

Konstrukcyjne drewno klejone

W Europie Zachodniej konstrukcje z drewna klejonego warstwowo cieszą się ogromną popularnością. Ten trend budzi się również w Polsce – zapewniają eksperci firmy Konsbud.

JAKUB PRZEPIÓRKA
PRZEMYSŁAW ŻUROWSKI

Dzięki opracowaniu specjalistycznych, wodoodpornych klejów na bazie żywic istnieje możliwość wykonywania trwałych połączeń klejowych, które pozwalają na wytwarzanie elementów o znacznie większych przekrojach oraz długościach, a tym samym uzyskiwanie konstrukcji o większych rozpiętościach bez znaczących nakładów finansowych.

W powojennej Europie Zachodniej powstało wiele zakładów zajmujących się właśnie produkcją drewna klejonego warstwowo. Od kilkunastu lat również w Polsce obserwujemy wzrost zainteresowania tym materiałem. Niestety, ograniczony dostęp do fachowej literatury, brak doświadczeń w wykorzystaniu drewna w nowoczesnym budownictwie stanowi wyzwanie dla projektantów oraz wykonawców specjalistycznych konstrukcji z drewna klejonego warstwowo. A takich fachowców w Polsce jest niewielu. Dlatego warto już na etapie projektu oraz podczas jego realizacji bazować na doświadczeniu i wiedzy wyspecjalizowanych firm zajmujących się konstrukcjami z drewna klejonego warstwowo.

Surowiec na klejone

W Polsce drewno klejone warstwowo stosuje się przede wszystkim w konstrukcjach hal widowiskowo-sportowych i przemysłowych, sal gimnastycznych, basenów, ujeżdżalni koni, kortów tenisowych, obiektów sakralnych i w ogrodach zimowych.

Najczęściej stosowanym obecnie surowcem do produkcji drewna klejonego warstwowo jest tarcica świerkowa. Inne, rzadziej stosowane to np. sosna, jodła i modrzew. Trudno dostępna tarcica odpowiedniej jakości oraz proces produkcji powodują dłuższe okresy oczekiwania na gotowy wyrób. Należy każdorazowo rozważyć

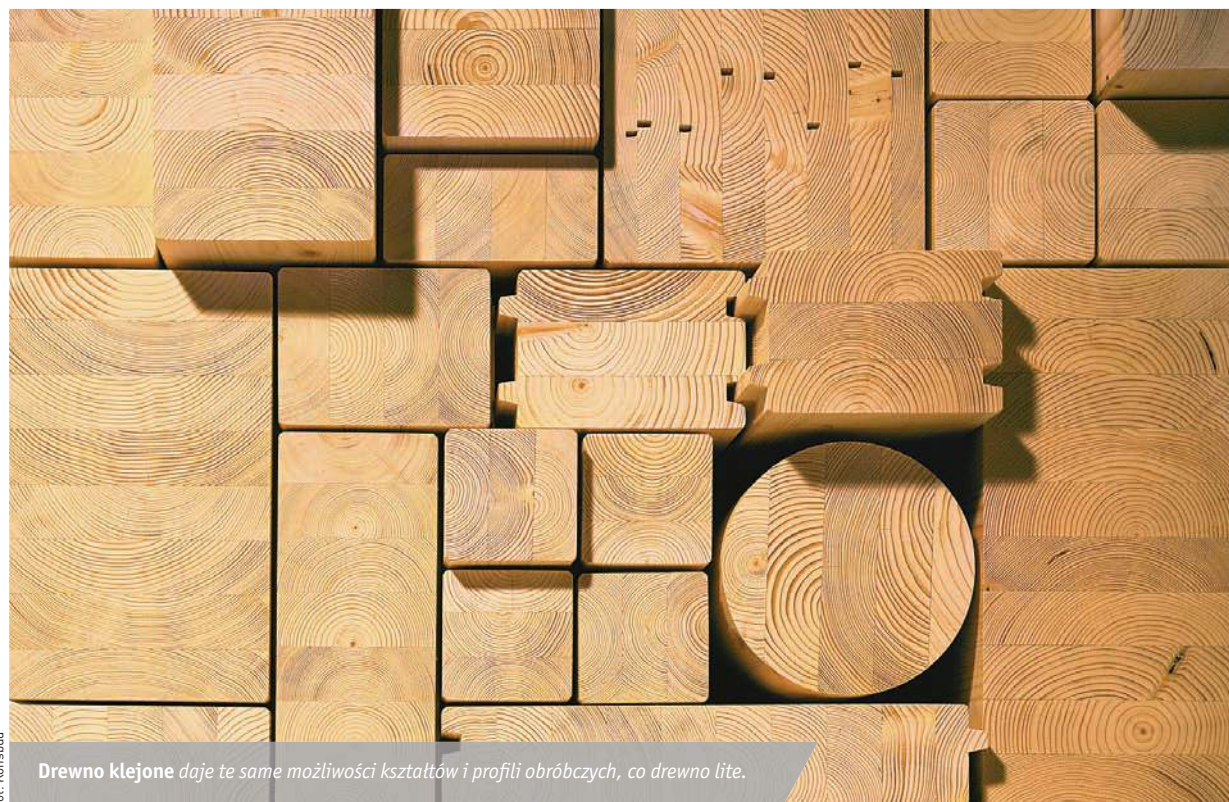
stosowanie innych gatunków niż świerk pod kątem dostępności na rynku.

