

# **Budownictwo drewniane**

## **Poradnik dla inwestora,**

**czyli zbiór dobrych praktyk z zakresu budownictwa drewnianego ze szczególnym uwzględnieniem konstrukcji**



Autorzy:

mgr inż. Ewa Ingeborga Kotwica

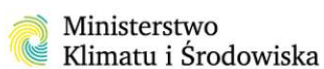
dr inż. Paweł Sulik

mgr inż. Urszula Kotwica

Marek Beśka

Redakcja mgr inż. Ewa Ingeborga Kotwica

Korekta mgr inż. Urszula Kotwica



Niniejszy materiał został sfinansowany ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.  
Za jego treść odpowiada wyłącznie Ministerstwo Klimatu i Środowiska.

## Spis treści

Wprowadzenie .....	3
Rozdział 1. Co każdy inwestor powinien widzieć przed rozpoczęciem budowy obiektu o konstrukcji drewnianej? .....	6
1.1 Podstawowe zasady, o których należy pamiętać niezależnie od rodzaju planowanego obiektu .....	8
1.2 Przegląd rozwiązań stosowanych w budownictwie drewnianym .....	10
1.3 Budownictwo jednorodzinne .....	14
1.4 Budownictwo wielorodzinne .....	17
1.5 Obiekty użyteczności publicznej .....	19
Rozdział 2. Podstawowe wymagania stawiane drewnu konstrukcyjnemu i wyrobom konstrukcyjnym na jego bazie .....	23
2.1 Konstrukcyjne drewno lite .....	24
2.2 Drewno na złącza klinowe .....	28
2.3 Drewno klejone warstwowo .....	30
2.4 Sklejone drewno lite .....	32
2.5 Drewno klejone krzyżowo (CLT, X-LAM) .....	33
2.6 Fornir klejony warstwowo (LVL) .....	34
2.7 Sklejka .....	36
2.8 Belki dwuteowe .....	37
Rozdział 3. Podstawy normowe projektowania budownictwa drewnianego i zakres projektu .....	38
3.1 Podstawy normowe projektowania .....	38
3.2 Zakres projektu – wymagany przepisami i wymagany z punktu widzenia bezpiecznej oraz bezproblemowej realizacji .....	40
3.3 Konstrukcja drewniana – co powinien zawierać projekt, by obiekt był bezpieczny, a jego użytkowanie bezproblemowe .....	42
Rozdział 4. Projektowanie i wykonawstwo – czyli jak wybrać dobrego projektanta i dobrego wykonawcę oraz bezpiecznie przejść drogę od przetargu przez projektowanie do realizacji .....	46
4.1 Projektant .....	46
4.2 Przetarg .....	46
4.3 Wykonawstwo .....	48
Rozdział 5. Budownictwo drewniane – wady i zalety .....	51
5.1 Budownictwo drewniane – zalety .....	51
5.2 Budownictwo drewniane – wady .....	52
Rozdział 6. Wymagania w zakresie bezpieczeństwa pożarowego na etapie projektu, wykonawstwa .....	55
6.1 Wprowadzenie .....	55

6.2	Zachowanie drewna w ogniu .....	58
6.3	Reakcja na ogień a konstrukcje drewniane .....	59
6.4	Rozprzestrzenianie ognia a konstrukcje drewniane .....	60
6.5	Odporność ogniowa a konstrukcje drewniane .....	62
6.6	Eksperyment pożarowy.....	63
6.7	Podsumowanie .....	68
Rozdział 7. Użytkowanie obiektu o konstrukcji drewnianej, czyli co robić, a czego unikać, by bezpiecznie i bezproblemowo służył przez lata .....		71
Podsumowanie.....		74
Słowniczek.....		75
Literatura .....		82
Normy .....		83
Ustawy i Rozporządzenia.....		84
Check-lista .....		86

***Niniejsze opracowanie jest chronione ustawą o prawie autorskim i prawach pokrewnych. Jakiegokolwiek kopiowanie i powielanie jego treści w całości lub częściach bez zachowania prawa cytatu, przywołania tytułu oraz nazwisk autorów – jest zabronione.***

## Wprowadzenie

Budowa domu lub jego zakup to ogromne wyzwanie. Budowa obiektu użyteczności publicznej, przemysłowego lub innego obiektu wielkopowierzchniowego to często jeszcze większe wyzwanie. Wielu potencjalnych inwestorów zastanawia się, czy podoła trudom przygotowania inwestycji, a potem jej realizacji.

Każdy chciałby, żeby jego wymarzony dom był trwały, bezpieczny, energooszczędny i funkcjonalny, a także po prostu ładny. Te same aspekty brane są pod uwagę przez inwestorów i indywidualnych, i samorządowych. Domy i inne obiekty drewniane spełniają wszystkie te wymagania, a dodatkowym profitem jest ekologiczność stosowanych rozwiązań. Z drugiej strony większość osób myślących o domu czy obiekcie drewnianym zwraca uwagę na kwestie ekonomiczne, oczekując jednocześnie, że proces budowy (czy zakup gotowego domu) będzie gwarantować bezpieczeństwo i zgodność z przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej. Inwestorzy często zastanawiają się:

- Czy budynki drewniane są bezpieczne, w tym pod względem pożarowym?
- Jak wybrać rzetelnego projektanta i rzetelną firmę wykonawczą?
- Na co zwracać uwagę, aby zachowane były zasady bezpiecznego projektowania i wykonawstwa?
- Ile prawdy jest w negatywnych opiniach na temat budownictwa drewnianego?

Niniejszy poradnik pomoże przygotować się do budowy czy zakupu domu drewnianego, a także do realizacji inwestycji publicznej z zastosowaniem konstrukcji drewnianej. Wskaże, czego wymagać od projektanta i wykonawcy lub dewelopera oraz jak sprawdzić stosowane w projekcie materiały budowlane i rozwiązania (tzw. wyroby budowlane), aby zapewnić bezpieczeństwo projektowanego i wykonywanego obiektu.

Nie jest to, oczywiście, opracowanie pozwalające na znalezienie odpowiedzi na wszystkie pytania związane z budownictwem drewnianym i każdym jego etapem. Omawiane tu kwestie sprowadzają się do zakresu powiązanego z konstrukcjami drewnianymi, które chcemy przybliżyć. W poradniku znajdą Państwo wiele informacji dotyczących aspektów technicznych, konstrukcyjnych – które może na początku mogą wydawać się skomplikowane, ale są najistotniejszą częścią procesu projektowego i budowlanego. Opierając się na doświadczeniach związanych z opracowywaniem opinii i ekspertyz technicznych mamy świadomość, jakie problemy napotykają inwestorzy podczas projektowania i realizacji. Dlatego w poradniku zawarliśmy konkretne informacje, które z pewnością będą pomocne na etapie projektowania i wykonania konstrukcji – czyli najważniejszej części każdego obiektu.

