozprężna
3. nacięcie kielnią
4. tynk cokołowy z elastycznym, mineralnym szlaczem uszczelniającym, wykonany zgodnie z zaleceniami producenta
5. uszczelnienie zgodnie z DIN 18195-4
6. termoizolacja
7. izolacja przeciwwilgociowa
8. sufit podwieszany
9. STEICO LVL R/X
10. płyta drewnopochodna (OSB)
11. izolacja obwodowa STEICOsoundstrip
12. szczelne wykończenie

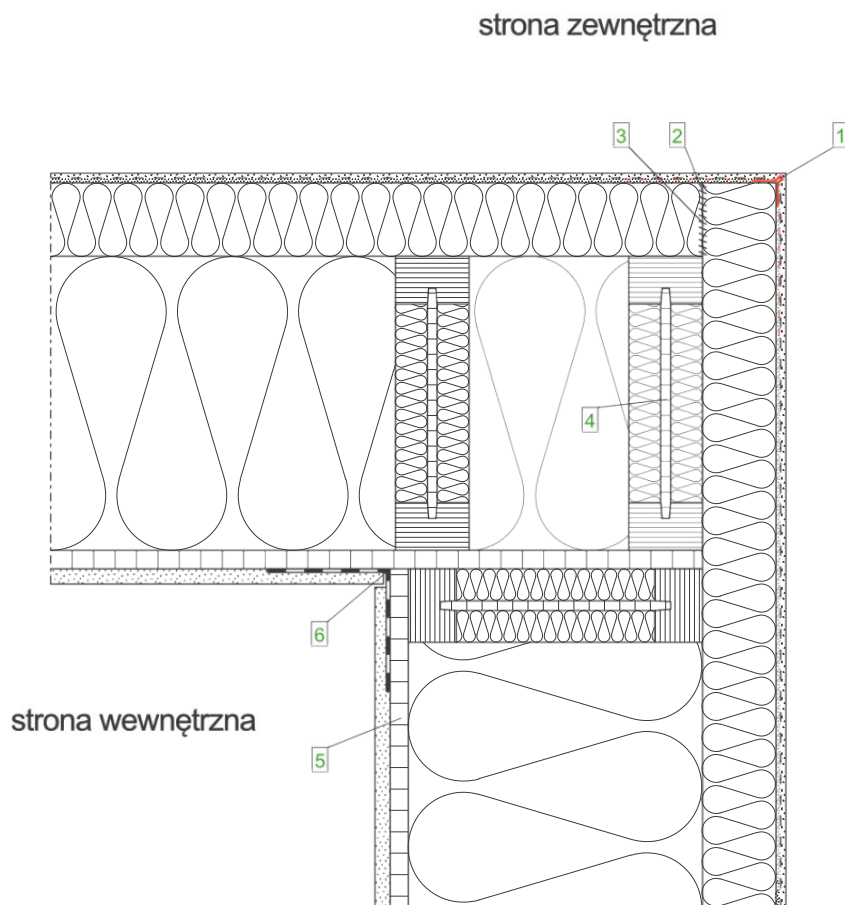
5. Ściana zewnętrzna – narożnik zewnętrzny, słupek narożnikowy ze STEICO LVL



Przekrój ściany
(od strony wewnętrznej do zewnętrznej)
– płyta gipsowo-kartonowa
– płyta OSB, uszczelniona na połączeniach
– STEICOflex
– STEICOwall
– STEICOprotect
– zalecany system tynkarski

Legenda:
1. listwa narożnikowa
2. sklejenie przy pomocy masy STEICOMulti fill
3. połączenie płyt fasadowych na tęgę krawędź
4. STEICO LVL R
5. planowany otwór montażowy - po montażu należy zaizolować punktowo matą STEICOflex oraz uszczelnić przy pomocy membrany paroizolacyjnej
6. taśma klejąca STEICOMulti tape F

6. Ściana zewnętrzna – narożnik zewnętrzny, słupek narożnikowy ze STEICOWall

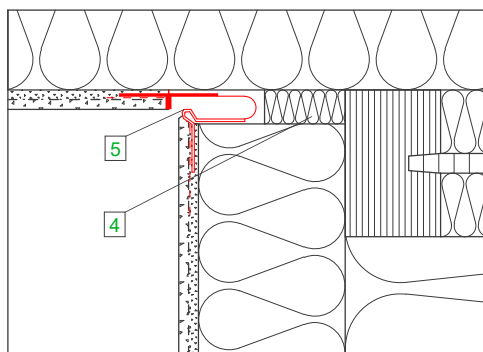
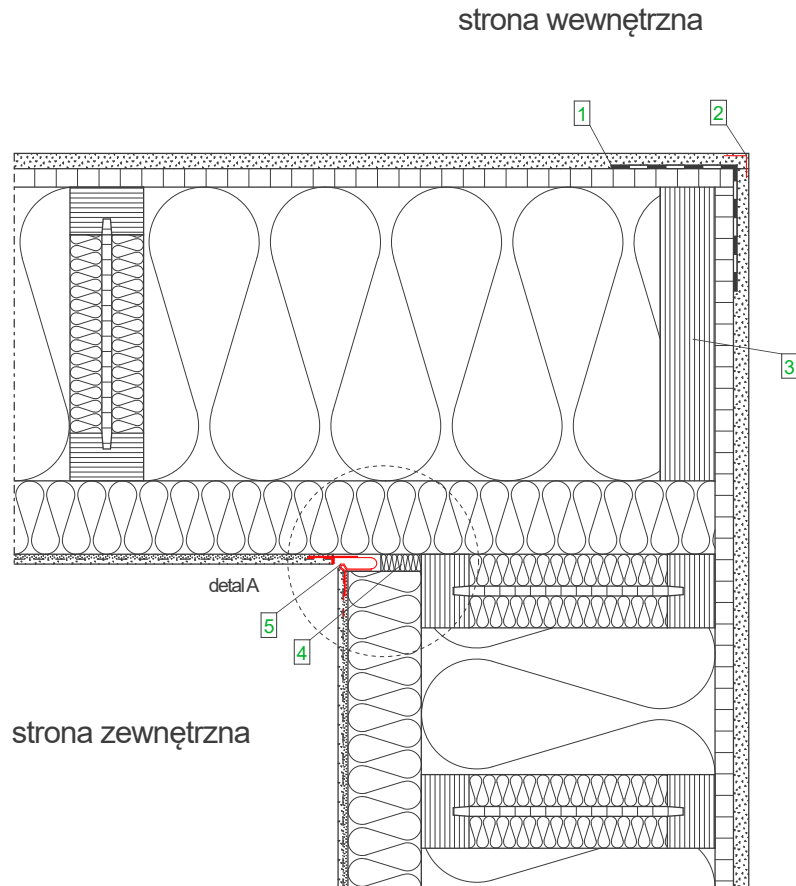


338

Przekrój ściany
(od strony wewnętrznej do zewnętrznej)
– płyta gipsowo-kartonowa
– płyta OSB, uszczelniona na połączeniach
– STEICOflex
– STEICOWall
– STEICOprotect
– zalecany system tynkarski

Legenda:
1. listwa narożnikowa
2. sklejanie przy pomocy masy STEICOmuli fill
3. połączenie płyt fasadowych na tępe krawędzie
4. STEICOWall
5. planowany otwór montażowy – po montażu otwór należy zaizolować punktowo matą STEICOflex oraz uszczelnić przy pomocy membrany paroizolacyjnej
6. taśma klejąca STEICOmuli tape F

7. Ściana zewnętrzna – narożnik wewnętrzny, słupek narożnikowy ze STEICO LVL



detal A, skala 1:2,5

Legenda:

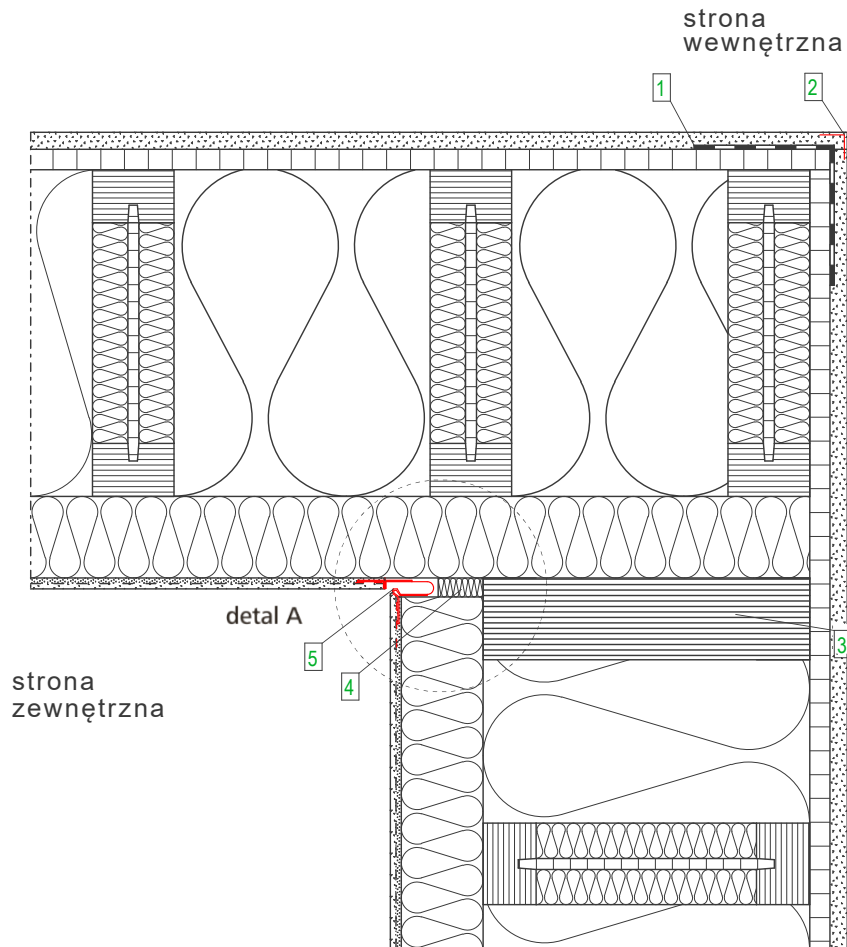
1. taśma klejąca STEICO*multi tape*
2. listwa narożnikowa
3. STEICO *LVL R*
4. STEICO*flex*
5. profil dylatacyjny

Przekrój ściany

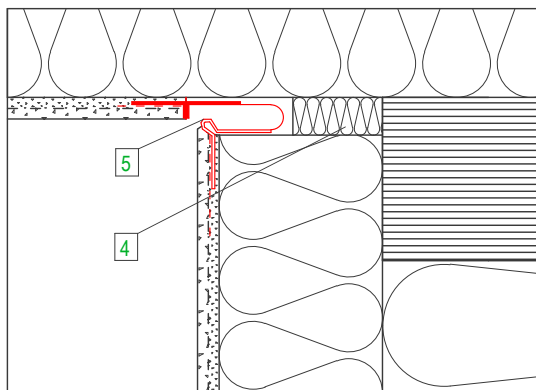
(od strony wewnętrznej do zewnętrznej)

- płyta gipsowo-kartonowa
- płyta OSB, uszczelniona na połączeniach
- STEICO*flex*
- STEICO*wall*
- STEICO*protect*
- zalecany system tynkarski

8. Ściana zewnętrzna – narożnik wewnętrzny, słupek narożnikowy ze STEICOwall



340



Legenda:

1. taśma klejąca STEICOmulti tape
2. listwa narożnikowa
3. STEICO LVL
4. STEICOflex
5. profil dylatacyjny

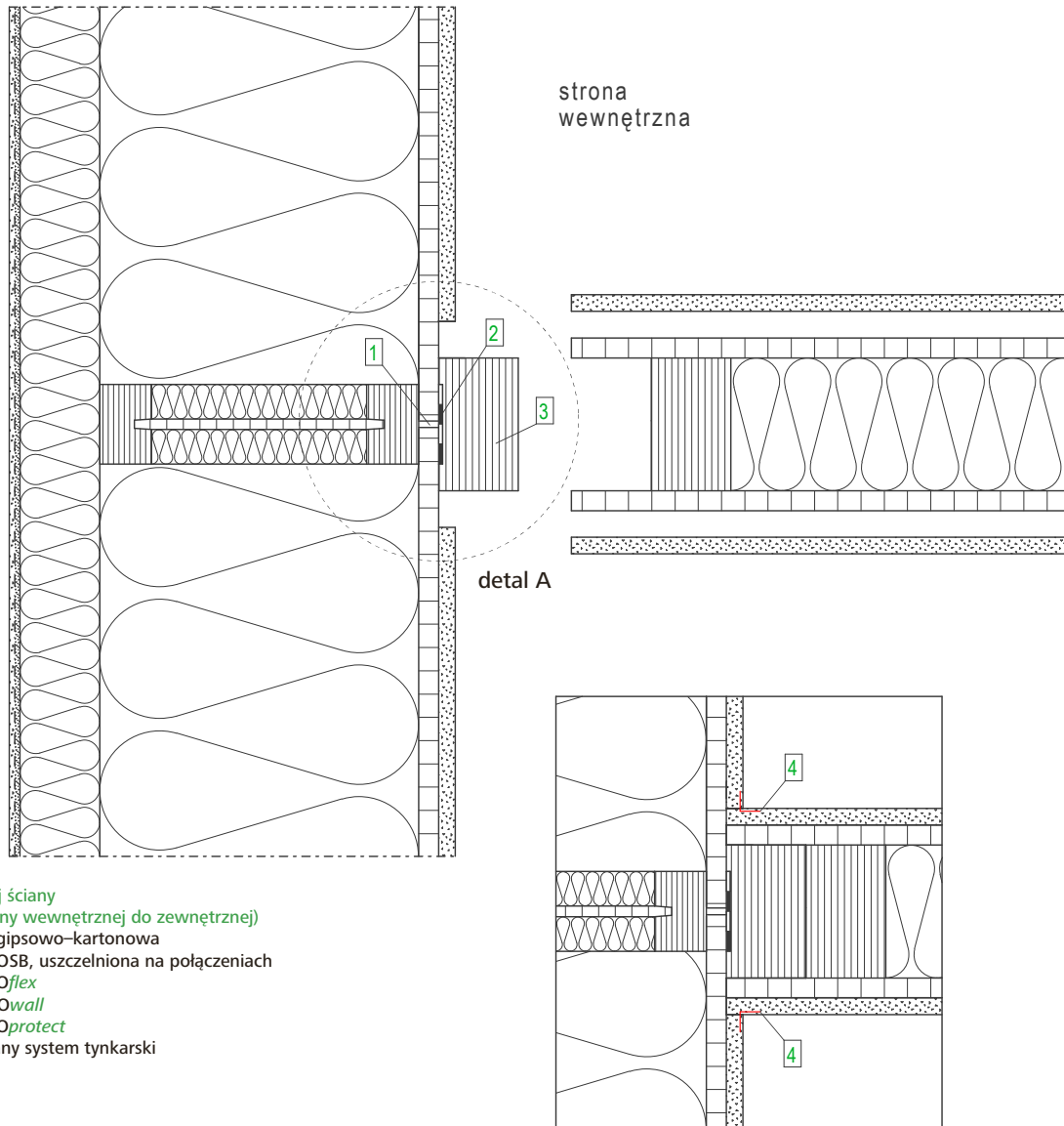
Przekrój ściany

(od strony wewnętrznej do zewnętrznej)

- płyta gipsowo-kartonowa
- płyta OSB, uszczelniona na połączeniach
- STEICOflex
- STEICOwall
- STEICOprotect
- zalecany system tynkarski

9. Ściana zewnętrzna – połączenie ze ścianą wewnętrzną

strona
zewnątrzna



Przekrój ściany

(od strony wewnętrznej do zewnętrznej)

- płyta gipsowo-kartonowa
- płyta OSB, uszczelniona na połączeniach
- STEICOflex
- STEICOWall
- STEICOprotect
- zalecany system tynkarski

Przekrój ściany wewnętrznej

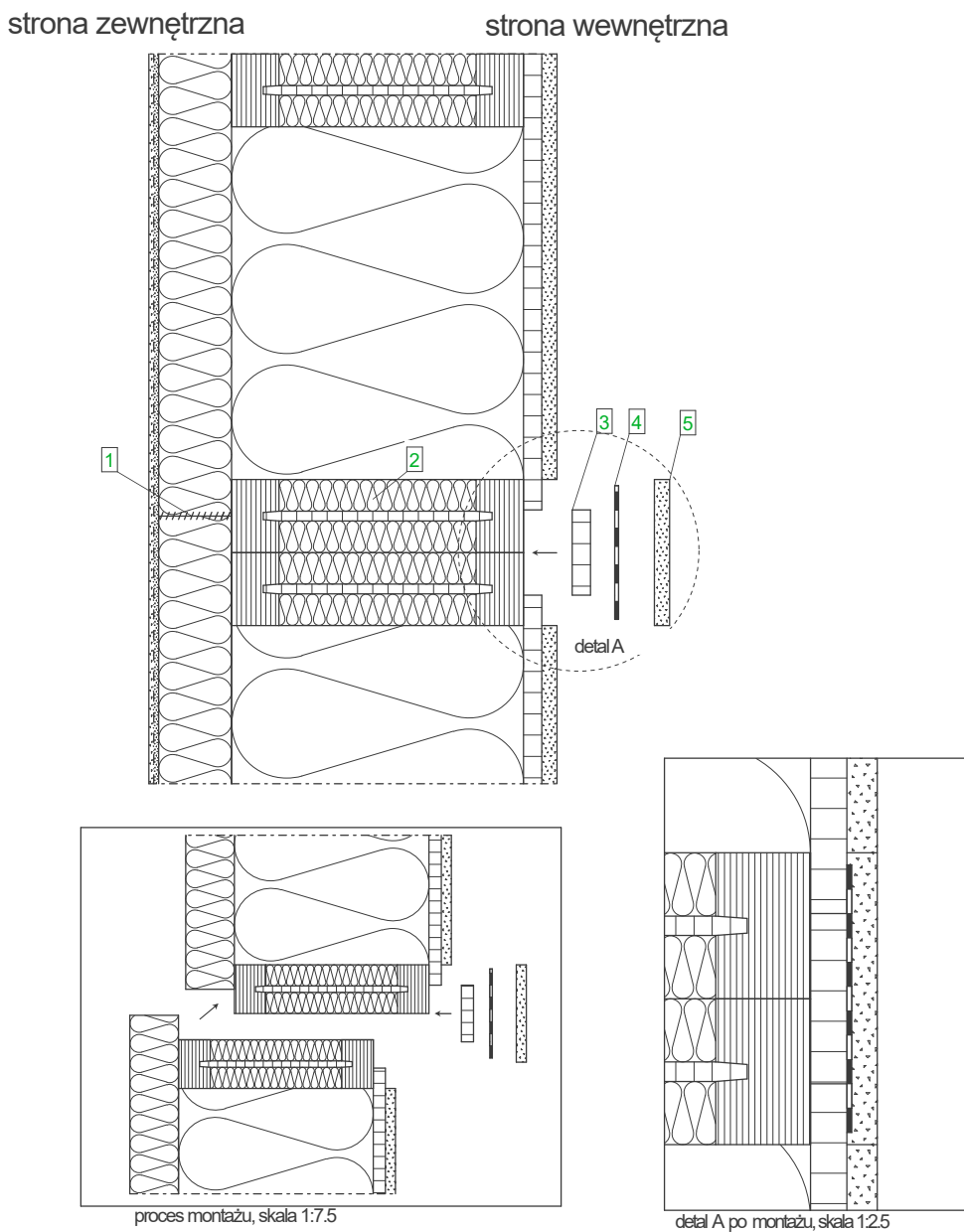
(od góry do dołu)

- płyta gipsowo-kartonowa
- płyta drewnopochodna (OSB)
- STEICOflex
- KVH albo STEICO LVL R
- płyta drewnopochodna (OSB)
- płyta gipsowo-kartonowa

Legenda:

1. przerwa dylatacyjna między płytami drewnopochodnymi min. 5 mm
2. taśma klejąca STEICOMulti tape
3. drewno montażowe (np. STEICO LVL R)
4. papierowa taśma do spoinowania narożników płyt gipsowo-kartonowych

10. Ściana zewnętrzna – połączenie elementów prefabrykowanych w pionie

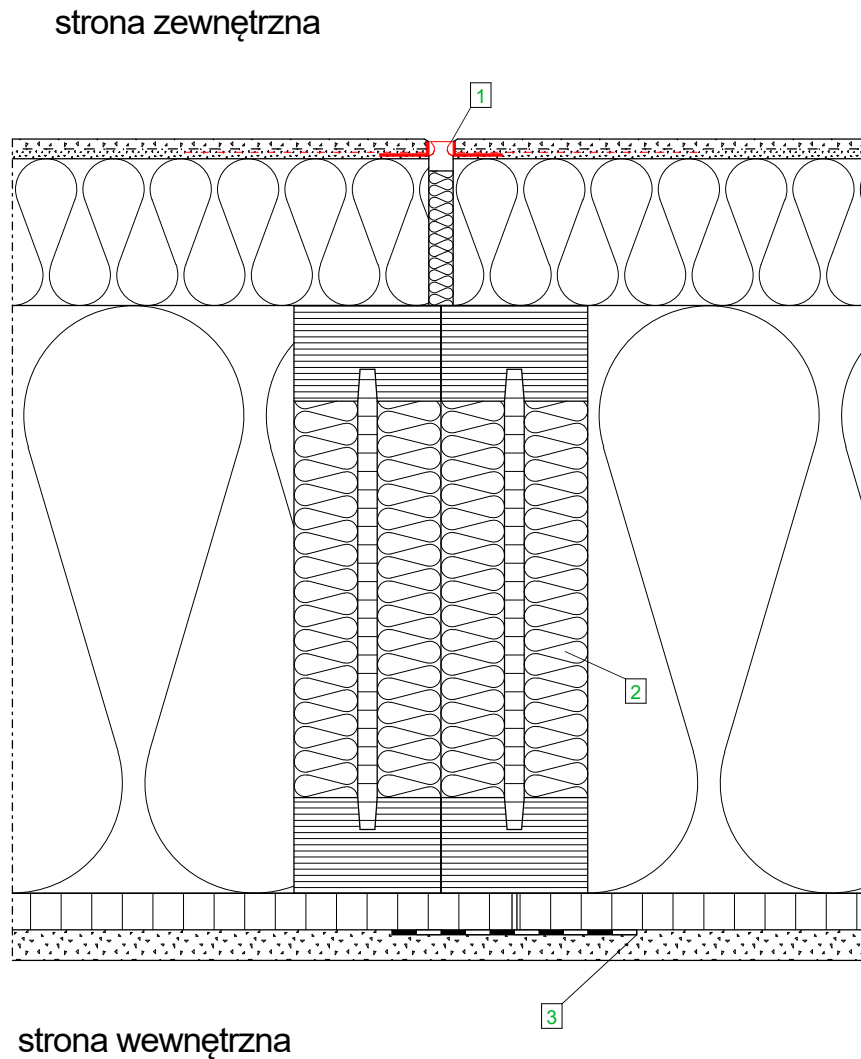


342

Przekrój ściany
(od strony wewnętrznej do zewnętrznej)
– płyta gipsowo-kartonowa
– płyta OSB, uszczelniona na połączeniach
– STEICOflex
STEICOwall
– STEICOprotect
– zalecany system tynkarski

Legenda:
1. sklejanie przy pomocy masy STEICOmulti fill
2. termoizolacja środkiem belki dwuteowej
3. fragment płyty drewnopochodnej (np. OSB)
4. taśma klejąca STEICOmulti tape
5. dopasowany fragment z płyty gipsowo-kartonowej

