



DOKUMENTACJA WDROŻENIOWA

dotyczy projektu

pt.: „Opracowanie innowacyjnej technologii budowy domów z zespolonych warstwowych ścian drewnianych”

(umowa o dofinansowanie projektu nr POIR.01.01.01-00-0274/21-00)

w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014-2020,

I Osi priorytetowej „Wsparcie prowadzenia prac B+R przez przedsiębiorstwa”,

Działania 1.1 „Projekty B+R przedsiębiorstw,

Poddziałania 1.1.1 „Badania przemysłowe i prace rozwojowe realizowane przez przedsiębiorstwa”

Autor:

Roman PILCH

Z.P.H. PILCH

Z.P.H. Pilch

Właściciel

Roman Pilch

ul. Fabryczna 36, 43-450 Ustroń
Tel. (33) 855 20 93 / fax (33) 851 39 03
NIP: 548100432-03

(podpis)

Ustroń, listopad 2023 r.



Rzeczpospolita
Polska



Unia Europejska
Europejski Fundusz
Rozwoju Regionalnego



SPIS TREŚCI

1.	Elementy konstrukcji ściany warstwowej	3
2.	Wytyczne do projektowania budynków z wykorzystaniem zespolonych ścian warstwowych	6
2.1.	Warunki posadowienia.....	8
2.2.	Podstawowe wytyczne do ułożenia 1-szej warstwy belek na fundamencie	8
2.3.	Podstawowe wytyczne dotyczące konstruowania ścian.....	10
3.	Uwagi końcowe	13

1. Elementy konstrukcji ściany warstwowej

Konstrukcję drewnianych ścian warstwowych, klejonych, zespolonych przewiązkami należy wykonywać z drewna konstrukcyjnego litego klasy co najmniej C24 i wilgotności nie większej niż 18%, zgodnie z załącznikiem krajowym do obowiązującej normy PN-EN 1995-1-1:2010/NA:2010 (Eurokod 5).

Przewiązki zaleca się wykonać z sklejki brzozonej.

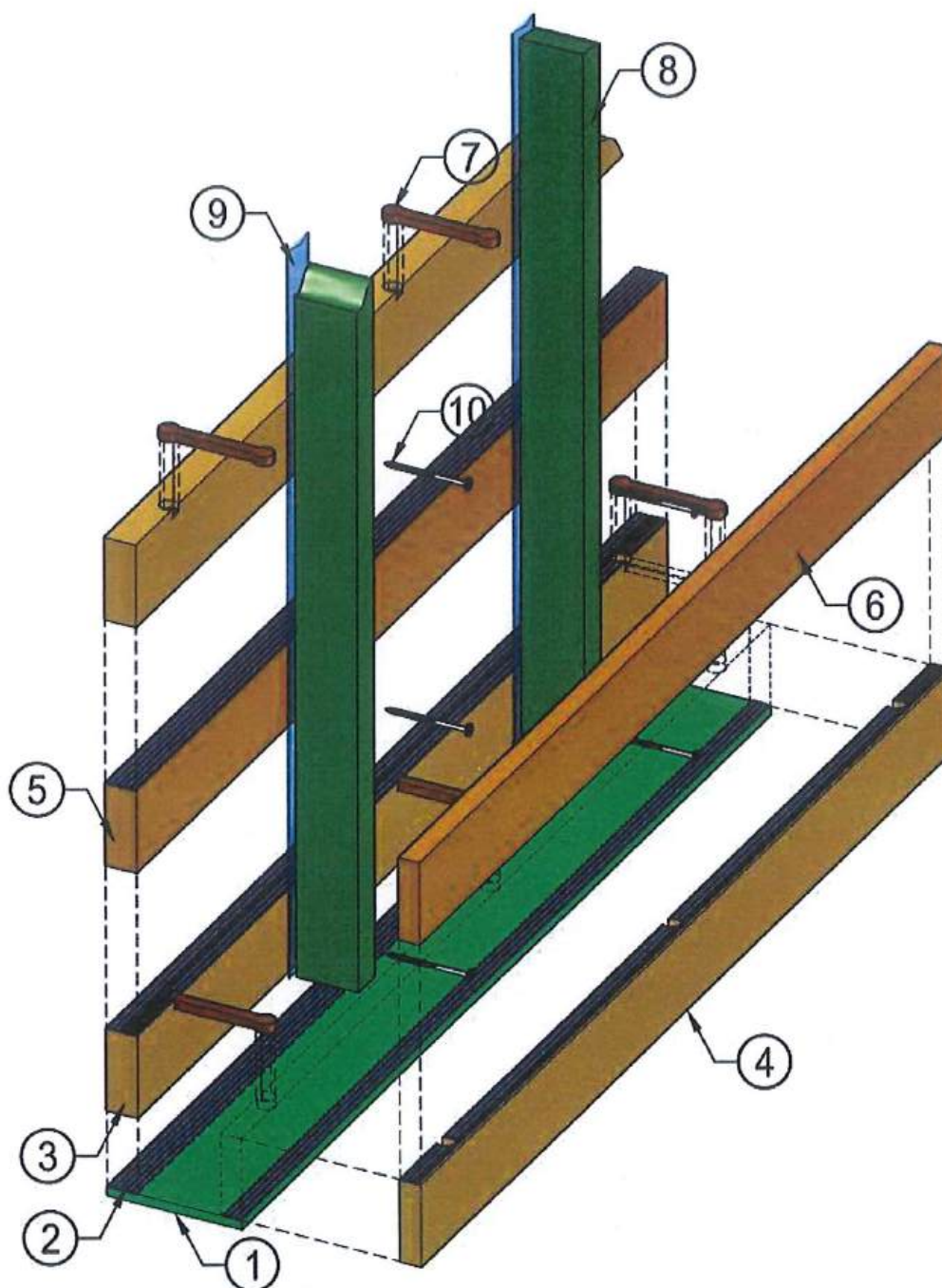
Do klejenia ścian proponuje się zastosowanie kleju poliuretanowego KiiLTO Kestopur 1 C 10 lub równoważnego (np. KiiLTO Kestopur G 10), który gwarantuje, zgodnie z normą PN-EN 14080:2011, wytrzymałość na ścinanie powyżej 3,5 MPa tak, aby wytrzymałość skleiny była większa od wytrzymałości drewna na ścinanie.