Na końcu poradnika znajduje się słowniczek, który zawiera zestawienie najistotniejszych pojęć i ich wyjaśnienia, tak by lektura była łatwiejsza, a przekaz zrozumiały dla osób, które dopiero zaczynają swoją przygodę z budownictwem.

Być może opisane wymagania dotyczące szczegółowości projektu czy stawiane wyrobom budowlanym wydadzą się na początku lektury niektórym z Państwa trudne do realizacji czy projektantów „po macoszemu”, przez co w wielu projektach część dotycząca obliczeń i rysunków konstrukcji żelbetowych, stalowych czy murowych była bardzo obszerna, a w zakresie konstrukcji drewnianej w projekcie było kilka kresek, brak wymiarowania i obliczeń, i opisy typu „konstrukcję drewnianą dobierze producent/dostawca”. Trzeba jasno powiedzieć, że sytuacje takie należy wyeliminować. Dlatego na końcu poradnika zawarta została również tzw. „check-lista”, która ma ułatwić sprawdzenie projektu, a później zweryfikowanie poprawności wykonania w zgodności z projektem.

Wymarzony dom czy budowany dla społeczeństwa obiekt – nieważne czy w mieście, czy na wsi, w górach czy na nizinach – wymaga kompletnego projektu i właściwego wykonawstwa, by i cieszył oko, i dawał komfort bezpiecznego użytkowania. Pokazane na fot. 1 i fot. 2 oraz na stronie tytułowej realizacje udowadniają, że budowa małych i dużych obiektów o konstrukcji drewnianej możliwa jest na każdym terenie – nawet wysoko w górach.



*Fot. 1 Drewniana willa w austriackich Alpach (fot. E.I. Kotwica)*



*Fot. 2 Górna stacja kolejki linowej, Monte Baldo (fot. E.I. Kotwica)*

Z uwagi na wciąż rozpowszechniane mity o łatwopalności konstrukcji drewnianej, z punktu widzenia inwestora kluczowa jest też kwestia wymagań z zakresu bezpieczeństwa pożarowego. Dlatego na samym już wstępie podkreślamy – konstrukcje drewniane zachowują się bardzo przewidywalnie oraz bezpiecznie w przypadku pożaru, pod warunkiem zachowania standardów projektowania oraz wykonania, gwarantującego brak rozprzestrzeniania się ognia przez przegrody oraz zapewnienie wymaganej klasy odporności ogniowej, o czym więcej w Rozdziale 6. Pierwsza z wymienionych cech zapewnia brak udziału przegród w rozwoju pożaru, przynajmniej w pierwszej fazie pożaru, istotnej

dla bezpiecznej ewakuacji, druga gwarantuje bezpieczeństwo ludzi i mienia przez wymagany przepisami czas. Oznacza to, że nawet w przypadku wybuchu pożaru, prawidłowo zaprojektowane i wykonane budynki o konstrukcji drewnianej gwarantują minimalizację szkód i bezpieczeństwo ludzi.

Dodatkowo warto przywołać w tym miejscu badania prowadzone przez Szwedzki Instytut SP (obecnie RI.SE). Zgodnie z informacjami podanymi w artykule Birgit Östman „Brandsäkerhet i moderna trähus - kartläggning av brandincidenter” na stronie <https://www.husbyggaren.se/brandsakerhet-i-moderna-trahus-kartlaggning-av-brandincidenter/> analiza statystyk zaistnienia przypadków pożaru wymagających interwencji służb ratowniczych wykazała:

- wystąpienie 0,4 przypadku na każde 1000 mieszkań wybudowanych w nowoczesnych technologiach drewnianych, oraz
- wystąpienie 1,2 przypadku na każde 1000 mieszkań wybudowanych we wszystkich technologiach.

Średnia dla budownictwa drewnianego jest więc znacznie lepsza niż średnia bez podziału na technologie. Oczywiście znaczenie ma tu podkreślony przez Autorkę przywołanego artykułu fakt, że budynki wybudowane w technologiach drewnianych są budowane w miarę niedawno, z zastosowaniem najnowszych technologii i rozwiązań, co przekłada się na ich dobry stan techniczny, w odróżnieniu do pozostałej puli zabudowań, które stanowią obiekty w różnym wieku, często wyeksploatowane. W badaniu tym nie przeprowadzono porównania uwzględniającego wiek budynków, co należy brać pod uwagę oceniając uzyskane wyniki badań.

Fotografia na okładce: E. I. Kotwica

## Rozdział 1. Co każdy inwestor powinien widzieć przed rozpoczęciem budowy obiektu o konstrukcji drewnianej?

Mówiąc o budownictwie drewnianym zwykle myślimy o drewnianej chacie w górach, domku letniskowym czy budynkach gospodarczych na wsi. Czasem na myśl przyjdzie również kościół, niektórzy przypomną sobie o dawnych wiatrakach czy osadzie w Biskupinie.



*Fot. 1.1 Wiatrak koźłowy z około 1820 roku, obecnie znajdujący się na terenie skansenu „Łęczycka zagroda chłopska” (fot. E. I. Kotwica)*

Coraz częściej jednak zauważamy współcześnie budowane domy jednorodzinne (to budownictwo zaczyna być coraz bardziej popularne także w Polsce) i wielorodzinne (na tym polu Polska dopiero stawia pierwsze kroki, natomiast w zachodniej Europie ten sektor budownictwa jest bardzo prężny).



*Fot. 1.2. Budynek wielorodzinny w Leoben, Austria (fot. P. Sulik)*



Fot. 1.3. Szkoła o konstrukcji drewnianej w Dierdorf, Niemcy (fot. P. Sulik)

Drewno, jako materiał, służy nam i znajduje się w naszym najbliższym otoczeniu częściej niż zdajemy sobie z tego sprawę. Warto w tym miejscu powielić zadanie, jakie stawiają autorzy szwedzkiej broszury (Bygg i trä med Fixa och Trixa), pokazującej dzieciom możliwości budowania z drewna. Dzieciom we wstępie do opracowania postawione zostało następujące zadanie – popatrz ile przedmiotów z drewna jest w pokoju na załączonych zdjęciach. Na końcu zaś książeczki pokazano zdjęcia tego samego pokoju z usuniętymi wszystkimi przedmiotami z drewna (pokój bez przedmiotów drewnianych był niemal pusty), a dzieci zapytano, czy potrafią wskazać, co zniknęło.