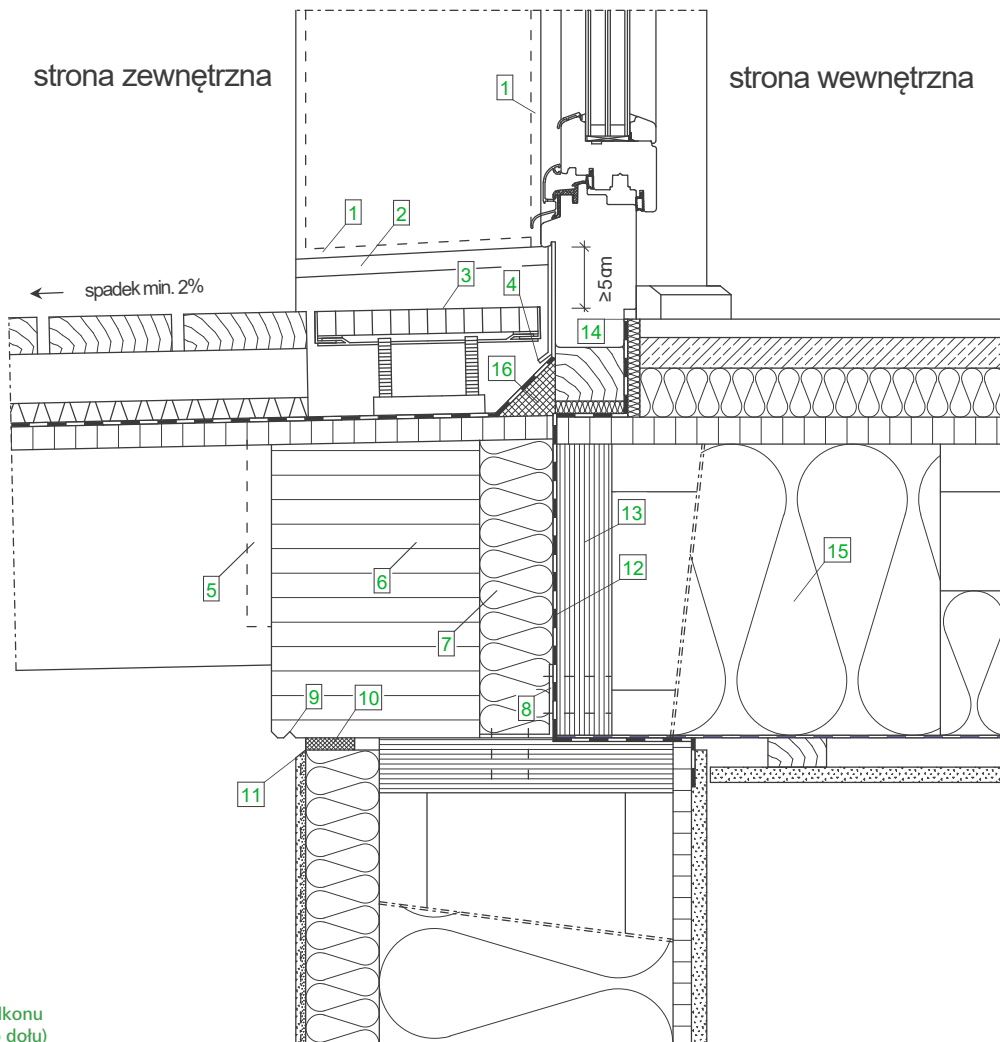
11. Ściana zewnętrzna – połączenie ścian, szczelina dylatacyjna



Przekrój ściany
(od strony wewnętrznej do zewnętrznej)
– płyta gipsowo-kartonowa
– płyta OSB, uszczelniona na połączeniach
– STEICOflex
– STEICOWall
– STEICOprotect
– zalecany system tynkarski

Legenda:
1. STEICOprotect + elastyczny profil wykończeniowy 10–20 mm
2. termoizolacja środka belki dwuteowej
3. taśma klejąca STEICOMulti tape P 60 mm

12. Ściana zewnętrzna – balkon, belki zintegrowane z fasadą



344

Przekrój balkonu (od góry do dołu)

- deska tarasowa 30 mm
- łała nośna 40 mm
- mata drenażowa
- folia uszczelniająca EPDM
- widoczna płyta drewnopochodna

Przekrój ściany (od strony wewnętrznej do zewnętrznej)

- płyta gipsowo-kartonowa
- płyta OSB, uszczelniona na połączeniach
- STEICOflex
- STEICOWall
- STEICOprotect
- zalecany system tynkarski

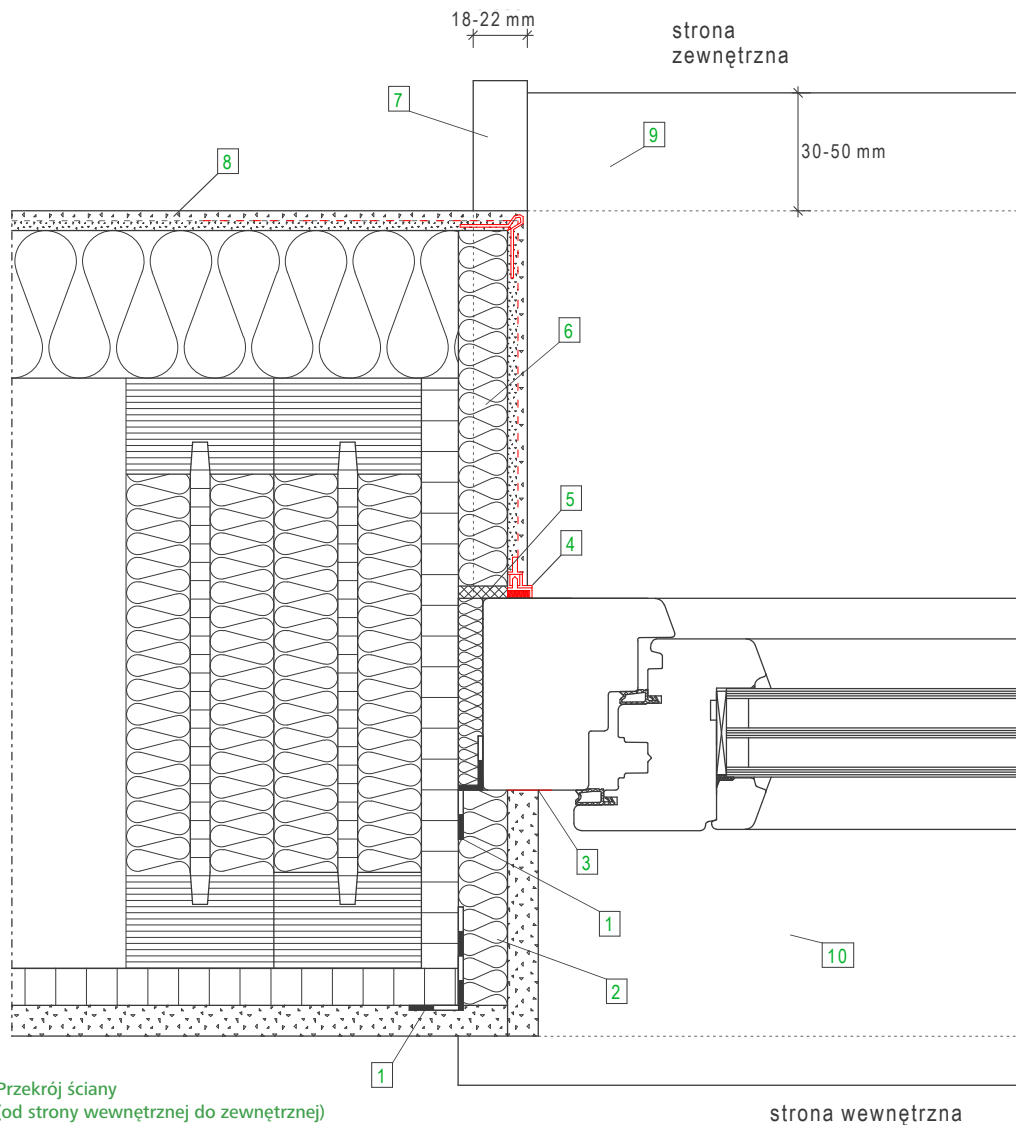
Przekrój stropu (od góry do dołu)

- pokrycie podłogowe
- suchy jastrych 25 mm
- STEICOtherm 40 mm
- płyta drewnopochodna (OSB)
- STEICOjoist + STEICOflex 120 mm
- łały
- podkład uszczelniający
- łały
- płyta gipsowo-kartonowa

Legenda:

1. taśma rozprężna
2. obróbka blacharska
3. kratka drenażowa o regulowanej wysokości
4. blacha ochronna
5. ukryte złącze dopasowane z aluminium
6. belki krawędziowe GL24
7. płyta termoizolacyjna STEICOtherm
8. połączenie poprzez złącze kątowe
9. kapinos
10. taśma rozprężna
11. nacięcie kielnią
12. membrana paroizolacyjna w obszarze połączenia
13. STEICO LVL R/X
14. szczelnie wbudowane okno
15. STEICOflex 240 mm w obszarze połączenia
16. przycięty fragment materiału termoizolacyjnego

13. Okno – połączenie boczne z płytą ościeżową, przekrój poziomy



Przekrój ściany

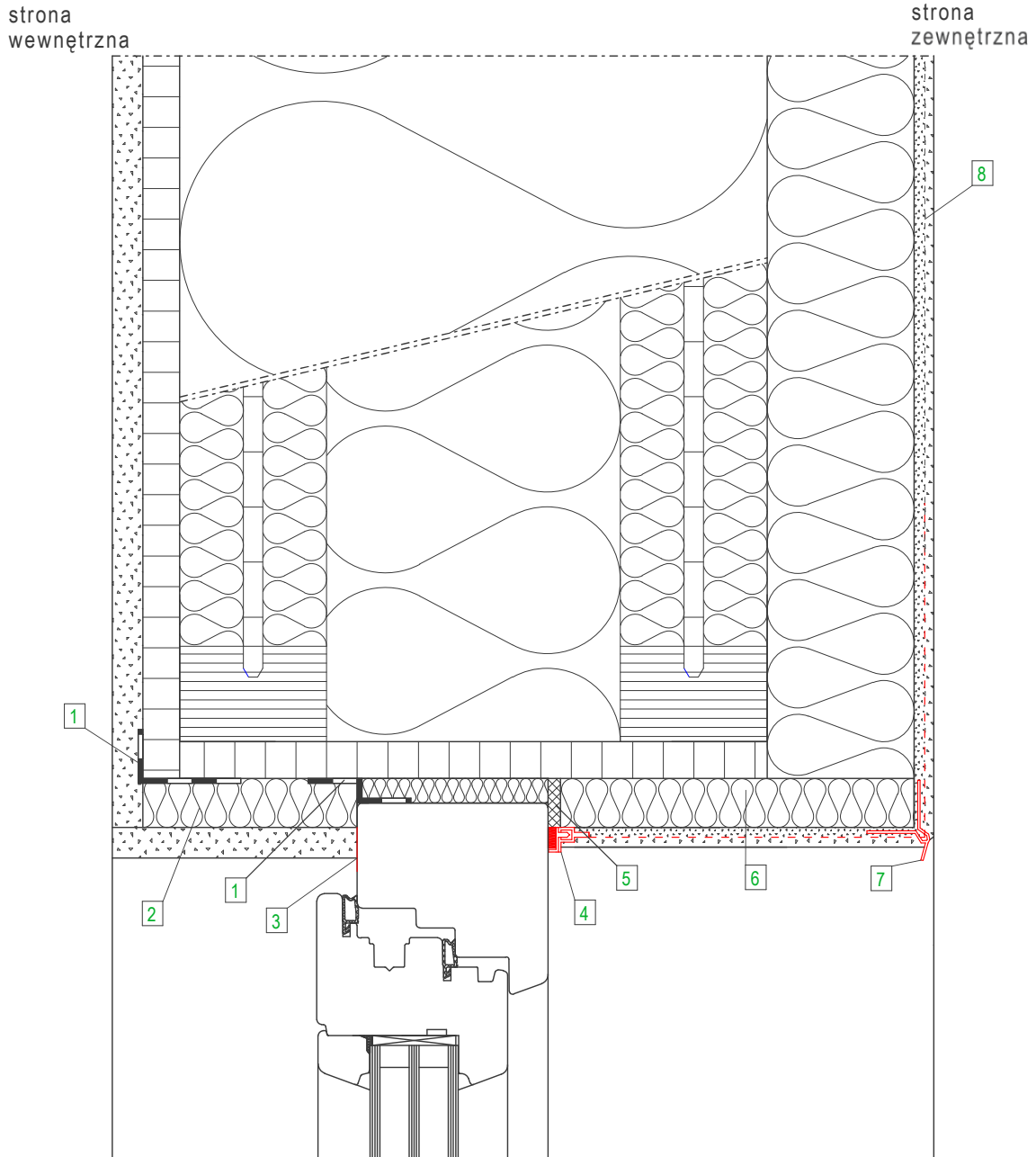
(od strony wewnętrznej do zewnętrznej)

- płyta gipsowo-kartonowa
- płyta OSB, uszczelniona na połączeniach
- STEICOflex
- STEICOWall
- STEICOprotect
- zalecany system tynkarski

Legenda:

1. taśma klejąca STEICOMulti tape F
2. płyta termoizolacyjna STEICObase
3. taśma dylatacyjna
4. profil tynkarski
5. taśma rozprężna
6. płyta ościeżowa STEICOprotect / STEICO protect dry
7. profil wykończeniowy zalecany do ETICS
8. siatka zbrojąca
9. parapet aluminiowy
10. parapet wewnętrzny

14. Okno – połączenie górne z płytą ościeżową, przekrój pionowy



346

Przekrój ściany

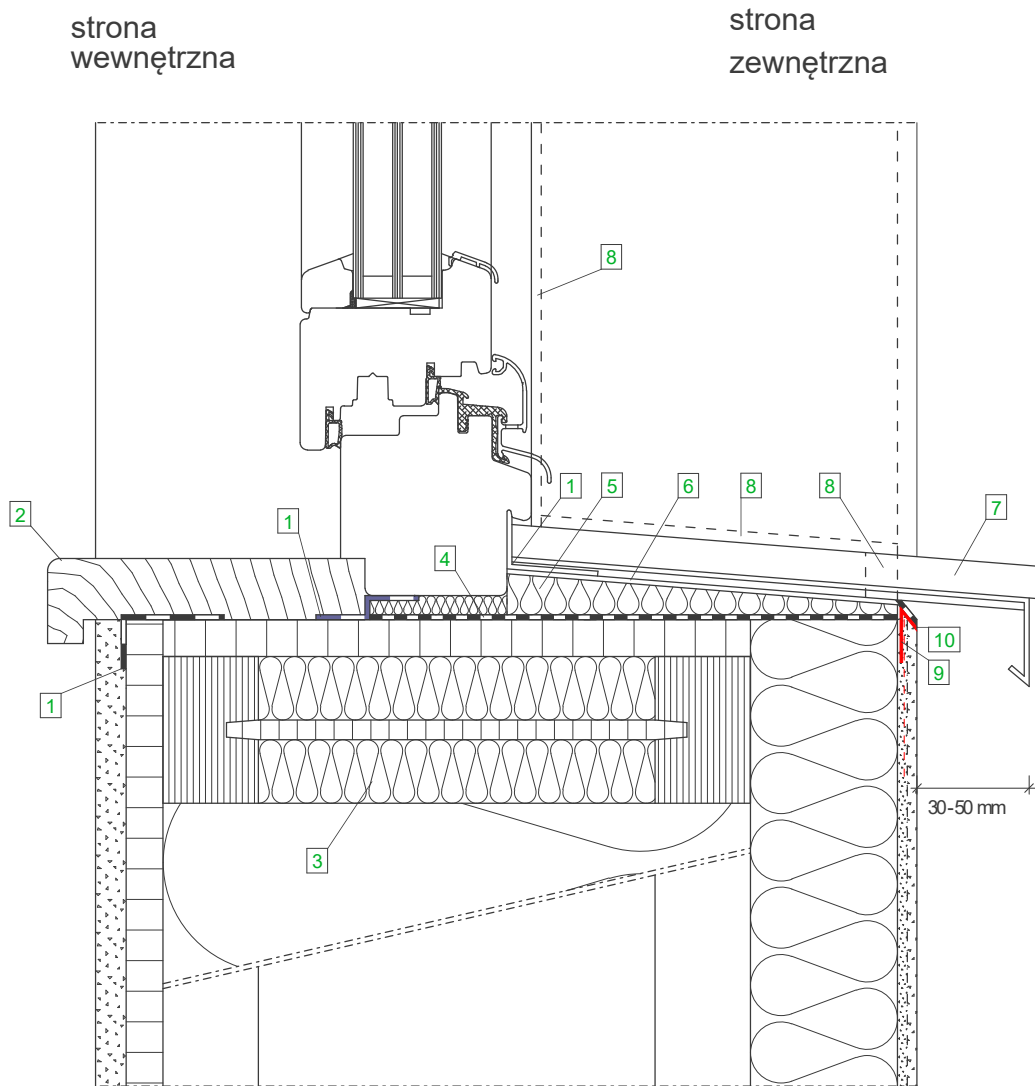
(od strony wewnętrznej do zewnętrznej)

- płyta gipsowo-kartonowa
- płyta OSB, uszczelniona na połączeniach
- STEICOflex
- STEICOWall
- STEICOprotect
- zalecany system tynkarski

Legenda:

1. taśma klejąca STEICOmultipape F
2. płyta termoizolacyjna STEICObase
3. taśma dylatacyjna
4. profil tynkarski
5. taśma rozprężna
6. płyta ościeżowa STEICOprotect / STEICO protect dry
7. profil narożny z kapinosem
8. siatka zbrojąca

15. Okno – połączenie dolne z płytą ościeżową, przekrój pionowy



Przekrój ściany

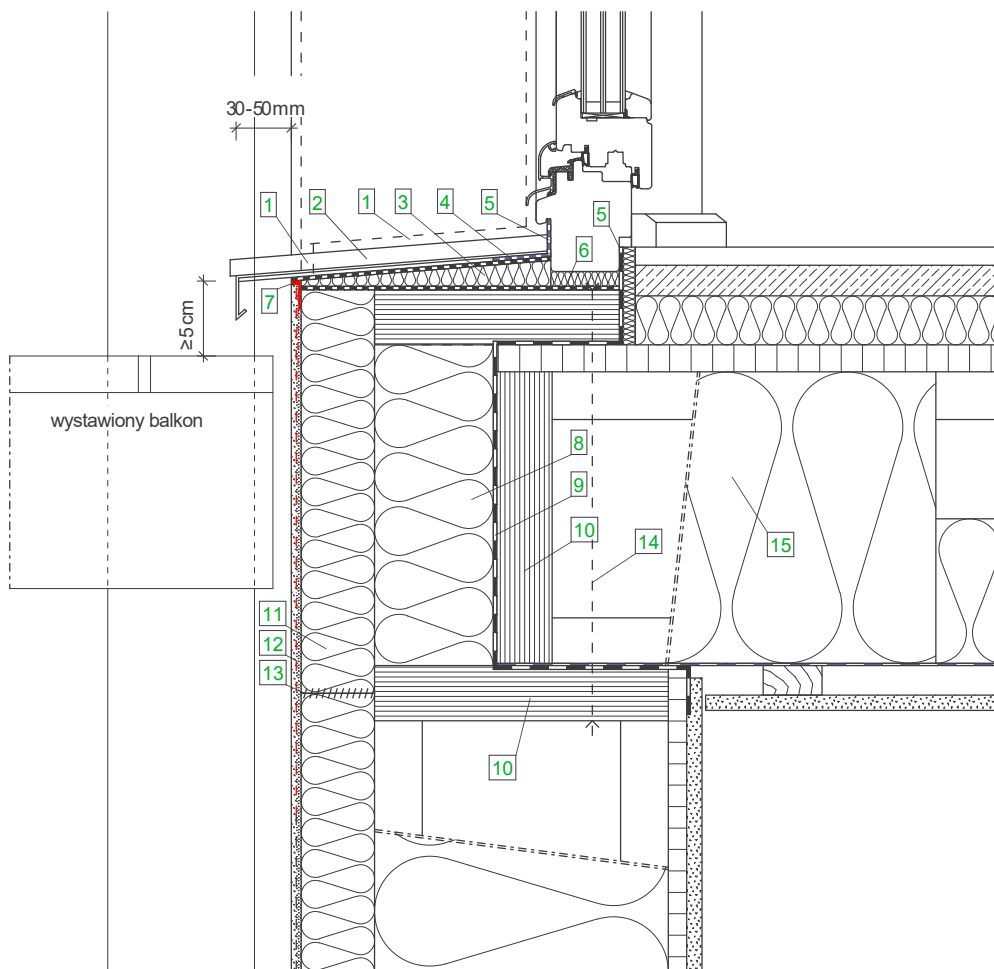
(od strony wewnętrznej do zewnętrznej)

- płyta gipsowo-kartonowa
- płyta OSB, uszczelniona na połączeniach
- STEICOflex
- STEICOWall
- STEICOprotect
- zalecany system tynkarski

Legenda:

1. taśma klejąca STEICOMulti tape F
2. parapet wewnętrzny
3. termoizolacja środka belki dwuteowej
4. membrana wysokoparoprzepuszczalna STEICOMulti UDB
5. profil izolacyjny pod parapet STEICOfix
6. zintegrowana membrana ochronna na profilu STEICOfix
7. parapet aluminiowy
8. taśma rozprężna
9. profil tynkarski
10. masa uszczelniająco-klejąca STEICOMulti fill

16. Drzwi – połączenie z płytą ościeżową, przekrój pionowy



Wskazówka:

Pozycja 11:
z płyt STEICOprotect / STEICO protect dry należy wyciąć precyzyjnie dopasowany fragment, a następnie zamocować go dookoła płaszczyzny stropu. Po montażu miejsce połączenia płyt należy przeszlifować.

Przekrój ściany (od strony wewnętrznej do zewnętrznej)

- płyta gipsowo-kartonowa
- płyta OSB, uszczelniona na połączeniach
- STEICOflex
- STEICOWall
- STEICOprotect
- zalecany system tynkarski

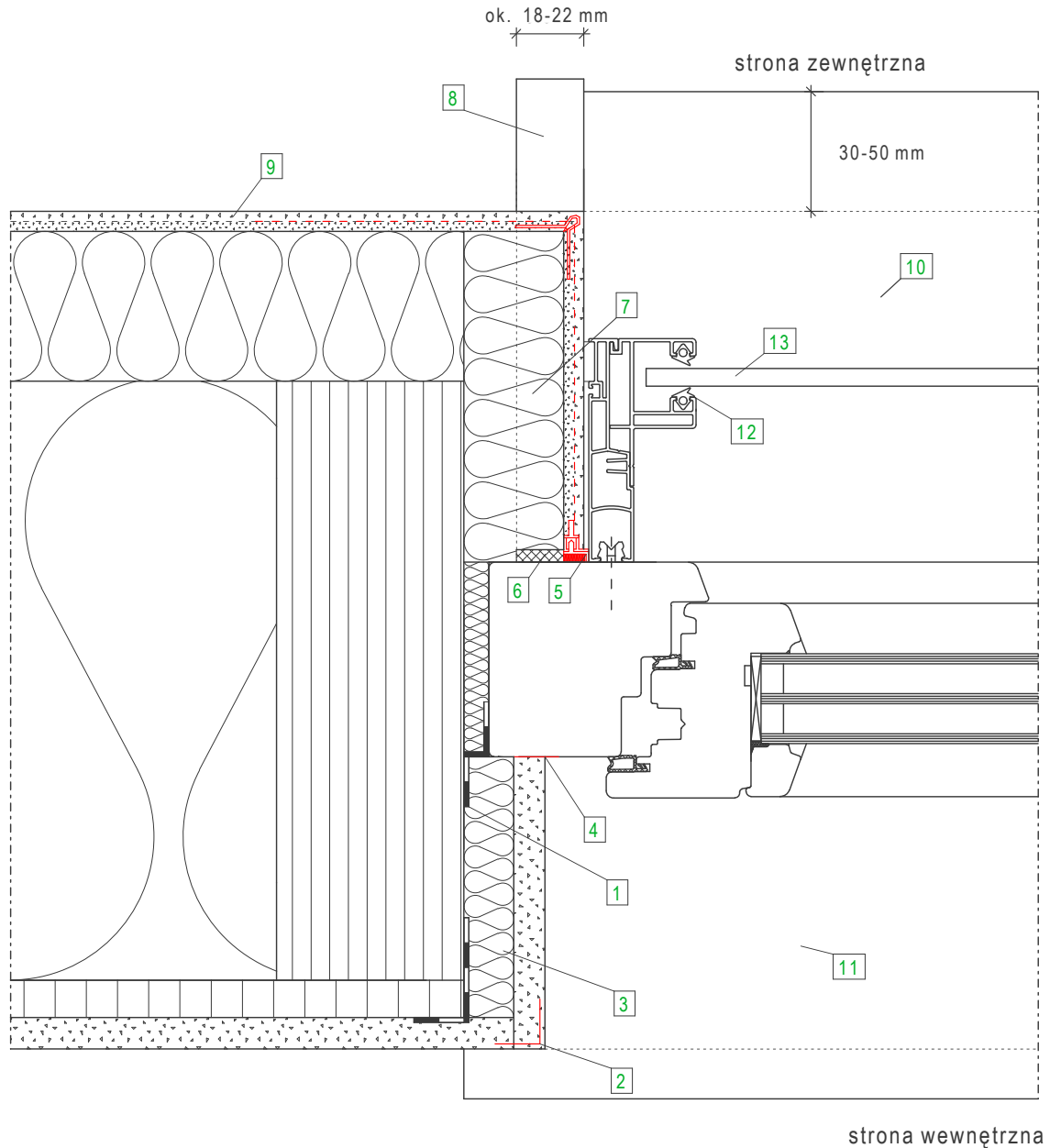
Przekrój stropu (od góry do dołu)

- pokrycie podłogowe
- suchy jastrych 25 mm
- STEICOtherm 40 mm
- płyta drewnopochodna (OSB)
- STEICOjoist + STEICOflex 120 mm
- podkład uszczelniający
- łąty
- płyta gipsowo-kartonowa

Legenda:

1. taśma rozprężna
2. parapet aluminiowy
3. profil izolacyjny pod parapet STEICOfix
4. zintegrowana membrana ochronna na profilu STEICOfix
5. taśma klejąca STEICOmultip F
6. membrana wysokoparoprzepuszczalna STEICOmultip UDB
7. profil tynkarski
8. płyta STEICOtherm
9. membrana paroizolacyjna w obszarze połączenia
10. STEICO LVL R/X
11. STEICOprotect / STEICOprotect dry docięta na placu budowy
12. dodatkowe pasy siatki zbrojącej
13. masa uszczelniająco-klejąca STEICOmultip fill
14. połączenie elementów budowlanych
15. STEICOflex 240 mm w obszarze połączenia

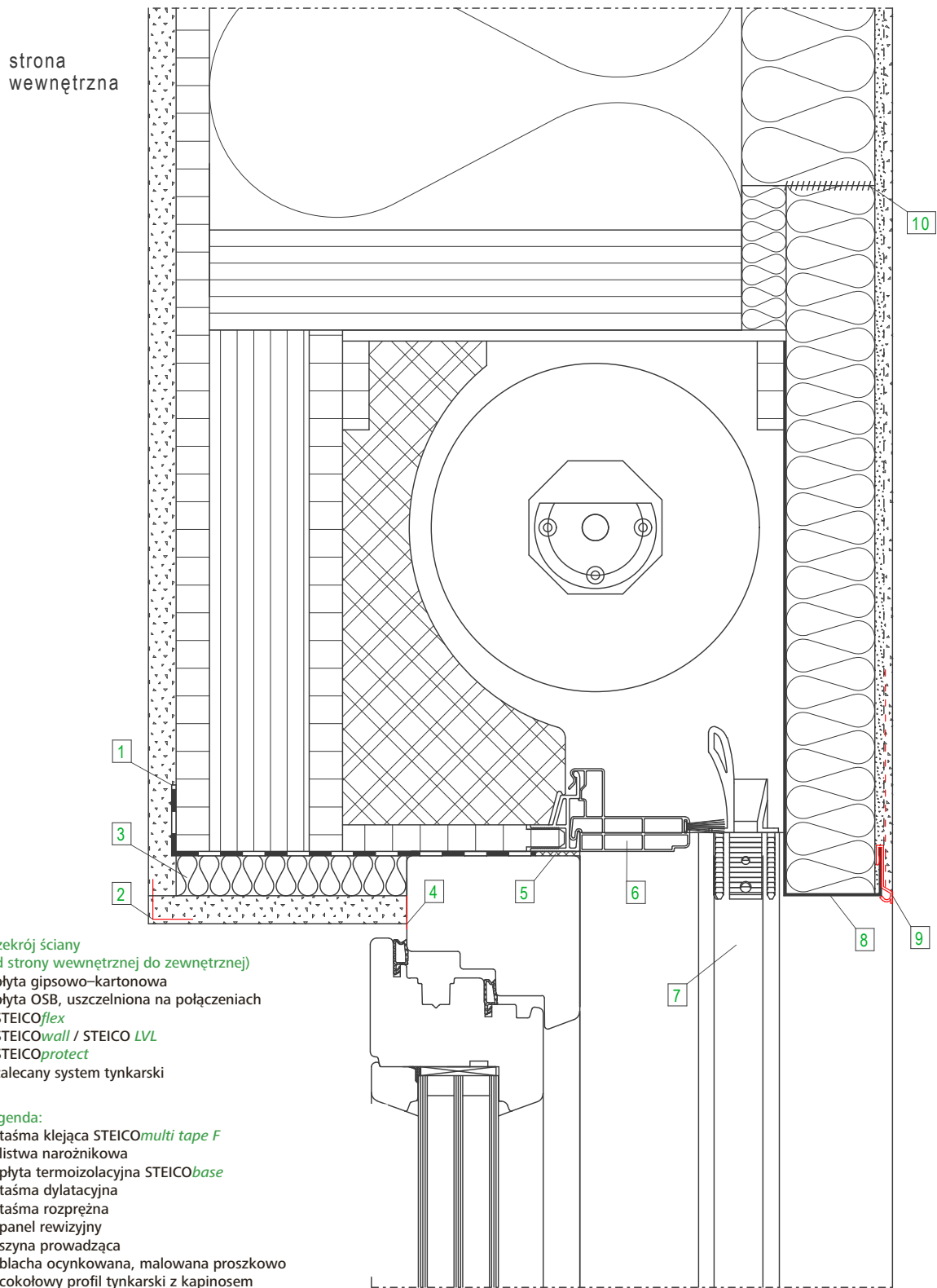
17. Okno – roleta zewnętrzna – połączenie z płytą ościeżową, przekrój poziomy



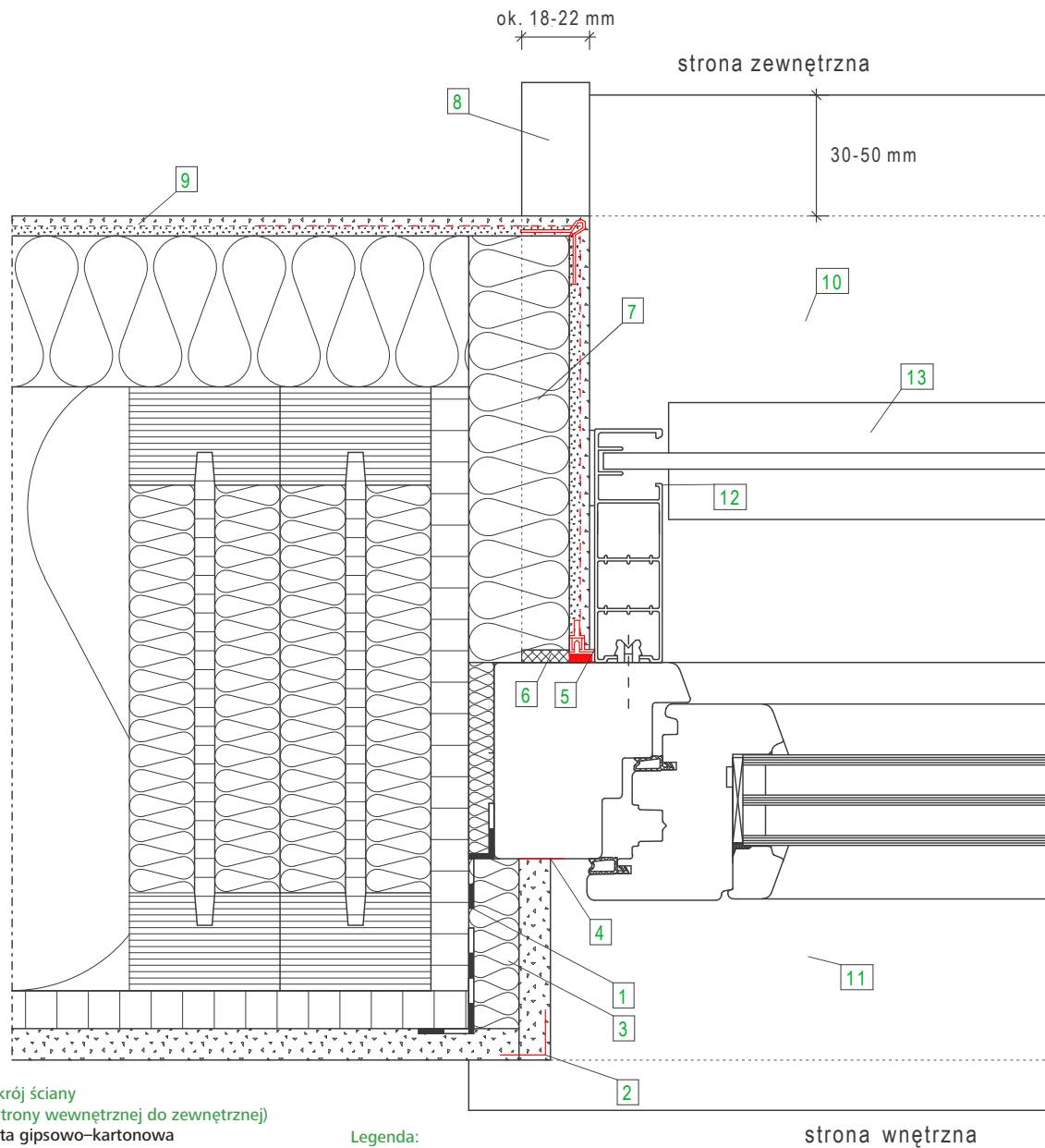
Przekrój ściany
(od strony wewnętrznej do zewnętrznej)
– płyta gipsowo-kartonowa
– płyta OSB, uszczelniona na połączeniach
– STEICOflex
– STEICOWall / STEICO LVL
– STEICOprotect
– zalecany system tynkarski

Legenda:
1. taśma klejąca
2. listwa narożnikowa
3. płyta termoizolacyjna STEICObase
4. taśma dylatacyjna
5. profil tynkarski
6. taśma rozprężna
7. płyta STEICOprotect
8. profil wykończeniowy zalecany do ETICS
9. siatka zbrojąca
10. parapet aluminiowy
11. parapet wewnętrzny
12. szyna prowadząca rolety
13. obudowa rolety

18. Okno – roleta zewnętrzna – połączenie górne, przekrój pionowy



19. Okno – żaluzje zewnętrzne – połączenie z płytą ościeżową, przekrój poziomy



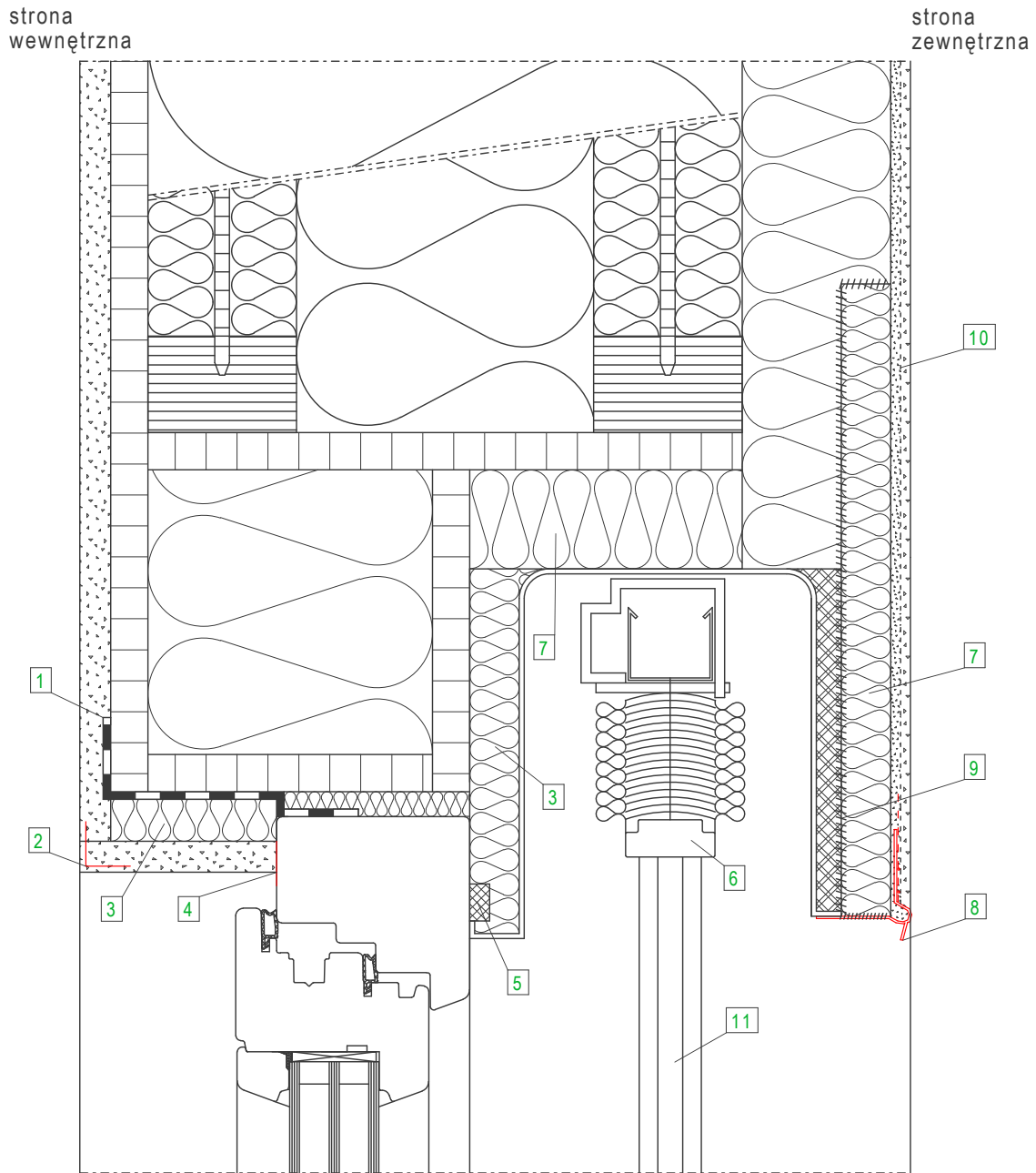
Przekrój ściany
(od strony wewnętrznej do zewnętrznej)

- płyta gipsowo-kartonowa
- płyta OSB, uszczelniona na połączeniach
- STEICOflex
- STEICOWall
- STEICOprotect
- zalecany system tynkarski

Legenda:

1. taśma klejąca STEICOmulti tape F
2. listwa narożnikowa
3. płyta termoizolacyjna STEICObase
4. taśma dylatacyjna
5. profil tynkarski
6. taśma rozprężna
7. płyta termoizolacyjna STEICOprotect
8. profil wykończeniowy zalecany do ETICS
9. siatka zbrojąca
10. parapet aluminiowy
11. parapet wewnętrzny
12. szyna prowadząca
13. lamele żaluzji

20. Okno – żaluzja zewnętrzna – połączenie górne, przekrój pionowy



Przekrój ściany
(od strony wewnętrznej do zewnętrznej)
– płyta gipsowo-kartonowa
– płyta OSB, uszczelniona na połączeniach
– STEICOflex
STEICOWall / STEICO LVL
– STEICOprotect
– zalecany system tynkarski

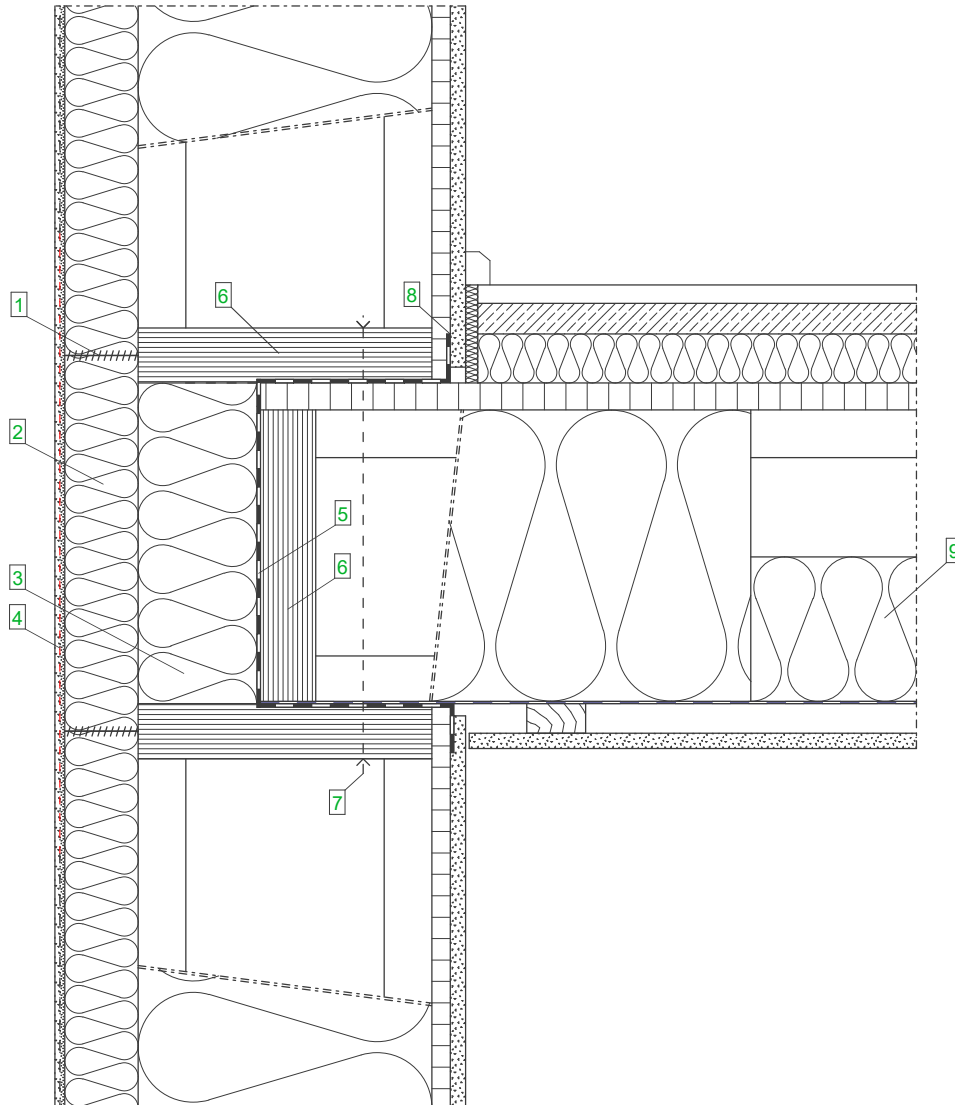
Legenda:

1. taśma klejąca STEICOmultipape F
2. listwa narożnikowa
3. płyta termoizolacyjna STEICObase
4. taśma dylatacyjna
5. taśma rozprężna
6. żaluzja zewnętrzna
7. płyta termoizolacyjna STEICOprotect
8. cokołowy profil tynkarski z kapinosem
9. sklejenie masą STEICOmultipill
10. siatka zbrojąca
11. szyna prowadząca żaluzji

21. Strop – ciągła warstwa tynkarska, termoizolacja belki czołowej

strona zewnętrzna

strona wewnętrzna



Przekrój ściany

(od strony wewnętrznej do zewnętrznej)

- płyta gipsowo-kartonowa
- płyta OSB, uszczelniona na połączeniach
- STEICOflex
- STEICOWall
- STEICOprotect
- zalecany system tynkarski

Wskazówka:

Pozycja 2:

z płyt STEICOprotect / STEICOprotect dry należy wyciąć precyzyjnie dopasowany fragment, a następnie zamocować go dokoła płaszczyzny stropu. Po montażu miejsce połączenia płyt należy przeszlifować.

Legenda:

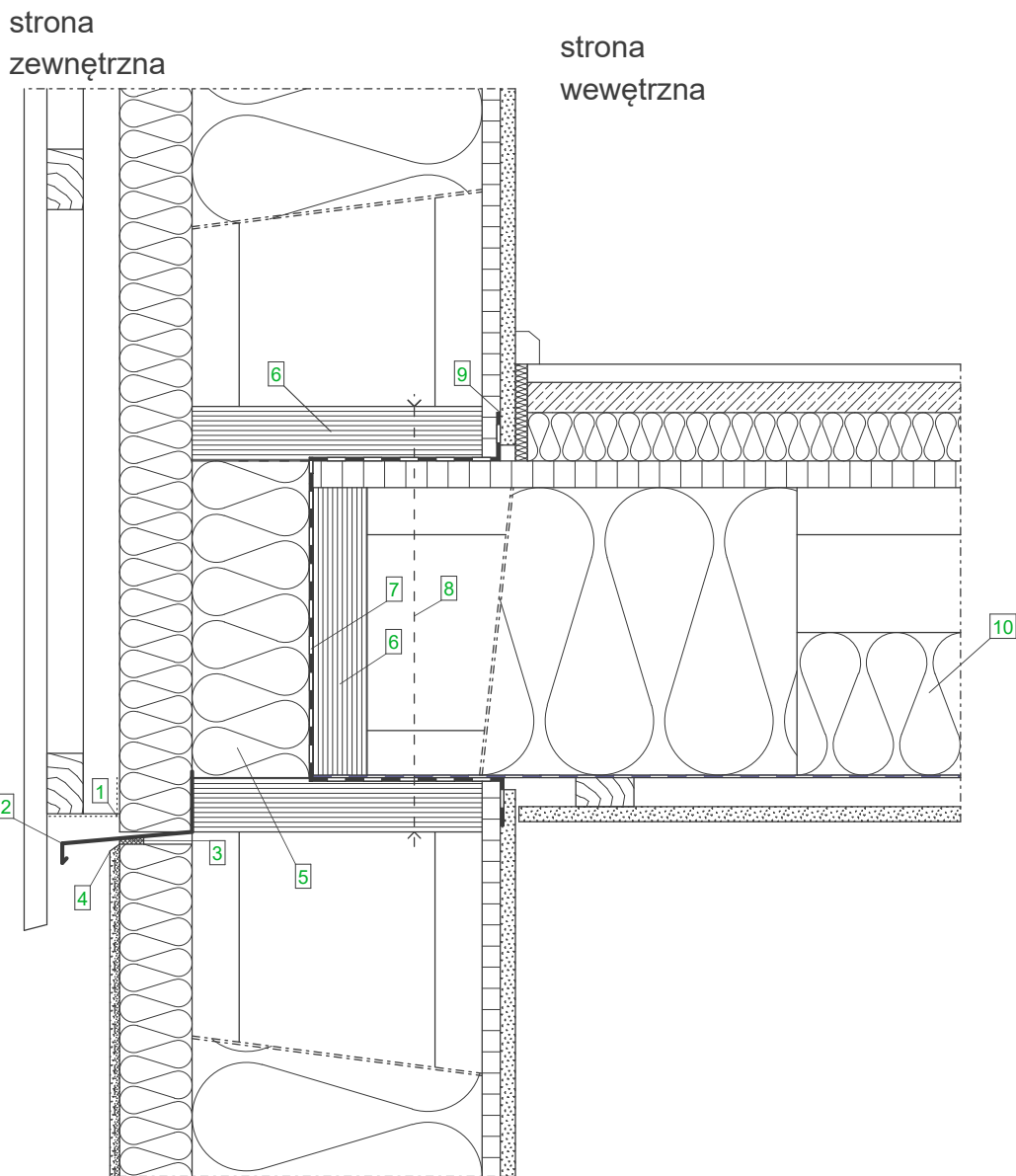
Przekrój stropu

(od góry do dołu)

- pokrycie podłogi
- suchy jastrych 25 mm
- STEICOtherm 40 mm
- płyta drewnopochodna (OSB)
- STEICOoist + STEICOflex
- podkład uszczelniający
- łaty
- płyty gipsowo-kartonowa

1. masa uszczelniająco-klejąca STEICOmuli fill
2. STEICOprotect / STEICOprotect dry docięta na placu budowy
3. płyta termoizolacyjna STEICOtherm
4. dodatkowe pasy siatki zbrojącej
5. membrana paroizolacyjna w obszarze połączenia
6. STEICO LVL R/X
7. połączenie elementów budowlanych zgodnie ze statyką
8. szczelne wykończenie
9. STEICOflex 120 mm

22. Strop – połączenie elewacji wentylowanej z tynkiem



354

Przekrój ściany

(od strony wewnętrznej do zewnętrznej)

- płyta gipsowo-kartonowa
- płyta OSB, uszczelniona na połączeniach
- STEICOflex
- STEICOWall
- STEICOprotect
- deski elewacyjne pióro-wpust mocowane pionowo + łąty nośne + kontrłaty
- Parter:
- zalecany system tynkarski