Innowacyjna konstrukcja drewnianych ścian warstwowych klejonych na budowie, zespolonych przewiązkami ma układ warstw od **8-16-4** do **8-18-4** [cm], przy założeniu obciążenia przekazywanego ze stropów na warstwę o grubości 80 mm.

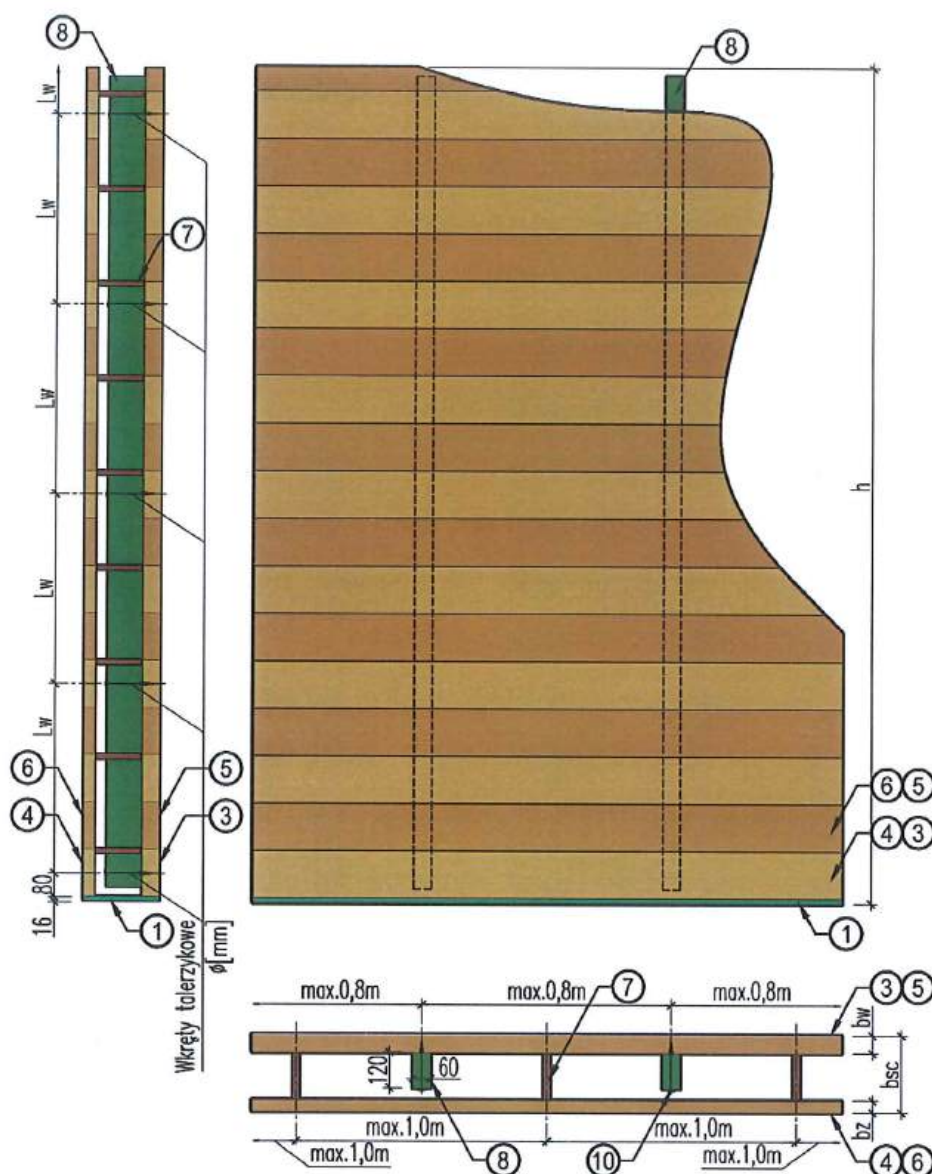
Konstrukcję drewnianych ścian warstwowych, klejonych, zespolonych przewiązkami tworzą dwie warstwy ścian wykonane z krawędziaków o przekroju 80 × 160 mm (w warstwie wewnętrznej) i 40 × 160 mm (w warstwie zewnętrznej), zespolone ze sobą za pomocą odpowiednio wyprofilowanych łączników (przewiązek) o przekroju 18 × 20 mm z sklejki brzozonej w rozstawach: - w pionie co 320 mm (w co 2-giej belce) i - w poziomie w rozstawach nie przekraczających 1 m. Szerokość wolnej przestrzeni wewnątrz ściany powinna wynosić od 160 do 180 mm.