Drewno, wykonane z niego przedmioty i obiekty towarzyszą nam w różnych sferach naszego życia. Niezależnie, czy są to przedmioty codziennego użytku, tzw. mała architektura, obiekty sakralne, sportowe, mosty czy w końcu domy – materiałem pozostaje drewno, choć często nie zastanawiamy się nad tym. Wędrując górskim szlakiem widzimy kapliczkę, idziemy popływać na krytą pływalnię, przejeżdżamy przez rzekę po moście – i często nie zauważamy, że wszystkie te obiekty wykonano z drewna.





Fot. 1.4. Drewniana kapliczka, Tyrol (fot. E.I. Kotwica)



Fot. 1.5. Basen w Szczecinku (fot. E.I. Kotwica)



Fot. 1.6. Drewniany most z 1781 roku o całkowitej długości 66 m, Austria, Panzerdorf (fot. P. Sulik)

### 1.1 Podstawowe zasady, o których należy pamiętać niezależnie od rodzaju planowanego obiektu

Jedną z podstawowych zasad przygotowania inwestycji jest właściwa kolejność prowadzonych prac projektowych, a następnie wykonawstwa. To, do czego nie wolno dopuszczać, to zakładanie, że opracujemy tylko projekt architektoniczno-budowlany (czyli jedynie niewielki wycinek rzeczywistej dokumentacji projektowej, który dodatkowo NIE zawiera obliczeń

i rozwiązań konstrukcji ani detali architektonicznych), a potem wykonawca sobie poradzi albo sam wykona projekt techniczny, wykonawczy, itd. Informacje dotyczące zakresów poszczególnych etapów projektu zawarte są w Rozdziale 3.

Podczas przygotowania inwestycji należy zachować następującą kolejność prac:

- określenie potrzeb i oczekiwań przez inwestora;
- opracowanie koncepcji przez projektantów;
- uzgodnienie koncepcji przez projektanta z inwestorem i naniesienie ewentualnych poprawek;
- kompletny projekt architektury i konstrukcji wraz z obliczeniami wszystkich elementów konstrukcji drewnianej oraz połączeń ( a więc nie tylko projekt architektoniczno-budowlany);
- złożenie wniosku o pozwolenie na budowę;
- opracowanie projektu wykonawczego i projektów branżowych (równoległe do procesu ubiegania się o pozwolenie na budowę);
- otrzymanie pozwolenia na budowę;
- realizacja inwestycji zgodna z opracowanym projektem wykonawczym, spójnym z projektem architektoniczno-budowlanym.

O ile projekt wykonawczy i projekty branżowe można opracowywać czy dopracowywać w okresie oczekiwania na pozwolenie na budowę, tak składanie wniosku o pozwolenie na budowę posiadając jedynie projekt architektoniczno-budowlany (czyli nie zawierający obliczeń konstrukcji – patrz też Rozdział 3.3) – jest co najmniej ryzykowne. Brak zachowania takiej zasady – czyli brak projektu konstrukcji przed wystąpieniem o pozwolenie na budowę, może na przykład powodować, że po wykonaniu projektu konstrukcyjnego obiekt ulegnie podwyższeniu w stosunku do koncepcji lub okaże się niewykonalny. Dlaczego? Przyjrzyjmy się kilku przykładom:

- Architekt opracowując projekt architektoniczno-budowlany bez uwzględnienia obliczeń i wymiarowania konstrukcji przyjmuje często parametry przekroju na zasadzie proporcji (czyli, jak pasuje wizualnie), a nie – jak wynika z obliczeń. Jeśli w budynku na etapie projektu budowlanego wrysowane zostaną stropy o wysokości 30 cm, a w wyniku obliczeń okaże się, że strop wraz z wszystkimi warstwami i z uwzględnieniem wysokości konstrukcji wynikającej z obliczeń (w tym związanych z bezpieczeństwem pożarowym) ma 60 cm – to budynek po wrysowaniu tych rzeczywistych rozwiązań „urośnie” o 30 cm x ilość kondygnacji (np. przy 4 kondygnacjach będzie to 90 cm tylko z uwagi na stropy między kondygnacjami). W przypadku ograniczeń wysokości narzuconych przez plan zagospodarowania lub warunki zabudowy – może stać się to realnym problemem.
- Architekt opracowując projekt architektoniczno-budowlany zaprojektuje np. konstrukcję o rozpiętości 30 m i wysokości 11 m, nie uwzględniając połączeń (np. dwuprzegubowy łuk czy ramę). Elementu o długości transportowej 30 m i szerokości transportowej 11 m nie da się realnie przewieźć, stąd na etapie projektowania konstrukcji trzeba przewidzieć połączenia montażowe. Połączenie często (z uwagi choćby na konieczność zachowania normowych odległości między łącznikami, jak i na średnicę i liczbę łączników, wynikającą z obliczeń) jest czynnikiem determinującym wymiary przekroju elementu drewnianego. Może się więc okazać, że koncepcja architekta nie znajdzie potwierdzenia w obliczeniach

jako możliwa do realnego zaprojektowania i wykonania. Tak więc kwestie związane z możliwością dostawy też należy brać pod uwagę już na etapie koncepcji.

Wskazany schemat postępowania przy przygotowaniu budowy należy do dobrych praktyk, których przestrzeganie warunkuje bezpieczną realizację. Wymagane przepisami minimum – to projekt architektoniczno-budowlany (czyli koncepcja bez obliczeń – patrz Rozdział 3.3) potrzebny do złożenia wniosku o pozwolenie na budowę, oświadczenie projektanta o wykonaniu projektu technicznego przy zawiadomieniu o zamiarze rozpoczęcia robót i przedłożenie projektu technicznego na koniec realizacji przy zgłoszeniu zakończenia. Należy pamiętać, że to minimum nie gwarantuje bezpieczeństwa i bezproblemowego użytkowania. Dodatkowo – niezależnie od tego, czy nasza budowa wymaga pozwolenia na budowę, czy nie (np. „domy na zgłoszenie” czy dopuszczona ostatnio przez Ustawę prawo budowlane [9] budowa domów jednorodzinnych o powierzchni zabudowy do 70 m<sup>2</sup> bez pozwolenia i bez kierownika budowy) – jeśli chcemy mieć bezpieczny i trwały dom czy inny obiekt – zakres projektu i jego szczegółowość są takie same. Realizacja zgodna z projektem, a bez zmian i (z reguły niebezpiecznych) tzw. „optymalizacji” – jest niezbędna tak samo w przypadku domu jednorodzinnego, budynku wielorodzinnego, jak i obiektu użyteczności publicznej.