Przekrój stropu

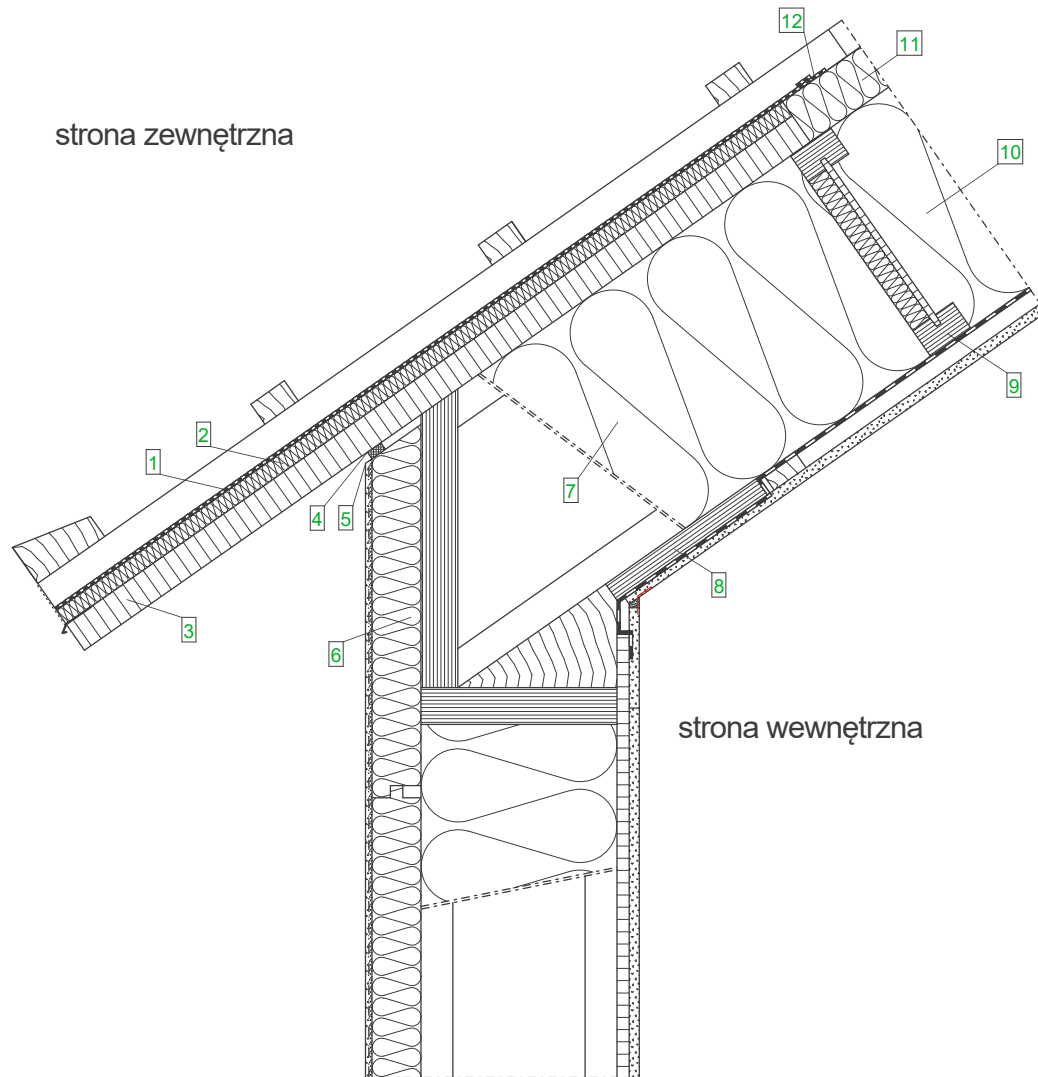
(od góry do dołu)

- pokrycie podłogi
- suchy jastrych 25 mm
- STEICOtherm 40 mm
- płyta drewnopochodna (OSB)
- STEICOjoist + STEICOflex
- podkład uszczelniający
- łąty
- płyty gipsowo-kartonowa

Legenda:

1. siatka ochronna przed insektami
2. obróbka blacharska
3. taśma rozprężna
4. nacięcie kielnią
5. płyta termoizolacyjna STEICOtherm
6. STEICO LVL R/X
7. membrana paroizolacyjna w obszarze połączenia
8. połączenie elementów budowlanych zgodnie ze statyką
9. taśma klejąca STEICOmultipape F
10. STEICOflex 120 mm

23. Dach – okap, STEICO LVL X jako płyta wystająca



Przekrój ściany
(od strony wewnętrznej do zewnętrznej)

- płyta gipsowo-kartonowa
- płyta OSB, uszczelniona na połączeniach
- STEICOflex
- STEICOwall
- STEICOprotect
- zalecany system tynkarski

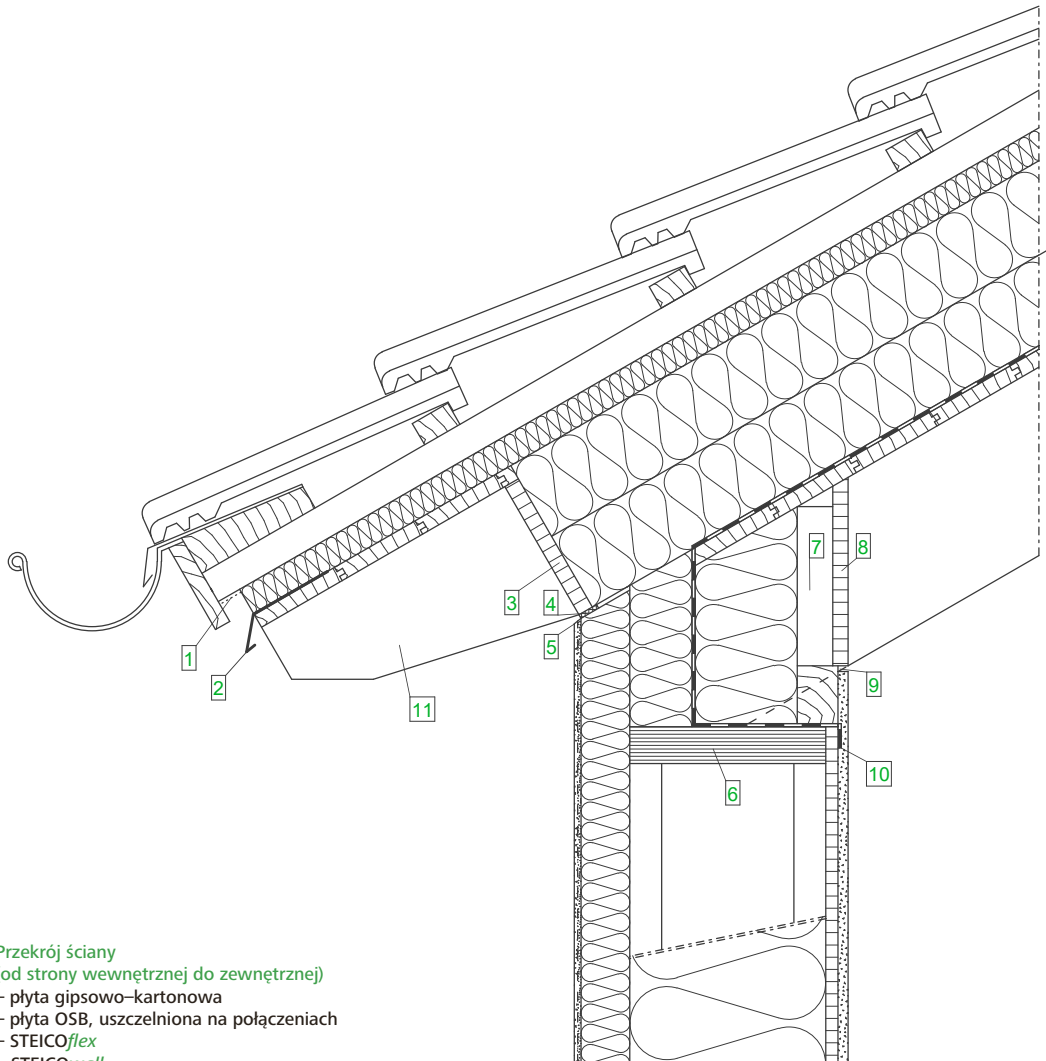
Przekrój dachu
(od strony wewnętrznej do zewnętrznej)

- płyta gipsowo-kartonowa
- łąta
- membrana paroizolacyjna
- STEICOflex / STEICOzell
- STEICOjoist
- STEICOuniversal
- kontrłata
- łąta
- pokrycie dachowe

Legenda:

1. membrana wysokoparoprzepuszczalna STEICOMulti UDB
2. STEICOuniversal 22 mm, montaż na placu budowy
3. płyta STEICO LVL X 39 mm
4. taśma rozprężna
5. nacięcie kielnią
6. STEICOprotect H, montaż na placu budowy
7. STEICOflex w przestrzeni montażowej
8. STEICO LVL X jako element zabezpieczający przed zsunieniem
9. belka dwuteowa jako przewiązka
10. STEICOflex / STEICOzell
11. STEICOuniversal 60 mm, montaż podczas prefabrykacji
12. taśma klejąca STEICOMulti tape F + grunt STEICOMulti primer

24. Dach – okap, termoizolacja nakrokwiowa



356

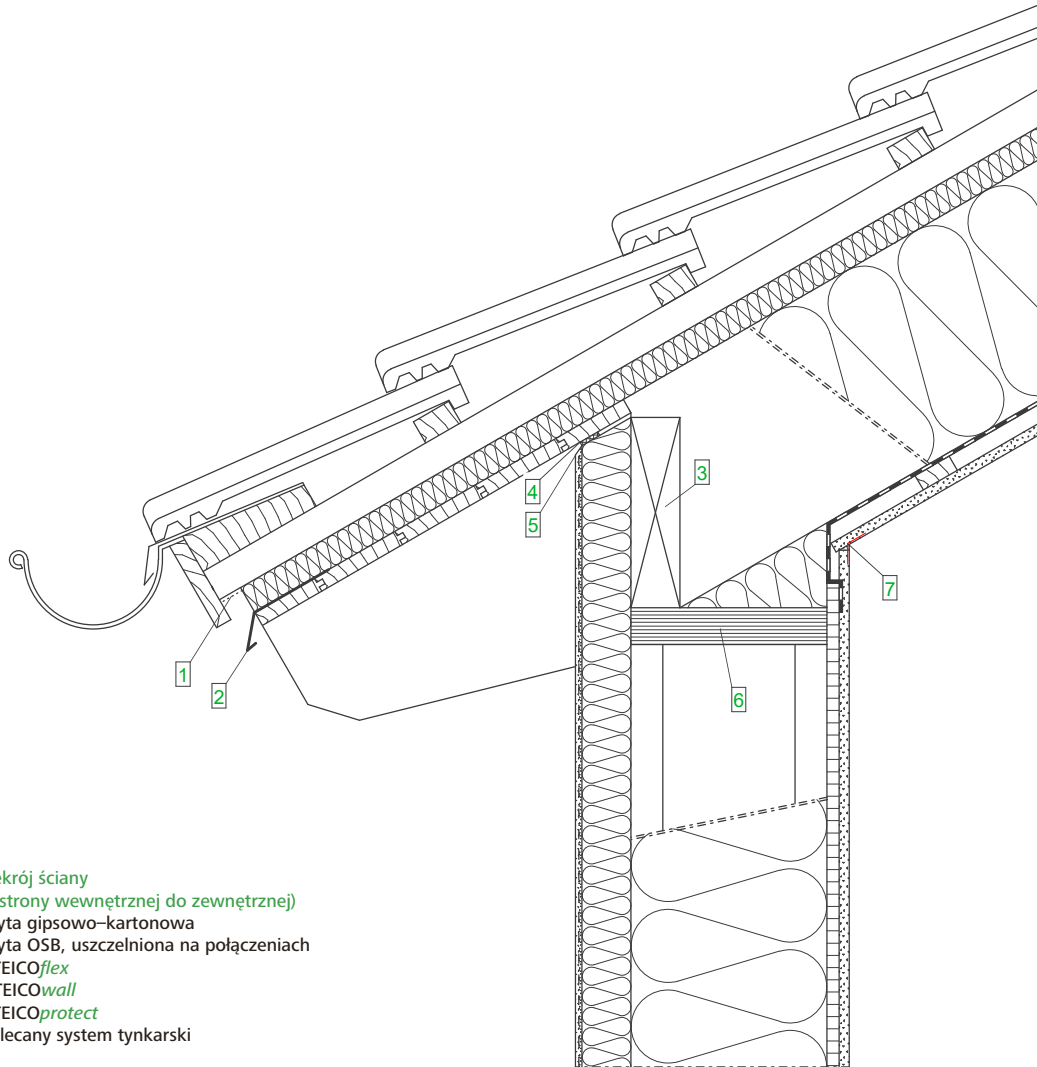
- Przekrój ściany**
(od strony wewnętrznej do zewnętrznej)
- płyta gipsowo-kartonowa
 - płyta OSB, uszczelniona na połączeniach
 - STEICOflex
 - STEICOWall
 - STEICOprotect
 - zalecany system tynkarski

- Przekrój dachu**
(od strony wewnętrznej do zewnętrznej)
- widoczne krokwie
 - widoczne deskowanie
 - membrana paroizolacyjna
 - STEICOtherm
 - STEICOuniversal
 - kontrłata
 - łąta
 - pokrycie dachowe

Legenda:

1. siatka chroniąca przed insektami
2. blacha profilowa z kapinosem
3. deska okapowa
4. taśma rozprężna
5. nacięcie kielnią
6. STEICO LVL R/X
7. klin do przymocowania deski zamykającej
8. deska zamykająca
9. szczelina dylatacyjna
10. taśma klejąca STEICOmulti tape P lub F
11. przesuwnica

25. Dach – okap, krokiew z drewna litego, ETICS między krokwiami



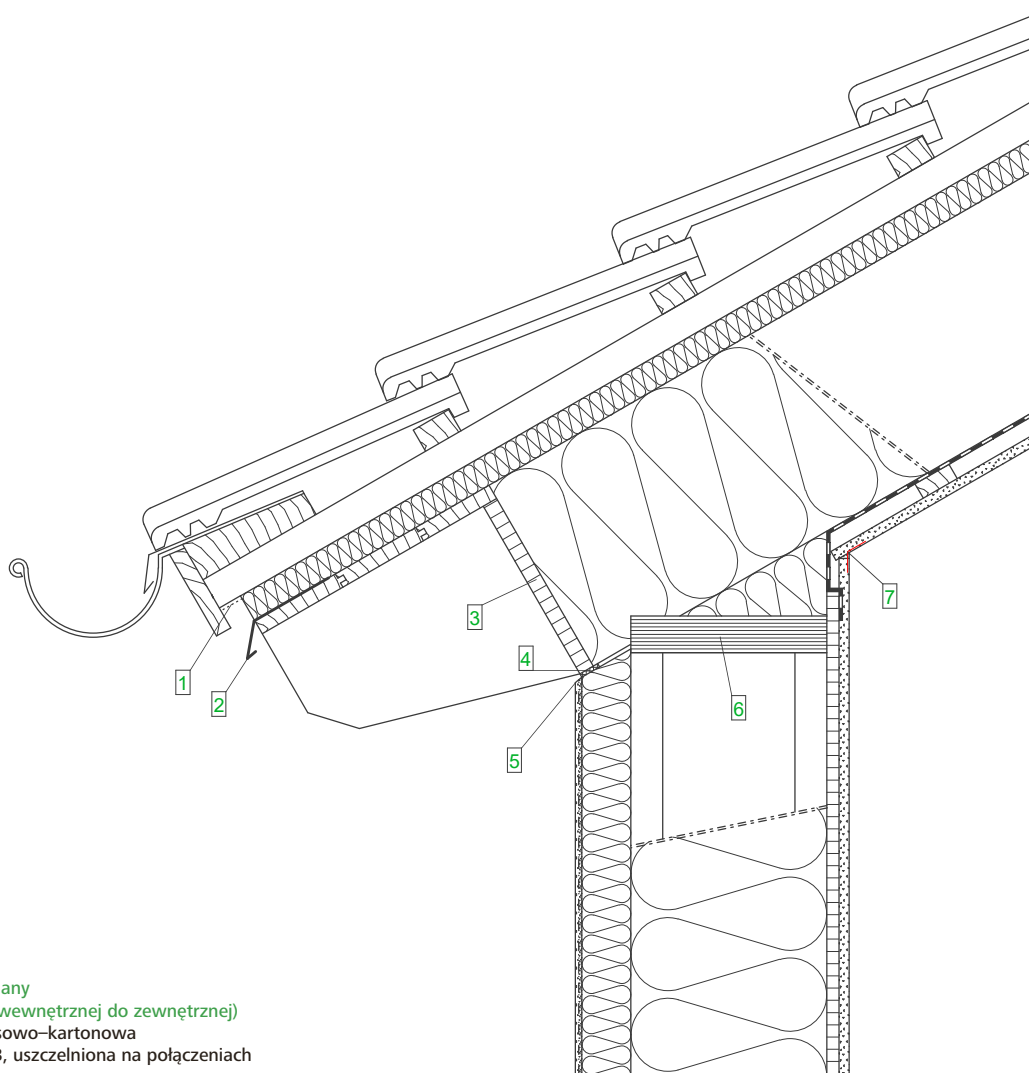
- Przekrój ściany**
(od strony wewnętrznej do zewnętrznej)
- płyta gipsowo-kartonowa
 - płyta OSB, uszczelniona na połączeniach
 - STEICOflex
 - STEICOWall
 - STEICOprotect
 - zalecany system tynkarski

- Przekrój dachu**
(od strony wewnętrznej do zewnętrznej)
- płyta gipsowo-kartonowa
 - łąty
 - membrana paroizolacyjna
 - STEICOflex
 - krokiew drewniana (GL24)
 - STEICOuniversal
 - kontrłata
 - łąta
 - pokrycie dachowe

Legenda:

1. siatka chroniąca przed insektami
2. blacha profilowana z kapinosem
3. deska między krokwiami
4. taśma rozprężna
5. nacięcie kielnią
6. STEICO LVL R/X
7. papierowa taśma do spoinowania narożników płyt gipsowo-kartonowych

26. Dach – okap, krokiew z drewna litego z deską okapową



358

Przekrój ściany

(od strony wewnętrznej do zewnętrznej)

- płyta gipsowo-kartonowa
- płyta OSB, uszczelniona na połączeniach
- STEICOflex
- STEICOWall
- STEICOprotect
- zalecany system tynkarski

Przekrój dachu

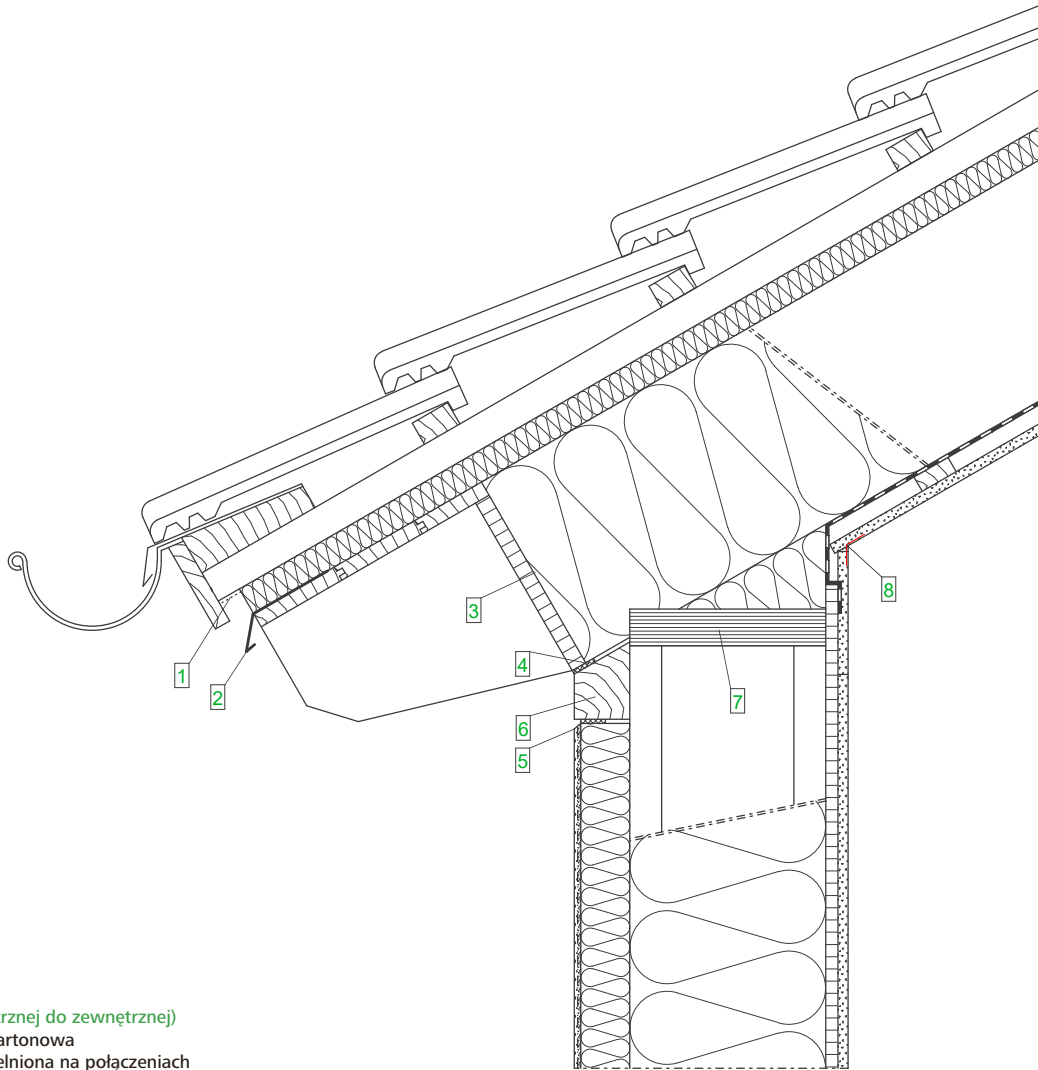
(od strony wewnętrznej do zewnętrznej)

- płyta gipsowo-kartonowa
- łaty
- membrana paroizolacyjna
- STEICOflex
- krokiew drewniana (GL24)
- STEICOuniversal
- kontrłata
- łąta
- pokrycie dachowe

Legenda:

1. siatka chroniąca przed insektami
2. obróbka blacharska
3. deska okapowa
4. taśma rozprężna
5. nacięcie kielnią
6. STEICO LVL R/X
7. papierowa taśma do spoinowania narożników płyt gipsowo-kartonowych

27. Dach – okap z elementem oddzielającym (prefabrykacja)



Przekrój ściany

(od strony wewnętrznej do zewnętrznej)

- płyta gipsowo-kartonowa
- płyta OSB, uszczelniona na połączeniach
- STEICOflex
- STEICOwall
- STEICOprotect
- zalecany system tynkarski

Przekrój dachu

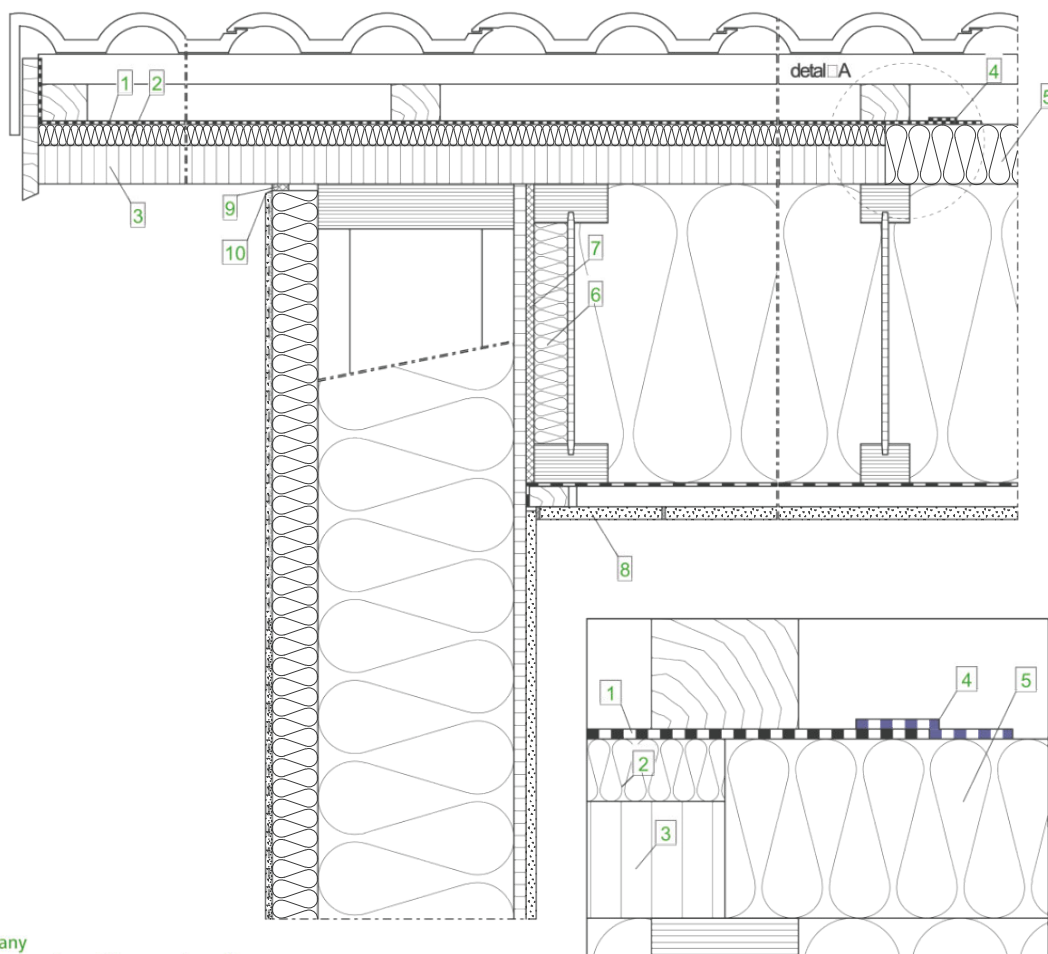
(od strony wewnętrznej do zewnętrznej)

- płyta gipsowo-kartonowa
- łąty
- membrana paroizolacyjna
- STEICOflex
- krokiew drewniana (GL24)
- STEICOuniversal
- kontrłąta
- łąta
- pokrycie dachowe