W ścianie wymagane są pionowe elementy zabezpieczające przed przedwczesną utratą stateczności o przekroju 60 × 120 mm i o długości odpowiadającej niepełnej wysokości ściany, połączone z wewnętrzną warstwą nośną za pomocą wkrętów z łbem talerzowym (równo rozmieszczonych na wysokości ściany). W ścianach warstwowych o układzie warstw od 8-16-4 do 8-18-4 [cm], do łączenia pionowych elementów zabezpieczających ze ścianą należy stosować co najmniej 5 wkrętów Ø8×180 mm w równym rozstawie pionowym (co max. 640 mm). Dopuszcza się możliwość stosowania wkrętów Ø6×180 mm w rozstawie co 320 mm.

Konstrukcję drewnianej ściany warstwowej klejonej na budowie, zespolonej przewiązkami przedstawiono na Rys. 1 i Rys. 2 oraz w Tablicy 1.



Rys. 1. Podstawowe elementy konstrukcji drewnianej ściany warstwowej klejonej na budowie, zespolonej przewiązkami: 1 – podwalina ze sklejki brzoazowej gr. 16 mm; 2 – klej naniesiony na powierzchnię łączenia, 3 – belka wewnętrzna (warstwy nośnej) ściany z gniazdami na łączniki, 4 – belka zewnętrzna (warstwy fakturowej) ściany z gniazdami na łączniki; 5 – belka wewnętrzna (warstwy nośnej) ściany bez gniazd na łączniki; 6 – belka zewnętrzna (warstwy fakturowej) ściany bez gniazd; 7 – wyprofilowane przewiązki ze sklejki; 8 – żeberka usztywniające; 9 – folia zabezpieczająca żeberka przed przyklejeniem; 10 – wkręty talerzykowe



Rys. 2. Rzuty i widok konstrukcji drewnianej ściany warstwowej klejonej na budowie, zespolonej przewiązkami (opis na rys. 23): b_{sc} – całkowita szerokość ściany; b_w – grubość warstwy wewnętrznej, b_z – grubość warstwy zewnętrznej, L_w – rozstaw wkrętów talerzykowych na wysokości ściany; h – wysokość ściany

Tablica 1. Podstawowe wymiary innowacyjnej, drewnianej ściany warstwowej klejonej na budowie, zespolonej przewiązkami (oznaczenia na Rys. 2)

Lp.	Typ ściany	b_{sc} [mm]	b_w [mm]	b_z [mm]	Szer. przestrzeni izolacyjnej „S” [mm]	Wymiary wkrętów talerzykowych		L_w [mm]
						Ø [mm]	długość [mm]	
1.	8-S-4	280÷300	80	40	160÷180	6	180	320
						8		640

2. Wytyczne do projektowania budynków z wykorzystaniem zespolonych ścian warstwowych

Zasady bezpiecznego projektowania obiektów dwukondygnacyjnych, wykonanych z innowacyjnych, drewnianych ścian warstwowych klejonych na budowie, zespolonych przewiązkami obowiązują przy zachowaniu następujących założeń konstrukcyjnych:

- budynek maksymalnie dwukondygnacyjny,
- wysokość konstrukcyjna kondygnacji do 3,3 m,
- rozpiętość stropów do 6 m,
- obciążenia dla typowych budynków mieszkalnych jednorodzinnych,
- charakterystyczne obciążenia stałe ze stropów (łącznie z ciężarem własnym konstrukcji) nie powinny przekraczać $2,5 \text{ kN/m}^2$,
- charakterystyczne obciążenia użytkowe stropów nie powinny przekraczać $2,0 \text{ kN/m}^2$ (kategoria A – powierzchnie mieszkalne), a obciążenie zastępcze od ciężaru ścian działowych przestawnych nie powinno przekraczać $0,5 \text{ kN/m}^2$.

W Tablicy 2 przedstawiono wartości charakterystyczne siły niszczącej pionowej (krytycznej) opracowane dla typowej ściany warstwowej.

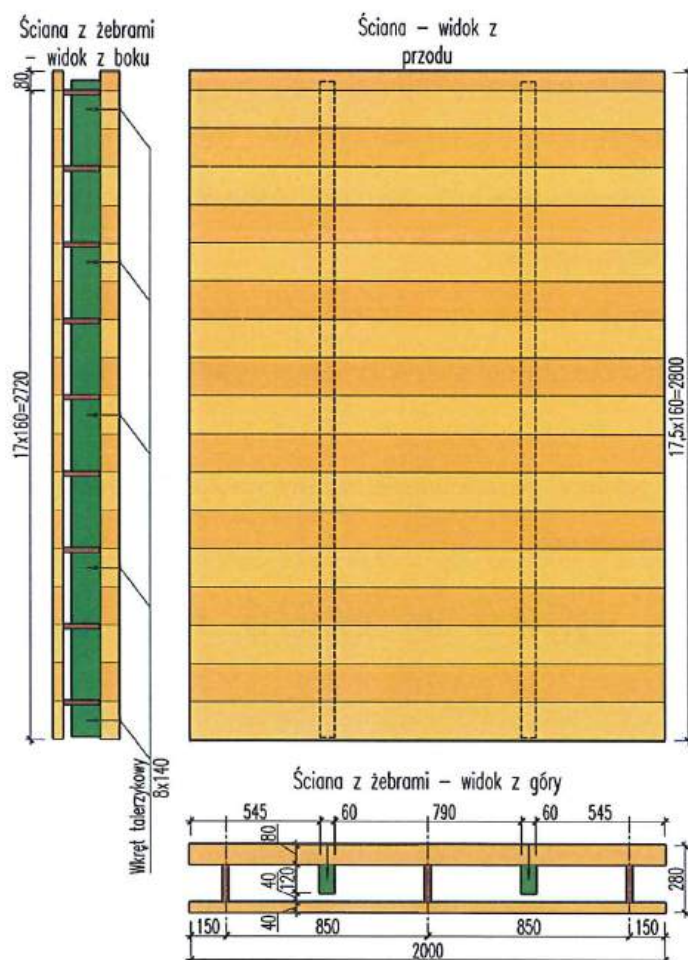
Tablica 2. Zbiorcze zestawienie wyników z badań dla typowej ściany warstwowej

Lp.	Oznaczenie serii modeli badawczych	Wartość średnia siły krytycznej [kN/m]	Wartość charakterystyczna siły krytycznej [kN/m]	Wartość teoretyczna obciążenia pionowego jak dla budynku dwukondygnacyjnego i rozpiętości stropów 6,0 m [kN/m]
1	S1-S	72,99	52,93	40,58

Z badań laboratoryjnych wynika, że układy innowacyjnych, klejonych ścian drewnianych warstwowych zespolonych przewiązkami zapewnią z naddatkiem przenoszenie obciążeń poziomych od oddziaływania wiatrem w budynkach dwukondygnacyjnych o wysokości kondygnacji do 3,3 m i rozpiętości ścian usztywniających do 6 m w warunkach 3 strefy wiatrowej zgodnie z PN-EN 1991-1-4:2008/NA:2010.