## 1.2 Przegląd rozwiązań stosowanych w budownictwie drewnianym

Pojęcie „obiekt drewniany” nie jest powiązane jedynie z budynkami jednorodzinnymi czy budynkami z drewna litego. Obejmuje także budownictwo wielorodzinne, obiekty handlowe, przemysłowe i użyteczności publicznej. Dotyczy obiektów budowanych z wykorzystaniem drewna klejonego warstwowo, forniru klejonego warstwowo (LVL) czy drewna klejonego krzyżowo.

Obiekty o konstrukcji drewnianej mogą być wykonywane w całości na placu budowy – w takim przypadku na budowę dostarczane są elementy konstrukcyjne o wymiarach przekrojów zgodnych z projektem, a wszelkie docięcia, zacięcia i otwory wykonywane są na budowie. Jest to wersja budowy najmniej bezpieczna dla inwestora, wiążąca się z możliwością wystąpienia większej ilości uchybień i mniejszej dokładności niż w przypadku obiektów częściowo lub w pełni prefabrykowanych. Z powodu wykonywania na placu budowy większości prac przygotowujących elementy drewniane do wbudowania – drewno narażone też jest na długotrwałe składowanie w warunkach niestabilnej wilgotności. Nawet jeśli kupimy drewno o właściwej wilgotności i przypisane do określonej klasy wytrzymałości – po kilku miesiącach na słońcu i deszczu po deklarowanej przez producenta wilgotności niewiele zostanie, a klasa wytrzymałości też może być niższa niż w momencie dostawy. Spękania i wypaczenie, które powstają w wyniku długotrwałej, niekontrolowanej ekspozycji na słońce i deszcz, wpływają bowiem negatywnie na wytrzymałość drewna. Niezależnie, czy budujemy tzw. „systemem gospodarczym”, czy korzystamy z usług montażystów – czas budowy przy wykonywaniu wszystkich prac na placu budowy jest dłuższy niż przy częściowej lub całkowitej prefabrykacji. W krajach, w których budownictwo drewniane jest znacznie bardziej popularne niż w Polsce, większość budynków drewnianych wykonywanych jest jako prefabrykowane. To powinno dać inwestorom do myślenia i być przedmiotem rozważenia, czy pozorna oszczędność na początku budowy warta jest późniejszego zmagania się z problemami, których wystąpienie w wyniku takich oszczędności jest wielce prawdopodobne.

Opracowań opisujących poszczególne systemy budownictwa szkieletowego i drewnianego jest wiele, stąd w niniejszym poradniku nie będą powielane szczegółowe ich opisy. Skupimy się natomiast na krótkim przybliżeniu rozwiązań stosowanych w różnych wariantach budownictwa prefabrykowanego.

Budownictwo drewniane to między innymi:

- **Domy szkieletowe o konstrukcji z drewna litego, drewna na złącza klinowe, a czasem też z drewna klejonego warstwowo oraz LVL.** W grupie budynków szkieletowych mieszczą się zarówno domy jednorodzinne, wielorodzinne jak i obiekty użyteczności publicznej. Mogą być wykonywane w różnym stopniu prefabrykacji, bywają też wykonywane w całości na placu budowy, w tym metodą „gospodarczą”.

Typowe domy szkieletowe mogą mieć konstrukcję „platformową” (kondygnacja wyższa posadowiona jest na belce oczepowej ściany kondygnacji niższej, a słupy mają wysokość zgodną z wysokością kondygnacji) lub „balonową” (słupy mają wysokość taką, jak wysokość całej ściany – czyli biegną wzdłuż wszystkich kondygnacji, a stropy są oparte na słupach bocznie, belki oczepowe natomiast przebiegają pod stropowymi). W kategorii domów szkieletowych mieszczą się też budynki budowane dawniej o konstrukcji szachulcowej oraz tej, którą potocznie nazywa się „murem pruskim”. Są też obiekty wielkowymiarowe, słupowo-ryglowe, wykonywane z drewna klejonego warstwowo i/lub z LVL.

- **Domy wykonywane z drewna klejonego krzyżowo oraz z drewna klejonego warstwowo** powstają w wyniku montażu na placu budowy gotowych płyt wykonanych z przygotowanymi fabrycznie otworami okiennymi i drzwiowymi.
- **Domy z bali** – nie są obecnie tak bardzo popularne, jak budownictwo szkieletowe, ale mają swój udział w rynku. Domy z bali niegdyś były integralną częścią krajobrazu wiejskiego, dziś funkcjonują zarówno jako domy letniskowe, jak i całoroczne. Mogą być wykonywane z bali pełnych z drewna litego oraz klejonych, wykonywanych w różnych kształtach przekroju poprzecznego; mogą też być z bali izolowanych, w których zewnętrzną warstwą jest drewno, a wewnętrzną – materiał izolacyjny.

Budownictwo drewniane prefabrykowane oznacza budownictwo, w którym elementy budynku w całości lub częściowo powstają w fabryce, a na budowie są tylko montowane. Ogólnie można wyróżnić trzy podstawowe systemy:

- Układy słupowo-ryglowe z belkowymi stropami. Mogą być wykonywane z drewna litego czy drewna na złącza klinowe przy mniejszych obciążeniach i rozpiętościach (typowe budownictwo szkieletowe) lub z drewna klejonego warstwowo przy rozpiętościach większych. W przypadku prefabrykacji elementy konstrukcji przygotowywane i docinane są w warunkach fabrycznych i dostarczane w pakietach, ponumerowane tak, by mógł być przeprowadzony bezproblemowy montaż. Przykładem obiektów o konstrukcji w postaci słupów i belek z drewna klejonego warstwowo ze stropami z płyt LVL o krzyżowym układzie arkuszy, uźebrowanych belkami z drewna klejonego warstwowo są wielopiętrowe obiekty mieszkalno-usługowe w Bergen (14 kondygnacji) i najwyższy na świecie, 18-kondygnacyjny budynek w Brumunddal (85,4 m).



Fot. 1.7 18-kondygnacyjny budynek Mjøstårnet w Brumunddal (Norwegia) na etapie montażu (fot. T. Birgersson)

- Prefabrykowane ściany nośne i prefabrykowane stropy jako bardziej zaawansowana opcja budownictwa szkieletowego (czyli z zastosowaniem konstrukcji opartej na słupach i belkach, ale zespolone w gotowe elementy stropowe i ścienne w warunkach fabrycznych) lub wykonywane jako lite – z drewna klejonego krzyżowo albo z drewna klejonego warstwowo. Elementy płytowe i stropowe mogą być wykończone w warunkach fabrycznych (izolacja, poszycie płytą i rozprowadzenie instalacji) lub dostarczane jako gotowy element konstrukcyjny do wykonania izolacji, instalacji i obicia płytą na placu budowy podczas montażu. Wykonywane są też prefabrykaty w postaci paneli, które składane są na podobieństwo klocków na placu budowy. Rozwiązanie z zastosowaniem paneli warto brać pod uwagę w sytuacji ograniczonych możliwości dojazdu do budowy – czyli w sytuacji, gdy np. nie ma możliwości dojazdu samochodów z pełnowymiarowymi ścianami i stropami lub możliwości rozładunku/manewrowania tak dużymi prefabrykatami.