Z informacji uzyskanych od czołowych europejskich producentów wynika, że jedynie ~2 proc. będącej w obrocie tarcicy spełnia wymagania wytrzymałościowe klasy GL36. Powoduje to znaczne utrudnienie w jej produkcji oraz wzrost ceny gotowego wyrobu. Dodatkowym problemem jest metoda sortowania tarcicy. W przypadku klas GL24 oraz GL28 sortowanie odbywa się wizualnie, natomiast dla klas GL32 oraz GL36 – mechanicznie. Zdaniem wielu fachowców powoduje to uzyskiwanie najlepszej wizualnej jakości w klasie GL28.

Innym rodzajem klasyfikacji jest podział na jakość wizualną oraz przemysłową, w zależności od jej późniejszego przeznaczenia. Oczywiście normy określają szczegółowo dopuszczalne ilości występującej sinizny, rozmiary pęknięć skurczowych, rodzaje i rozmiary sęków, itp. Warto jednak wspomnieć, że dopuszczalna sinizna nie ma wpływu na nośność elementu, lecz jedynie na jego walory estetyczne. Tam, gdzie w konstrukcji estetyka nie odgrywa kluczowej roli, doskonale sprawdza się tarcica o jakości przemysłowej, m.in. w elementach, które stanowią jedynie konstrukcję nośną, a przed oddaniem obiektu do użytkowania są obudowywane lub malowane. Często klasa ta jest stosowana również w obiektach przemysłowych, gdzie nie są stawiane wysokie wymagania wizualne, lecz pod uwagę brana jest jedynie wartość użytkowa konstrukcji.

Impregnacja chemiczna czy biologiczna?

Niezależnie od przyjętej metody klasyfikacji, należy również pamiętać, że drewno klejone warstwowo jest nadal drewnem, posiada jego standardowe wady jak sęki, drobne pęknięcia skurczowe, pewne dopuszczalne ilości sinizny itp. O takie drewno również trzeba odpowiednio zadbać,



Drewno klejone daje te same możliwości kształtów i profili obróbkowych, co drewno lite.

by zachowało jak najdłużej swoje walory. Najlepszym zabezpieczeniem drewna jest jego odpowiednie wysuszenie. Dzięki stosunkowo rygorystycznym przepisom tarcica przeznaczona do produkcji drewna klejonego warstwowo suszona jest do 12 proc. (+/- 2 proc.), co zabezpiecza przed działaniem czynników biologicznych. W krajach Europy Zachodniej oraz w Skandynawii unika się dodatkowej impregnacji chemicznej, gdyż przy zapewnieniu odpowiednich warunków użytkowania jest ona zbędna, a przyjęto tam założenie, iż jej stosowanie może w dłuższym okresie użytkowania być szkodliwe dla człowieka, skoro jest szkodliwe dla owadów, insektów itp. Polskie przepisy nakładają jednak obowiązek dodatkowej impregnacji biologicznej. Odbywa się ona najczęściej powierzchniowo na placu budowy po wykonaniu wszelkich niezbędnych obróbek drewna. Powyższe informacje odnoszą się do drewna stosowanego wewnątrz budynku nienarażonego na wpływ warunków atmosferycznych. Jeżeli drewno podczas użytkowania będzie narażone na ich działanie, np. gdy końce dźwigarów wystają poza obrys budynku, tworząc okap, niezbędne jest zabezpieczenie drewna przed dostępem wody oraz dodatkowa impregnacja przeciwko warunkom atmosferycznym. Należy tutaj nadmienić, że nawet lejąca się w sposób ciągły woda nie wpływa na jakość połączeń klejowych (są