Konstrukcję typowych modeli (łącznie 8 modeli) innowacyjnych, drewnianych ścian warstwowych, klejonych, zespolonych przewiązkami w badaniach tworzyły dwie warstwy

ścian wykonane z krawędziaków o przekroju 80×160 mm (w warstwie wewnętrznej) i 40×160 mm (w warstwie zewnętrznej) z drewna świerkowego (*Picea abies* L.), konstrukcyjnego litego klasy C24, zespolone ze sobą za pomocą odpowiednio wyprofilowanych łączników (przewiązek) ze sklejki brzozonej. We wszystkich modelach szerokość przestrzeni wewnętrznej ściany była stała i wynosiła 160 mm. W ścianach warstwowych zastosowano łączniki zespalające (przewiązki) o przekrojach 18×20 mm w rozstawie pionowym co 320 mm. W ścianie warstwowej zastosowano pionowe elementy zabezpieczające przed przedwczesną utratą stateczności, o przekroju 60×120 mm i długości ok. 270 cm, które zostały połączone z wewnętrzną warstwą nośną za pomocą 5 wkrętów z łbem talerzowym $\varnothing 8$. Elementy te nie były podparte na podłożu i nie zostały obciążone. Długość elementów zabezpieczających przyjęto w ten sposób, aby były one mocowane ok. 5 cm powyżej dolnej i jednocześnie ok. 5 cm poniżej górnej krawędzi ściany (Rys. 3).



Rys. 3. Schemat typowego modelu badawczego ściany warstwowej, klejonej, zespolonej przewiązkami

2.1. Warunki posadowienia

Obiekt budowlany wykonany z wykorzystaniem drewnianych ścian warstwowych, klejonych, zespolonych przewiązkami należy posadzić na gruncie budowlanym poprzez odpowiedni rodzaj konstrukcji fundamentów spełniający warunki stanów granicznych.

Przed rozpoczęciem budowy należy określić rzeczywiste warunki gruntowe i klimatyczne w miejscu lokalizacji budynku. Fundament należy zaprojektować z uwzględnieniem stopnia skomplikowania warunków geotechnicznych sporządzając odpowiednio: opinię geotechniczną, dokumentację z badań podłoża gruntowego lub projekt geotechniczny.

Założono, że fundamenty lub elementy podbudowy będą wykonane ze żwirowego betonu zbrojonego (zbrojeniem rozproszonym lub tradycyjnym) o klasie min. C20/25.

Fundamenty i elementy podbudowy stanowiące posadowienie dla budynku wykonanego z w/w ścian warstwowych powinny spełniać następujące warunki:

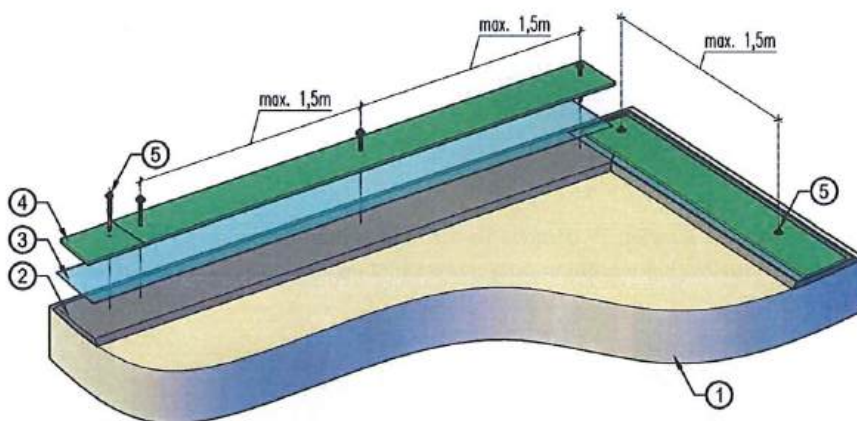
- maksymalna różnica pomiędzy najniżej i najwyżej położonym punktem nie powinna przekraczać 20 mm,
- grubość fundamentu powinna być tak dobrana, aby umożliwić zastosowanie określonego rodzaju kotew,
- wytrzymałość na ściskanie betonu odpowiadająca klasie min. C20/25,
- podłoże powinno być niespękane; w innym przypadku należy zastosować odpowiedni typ kotwienia,
- zaleca się, by poziom posadowienia ściany na fundamencie wynosił min. 0,20 m powyżej poziomu terenu.