Fot. 1.8 Prefabrykacja stropu o konstrukcji szkieletowej (fot. P. Sulik)



Fot. 1.9 Budownictwo drewniane masywne (fot. Z archiwum Stowarzyszenia Energooszczędne Domy Gotowe)

- Budownictwo modułowe stanowi najbardziej zaawansowaną formę budownictwa szkieletowego. Są to przestrzenne, prostokątne elementy, powstałe w wyniku fabrycznego połączenia prefabrykowanych elementów stropowych i ściennych. Wykonywane są w wielu wersjach wykończenia – od wykończonych tylko płytami po gotowe do zamieszkania, wykończone wewnątrz i na zewnątrz, z rozprowadzonymi instalacjami, białym montażem, itp.



Fot. 1.10 Montaż modułowego budynku wielorodzinnego przez polskiego producenta w Norwegii (fot. Z archiwum Stowarzyszenia Energooszczędne Domy Gotowe)



Fot. 1.11 Montaż jednorodzinnego budynku modułowego (fot B. Jaworski)

### 1.3 Budownictwo jednorodzinne

Jednorodzinne domy drewniane mogą mieć tak wykończoną elewację, że nikt przechodząc obok nie orientuje się, że pod spodem kryje się konstrukcja drewniana. Inne z kolei każdym detalem pokazują swój „drewniany” charakter. Najpopularniejsze są budynki o konstrukcji szkieletowej, inwestorzy prywatni decydują się też (również w Polsce) na budynki drewniane masywne – z drewna klejonego warstwowo lub klejonego krzyżowo, lub domy z bala.

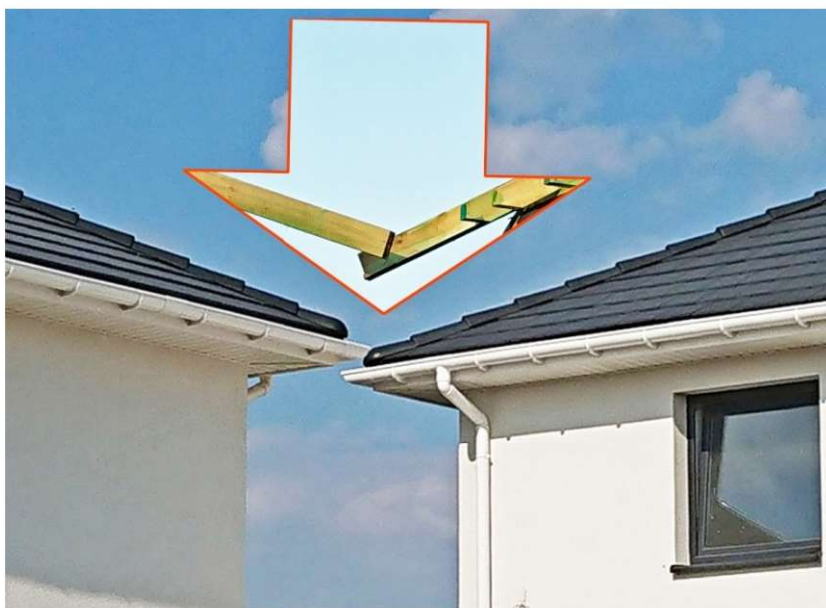
Ponieważ poradnik ma pokazać, na co inwestor (również zainteresowany kupieniem domu od dewelopera) musi zwrócić uwagę, by jego dom był bezpieczny i trwały – wskażemy również nieprawidłowości naszego rynku budowlanego, przed którymi chcemy Państwa uchronić. Nieprawidłowości dotyczą rynku budowlanego ogólnie i mogą wystąpić w przypadku każdego budownictwa.

Rozporządzenie w sprawie warunków technicznych [2] wskazuje w § 273.1: **Odległości między ścianami zewnętrznymi budynków położonych na jednej działce budowlanej nie ustala się, z zastrzeżeniem § 249 ust. 6, jeżeli łączna powierzchnia wewnętrzna tych budynków nie przekracza najmniejszej dopuszczalnej powierzchni strefy pożarowej wymaganej dla każdego ze znajdujących się na tej działce rodzajów budynków.** Przepis ten miał umożliwić właścicielowi działki budowę na swojej działce budynków zaspokajających jego potrzeby. Zapis oznacza, że teoretycznie na jednej działce można wybudować dwa czy trzy budynki (albo i więcej) nie zachowując odległości wymaganych przepisami w przypadku domów sytuowanych na różnych działkach. Tymczasem coraz częściej zdarza się, że deweloperzy wykorzystują ten zapis w sposób niezgodny z zamierzeniami ustawodawcy i zabudowują wieloma domami jednorodzinnymi jedną, niepodzieloną działkę (chcąc zbudować jak najwięcej domów na jak najmniejszej działce).

Powyższy zapis w zestawieniu z faktem, że § 213 Rozporządzenia w sprawie warunków technicznych [2] wyłącza domy jednorodzinne i obiekty do trzech kondygnacji spod obowiązku zapewnienia klasy odporności pożarowej oraz nierozprzestrzeniania ognia – stwarza realne

niebezpieczeństwo dla użytkowników – czyli nabywców lokali w takich domach. Przy takiej zabudowie bezpieczeństwo obcych sobie osób zamieszkujących lokale w domach jednorodzinnych usytuowanych na jednej działce jest na zdecydowanie niższym poziomie niż bezpieczeństwo osób zamieszkujących lokale w domach (jedno- i wielorodzinnych) usytuowanych na różnych działkach.

Jak zatem wyglądają domy, które lepiej omijać? Niektórzy deweloperzy budują obiekty niemal stykające się okapami (fot. 1.12), inni wznoszą budynki tak, że sąsiad sąsiadowi może przez okno gazetę czy inne przedmioty podawać (fot. 1.13).



*Fot. 1.12 Domy jednorodzinne na jednej działce. Odległość okapów rzędu kilkudziesięciu centymetrów (fot. E.I. Kotwica)*



*Fot. 1.13 Domy jednorodzinne na jednej działce. (fot. E.I. Kotwica)*

Warto wyobrazić sobie, co stanie się, jeżeli w jednym z tak zbudowanych domów pojawi się źródło ognia. Zasięg płomieni z pomieszczenia, w którym znajduje się źródło ognia, pokazany



został na fot. 1.14 wykonanej podczas eksperymentu pożarowego, opisanego w Rozdziale 6 niniejszego poradnika.