one w pełni odporne na wpływ warunków atmosferycznych), natomiast ma to bardzo wielkie znaczenie dla jakości wizualnej elementów drewnianych.

Przekrój H i C

Wśród elementów konstrukcyjnych z drewna klejonego wyróżnia się dwa rodzaje przekrojów: przekrój złożony z tarcicy jednorodnej (o tej samej wytrzymałości) – oznaczenie „H” (od ang. Homogenous) i przekrój złożony z tarcicy niejednorodnej (o różnych wytrzymałościach) – oznaczenie „C” (od ang. Combined). Analizując budowę przekrojów złożonych z ww. klas oraz tabelę ich wytrzymałości, łatwo zauważyć, że główne parametry dla układów belkowych, tj. wytrzymałość na zginanie, moduły sprężystości są identyczne w obydwu rodzajach klas, a pozostałe parametry dla przekroju z tarcicy niejednorodnej są słabsze maksymalnie o 15-20 proc. Racjonalne rozłożenie w przekroju belki drewna o wyższej i niższej klasie wytrzymałości sprzyja rozsądnemu wykorzystaniu dostępnej tarcicy, co przekłada się na czas produkcji oraz cenę wyrobu, pozostaje natomiast bez wpływu na walory estetyczne.

Wysoka odporność ogniowa

Konstrukcyjne drewno klejone cechuje się wysoką odpornością ogniową, wynikającą głównie z zastosowanego przekroju elementu, jego wyteżenia oraz

końcowej obróbki. Zgodnie z wytycznymi ITB elementy z drewna klejonego warstwowo w pierwszym etapie klasyfikuje się następująco: SRO (słabo rozprzestrzeniające ogień) przy szerokości poniżej 12 cm, NRO (nierozprzestrzeniające ognia) przy szerokości od 12 cm lub poniżej 12 cm przy dodatkowej impregnacji środkami ogniochronnym. Odporność ogniową (R15, R30, R60) w drewnie klejonym uzyskuje się już na etapie projektowania poprzez odpowiednią analizę statyczną oraz dobór przekrojów. Drewno klejone warstwowo cechuje bardzo wysoka i stosunkowo łatwa do uzyskania odporność ogniowa, spełniająca bez problemów wymagania normowe zarówno dla obiektów przemysłowych, jak i użyteczności publicznej; jest ono coraz częściej stosowane właśnie w takich obiektach. Zwęglona zewnętrzna powłoka stanowi ochronę dla części wewnętrznej (nośnej) elementów, czym zapewnia ich długotrwałą odporność na działanie ognia.

Klejone jest wciąż naturalne

Drewno, w przeciwieństwie do stali oraz żelbetu, jest materiałem naturalnym, co czyni je odpornym na działanie środowisk agresywnych. Dzięki temu, że drewno klejone powstaje z cienkich, giętkich desek, może być bardzo łatwo kształtowane w łuki, co nie jest tak łatwe ani tanie przy zastosowaniu innych

warstwowo

materiałów. Dodatkowo przy projektowaniu pozornie prostoliniowych elementów można im nadać wstępną strzałkę ugięcia. Pozwala to projektować bardziej smukłe, delikatniejsze, a tym samym tańsze konstrukcje. Drewno klejone najczęściej występuje jako materiał konstrukcyjny, ale jednocześnie często pełni funkcję ozdobną oraz przyczynia się do pozytywnego odbioru wnętrza. To wszystko pozwala z powodzeniem stosować drewno klejone w obiektach takich jak: centra handlowe, salony samochodowe, hotele, obiekty sportowe oraz sakralne.