2.2. Podstawowe wytyczne do ułożenia 1-szej warstwy belek na fundamencie

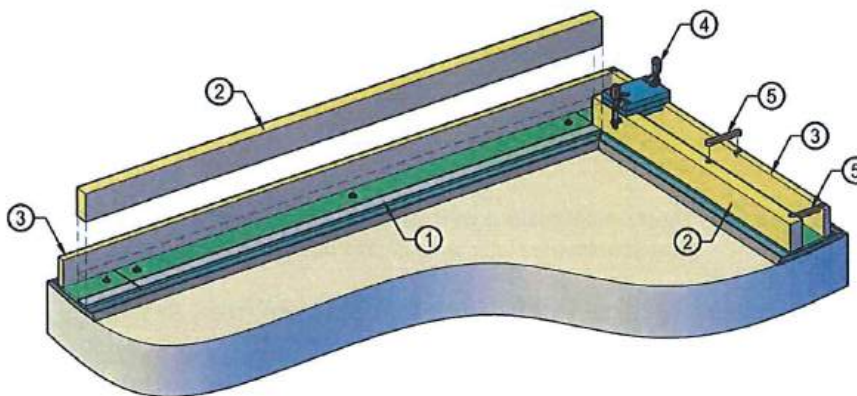
Pierwsza warstwa drewnianych belek ściennych o przekroju 80 × 160 mm (w warstwie wewnętrznej) i 40 × 160 mm (w warstwie zewnętrznej) jest klejona do sklejki podwalinowej, która jest kotwiona do konstrukcji fundamentu, dlatego należy zwrócić szczególną uwagę na wypoziomowanie sklejki podwalinowej i utrzymanie wymiarów narzuconych w projekcie.

Ułożenie pierwszej warstwy belek na fundamencie składa się z następujących czynności (Rys. 4÷5):

- oczyszczenie podłoża,
- wytrasowanie położenia sklejki podwalinowej zgodnie z projektem,
- ułożenie izolacji (np. pasmo folii PE) w miejscu montażu sklejki powalinowej,
- wypoziomowanie sklejki podwalinowej z dokładnością ± 1 mm (z użyciem zaprawy gęstoplastycznej pod folią PE – zaleca się zaprawę niekurczliwą) i jej zakotwienie w fundamencie (Rys. 4),
- naniesienie warstwy kleju na sklejkę i przyklejenie 1-szych warstw: zewnętrznej i wewnętrznej belek z użyciem układu urządzeń w postaci szablonów pozycjonujących (Rys. 5).



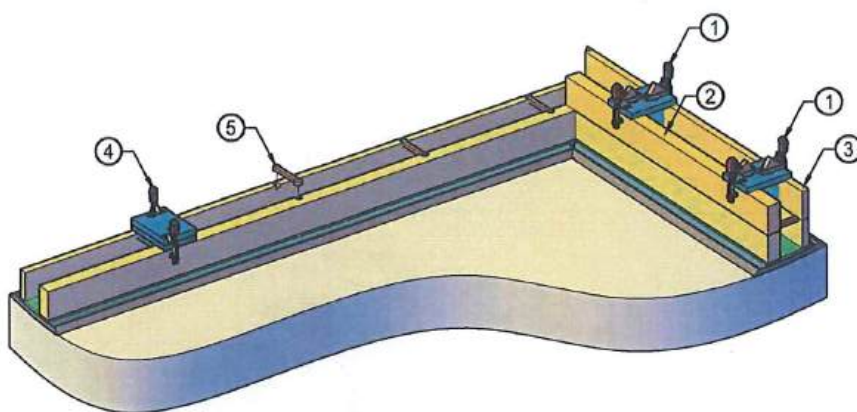
Rys. 4. Zakotwienie sklejki podwalinowej w fundamencie: 1 – fundament; 2 – warstwa wyrównawcza (jeśli konieczna); 3 – izolacja (folia PE); 4 – sklejka gr. 16 mm; 5 – kotwy mechaniczne (bądź inne) $\phi 12$ mm i długości min. 200 mm



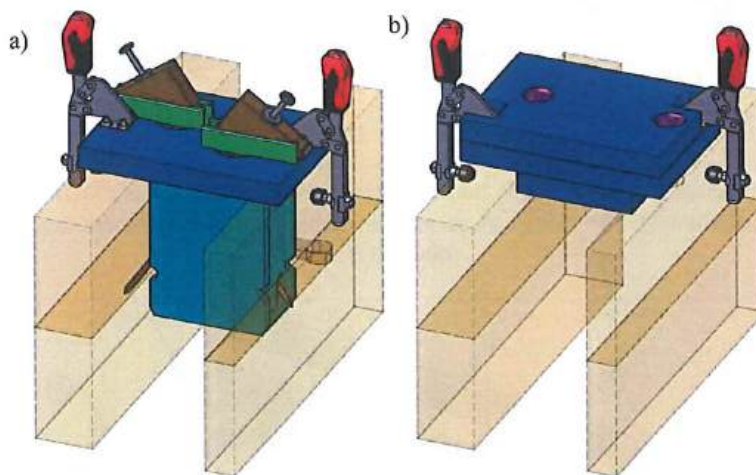
Rys. 5. Klejenie pierwszej warstwy: 1 – warstwa kleju; 2 – belka wewnętrzna (nośna); 3 – belka zewnętrzna (fakturowa); 4 – szablony pozycjonowania i wiecenia gniazd pod przewiązki; 5 – przewiązki

Sklejkę podwalinową należy kotwić w odstępach nieprzekraczających 1,5 m. Każdy element sklejk podwalinowej powinien być kotwiony min. dwoma kotwami na początku i na końcu. Kotwy należy stosować w narożach ścian oraz na początku i końcu dużego otworu.