Fot. 1.14 Zasięg płomieni z pomieszczenia, w którym znajduje się źródło ognia. (fot. E.I. Kotwica)

Jasnym jest, że zasięg płomieni jest większy niż odległości między budynkami pokazanymi na fot. 1.12 i fot. 1.13 – stąd przy tego rodzaju zabudowie, jak na przywołanych zdjęciach, ogień rozprzestrzeniłby się relatywnie szybko. Dlatego po raz kolejny, w kolejnym opracowaniu zwracamy uwagę, że taka zabudowa w zestawieniu z brakiem wymagań co do bezpieczeństwa pożarowego stawianym domom jednorodzinnych na jednej działce, nie jest bezpieczna. Jeśli więc ktoś z Państwa byłby zainteresowany domem lub mieszkaniem w domu zbudowanym w ramach miniosiedla jedno- lub dwulokalowych domów jednorodzinnych wzniesionych na jednej działce – powinien zadać deweloperowi następujące pytania:

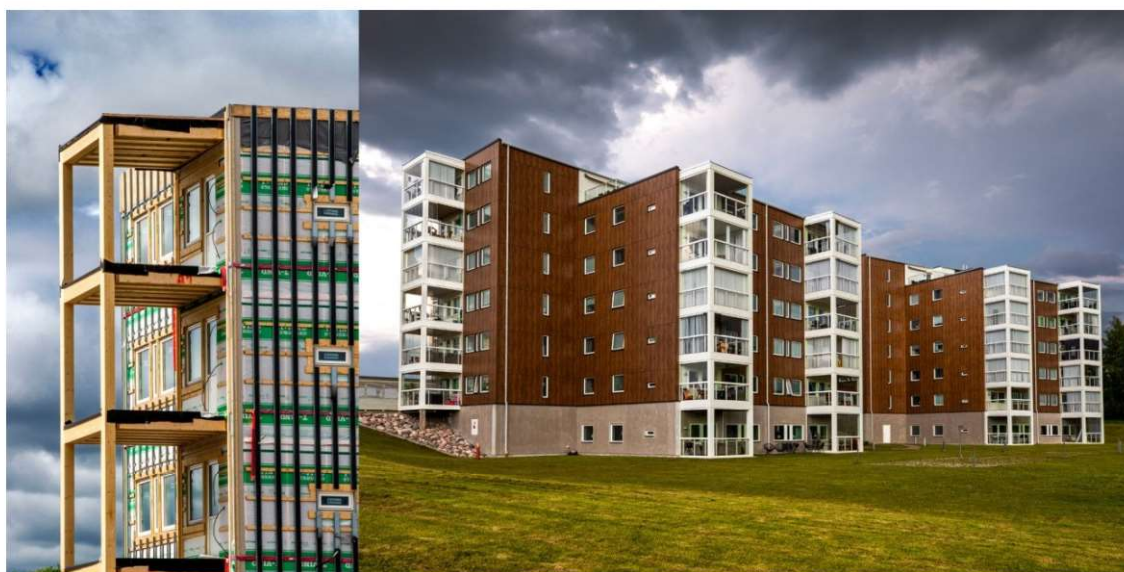
- Czy wszystkie zewnętrzne elementy budynku oraz jego konstrukcja klasyfikowane są w sposób potwierdzony jako NRO (nie rozprzestrzeniające ognia)?
- Jaką odporność ogniową mają ściany, drzwi i okna znajdujące się w odległości mniejszej niż 8 m od sąsiedniego budynku?

Jeśli zaś inwestor planuje budowę osiedla domów jednorodzinnych – należy projektować je z zachowaniem zasad bezpieczeństwa, w tym bezpieczeństwa pożarowego. Domy budowane w odległościach rzędu 2-3 metrów od siebie, bez uwzględnienia odpowiedniej odporności ogniowej i przegród NRO – nie są bezpieczne. Nawet, jeśli teoretycznie na taki projekt i budowę pozwalają obecne przepisy, na uwadze należy mieć przede wszystkim bezpieczeństwo ludzi. Podczas projektowania osiedla niezbędne jest takie zaprojektowanie usytuowania budynków, aby w sytuacji pożaru służby ratownicze mogły bez problemu dotrzeć do zajętego przez ogień obiektu.

## 1.4 Budownictwo wielorodzinne

Budynki wielorodzinne o konstrukcji drewnianej są tak samo możliwe i realne do zaprojektowania i wybudowania, jak drewniane domy jednorodzinne, domy murowane czy wykonane z prefabrykatów żelbetowych. Istotą – podobnie jak w przypadku każdego obiektu budowlanego – jest poprawny i kompletny projekt. Kompletny musi być projekt konstrukcji, ale również projekt rozwiązań związanych z akustyką, fizyką budowli oraz bezpieczeństwem pożarowym.

Jeśli przeanalizujemy doniesienia z różnych części Europy i świata, zobaczymy, że udział budownictwa drewnianego w sektorze budynków wielorodzinnych wciąż wzrasta. W Szwecji np. od wielu lat budowane są całe osiedla domów o konstrukcji drewnianej czy hybrydowej – drewniano-żelbetowej. Jednym z takich długo już funkcjonujących szwedzkich przykładów jest zbudowane w latach 2007-2009 osiedle w Växjö (Limnologen), zawierające 160 mieszkań w czterech 8-kondygnacyjnych budynkach wykonanych z zastosowaniem drewna klejonego krzyżowo (CLT). W Skovde znajduje się osiedle (370 mieszkań) w dwunastu 7 i 8-kondygnacyjnych budynkach o konstrukcji z CLT (2 budynki) lub systemu słupowo-ryglowego Trä8 (10 budynków). Osiedle to jest częścią krajowego, szwedzkiego programu Trästad 2012. Dla inwestora interesującym może być fakt, że czas od rozpoczęcia montażu konstrukcji drewnianej do wprowadzenia się mieszkańców do każdego z dwóch budynków widocznych na Fot. 1.15 wynosił 11 miesięcy.



*Fot. 1.15 Frostaliden Skovde, Szwecja. Po lewej stronie fragment budynku podczas montażu, po prawej dwa gotowe budynki (fot. Sören Håkanlind)*

Na poniższych zdjęciach natomiast pokazane zostało osiedle w Monachium, w którym znajduje się około 600 mieszkań w budynkach o konstrukcji drewnianej lub hybrydowej. Przyjmuje się, że jest to obecnie największe osiedle domów drewnianych w Europie.