Lekkie i wytrzymałe

Niski ciężar i cechy wytrzymałościowe drewna sprawiają, że możemy budować obiekty o dużych rozpiętościach bez podpór pośrednich, co zdecydowanie poprawia użyteczność każdego obiektu. Jego montaż jest łatwy i szybki. Lekkość konstrukcji daje także pośrednio wymierne oszczędności na innych elementach całej inwestycji. Z uwagi na małe siły przekazywane na ściany, słupy, czy fundamenty projektowane wymiary tych elementów są znacznie mniejsze niż przy zastosowaniu konstrukcji stalowych czy żelbetowych, a lekkość całości pozwala często na posadawianie budynków przy niekorzystnych warunkach gruntowych. Jak wspomniano wcześniej, drewno klejone jest mate-

rialem wysoce estetycznym, co pozwala na jego funkcjonowanie bez jakichkolwiek obudów oraz malowania. Oszczędności ujawniają się również podczas eksploatacji obiektów, w których zastosowano konstrukcje z drewna klejonego warstwowo – nie wymaga ono żadnych bieżących konserwacji, czy renowacji. Odpowiednio zaprojektowana i wykonana konstrukcja jest w budynkach elementem długowiecznym.

Alternatywa dla stali

Obserwowany wzrost zainteresowania inwestorów konstrukcyjnym drewnem klejonym w ostatnich latach wynika m.in. z szybko rosnącej wiedzy i świadomości architektów oraz konstruktorów na temat tego materiału budowlanego. Wpływ na to ma także wysoka i stosunkowo łatwa do uzyskania odporność ogniowa, rosnące ceny stali oraz wysoka wartość estetyczna konstrukcji. Konstrukcje tego typu bardzo często stosowane są w budynkach użyteczności publicznej, jak hale widowiskowo-sportowe, sale gimnastyczne, baseny sportowe, obiekty handlowe oraz biurowe. Oprócz ww. obiektów drewno klejone coraz powszechniej stosuje się również w obiektach przemysłowych – przy zastosowaniu jakości przemysłowej koszt staje się bardzo konkurencyjny w stosunku do innych technologii. Dzięki swej plastyczności oraz ca-

łemu procesowi produkcji drewno klejone cechuje się praktycznie nieograniczonymi możliwościami kształtowania elementów. Jest materiałem bardzo uniwersalnym, ma szerokie i różnorodne zastosowania. Przy odpowiednim przygotowaniu oraz eksploatacji konstrukcje z tego drewna stanowią bardzo trwałe materiały. Wewnątrz budynków doskonale sprawują się bez jakiegokolwiek impregnacji, natomiast w połączeniu z odpowiednimi środkami zabezpieczającymi drewno klejone z powodzeniem stosowane jest również w konstrukcjach narażonych na bezpośrednie działanie warunków atmosferycznych. Dzięki odpowiedniemu przygotowaniu tarcicy możliwe jest łatwe kształtowanie łuków, owali i innych tego typu elementów, co przy zastosowaniu innych technologii jest bardzo kłopotliwe. Drewno klejone charakteryzuje się również wysoką odpornością ogniową i z łatwością spełnia wymagania normowe stawiane większości obiektów. Pozwala także tworzyć wciąż nowe technologie – przykładem może być nowy system budowy domów HBE. Wszystkie te czynniki powodują, iż z pewnością warto rozważyć wykorzystanie tego stosunkowo „młodego” materiału budowlanego przy wznoszeniu wszelkiego rodzaju obiektów budowlanych.