Każda kolejna warstwa krawędziaków w ścianie warstwowej jest doklejana do poprzedniej warstwy z wykorzystaniem szeregu przyrządów formująco-dociskowych (Rys. 6÷7) umożliwiających sklejenie obu warstw: zewnętrznej (fakturowej) i wewnętrznej (nośnej) jednocześnie.



Rys. 6. Klejenie kolejnych warstw: 1 - urządzenie formująco-dociskowe; 2 - belka wewnętrzna (nośna); 3 - belka zewnętrzna (fakturowa); 4 – szablon pozycjonowania i wiercenia gniazd pod przewiązki; 5 – przewiązki



Rys. 7. Prototypowe urządzenia umożliwiające wykonanie ściany: a) dociskowo-formujące, b) szablon pozycjonowania i wiercenia gniazd pod przewiązki

2.3. Podstawowe wytyczne dotyczące konstruowania ścian

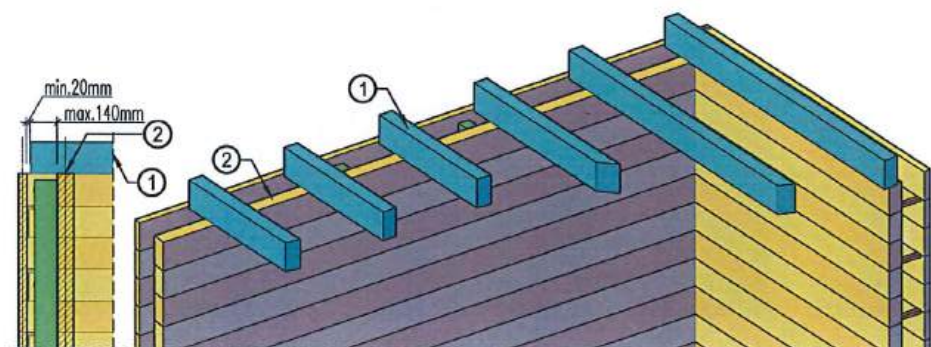
W warstwie wewnętrznej (nośnej) ściany należy stosować krawędziaki o przekroju 80×160 mm, a w warstwie zewnętrznej (fakturowej) ściany należy stosować krawędziaki

o przekroju 40×160 mm. Począwszy od 1-szej belki, a następnie w co 2-giej belce, czyli co 320 mm, warstwy: zewnętrzna (fakturowa) i wewnętrzna (nośna) ściany są łączone ze sobą za pomocą wyprofilowanych łączników (przewiązek) o przekroju 18×20 mm z sklejki brzozej - w poziomie w rozstawach nie przekraczających 1 m. Szerokość wolnej przestrzeni wewnątrz ściany, która docelowo zostaje wypełniona sybkim materiałem termoizolacyjnym wynosi $160 \div 180$ mm.

W trakcie doklejania kolejnych warstw poziomych koniecznie należy pamiętać o montażu żeberk pionowych chroniących przed przedwczesną utratą stateczności. By mogły one skutecznie sprężyście pracować, należy w trakcie nakładania kleju na elementy poziome ściany, zabezpieczyć powierzchnie przylegające żeberk do ściany przekładką z folii (Rys. 23). Jej celem jest zapobiegnięcie sklejeniu żeberk usztywniających z płaszczyzną ściany, z uwagi na różną odkształcalność wzdłużną i poprzeczną drewna.