Legenda:

1. siatka chroniąca przed insektami
2. blacha profilowana z kapinosem
3. deska okapowa
4. taśma rozprężna
5. nacięcie kielnią
6. element oddzielający z drewna
7. STEICO LVL R/X
8. papierowa taśma do spoinowania narożników płyt gipsowo-kartonowych

28. Dach – deska szczytowa, STEICO LVL X jako płyta wystająca



detail A, skala 1:2,5

Przekrój ściany

(od strony wewnętrznej do zewnętrznej)

- płyta gipsowo-kartonowa
- płyta OSB, uszczelniona na połączeniach
- STEICOflex
- STEICOWall
- STEICOprotect
- zalecany system tynkarski

Przekrój dachu

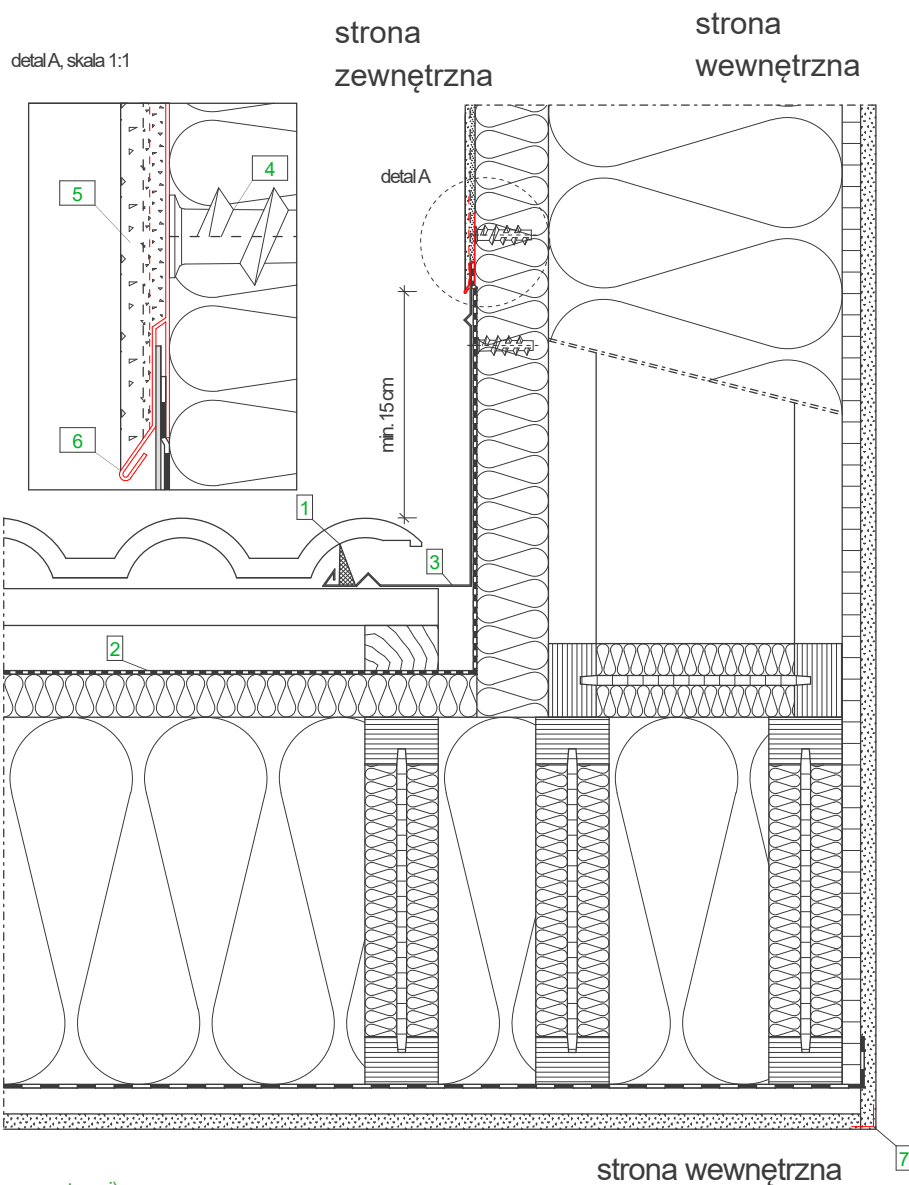
(od strony wewnętrznej do zewnętrznej)

- płyta gipsowo-kartonowa
- łąty
- membrana paroizolacyjna
- STEICOzell
- STEICOjoist
- STEICOuniversal
- kontrłata
- łąta
- pokrycie dachowe

Legenda:

1. membrana wysokoparoprzepuszczalna STEICOMulti UDB
2. STEICOuniversal 22 mm
3. płyta STEICO LVL X 39 mm
4. taśma klejąca STEICOMulti tape F + grunt STEICOMulti primer
5. STEICOuniversal 60 mm
6. tarmoizolacja środniczka belki dwuteowej
7. wypełnienie miękką izolacją w obszarze połączenia
8. dopasowany fragment płyty gipsowo-kartonowej
9. taśma rozprężna
10. nacięcie kielnią

29. Dach – lukarna, ściana wschodząca



Przekrój ściany (od strony wewnętrznej do zewnętrznej)

- płyta gipsowo-kartonowa
- płyta OSB, uszczelniona na połączeniach
- STEICO*flex*
- STEICO*wall*
- STEICO*protect*
- zalecany system tynkarski

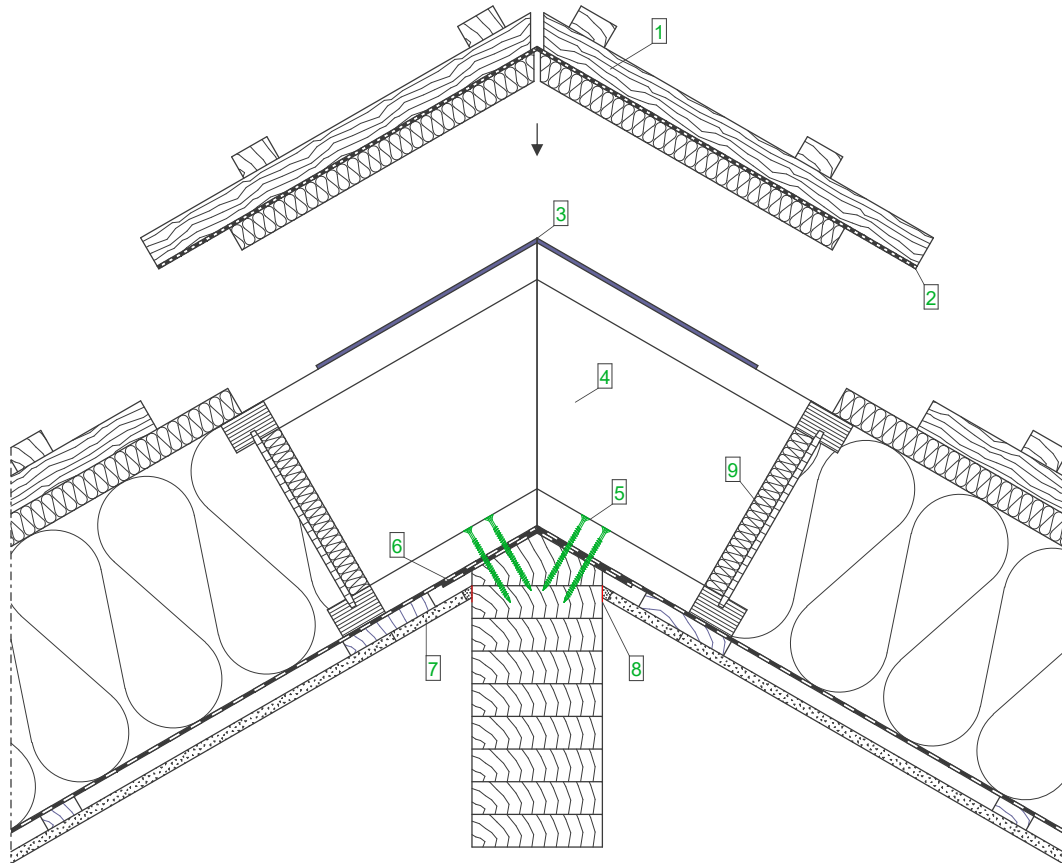
Legenda:

1. klin z tworzywa piankowego
2. membrana dachowa w obszarze połączenia
3. obróbka blacharska
4. łącznik mechaniczny
5. zaprawa klejowa z siatką zbrojącą w połączeniu z hydrofobową zaprawą uszczelniającą
6. blacha profilowana
7. listwa narożnikowa

Przekrój dachu (od strony wewnętrznej do zewnętrznej)

- płyta gipsowo-kartonowa
- łąta
- membrana paroizolacyjna
- STEICO*zell*
- STEICO*joist*
- STEICO*universal*
- kontrłata
- łąta
- pokrycie dachowe

30. Dach – kalenica, montaż elementów prefabrykowanych do płatwi kalenicowej



362

Przekrój dachu

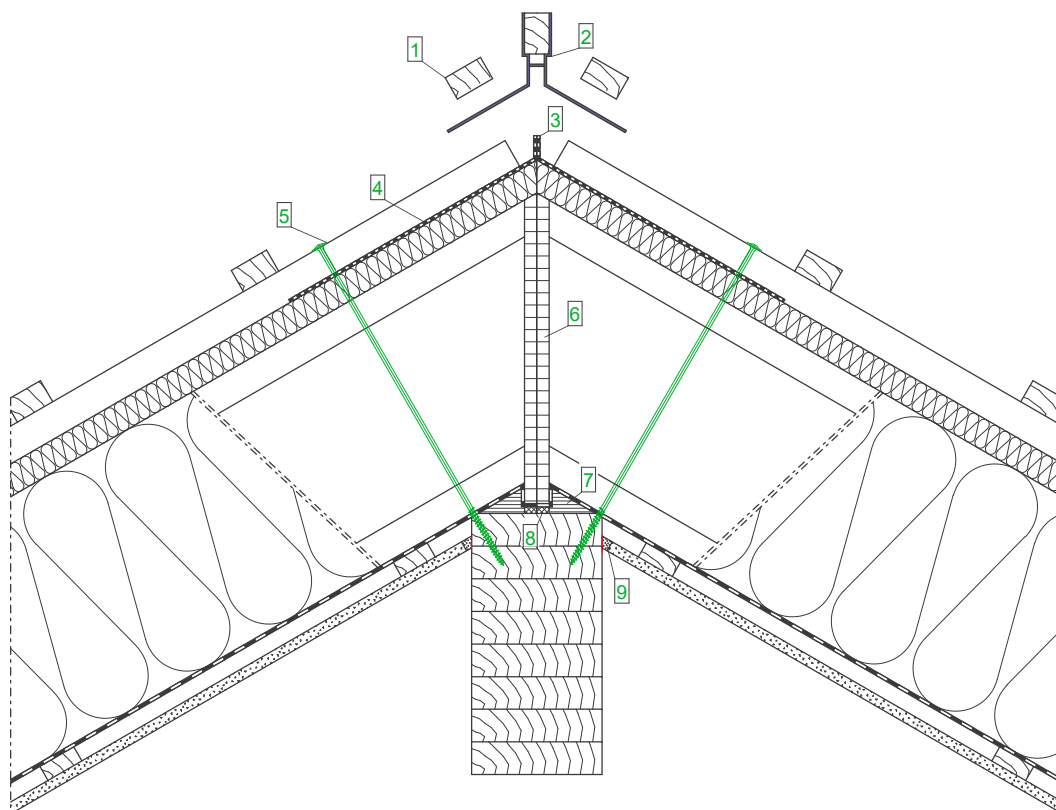
(od strony wewnętrznej do zewnętrznej)

- płyta gipsowo-kartonowa
- łąta
- membrana paroizolacyjna
- STEICOzell
- STEICOjoist
- STEICOuniversal
- kontrłąta
- łąta
- pokrycie dachowe

Legenda:

1. element prefabrykowany mocowany po przekroeniu belek dwuteowych do płatwi kalenicowej i po ociepleniu płaszczyzny kalenicy
2. membrana wysokoparoprzepuszczalna STEICO*multi UDB*
3. taśma stężąca (dla dachów o kącie nachylenia > 30°)
4. wypełnienie przestrzeni STEICO*flex* po połączeniu elementów prefabrykowanych
5. wkręty ciesielskie max. 6 mm (wstępne nawiercenie)
6. paski membrany paroizolacyjnej ułożone na płatwi kalenicowej, przyklejone szczelnie do elementów dachowych po ich montażu
7. dopasowany fragment płyty gipsowo-kartonowej
8. taśma dylatacyjna
9. termoizolacja środkiem belki dwuteowej

31. Dach – kalenica, połączenie elementów prefabrykowanych



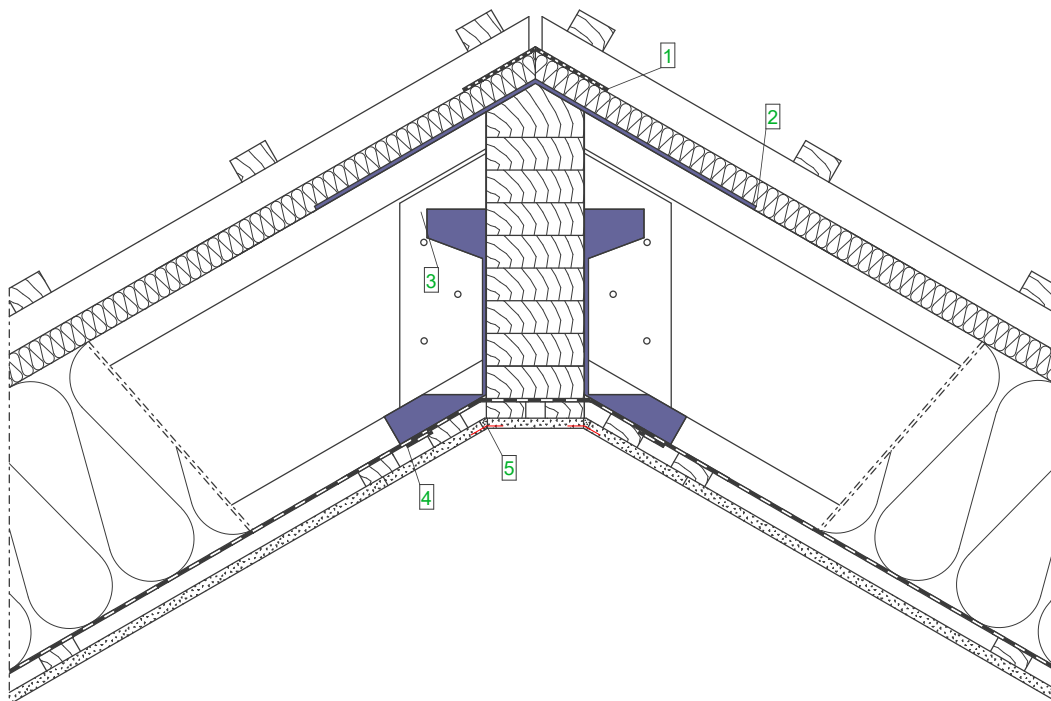
Przekrój dachu
(od strony wewnętrznej do zewnętrznej)

- płyta gipsowo-kartonowa
- łąta
- membrana paroizolacyjna
- STEICOzell
- STEICOjoist
- STEICOuniversal
- kontrłąta
- łąta
- pokrycie dachowe

Legenda:

1. ostatnia łąta nośna, montaż na placu budowy
2. uchwyt łąty kalenicowej, montaż na placu budowy
3. sklejenie membrany dachowej
4. membrana dachowa STEICOmulti UDB, tylko w kalenicy
5. wkręt z łbem talerzykowym, wstępne nawiercenie
6. zakończenie elementu prefabrykowanego, np. płytą OSB
7. podpora w formie klinu ze STEICO LVL R
8. wstępnie sprasowana taśma rozprężna
9. taśma dylatacyjna

32. Dach – kalenica, połączenie boczne przy użyciu złączy ciesielskich



364

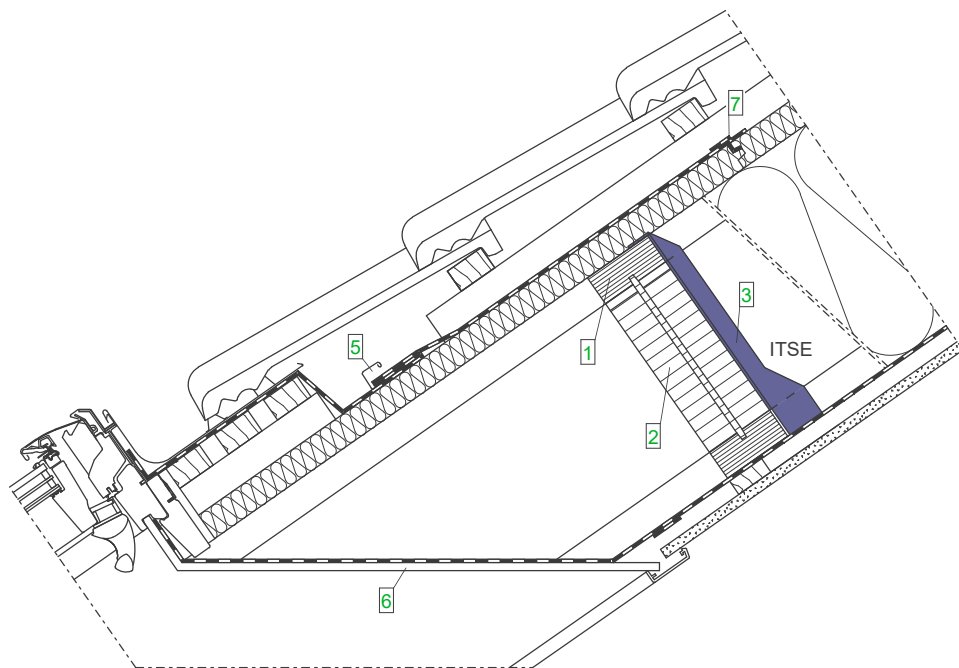
Przekrój dachu
(od strony wewnętrznej do zewnętrznej)

- płyta gipsowo-kartonowa
- łąta
- membrana paroizolacyjna
- STEICOzell
- STEICOjoist
- STEICOuniversal
- kontrłata
- łąta
- pokrycie dachowe

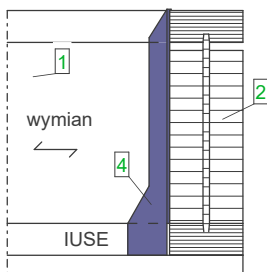
Legenda:

1. taśma klejąca STEICOMulti tape F + grunt STEICOMulti primer
2. taśma stężająca (dla dachu o kącie nachylenia > 30°)
3. złącze ciesielskie, np. LSSUI 35 „Simpson-Tie”
4. szczelnie przyklejone paski membrany paroizolacyjnej
5. papierowa taśma do spoinowania narożników płyt gipsowo-kartonowych

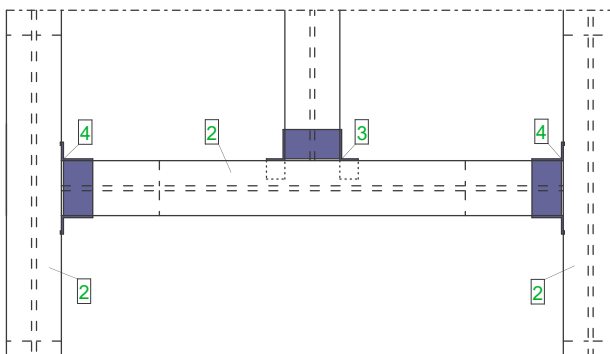
33. Dach – wymian na okno połaciowe, połączenie przy użyciu złączy ciesielskich



połączenie wymianu z krokwią



rzut skala 1:10



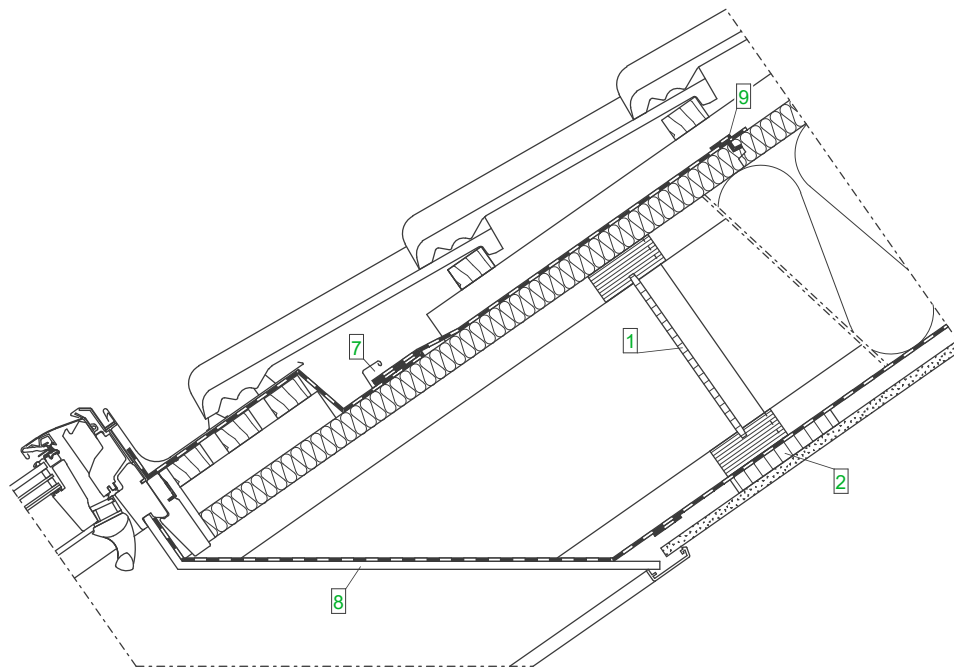
Przekrój dachu (od strony wewnętrznej do zewnętrznej)

- płyta gipsowo-kartonowa
- łąta
- membrana paroizolacyjna
- STEICOzell
- STEICOjoist
- STEICOuniversal
- kontrłata
- łąta
- pokrycie dachowe

Legenda:

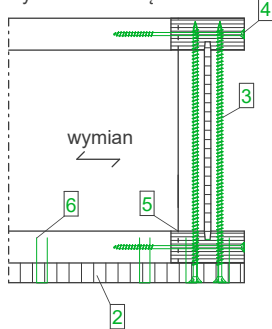
1. wymian z belki dwuteowej STEICOjoist
2. wzmocnienie środnika belki dwuteowej
3. złącze ciesielskie Simpson Strong-Tie ITSE
4. złącze ciesielskie Simpson Strong-Tie IUSE
5. izolacja przeciwwilgociowa + obróbka blacharska
6. wnęka okna dachowego
7. taśma klejąca STEICOmulti tape F + grunt STEICOmultiprimer

34. Dach – wymian na okno połaciowe, połączenie bez złączy ciesielskich

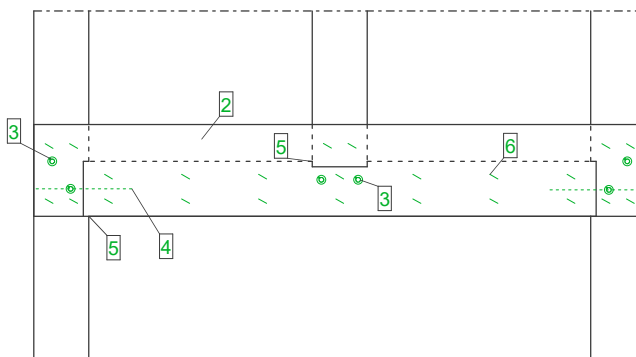


366

połączenie wymian z krokwią



rzut, skala 1:10



Przekrój dachu

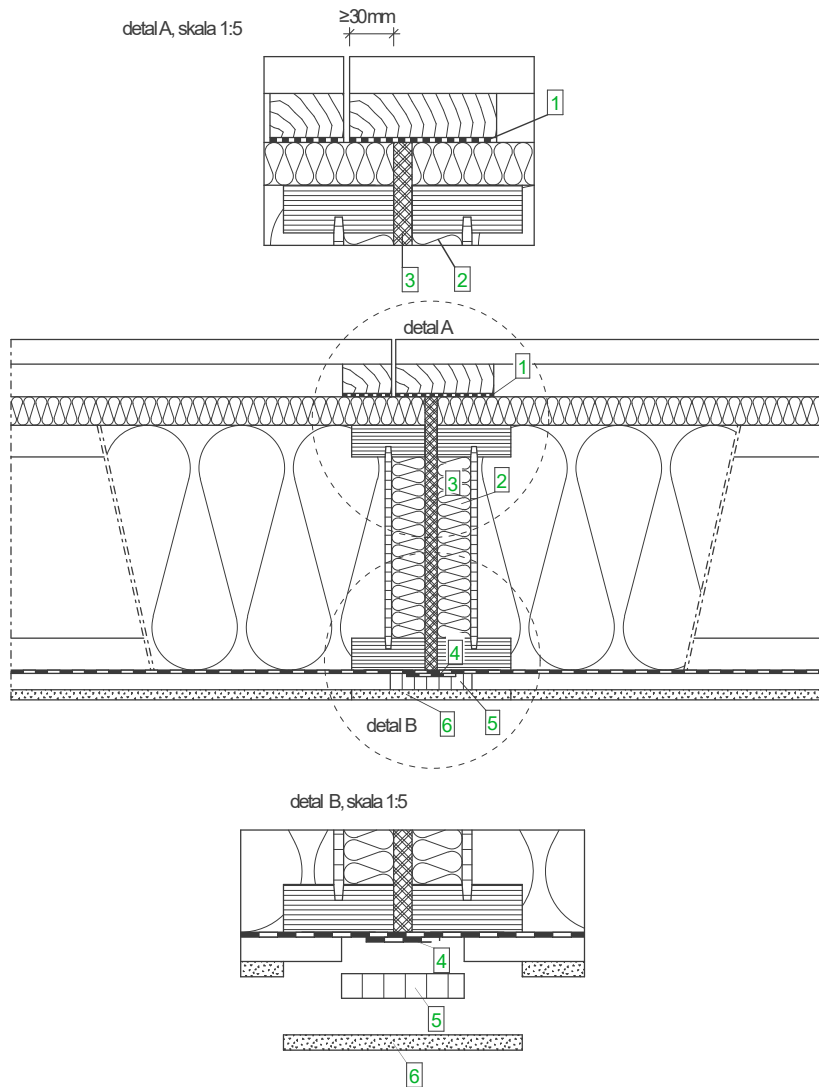
(od strony wewnętrznej do zewnętrznej)