Etapy produkcji drewna klejonego warstwowo

1. Suszenie tarcicy w specjalnych suszarniach do odpowiedniej wilgotności, tj. 12 proc. (+/- 2 proc.).
2. Struganie lameli do odpowiedniej grubości.
3. Sortowanie (gradacja) tarcicy zgodnie z wymaganiami normowymi. Sortowanie odbywa się wizualnie (dla klas GL24 oraz GL28) oraz mechanicznie dla klas wyższych (GL32 oraz GL36). Taki sposób sortowania powoduje, że najbardziej dostępne klasy to GL24 oraz GL28. O ile klasa GL32 jest możliwa do uzyskania przy znikomym wzroście kosztów, o tyle uzyskanie odpowiedniej tarcicy do produkcji klasy GL36 jest trudne, wymaga więcej czasu oraz znacznych nakładów finansowych. Wszystkie powyższe czynniki powodują najczęstsze stosowanie klas GL24-GL32. Na tym etapie bardzo istotny jest również odpowiedni dobór lameli zewnętrznych dla produkowanego elementu pod kątem wytrzymałościowym oraz odpowiedniej jakości wizualnej.
4. Usuwanie wad z drewna – fragmenty desek z wypadającymi sękami i innymi wadami drewna mającymi wpływ na wytrzymałość lub jakość wizualną produktu są oznaczane i następnie wycinane. Ten etap w wysoko rozwiniętych obecnie zakładach produkcyjnych odbywa się w pełni automatycznie – znajdowanie wadliwych miejsc przez czujniki podczerwieni, promienie X, znakowanie odpowiednimi markerami/farbami oraz w końcowym etapie wycinanie.
5. Łączenie desek w teoretycznie niekończące się wstęgi (lamelle) – czoła desek są frezowane na tzw. złącza palczaste, nakładany jest klej i tak przygotowany materiał odstawiany jest do wysuszenia kleju w złączach.
6. Struganie lameli do odpowiedniej grubości – w zależności m.in. od jakości i promienia gięciażądanego elementu najczęściej stosowane grubości mieszczą się w przedziale 15-40 mm.
7. Nakładanie kleju na odpowiednio przygotowane wstęgi drewna (lamelle).
8. Układanie lameli w przygotowanej prasie (elementy proste lub gięte), odpowiednie ich ściśnięcie do czasu pełnego utwardzenia się złączy klejowych.
9. Końcowa obróbka mechaniczna – surowy produkt wyjęty z prasy poddaje się struganiu, końce elementów są odpowiednio docinane, w razie potrzeby wykonuje się wszelkie niezbędne wcięcia, otwory pod złącza stalowe oraz jeśli jest to konieczne – impregnację.
10. Pakowanie elementów do wysyłki – najczęściej w folię. Warstwy kleju w drewnie klejonym są bardzo cienkie, zawartość kleju w gotowym produkcie nie przekracza 1 proc. Drewno klejone, dzięki odpowiedniemu sortowaniu oraz połączeniom klejowym, staje się nawet do 80 proc. bardziej wytrzymałym materiałem od standardowego ogólnie dostępnego drewna litego. Dzięki suszeniu oraz klejeniu drewno ulega mniejszym odkształceniom oraz mniejszym spękanom niż drewno lite. Przy zastosowaniu małych promieni gięcia (np. 2,5 m) poszczególne lamelle są bardzo cienkie, co pozwala łatwo wyginać je do wymaganych kształtów, a po sklejeniu gotowy produkt jest bardzo wytrzymały.

Literatura

1. PN-B-03150 Konstrukcje drewniane. Obliczenia statyczne i projektowanie.
2. PN-EN 1194 Konstrukcje drewniane. Drewno klejone warstwowo. Klasy wytrzymałości i określenie wartości charakterystycznych.
3. PN-EN 1995-1-2 Eurokod 5: Projektowanie konstrukcji drewnianych – Część 1-2: Odporność na działanie ognia.
4. H. Neuhaus, Budownictwo drewniane, podręcznik inżyniera, PWT, Rzeszów 2006.
5. H. Zobel, T. Alkahafajl, Mosty drewniane, WKŁ, Warszawa 2006.



Sercem każdej linii do produkcji drewna klejonego warstwowo jest prasa.