*Fot. 1.16 Osiedle Prinz-Eugen-Park, Monachium, Niemcy (fot. E.I. Kotwica)*



*Fot. 1.17 Osiedle Prinz-Eugen-Park, Monachium, Niemcy (fot. E.I. Kotwica)*

Przy planowaniu osiedli domów wielorodzinnych ważne jest zachowanie odpowiednich odległości między budynkami (patrz też Rozdział 1.3), zasad związanych z komunikacją, wyznaczaniem miejsc postojowych (tak, by zbyt mała ich ilość w stosunku do planowanego zaludnienia nie powodowała zastawiania samochodami trawników, chodników i dróg, w tym dróg pożarowych).

Pisząc o konstrukcjach drewnianych w kontekście budownictwa wielorodzinnego nie można pominąć nadbudowy istniejących obiektów, która w przypadku konstrukcji drewnianej skutkuje znacznie mniejszym obciążeniem na część istniejącą niż w przypadku innych technologii. Nadbudowy projektowane i wykonywane z zastosowaniem prefabrykowanego budownictwa drewnianego umożliwiają szybką realizację, często bez wyłączenia z użytkowania istniejącej części budynku.



Fot. 1.18 Budynek hotelu robotniczego w Szczecinie. Dwie ostatnie kondygnacje wykonano jako nadbudowę w technologii prefabrykowanego szkieletu drewnianego (fot. E.I. Kotwica)

### 1.5 Obiekty użyteczności publicznej

Obiekty inne niż budownictwo jedno- i wielorodzinne mogą być projektowane z zastosowaniem wszystkich rodzajów budownictwa prefabrykowanego wymienionych w Rozdziale 2.3. Można tu wymienić np. obiekty edukacyjne wykonywane z zastosowaniem prefabrykowanych ścian i stropów; modułowe hotele czy biura oraz układy słupowo-ryglowe czy ramowe, stanowiące przekrycie hali sportowych, basenów, hal przemysłowych i wielu innych.



Fot. 1.19 Przedszkole wykonane w technologii prefabrykowanego szkieletu drewnianego, Gdańsk (fot. z archiwum Stowarzyszenia EDG)

W tego typu obiektach chyba w największym stopniu można wykorzystać możliwości drewna, a zwłaszcza konstrukcyjnych wyrobów na jego bazie. Drewno klejone warstwowo i LVL pozwalają na kształtowanie elementów konstrukcyjnych o dużych rozpiętościach bez konieczności stosowania podpór pośrednich. Oznacza to, że przy projektowaniu obiektu o rozpiętości np. 30 czy 40 m (np. hala sportowa, widowiskowa, basen czy most) nie trzeba sytuować dodatkowych słupów podpierających dźwigar lub konstrukcję.



Fot. 1.20 Amfiteatr, Wysowa. Rozpiętość łuków 14,4 m (fot. E.I. Kotwica)



Fot. 1.21 Kościół w Łodzi, rozpiętość 18,5 m (fot. E.I. Kotwica)



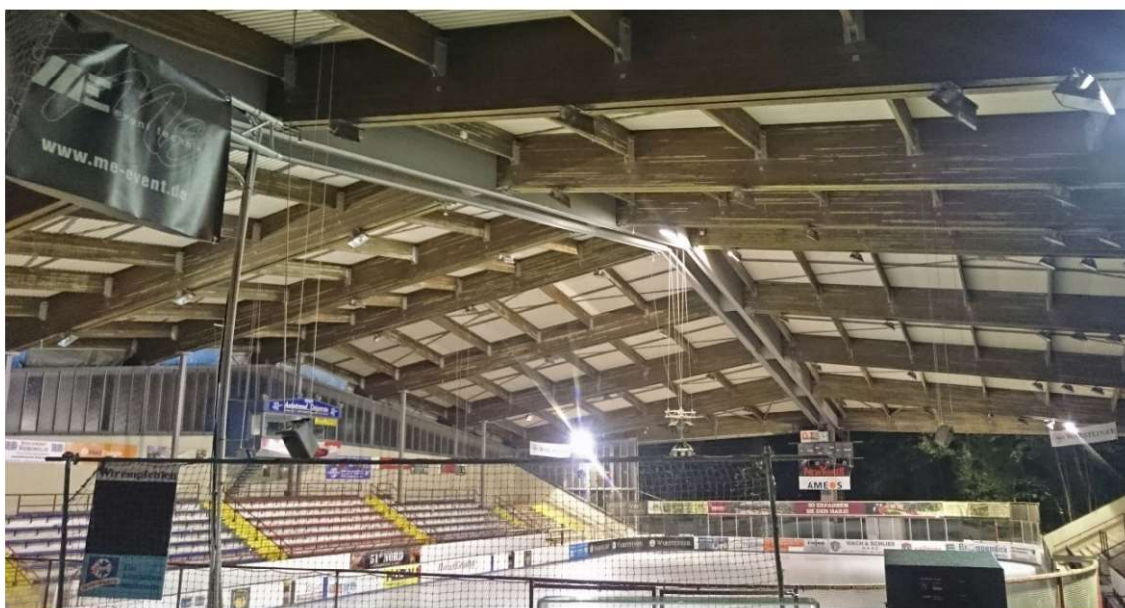
*Fot. 1.22 Hala sportowa w Chojnicach, rozpiętość 21 m (fot. E.I. Kotwica)*



*Fot. 1.23 Hala tenisowa w Pruszkowie, rozpiętość 38,8 m (fot. E.I. Kotwica)*



Fot. 1.24 Most Neumatt Szwajcaria. Rozpiętość 59 m (fot. E.I. Kotwica)



Fot. 1.25 Kryte lodowisko w Braunlage, Niemcy, zbudowane w 1974 roku, rozpiętość konstrukcji wzdłuż dłuższej osi 82 m, konstrukcja podwieszona (fot. E.I. Kotwica)

## **Rozdział 2. Podstawowe wymagania stawiane drewnu konstrukcyjnemu i wyrobom konstrukcyjnym na jego bazie**

W rozdziale tym postaramy się przekazać Państwu informacje niezbędne do zakupu materiałów (wyrobów budowlanych) stosowanych w budownictwie drewnianym, jak i kontroli projektanta oraz wykonawcy w zakresie stosowanych wyrobów.