- płyta gipsowo-kartonowa
- łąta
- membrana paroizolacyjna
- STEICOzell
- STEICOjoist
- STEICOuniversal
- kontrłata
- łąta
- pokrycie dachowe

Legenda:

1. wymian z belki dwuteowej STEICOjoist
2. STEICO LVL X
3. mocowanie – dwa wkręty na połączenie
4. wkręt częściowo gwintowany konstrukcyjny – dwie sztuki na połączenie
5. nacięcie w pasie belki dwuteowej
6. zszywki – mocowanie konstrukcyjne
7. izolacja przeciwwilgociowa + obróbka blacharska
8. wnęka okna dachowego
9. taśma klejąca STEICOmultipaper F + grunt STEICOmultiprimer

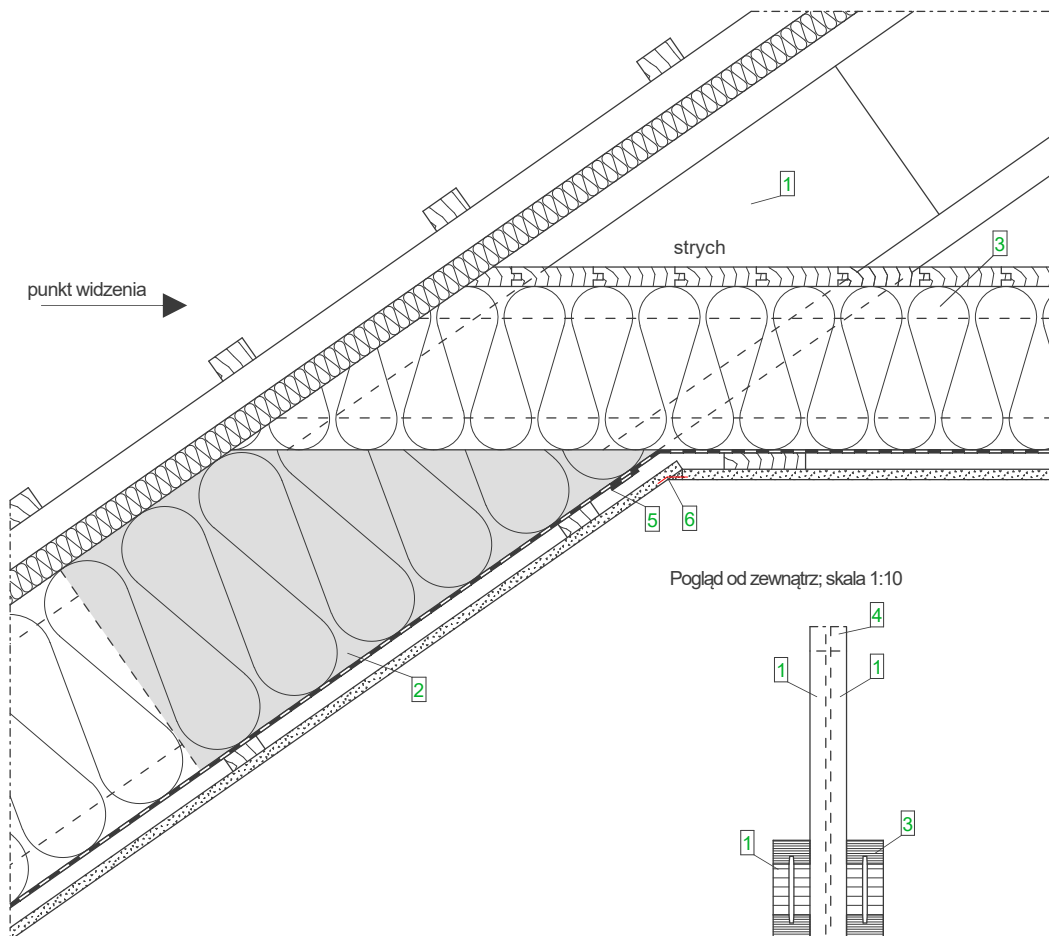
35. Dach – połączenie elementów prefabrykowanych



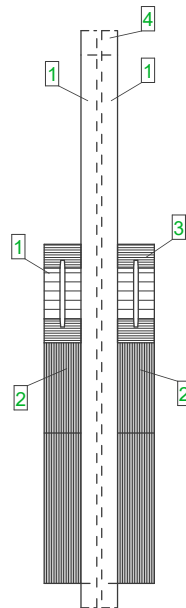
- Przekrój dachu**
(od strony wewnętrznej do zewnętrznej)
- płyta gipsowo-kartonowa
 - łąta
 - membrana paroizolacyjna
 - STEICOzell
 - STEICOjoist
 - STEICOuniversal
 - kontrłata
 - łąta
 - pokrycie dachowe

- Legenda:**
1. taśma uszczelniająca do gwoździ
 2. termoizolacja środka belki dwuteowej
 3. wypełnienie miękką izolacją w obszarze połączenia
 4. taśma klejąca STEICOmulti tape F lub P
 5. element połączeniowy ze STEICO LVL X
 6. dopasowany fragment płyty gipsowo-kartonowej

36. Dach – połączenie krokwi z jętkami



Pogląd od zewnątrz; skala 1:10



- Przekrój stropu na poddaszu**
(od góry do dołu)
- deskowanie
 - STEICOflex
 - STEICOjoist
 - membrana paroizolacyjna
 - łaty
 - płyta gipsowo-kartonowa

- Przekrój dachu**
(od strony wewnętrznej do zewnętrznej)
- płyta gipsowo-kartonowa
 - łaty
 - membrana paroizolacyjna
 - STEICOzell
 - STEICOjoist
 - STEICOuniversal
 - kontrłata
 - łaty
 - pokrycie dachowe

- Legenda:**
1. wzmocnienie środka belki dwuteowej
 2. STEICO LVL jako podpora do jętek
 3. jętka
 4. krokiew STEICOjoist
 5. szczelny montaż taśmą klejącą STEICOmulti tape F lub P
 6. papier/taśma do spoinowania narożników płyt gipsowo-kartonowych

ROZDZIAŁ 4

Przykładowe realizacje w systemie budowlanym STEICO

4.1. Dom jednorodzinny w Czarnej Wodzie według projektu indywidualnego



Informacje ogólne

Miejsce inwestycji:
 Projekt wykonawczy:
 Firma wykonawcza:
 Metoda wznoszenia budynku:

Czarna Woda
 projekt indywidualny – SZREDER A.C.
 SZREDER A.C.
 prefabrykacja

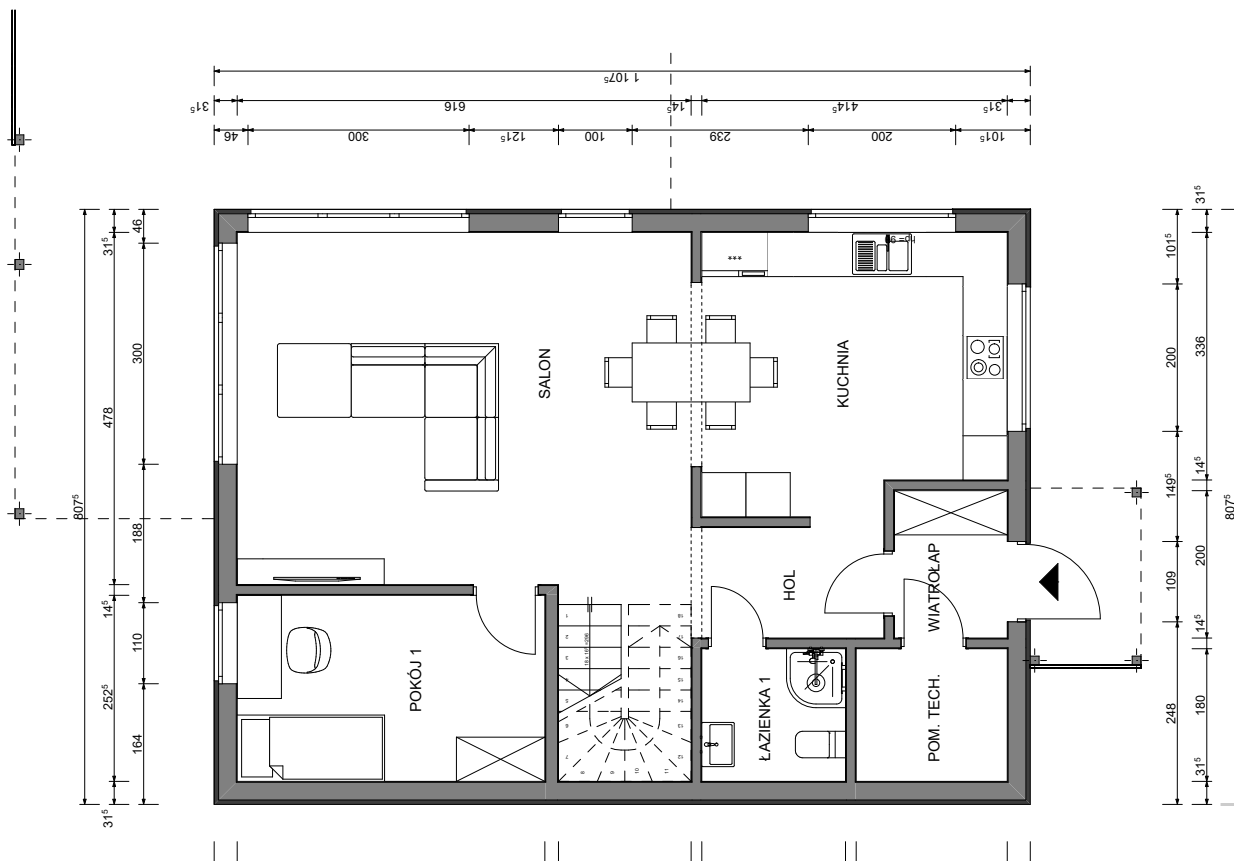
Charakterystyka budynku

Całkowita powierzchnia użytkowa:
 Kubatura brutto (dom + garaż):
 Liczba kondygnacji:
 Rodzaj poddasza:
 Posadowienie budynku:
 Instalacja wentylacyjna:
 Wykończenie zewnętrzne ścian:
 Wykończenie zewnętrzne dachu:

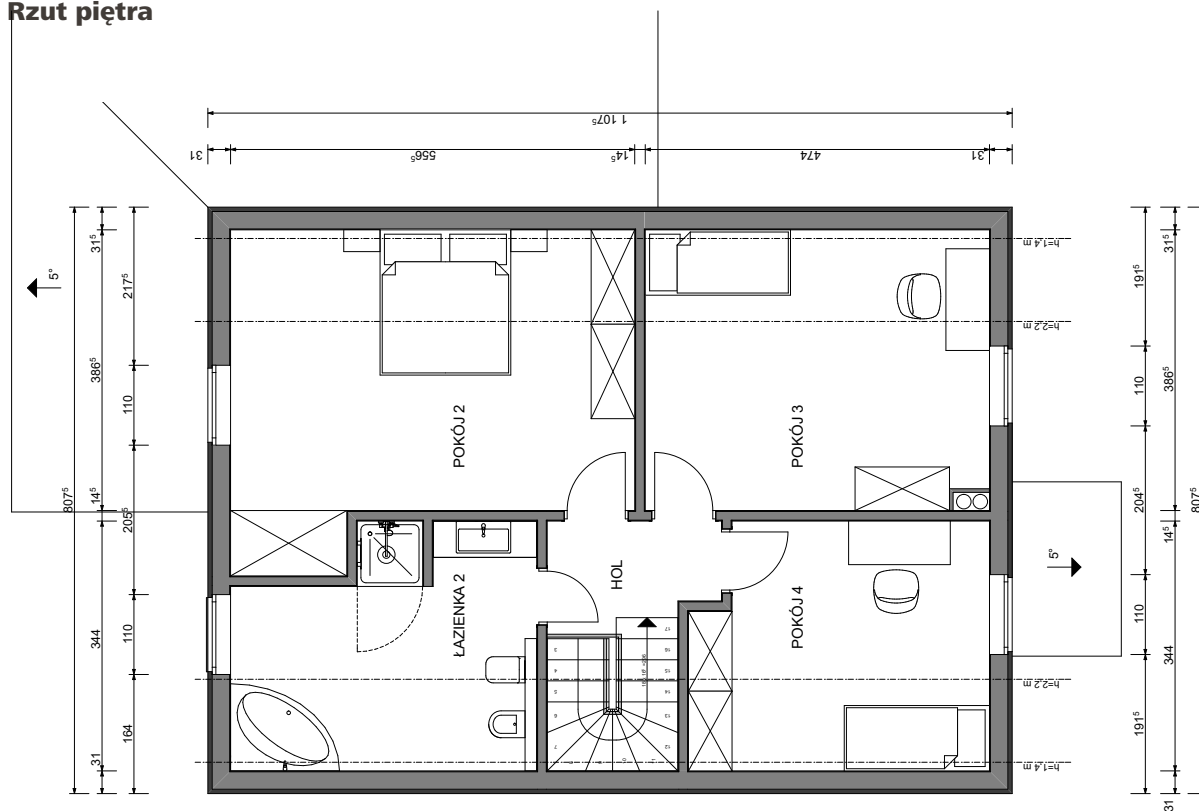
132,9 [m²]
 580,4 + 188,2 [m³]
 2
 użytkowe
 płyta fundamentowa
 wentylacja mechaniczna z odzyskiem ciepła + glikolowy GWC
 tynk elewacyjny oraz elewacja z drewna świerkowego
 blacha na rąbek stojący

Rzut parteru

370



Rzut piętra



Przełoty zewnętrzne budynku – charakterystyka

Ściana zewnętrzna nośna – przekrój od strony zewnętrznej do wewnętrznej

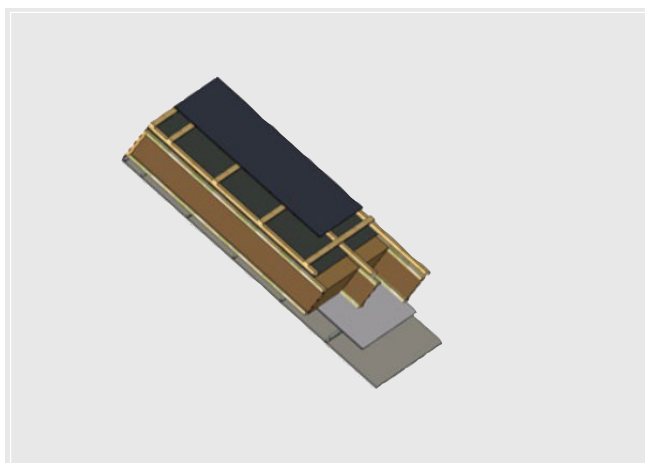


1. Tynk silikatowo-silikonowy Kreisel Sisitynk 040 1,5 mm
2. Płyta STEICOprotect H 60 mm
3. Słupki ścienne STEICOWall 60x240 mm + wypełnienie termoizolacją STEICOflex 038 o grubości 240 mm
4. Membrana paroizolacyjna STEICOmuli renova
5. Płyta gipsowo-włóknowa Fermacell 12,5 mm

Współczynnik przenikania ciepła U:
 Przesunięcie fazowe:
 Tłumienie wahań amplitudy temperatury:

0,13 W/(m²·K)
 15,8 godziny
 40

Dach – przekrój od strony zewnętrznej do wewnętrznej



1. Bacha na rąbek stojący Plannja Emka Click
2. Łaty drewniane 40x60 mm
3. Kontrłaty drewniane 25x60 mm
4. Membrana wysokoparoprzepuszczalna STEICOmulti UDB
5. Krokwie STEICOjoist 60x360 mm + wypełnienie termoizolacją STEICOflex 038 o grubości 360 mm
6. Membrana paroizolacyjna STEICOmulti renova
7. Ruszt metalowy 27x60 mm
8. Płyta gipsowo-włóknowa Fermacell 10 mm

Współczynnik przenikania ciepła U:

Przesunięcie fazowe:

Tłumienie wahań amplitudy temperatury:

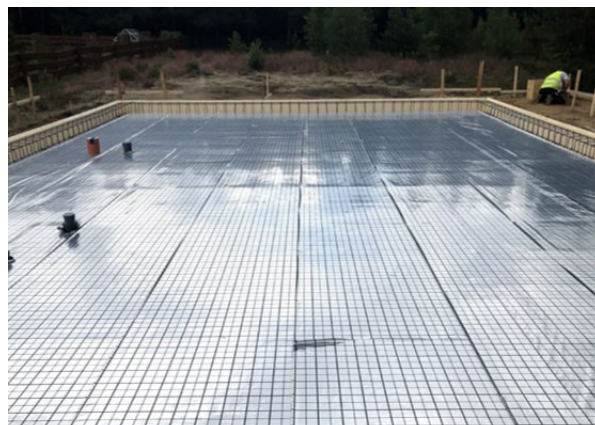
0,11 W/(m²·K)

14,8 godziny

28

Zdjęcia z realizacji

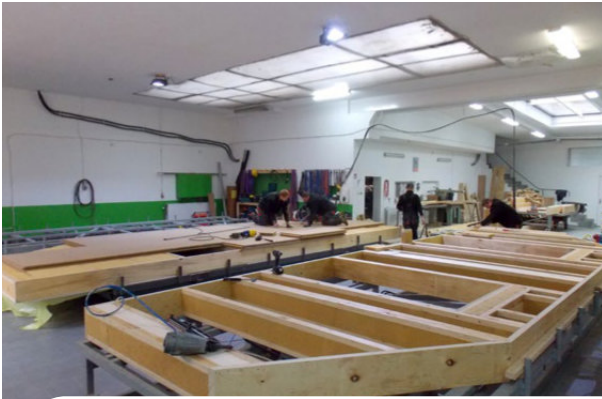
372



Prace ziemne; przygotowanie płyty fundamentowej. System ogrzewania podłogowego „zatopiony” w płycie fundamentowej.



Prace ziemne; przygotowanie płyty fundamentowej. System ogrzewania podłogowego „zatopiony” w płycie fundamentowej.



Prefabrykacja ścian STEICO w zakładzie SZREDER A.C.: słupki ścienne z belek dwuteowych STEICOWall 60x240 mm, ociep i podwalina ze STEICO LVL R 45x240 mm; izolacja cieplna STEICOflex 038 240 mm oraz STEICOprotect H 60 mm.



Dostarczenie prefabrykowanych ścian zewnętrznych STEICO na plac budowy (ściany zabezpieczone tymczasowo przed warunkami atmosferycznymi przy użyciu folii PE); posadzenie i zakotwienie ścian do płyty fundamentowej.



Montaż konstrukcji stropu; rozpoczęcie osadzania prefabrykowanych ścian poddasza.



Montaż konstrukcji dachu; mocowanie krokwi STEICOjoist 60x360 mm do kalenicy.





Prace wykończeniowe na zewnątrz oraz wewnątrz budynku.



Zdjęcia budynku po zakończeniu prac wykonawczych.



4.2. Dom jednorodzinny w Milanówku w standardzie pasywnym – z certyfikatem Passivhaus Institut



375

Informacje ogólne

Miejsce inwestycji:
Projekt wykonawczy:
Firma wykonawcza:
Metoda wznoszenia budynku:

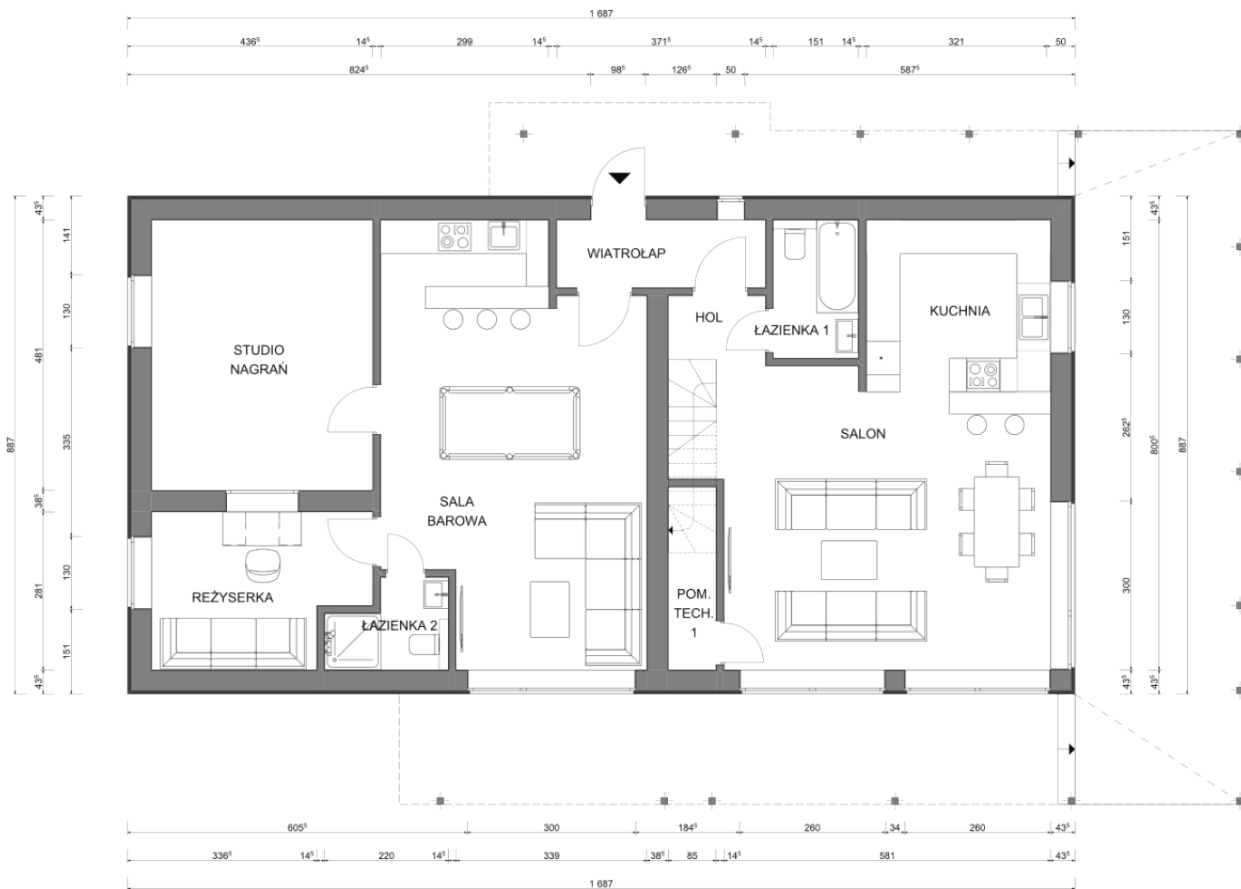
Milanówko
projekt indywidualny – SZREDER A.C.
SZREDER A.C.
prefabrykacja