foto: Konahud

Przykłady konstrukcji z drewna klejonego warstwowo



fot. KONSBU



fot. KONSBU



fot. KONSBU

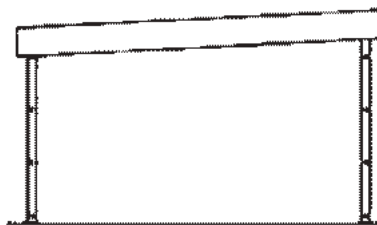


fot. KONSBU



fot. KONSBU

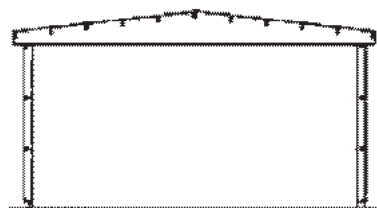
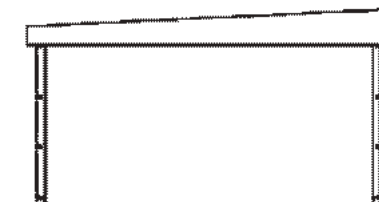
- ◀ Rodzaje typowych konstrukcji dostępnych przy zastosowaniu drewna klejonego warstwowo. Jest to zbiór podstawowych możliwości, przy szczególnych wymaganiach paleta produktów jest znacznie szersza. Pokazane schematy mogą być stosowane jako całe obiekty w technologii drewna klejonego warstwowo; równie często spotykane jest łączenie różnych technologii, np. słupy żelbetowe, a konstrukcja dachu drewniana. Wskazane standardowe rodzaje konstrukcji pokazują jedynie niektóre możliwości kształtowania elementów z drewna klejonego warstwowo. Wszystkie je można modyfikować, łączyć i przeplatać w celu uzyskania optymalnego efektu.



Dźwigar prosty o stałym przekroju, tworzący dach jednospadowy. Maksymalna rozpiętość bez podpór pośrednich uzależniona od możliwości produkcyjnych i transportowych, nawet do ponad 50 m.



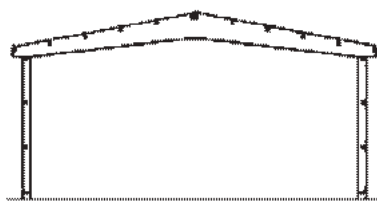
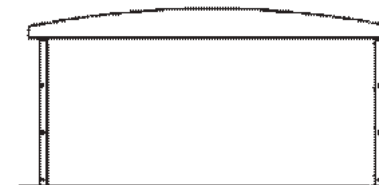
Dźwigar prosty o zmiennym przekroju (typu „trapez”), tworzący dach jednospadowy, przy zachowaniu poziomej dolnej krawędzi konstrukcji. Maksymalny spadek połaci ~5 stopni. Maksymalna rozpiętość bez podpór pośrednich nawet do ponad 50 m.



Dźwigar prosty o zmiennym przekroju (typu „dwutrapez”), tworzący dach dwuspadowy, przy zachowaniu poziomej dolnej krawędzi konstrukcji. Maksymalny spadek połaci ~5 stopni. Rozpiętość nawet do ponad 50 m.



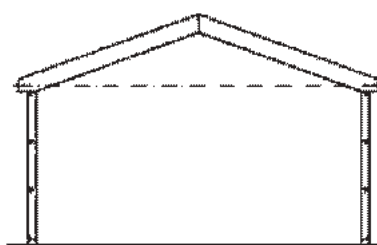
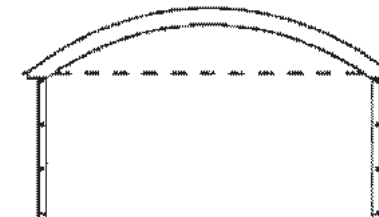
Dźwigar prosty o zmiennym przekroju (typu „dwutrapez łukowy”), tworzący dach łukowy, przy zachowaniu poziomej dolnej krawędzi konstrukcji. Rozpiętość nawet do ponad 50 m.



Dźwigar gięty o zmiennym przekroju (typu „bumerang”), tworzący dach dwuspadowy o zakrzywionej dolnej krawędzi konstrukcji. Maksymalny spadek połaci ~15 stopni. Rozpiętość nawet do ponad 50 m.



Dźwigar gięty o stałym lub zmiennym przekroju ze ściągiem drewnianym, stalowym lub bez ściągu, tworzący dach łukowy.



Dźwigar prosty o stałym lub zmiennym przekroju ze ściągiem drewnianym, stalowym lub bez ściągu, tworzący dach dwuspadowy.



Dźwigar gięty o stałym lub zmiennym przekroju (typu „hokej”), tworzący dach dwuspadowy z zachowaniem łukowej formy wewnątrz budynku.