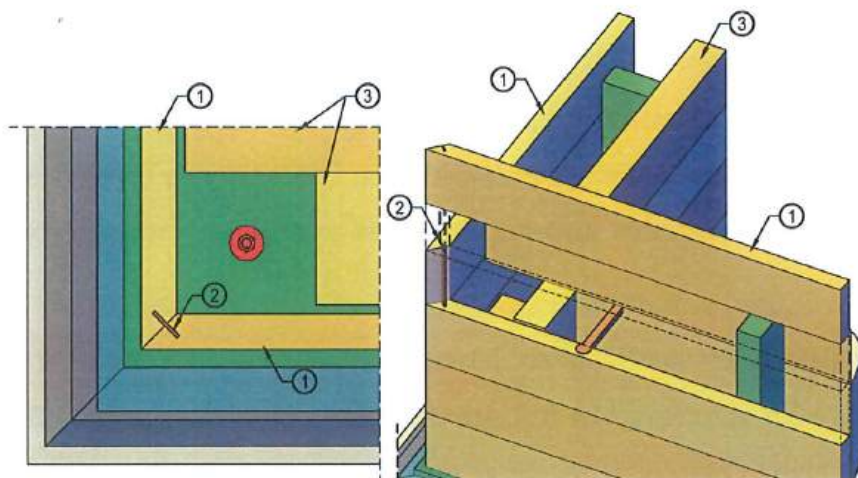
Pionowe żeberka o przekroju 60×120 mm i o długości odpowiadającej niepełnej wysokości ściany są zespolone z wewnętrzną warstwą nośną za pomocą wkrętów z łbem talerzowym (równie rozmieszczonych na wysokości ściany). Należy stosować wkręty $\varnothing 8 \times 180$ mm w rozstawie pionowym co max. 640 mm lub $\varnothing 6 \times 180$ mm co max. 320 mm.

Co do zasady, konstrukcja stropów jest oparta na warstwie wewnętrznej (nośnej) o grubości 80mm (Rys. 8).



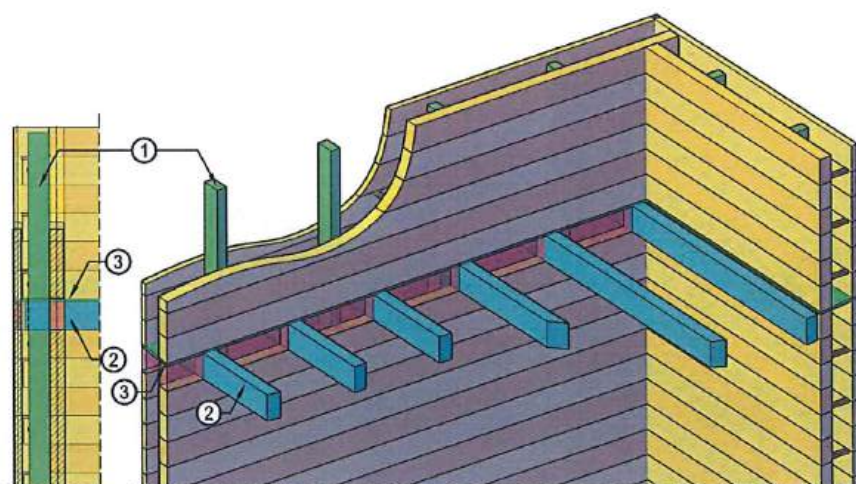
Rys. 8. Oparcie stropu belkowego na ścianie warstwowej (np. belki 8×16 cm, w rozstawie co 60 cm): 1 – belki stropu; 2 – belka wewnętrzna (nośna) ściany

Końce krawędziaków tworzących naroża warstwy zewnętrznej (fakturowej) ściany przycięte są pod kątem 45 stopni i połączone ze sobą na tak zwane „obce pióro” (Rys. 9).



Rys. 9. Rzut i widok narożnika ściany warstwowej: 1 – belka zewnętrzna (fakturowa) ściany; 2 – „obce pióro”; 3 – belka wewnętrzna (nośna) ściany przepuszczona do warstwy fakturowej w co drugiej warstwie

W budynkach dwukondygnacyjnych, w przypadku dachu stromego, żeberka te należy w całości przepuścić do ściany kolankowej drugiej kondygnacji – na całą wysokość ścianki kolankowej (Rys. 10), w celu przejścia sił rozporu z dachu. W przypadku niewystarczającej ich nośności na zginanie wynikającej z sił rozporu dachu, przekrój tych żeberek należy odpowiednio zwiększyć.



Rys. 10. Ściana warstwowa w budynku dwukondygnacyjnym: 1 – żeberka usztywniające ścianę przepuszczone z I kondygnacji na wysokość ściany kolankowej; 2 – belki stropu; 3 – sklejka gr. 16 mm na stropie II kondygnacji

3. Uwagi końcowe

Ogólne zasady projektowania zespolonych warstwowych ścian drewnianych zostały opracowane i sformułowane na podstawie wyników analiz teoretycznych i badań laboratoryjnych.

Wartości nośności zespolonych warstwowych ścian drewnianych na obciążenia pionowe uzyskane w badaniach laboratoryjnych zostały zestawione w punkcie 2, w Tab. 2.

Podano minimalne wymagania konstrukcyjne dla zespolonych warstwowych ścian drewnianych.

Niezależnie od w/w wytycznych, w każdym przypadku należy wykonać obliczenia statyczno-wytrzymałościowe ścian zgodnie z obowiązującymi normami.