Charakterystyka budynku

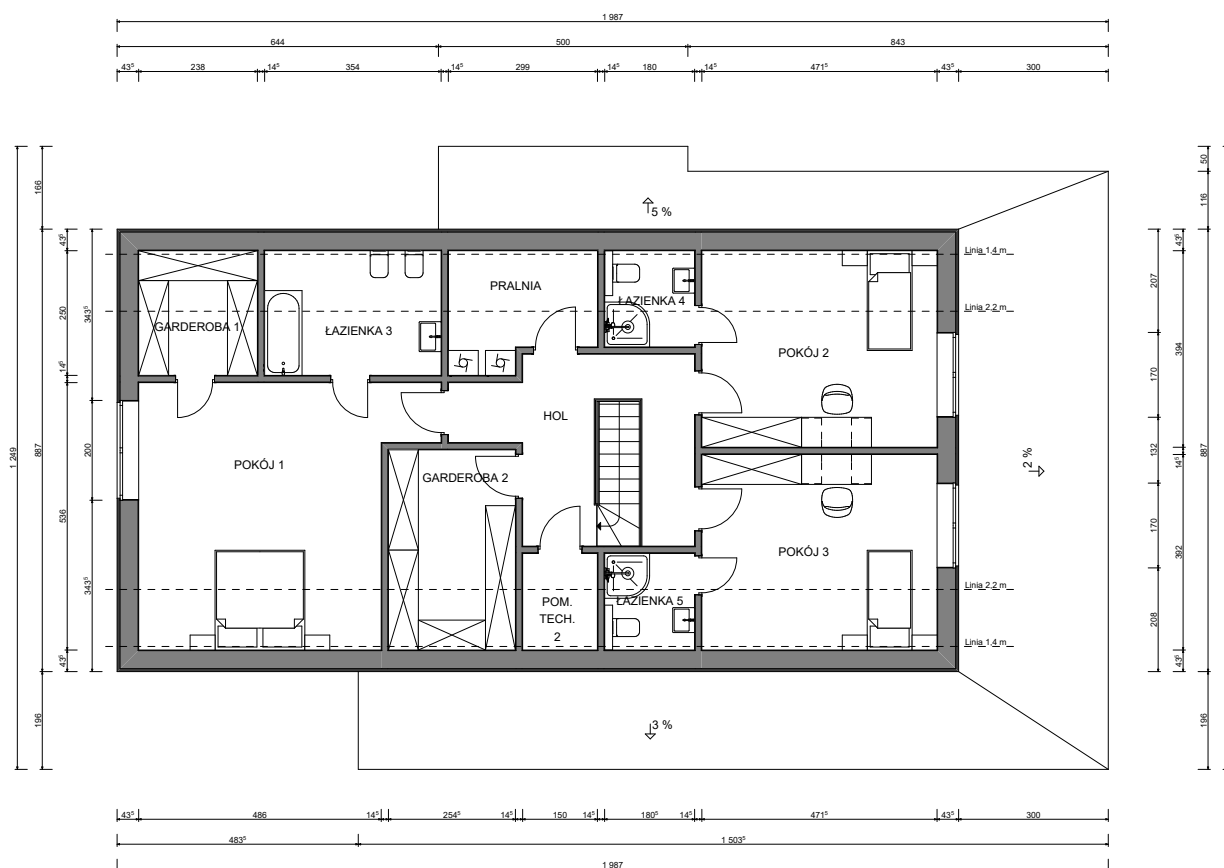
Całkowita powierzchnia użytkowa:
 Kubatura brutto (dom + garaż):
 Szczelność n_{50} :
 Liczba kondygnacji:
 Rodzaj poddasza:
 Posadowienie budynku:
 Instalacja wentylacyjna:
 Wykończenie zewnętrzne ścian:
 Wykończenie zewnętrzne dachu:

Całkowita powierzchnia użytkowa:	226,6 [m ²]
Kubatura brutto (dom + garaż):	1000,4 + 252,9 [m ³]
Szczelność n_{50} :	0,45 1/h
Liczba kondygnacji:	2
Rodzaj poddasza:	użytkowe
Posadowienie budynku:	płyta fundamentowa
Instalacja wentylacyjna:	wentylacja mechaniczna z odzyskiem ciepła + glikolowy GWC
Wykończenie zewnętrzne ścian:	tynk elewacyjny oraz elewacja z drewna świerkowego
Wykończenie zewnętrzne dachu:	dachówka cementowa płaska

Rzut parteru



Rzut piętra



Przegrody zewnętrzne budynku – charakterystyka

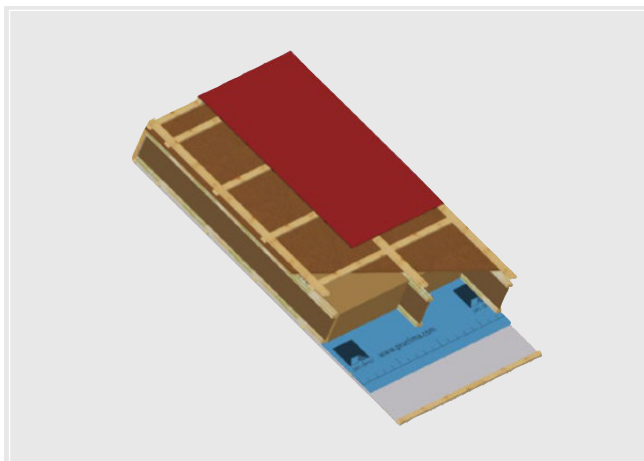
Ściana zewnętrzna nośna – przekrój od strony zewnętrznej do wewnętrznej



Współczynnik przenikania ciepła U:
Przesunięcie fazowe:
Tłumienie wahań amplitudy temperatury:

0,10 W/(m²·K)
> 20 godzin
> 100

Dach – przekrój od strony zewnętrznej do wewnętrznej



1. Dachówka cementowa płaska Euronit Kapstadt
2. Łaty drewniane 40×60 mm
3. Kontryłaty drewniane 25×60 mm
4. Płyta STEICO*universal* 35 mm
5. Krokwie STEICO*joist* 60×400 mm + wypełnienie termoizolacją STEICO*flex 038* o grubości 400 mm
6. Membrana paroizolacyjna Pro Clima DB+
7. Ruszt drewniany 25×45 mm
8. Płyta gipsowo-włóknowa Fermacell 10 mm

Współczynnik przenikania ciepła U:

Przesunięcie fazowe:

Tłumienie wahań amplitudy temperatury:

0,09 W/(m²·K)

> 20 godzin

> 100

Zdjęcia z realizacji

378



Prace ziemne; przygotowanie płyty fundamentowej.



System ogrzewania podłogowego „zatopiony” w płycie fundamentowej.



Prace ziemne; przygotowanie płyty fundamentowej.



System ogrzewania podłogowego „zatopiony” w płycie fundamentowej.



Prefabrykacja ścian STEICO w zakładzie SZREDER A.C.: słupki ścienne z belek dwuteowych STEICOWall 60×360 mm, oczep i podwalina ze STEICO LVL R 39/45×360 mm; termoizolacja STEICOflex 038 360 mm oraz STEICOPROTECT H 60 mm.



Dostarczenie prefabrykowanych ścian zewnętrznych STEICO na plac budowy (ściany zabezpieczone tymczasowo przed warunkami atmosferycznymi przy użyciu folii PE); posadowienie i zakotwienie ścian do płyty fundamentowej.



Montaż konstrukcji stropu; rozpoczęcie osadzania prefabrykowanych ścian poddasza.



Montaż prefabrykowanych ścian poddasza.



Montaż konstrukcji dachu; mocowanie krokwi STEICOjoist 60×400 mm do kalenicy.



Montaż konstrukcji dachu; mocowanie płyt nakrokwiowych STEICOuniversal 35 mm do krokwi STEICOjoist.



Mocowanie pokrycia dachu w postaci dachówek cementowych.



Rozpoczęcie prac tynkarskich.

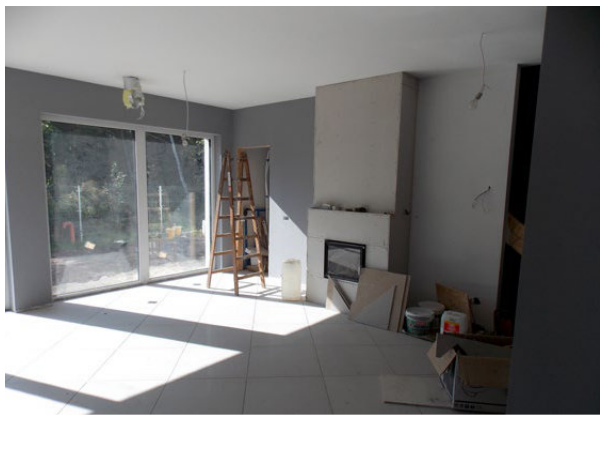
380



Prace wykończeniowe na zewnątrz oraz wewnątrz budynku.

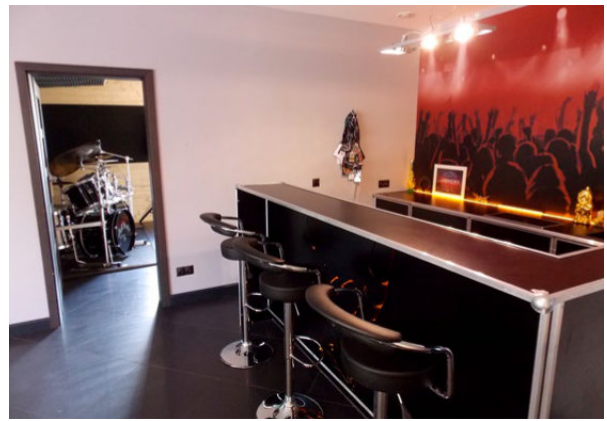


Prace wykończeniowe wewnątrz budynku.





Zdjęcia budynku po zakończeniu prac wykonawczych.



Zdjęcie budynku po zakończeniu prac wykonawczych.

4.3. Dom jednorodzinny w Mittergars według projektu indywidualnego



Informacje ogólne

Miejsce inwestycji:
 Projekt wykonawczy:
 Firma wykonawcza:
 Metoda wznoszenia budynku:
 Okres realizacji – do stanu „pod klucz”:

Mittergars (Niemcy)
 projekt indywidualny – SZREDER A.C.
 SZREDER A.C.
 prefabrykacja
 19.07.2016 – 10.11.2016

Charakterystyka budynku

Całkowita powierzchnia użytkowa (dom + garaż):
 Kubatura brutto:
 Liczba kondygnacji:
 Rodzaj poddasza:
 Posadowienie budynku:
 Instalacja wentylacyjna:
 Wykończenie zewnętrzne ścian:
 Wykończenie zewnętrzne dachu:

189,2 [m²]
 1131,6 [m³]
 1
 nie dotyczy
 płyta fundamentowa
 wentylacja mechaniczna z odzyskiem ciepła + glikolowy GWC
 tynk elewacyjny oraz elewacja z drewna świerkowego
 dachówka cementowa płaska

Rzut parteru



Przegrody zewnętrzne budynku – charakterystyka

Ściana zewnętrzna nośna – przekrój od strony zewnętrznej do wewnętrznej



Współczynnik przenikania ciepła U:

0,15 W/(m²•K)

Przesunięcie fazowe:

14 godzin

Tłumienie wahań amplitudy temperatury:

26

384

Dach – przekrój od strony zewnętrznej do wewnętrznej



Współczynnik przenikania ciepła U:

0,11 W/(m²•K)

Przesunięcie fazowe:

15,5 godziny

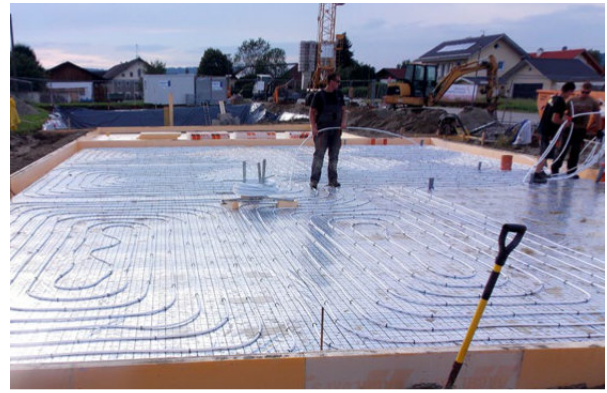
Tłumienie wahań amplitudy temperatury:

50

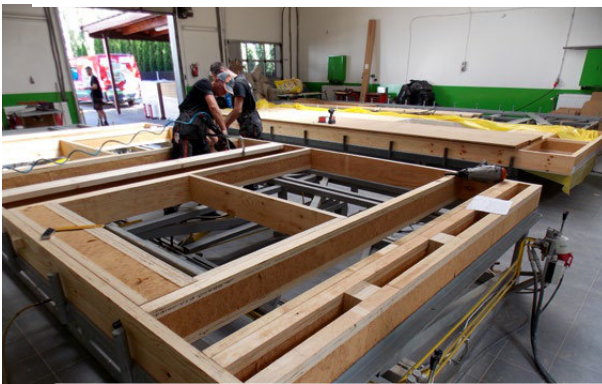
Zdjęcia z realizacji



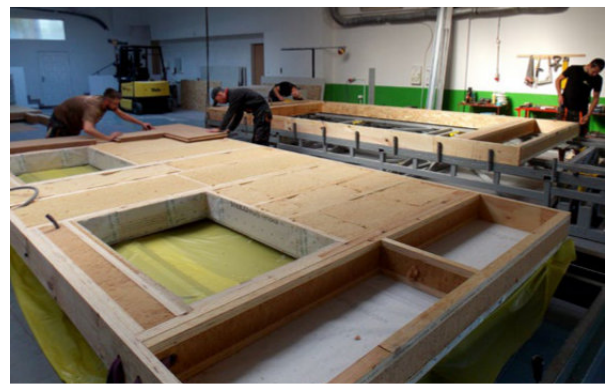
Prace ziemne: przygotowanie płyty fundamentowej. System ogrzewania podłogowego „zatopiony” w płycie fundamentowej.



Prace ziemne: przygotowanie płyty fundamentowej. System ogrzewania podłogowego „zatopiony” w płycie fundamentowej.



Prefabrykacja ścian STEICO w zakładzie SZREDER A.C.: słupki ścienne z belek dwuteowych STEICOWall 60x200 mm, oczep i podwalina ze STEICO LVL R 39x200 mm; termoizolacja STEICOflex 038 200 mm oraz STEICOprotect H 60 mm.



Dostarczenie prefabrykowanych ścian zewnętrznych STEICO na plac budowy (ściany zabezpieczone tymczasowo przed warunkami atmosferycznymi przy użyciu folii PE); posadzenie i zakotwienie ścian do płyty fundamentowej.





Montaż więźarów kratowych z drewna.



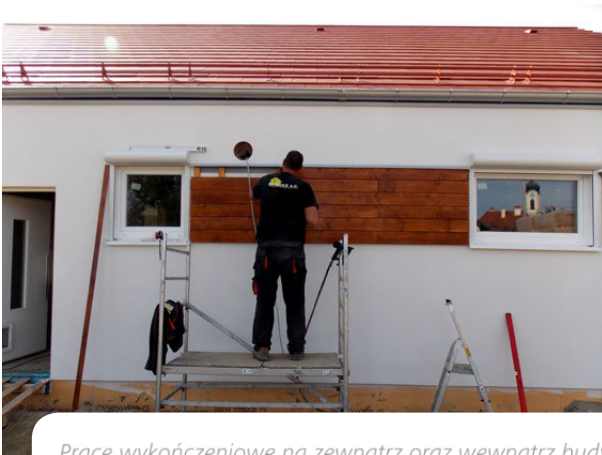
Prace wykończeniowe konstrukcji dachu: membrana dachowa STEICOMulti UDB zainstalowana; montaż membrany parolizacyjnej STEICOMulti renova.



386



Prace tynkarskie.

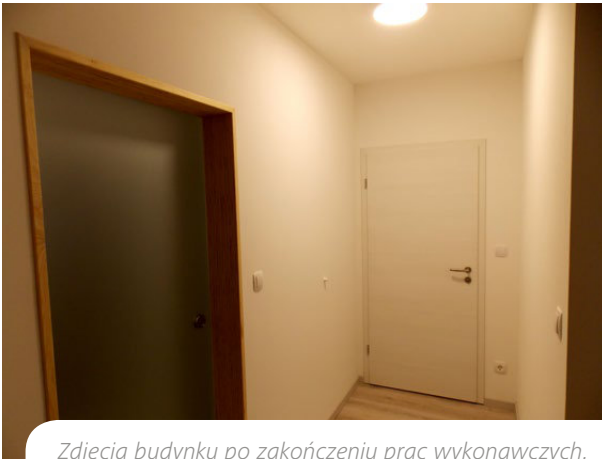


Prace wykończeniowe na zewnątrz oraz wewnątrz budynku.





Zdjęcia budynku po zakończeniu prac wykonawczych.



Zdjęcia budynku po zakończeniu prac wykonawczych.



Zdjęcia budynku po zakończeniu prac wykonawczych.



4.4. Dom jednorodzinny w Starogardzie Gdańskim według projektu „Arnika 2 dr-S”



Informacje ogólne

Miejsce inwestycji:
 Projekt wykonawczy:
 Firma wykonawcza:
 Metoda wznoszenia budynku:
 Okres realizacji – do stanu deweloperskiego:

Starogard Gdański
 projekt zakupiony ze strony proarte.pl „Arnika 2 dr-S”
 F.P.H.U. HEBELDOM Zdzisław Czaja
 prefabrykowany
 06.2015–09.2015

Charakterystyka budynku

Całkowita powierzchnia użytkowa:
 Kubatura brutto:
 Liczba kondygnacji:
 Rodzaj poddasza:
 Posadowienie budynku:
 Instalacja wentylacyjna:
 Wykończenie zewnętrzne ścian:
 Wykończenie zewnętrzne dachu:

154,4 [m²]
 687 [m³]
 2
 użytkowe
 płyta fundamentowa
 wentylacja grawitacyjna
 tynk elewacyjny oraz elewacja z drewna iglastego
 blachodachówka w kolorze ceglстым

Przegrody zewnętrzne budynku – charakterystyka

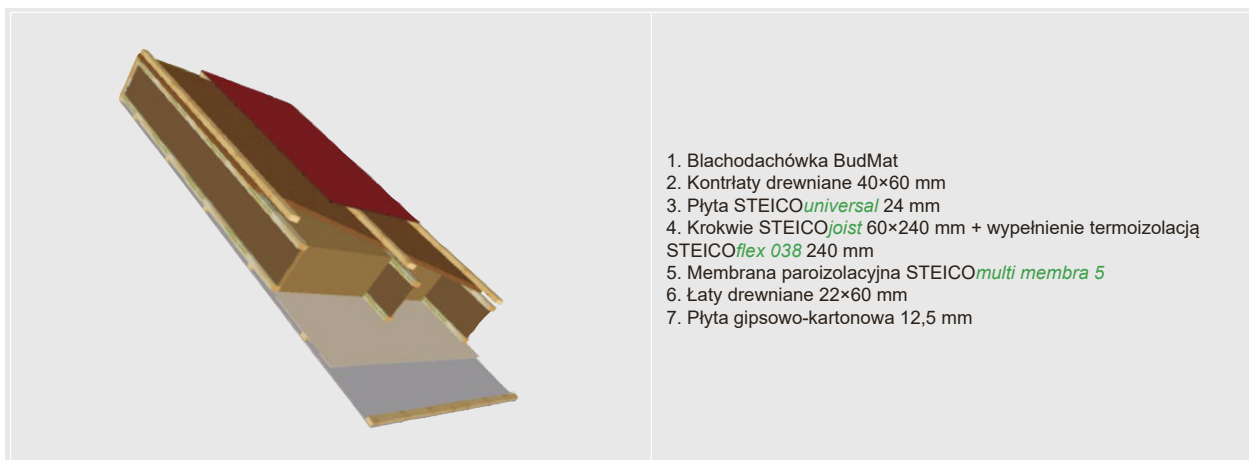
Ściana zewnętrzna nośna – przekrój od strony zewnętrznej do wewnętrznej



Współczynnik przenikania ciepła U:
 Przesunięcie fazowe:
 Tłumienie wahań amplitudy temperatury:

0,13 W/(m²·K)
 14,8 godziny
 27

Dach – przekrój od strony zewnętrznej do wewnętrznej



Współczynnik przenikania ciepła U:

0,16 W/(m²·K)

Przesunięcie fazowe:

12,7 godziny

Tłumienie wahań amplitudy temperatury:

20

Zdjęcia z realizacji

390



Dostarczenie prefabrykowanych ścian zewnętrznych STEICO na plac budowy; posadzenie i zakotwienie ścian do płyty fundamentowej.



Montaż konstrukcji stropu z belek dwuteowych STEICOjoist (jako belki drugorzędne) oraz ze STEICO LVL R (jako dźwigar główny).





Montaż prefabrykowanych ścian zewnętrznych STEICO na stropie – ściany szczytowe i kalenicowe.



Montaż krokwi dachowych STEICOjoist 60×240 mm



Prace wykończeniowe na dachu: mocowanie płyt nakrokwiowych STEICOuniversal 24 mm do krokwi STEICOjoist 60×240 mm; rozpoczęcie wykańczania fasady: pokrycie płyt STEICOprotect M dry 60 mm systemem tynkarskim.



Rozpoczęcie montażu pokrycia dachowego oraz prac wykończeniowych.





Zdjęcia budynku po zakończeniu prac wykonawczych.



Zdjęcia budynku po zakończeniu prac wykonawczych.



4.5. Dom jednorodzinny w Tczewie według projektu indywidualnego



Informacje ogólne

Miejsce inwestycji:
 Projekt wykonawczy:
 Firma wykonawcza:
 Metoda wznoszenia budynku:
 Okres realizacji – do stanu deweloperskiego:

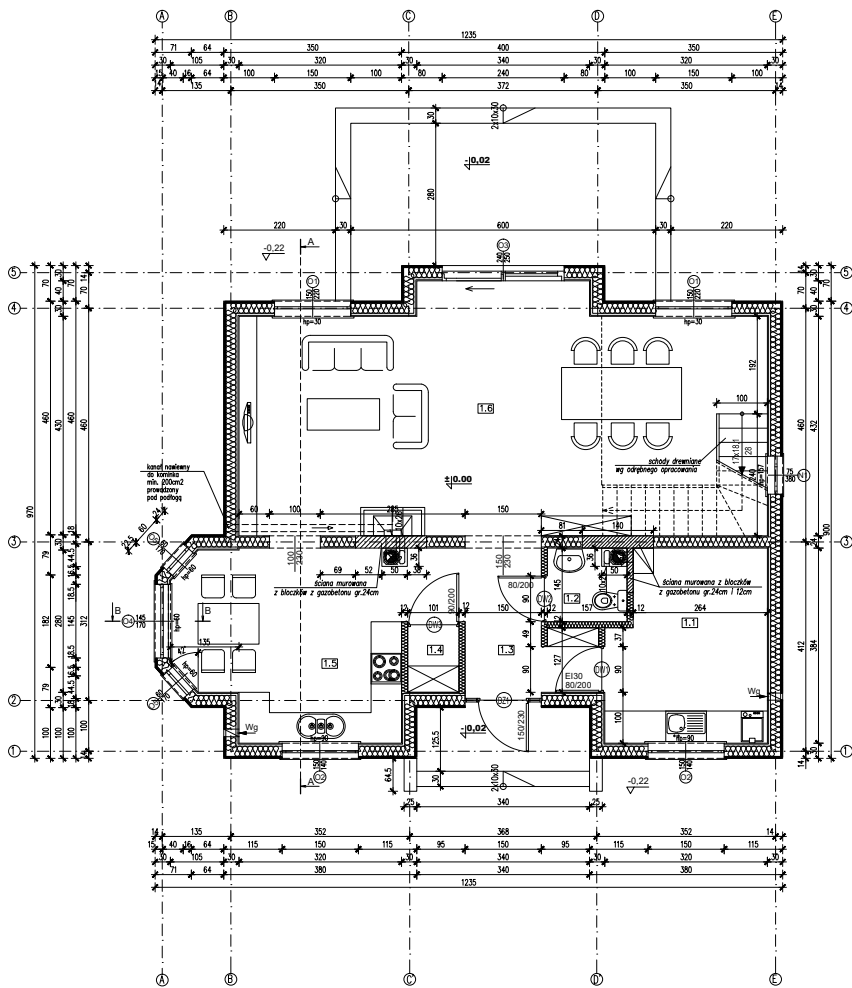
Tczew
 projekt indywidualny – Adam Ząbek
 F.P.H.U. HEBELDOM Zdzisław Czaja
 prefabrykacja
 05.2016–09.2016

Charakterystyka budynku

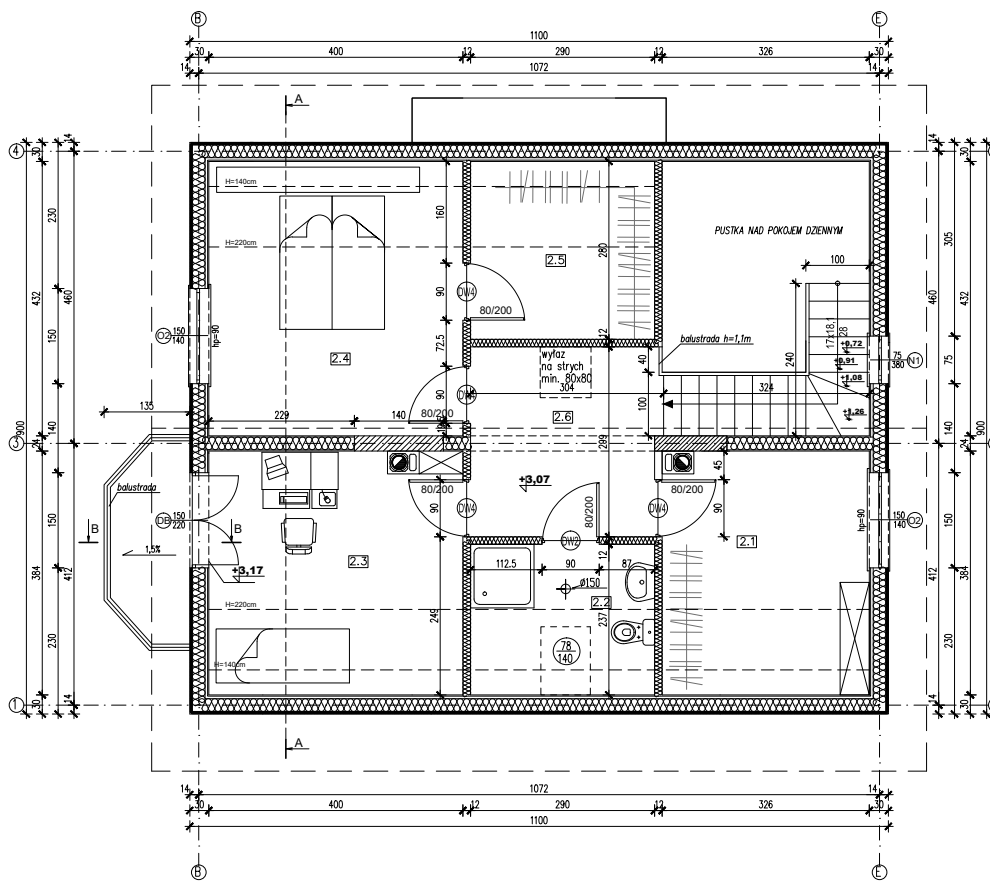
Całkowita powierzchnia użytkowa:
 Kubatura brutto:
 Liczba kondygnacji:
 Rodzaj poddasza:
 Posadowienie budynku:
 Instalacja wentylacyjna:
 Wykończenie zewnętrzne ścian:
 Wykończenie zewnętrzne dachu:

136,23 [m²]
 640,72 [m³]
 2
 użytkowe
 płyta fundamentowa
 wentylacja grawitacyjna
 tynk elewacyjny oraz elewacja z drewna iglastego
 dachówka ceramiczna w kolorze antracytu

Rzut parteru



Rzut piętra



Przegrody zewnętrzne budynku – charakterystyka

Ściana zewnętrzna nośna – przekrój od strony zewnętrznej do wewnętrznej



1. Tynk mineralny
2. Płyta STEICOprotect H 60 mm
3. Słupki ścienne STEICOWall 60×200 mm + wypełnienie termoizolacją STEICOflex 038 200 mm
4. Płyta OSB/3 12 mm
5. Membrana paroizolacyjna STEICOMulti membra 5
6. Ruszt instalacyjny 45×58 mm + wypełnienie termoizolacją STEICOflex 038 50 mm
7. Płyta gipsowo-kartonowa 12,5 mm

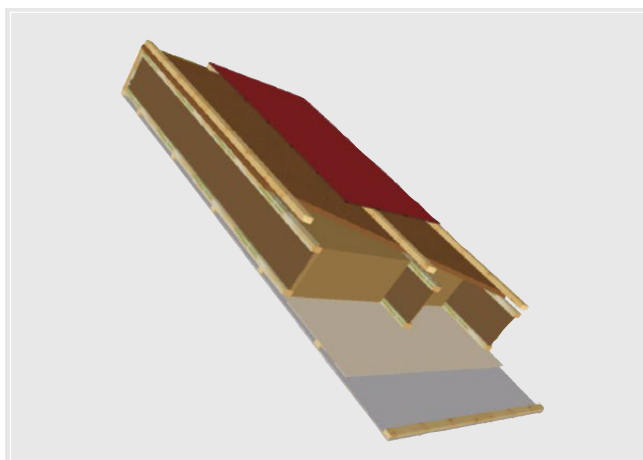
Współczynnik przenikania ciepła U:

Przesunięcie fazowe:

Tłumienie wahań amplitudy temperatury:

0,14 W/(m²·K)
15,5 godziny
28

Dach – przekrój od strony zewnętrznej do wewnętrznej



1. Dachówka ceramiczna Koramic
2. Kontrłaty drewniane 40×60 mm
3. Płyta STEICO *universal* 24 mm
4. Krokwie STEICO *joist* 60×240 mm + wypełnienie termoizolacją STEICO *flex 038* 240 mm
5. Membrana paroizolacyjna STEICO *multi membra 5*
6. Łaty drewniane 22×60 mm
7. Płyta gipsowo-kartonowa 12,5 mm

Współczynnik przenikania ciepła U:

Przesunięcie fazowe:

Tłumienie wahań amplitudy temperatury:

0,15 W/(m²·K)

12,2 godziny

13

Zdjęcia z realizacji

396



Prace ziemne; przygotowanie płyty fundamentowej.



Dostarczenie prefabrykowanych ścian zewnętrznych STEICO na plac budowy (ściany pokryte zaprawą klejąco-zbrojącą, wyposażone w stolarkę okienną i drzwiową); posadowienie i zakotwienie ścian do płyty fundamentowej.





Montaż konstrukcji stropu z belek STEICOjoist oraz ze STEICO LVL R; rozpoczęcie posadowienia prefabrykowanych ścian poddasza na stropie.



Montaż prefabrykowanych ścian zewnętrznych STEICO na stropie – ściany szczytowe i kalenicowe.



Konstrukcja dachu pokryta płytami nakręciowymi STEICOuniversal 24 mm; rozpoczęcie montażu pokrycia dachowego w postaci dachówki ceramicznej.



Zdjęcia budynku po zakończeniu prac wykonawczych.



4.6. Dom jednorodzinny w Szczecinie według projektu indywidualnego



Informacje ogólne

Miejsce inwestycji:
 Projekt wykonawczy:
 Firma wykonawcza:
 Metoda wznoszenia budynku:

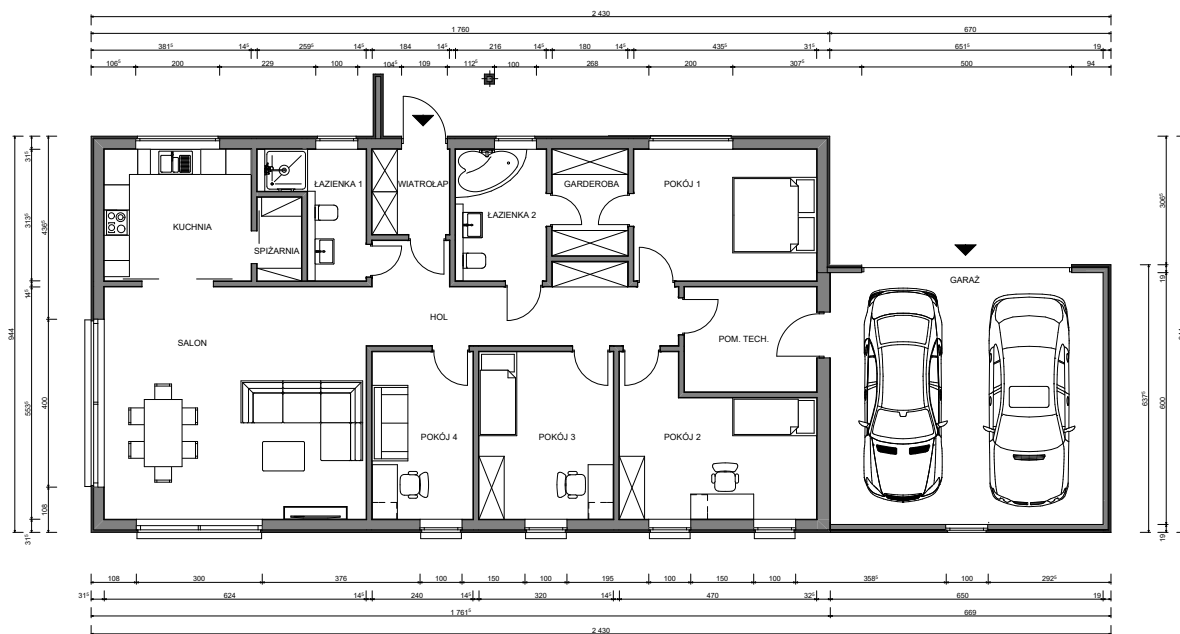
Szczecin
 projekt indywidualny - SZREDER A.C.
 SZREDER A.C.
 prefabrykowany

Charakterystyka budynku

Całkowita powierzchnia użytkowa:
 Kubatura brutto:
 Liczba kondygnacji:
 Rodzaj poddasza:
 Posadowienie budynku:
 Instalacja wentylacyjna:
 Wykończenie zewnętrzne ścian:
 Wykończenie zewnętrzne dachu:

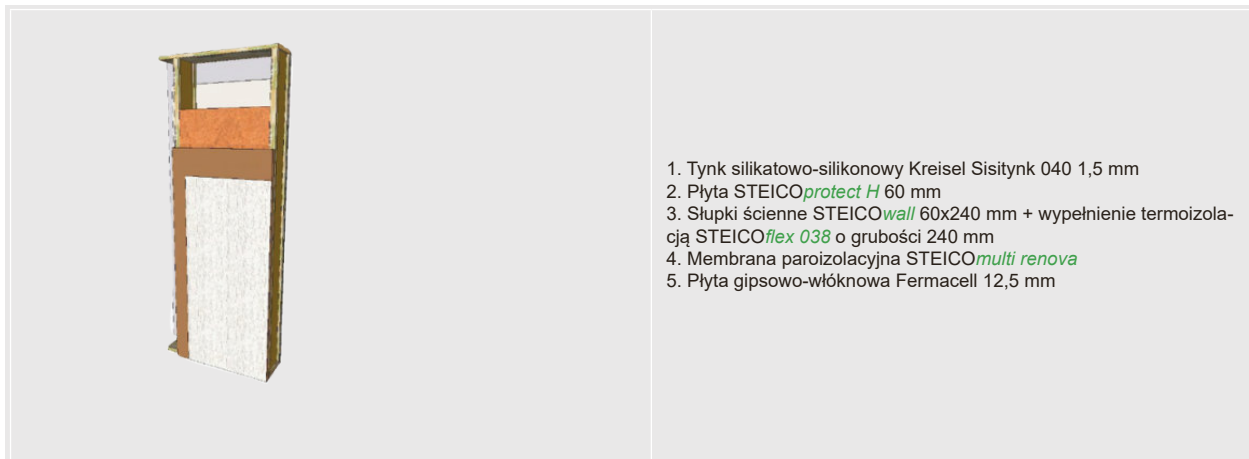
180,4 [m²]
 1058,8 [m³]
 1
 nie dotyczy
 płyta fundamentowa
 wentylacja mechaniczna z odzyskiem ciepła + glikolowy GWC
 tynk elewacyjny
 blacha na rąbek stojący

Rzut parteru



Przegrody zewnętrzne budynku – charakterystyka

Ściana zewnętrzna nośna – przekrój od strony zewnętrznej do wewnętrznej



Współczynnik przenikania ciepła U:

0,13 W/(m²·K)

Przesunięcie fazowe:

15,8 godziny

Tłumienie wahań amplitudy temperatury:

40

400

Dach – przekrój od strony zewnętrznej do wewnętrznej



Współczynnik przenikania ciepła U:

0,08 W/(m²·K)

Przesunięcie fazowe:

15 godzin

Tłumienie wahań amplitudy temperatury:

28

Zdjęcia z realizacji



Prace ziemne: przygotowanie płyty fundamentowej. System ogrzewania podłogowego „zatopiony” w płycie fundamentowej.



Prace ziemne: przygotowanie płyty fundamentowej. System ogrzewania podłogowego „zatopiony” w płycie fundamentowej.



Prefabrykacja ścian STEICO w zakładzie SZREDER A.C.: słupki ścienne z belek dwuteowych STEICOWall 60x240 mm, oczep i podwalina ze STEICO LVL R 45x240 mm; izolacja cieplna STEICOflex 038 240 mm oraz STEICOprotect H 60 mm.



Dostarczenie prefabrykowanych ścian zewnętrznych STEICO na plac budowy (ściany zabezpieczone tymczasowo przed warunkami atmosferycznymi przy użyciu folii PE); posadowienie i zakotwienie ścian do płyty fundamentowej.





Montaż więźarów kratowych z drewna. Prace wykończeniowe konstrukcji dachu: zainstalowana membrana dachowa STEICOmulti UDB; montaż membrany paroizolacyjnej STEICOmulti renova.



Prace wykończeniowe konstrukcji dachu.

402



Prace wykończeniowe na zewnątrz oraz wewnątrz budynku.

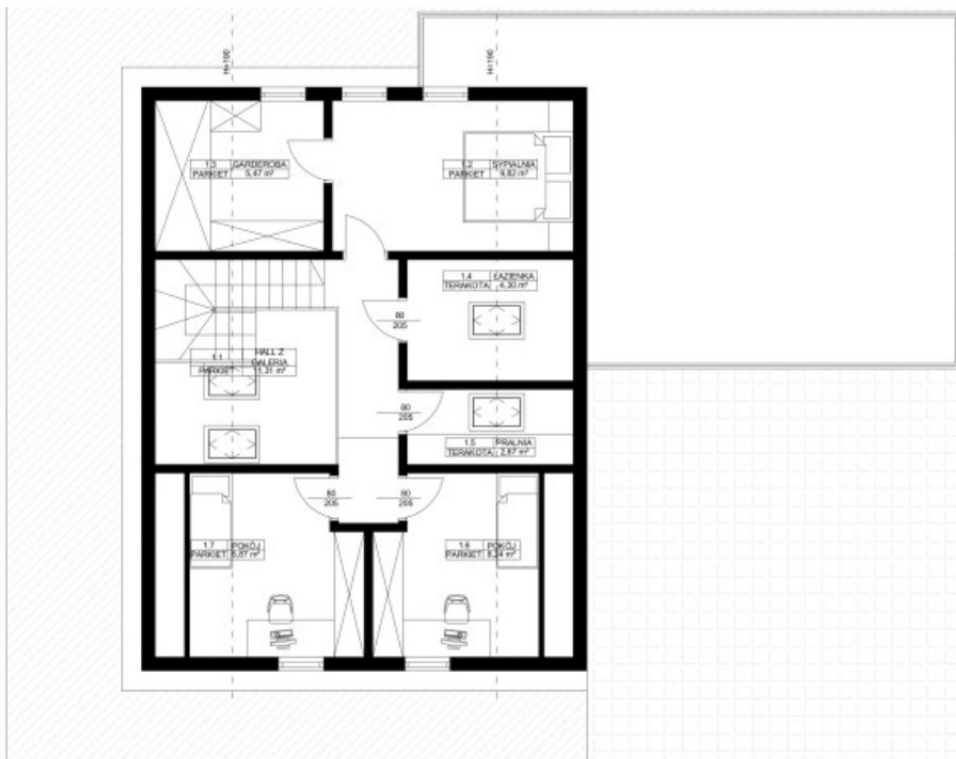


Zdjęcia budynku po zakończeniu prac wykonawczych.

4.7. Dom jednorodzinny w Łodzi według projektu indywidualnego



Rzut piętra



Przegrody zewnętrzne budynku – charakterystyka

Ściana zewnętrzna nośna – przekrój od strony zewnętrznej do wewnętrznej.

1. Tynk silikatowo-silikonowy Caparol 1,5 mm
2. Płyta STEICOprotect L dry 100 mm
3. Słupki ścienne STEICOWall/KVH 60×160 mm + wypełnienie termoizolacją STEICOzell 160 mm
4. Płyta OSB Eco 18 mm uszczelniona na połączeniach taśmą STEICOmultipape P
5. Płyta gipsowo-kartonowa 12,5 mm

Współczynnik przenikania ciepła U:

Przesunięcie fazowe:

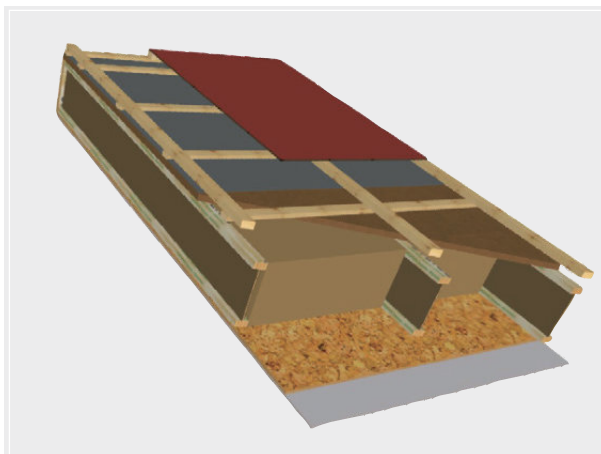
Tłumienie wahań amplitudy temperatury:

0,144 W/(m²·K)

13,7 godziny

36

Dach – przekrój od strony zewnętrznej do wewnętrznej



1. Dachówka cementowa Braas typ certycki
2. Łata drewniana 60×40 mm
3. Kontrłata drewniana 60×40 mm
4. Membrana wysokoparoprzepuszczalna STEICO*multi UDB*
5. Płyta STEICO*universal* 35 mm
6. Krokwie STEICO*joist* 60/90×300 mm + wypełnienie termoizolacją STEICO*zell* 300 mm
7. Płyta OSB Eco 18 mm uszczelniona na połączeniach taśmą STEICO*multi tape P*
8. Płyta gipsowo-kartonowa 12,5 mm

Współczynnik przenikania ciepła U:

Przesunięcie fazowe:

Tłumienie wahań amplitudy temperatury:

0,126 W/(m²·K)

14,7 godziny

50

Zdjęcia z realizacji

406



Prefabrykacja ścian STEICO w zakładzie FuturaDom Sp. z o.o.: słupki ścienne z belek KVH/STEICOwall 60×160 mm, oczipce i podwalina ze STEICO LVL R 39/45×160 mm; termoizolacja STEICOzell 160 mm oraz STEICOprotect L dry 100 mm.



Dostarczenie prefabrykowanych ścian zewnętrznych STEICO na plac budowy (ściany zabezpieczone tymczasowo przed warunkami atmosferycznymi przy użyciu folii budowlanej); posadowienie i zakotwienie ścian do płyty fundamentowej.



Dalszy montaż ścian zewnętrznych oraz wewnętrznych.



Dostarczenie prefabrykowanych elementów stropowych STEICO na plac budowy; montaż konstrukcji stropu na ścianach parterowych.



Dostarczenie prefabrykowanych elementów dachowych STEICO na plac budowy; montaż konstrukcji dachu.



Dalszy montaż konstrukcji dachu.



Dalszy montaż konstrukcji dachu.





Mocowanie pokrycia dachu w postaci dachówki cementowej.



Zdjęcie budynku po zakończeniu prac wykonawczych.

BIBLIOGRAFIA

1. Andjulovici, A., Georgescu, S., Komfort cieplny w budynkach. Arkady, Warszawa 1971.
2. Dyrektywa 2002/91/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 16 grudnia 2002 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków.
3. European Technical Assessment ETA-06/0238, British Board of Agreement. 31.08.2017.
4. Feist, W., Schlagowski, G. Podstawy budownictwa pasywnego, Polski Instytut Budownictwa Pasywnego, Gdańsk 2010.
5. Hauser, G., Ranft, F., Frohn, B. Natürliche Klimatisierung. Springer Basel AG, Wuppertal 2004.
6. Holzbau handbuch/ Reihe 0: Grundlagen/Teil 5: Werterhaltung und Lebensdauer/Folge 1: Holzhäuser – Werthaltigkeit und Lebensdauer. Bonn 2008.
7. Holzbau handbuch/ Reihe 1: Entwurf und Konstruktion/Teil 1: Allgemeines/Folge 8: Funktionsschichten und Anschlüsse für den Holzhausbau. Bonn 2004.
8. Holzbau handbuch/ Reihe 1: Entwurf und Konstruktion/Teil 1: Holzbausysteme/Folge 7: Holzrahmenbau. Düsseldorf 2015.
9. Holzbau handbuch/Reihe 3: Bauphysik/Teil 2: Feuchteschutz/Folge 7: Wärmebrücken. Bonn 2008.
10. Holzbau handbuch/ Reihe 3: Bauphysik/Teil 3: Schallschutz/Folge 4: Schallschutz – Wände und Dächer. Bonn 2004.
11. Holzbau handbuch/ Reihe 3: Bauphysik/Teil 3: Schallschutz/Folge 1: Grundlage des Schallschutzes. München 1998.
12. Holzbau handbuch/ Reihe 3: Bauphysik/Teil 4: Brandschutz/Folge 1: Grundlagen des Brandschutzes. Bonn und München 2001.
13. Holzbau handbuch/Reihe 4: Baustoffe/Teil 5: Dämmstoffe/Folge 2: Holzfaserdämmstoffe. Berlin 2012.
14. Holzbau handbuch/ Reihe 4: Baustoffe/Teil 5: Holzwerkstoffe/Folge 3: Holzfaser-Wärmedämmverbundsysteme. Wuppertal 2013.
15. Ickiewicz, I., Sarosiek, W., Ickiewicz, J., Fizyka budowli. Wybrane zagadnienia, Politechnika Białostocka, Białystok 2000.
16. Informationsdienst Holz. Holz Rohstoff der Zukunft. Bonn und München 2001.
17. Informationsdienst Holz. Spezial: Bauen und Leben mit Holz. Berlin 2013.
18. Kolb, J., Holzbau mit System. Zürich/Basel 2012.
19. König, H., Wege zum Gesunden Bauen. Ökobuch Staufien b. Freiberg 1997.
20. Lange, K. Die Hitze unter dem Dach. Sonderdruck aus Ausgabe II 1996.
21. Laskowski, L., Ochrona cieplna i charakterystyka cieplna budynku. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej. Warszawa 2003.
22. Nicewicz, D., Sala, C., Technologiczne aspekty produkcji MDF. Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2013.
23. Nicewicz, D., Sala, C., Właściwości i zastosowanie płyt MDF. Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2014.
24. Piotrowski, R., Wnuk, R. Katalog Projektów Domów Pasywnych i Energooszczędnych. Warszawa 2006.
25. PN-EN 1995-1-2 Eurokod 5: Projektowanie konstrukcji drewnianych. Część 1-2: Postanowienia ogólne. Projektowanie konstrukcji z uwagi na warunki pożarowe.
26. Raport o Stanie Lasów w Polsce 2004. PGL Lasy Państwowe, Warszawa, czerwiec 2005.
27. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2004 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Dz. U. Nr 75, poz. 690, z późniejszymi zmianami.
28. Schild, K., Willems, W., Wärmeschutz., Grundlagen – Berechnung – Bewertung. 2. Auflage. Wiesbaden 2013.
29. STEICO Konstruktionsheft Aussenwand – katalog opracowany przez STEICO.
30. STEICO Konstruktionsheft Dach Neubau – katalog opracowany przez STEICO.
31. STEICO Konstruktionsheft Geschossdecke/Bodensysteme – katalog opracowany przez STEICO.
32. STEICO Konstruktionsheft Innenwand – katalog opracowany przez STEICO.
33. System budowlany STEICO – katalog opracowany przez STEICO.
34. Winter, S., Kehl, D., Untersuchung zur Objektivierung der Bewertung des Verkehrswertes von Gebäuden in Holzbauweise im Vergleich zu anderen Bauweisen. Abschlussbericht, Leipzig 2002.

Źródła internetowe:

<http://faostat.fao.org/> (dostęp: 2015)

STEICO CEE Sp. z o.o.

ul. Przemysłowa 2

64-700 Czarnków

Kontakt w sprawie podręcznika

e-mail: podrecznik@steico.pl

Kontakt w sprawie zapytań ofertowych

Dział Sprzedaży Krajowej – tel.: +48 67 35 66 361

Dział Sprzedaży Eksportowej – tel.: +48 67 35 66 293

Kontakt w sprawie szkoleń (projekt Akademia STEICO)

Tel.:+ 48 67 35 66 215

Kontakt w sprawie kalkulacji projektów

Tel.:+ 48 67 35 66 215

Internet: www.steico.com

NIP: 763-21-05-748, REGON: 301394782, KRS: 0000352285

Podręcznik

projektowania i budowania w systemie STEICO
Podstawy. Fizyka budowli. Zalecenia wykonawcze

„Jest to pierwszy tego rodzaju kompleksowy, a zarazem niezwykle przystępnie napisany przewodnik, ujmujący systemowo zagadnienia nowoczesnych, drewnopochodnych materiałów budowlanych, zasady fizyki budowli i projektowania, jak również zalecenia do budownictwa w systemie STEICO.

Z nim powinniśmy łatwiej uporać się z niechlubnymi stereotypami na temat drewnianych konstrukcji szkieletowych oraz zrozumieć, że przyszłość zrównoważonego budownictwa energooszczędnego to właśnie drewno”.

z recenzji dr. hab. Grzegorza Kowaluka, prof. SGGW