Projekt musi uwzględniać materiały dopuszczone do stosowania i wprowadzania do obrotu, a realizacja budowy (czyli również w zakresie stosowanych materiałów) – pozostawać w zgodności z projektem. Pamiętajmy, że od spełnienia wymagań tu opisanych zależy i nasze bezpieczeństwo, i długotrwałe, bezproblemowe użytkowanie obiektu – czyli domu, budynku szkoły czy przedszkola, sali sportowej, basenu i każdego innego o konstrukcji drewnianej. Niezależnie od tego, czy inwestorem jest osoba prywatna czy samorząd, czy obiekt powstaje na użytek prywatny, publiczny czy komercyjny – projektowane i wbudowywane materiały muszą spełniać te same wymagania. Pamiętajmy, że wymagania te nie mają na celu utrudnienia realizacji czy piętrzenia przeszkód w drodze do celu, a mają bardzo konkretne zadanie. Zadaniem tym jest między innymi zapewnienie przenoszenia obciążeń, które zostały określone w projekcie. Jednymi bowiem z podstawowych właściwości drewna, określanych w opisywanych tu procedurach są te związane z wytrzymałością. Nikt nie chciałby przecież, aby w jego wymarzonym domu każde wejście do pokoju budziło obawy, czy sufit nie spadnie na głowę, połączenia sprawiały wrażenie, że zaraz ulegną zniszczeniu, a nadmierne ugięcia powodowały spękania płyt na ścianach czy stropach. Dlatego trzeba pamiętać, że zastosowanie niepewnego wyrobu konstrukcyjnego, czyli np. takiego, w przypadku którego różne elementy mają różne wytrzymałości, odbiegające od zadeklarowanej klasy – będzie powodowało sytuacje skutkujące spękaniem, zarysowaniami czy nadmiernymi ugięciami. Dlatego wskazywanie przez nas – i tu, i w różnych innych opracowaniach, konieczności zwracania uwagi na poprawność deklaracji, oznakowania, słownictwa itp. – to nie jest „walka o dokument jako tzw. sztukę”. Istotne jest natomiast to, co te dokumenty potwierdzają. Jeśli deklaracja będzie wystawiona przez uczciwego producenta i poparta rzetelną kontrolą zewnętrzną jednostki – to taka deklaracja daje pewność, że dostarczony wyrób (drewno, drewno na złącza klinowe, drewno klejone itp.) jest bezpieczny i posiada deklarowane właściwości – wytrzymałość, klasę reakcji na ogień czy odporność na korozję biologiczną. Dodatkowo deklaracja musi być spójna z dostarczonym wyrobem i co do rodzaju wyrobu, i producenta.

Sytuacje, w których np.:

- wykonawca przedkłada deklarację zgodności i certyfikat producenta „X”, a wyrób pochodzi w rzeczywistości od producenta „Y”,
- wykonawca przedkłada dokumenty dla drewna litego choć dostarczył drewno na złącza klinowe czy sklejone drewno lite

są niedopuszczalne.

Ważne: poniższe informacje dotyczą drewna konstrukcyjnego i wszystkich wyrobów konstrukcyjnych na jego bazie (dlatego nie będą powielane przy opisach wymagań stawianych poszczególnym wyrobom, opisanych w tym rozdziale):

Istotną kwestią, na którą trzeba zwrócić uwagę zamawiając i kupując drewno lite i jego konstrukcyjne pochodne, jest klasa reakcji na ogień. Dotyczy to wszystkich wymienionych poniżej wyrobów objętych normami zharmonizowanymi. Zgodnie bowiem z aktualnym (na kwiecień 2022 r.)



Rozporządzeniem w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (w skrócie WT) [2] – aby można było zadeklarować NRO (czyli nierozprzestrzenianie ognia), należy zagwarantować klasę reakcji na ogień minimum „B”. NRO natomiast wymagane jest dla elementów konstrukcji większości obiektów. Tymczasem poniżej wskazane normy zharmonizowane pozwalają na przyjęcie bez dodatkowych badań klasy D-s2, d0, a deklarowanie wyższej klasy wymaga badań na etapie zarówno badań typu, jak i w ramach zakładowej kontroli produkcji i podlega pod certyfikację. Mówiąc inaczej – jeśli obiekt, w którym ma być wbudowane drewno, nie jest wymieniony jako wyjątek w § 213 WT [2] (a jako wyjątki wymieniono tu np. budynki **mieszkalne: jednorodzinne**, zagrodowe i rekreacji indywidualnej **do trzech kondygnacji nadziemnych łącznie**: - z zastrzeżeniem § 217 ust.2 WT [2]) – to elementy konstrukcji drewnianej muszą spełniać wymóg NRO, tożsamy z klasą reakcji na ogień minimum „B”. Aby uzyskać drewno i inne konstrukcyjne wyroby na jego bazie o klasie reakcji na ogień minimum „B” trzeba np. zastosować impregnację odpowiednimi środkami, a proces prowadzący do podwyższenia klasy reakcji na ogień podlega pod kontrolę zewnętrzną. Tak więc jeśli producent czy sprzedawca oferuje w sprzedaży elementy konstrukcyjne z drewna czy wyrobów na jego bazie, deklarując NRO – należy sprawdzić, czy producent może wylegitymować się dokumentami świadczącymi o wykonaniu badań typu oraz objęciem procesu prowadzącego do podwyższenia klasy reakcji na ogień nadzorem jednostki notyfikowanej. Nie dajmy sobie natomiast wmówić, że badanie wykonane jednostkowo jest tożsamy z badaniami typu i stałą kontrolą produkcji oraz cyklicznymi badaniami. Uszczegółowienie i rozszerzenie podanych tu informacji znajduje się w Rozdziale 6 niniejszego poradnika.

Istotnym jest też, że impregnaty zarówno zabezpieczające przeciw korozji biologicznej, jak i podnoszące klasę reakcji na ogień muszą wypełniać postanowienia normy EN 15228 [N26], by ich zastosowanie nie powodowało pogorszenia właściwości konstrukcyjnych zabezpieczanego wyrobu.

## 2.1 Konstrukcyjne drewno lite

Drewno lite powstaje w wyniku przecierania – czyli przecinania za pomocą piły kłód drewna na tarcicę. Samo jednak przecięcie i wykonanie desek czy bali nie wystarcza, by można było mówić o drewnie konstrukcyjnym. Niezbędne jest w tym celu dokonanie sortowania wytrzymałościowego, które przeprowadzane jest metodą wizualną lub maszynową. Krajowy surowiec sortowany jest najczęściej wizualnie, choć są już tartaki posiadające maszyny sortownicze. Drewno konstrukcyjne pochodzenia zachodnioeuropejskiego jest najczęściej sortowane maszynowo.

W Polsce nie należy wbudowywać drewna o wilgotności powyżej 18% przy konstrukcjach chronionych przed zawilgoceniem i powyżej 23% w przypadku konstrukcji nie chronionych przed zawilgoceniem (to znaczy znajdujących się np. na zewnątrz). Takie zapisy znajdują się w polskim załączniku krajowym do Eurokodu 5, czyli normy stanowiącej podstawę projektowania konstrukcji drewnianych. Dlatego kupując drewno konstrukcyjne trzeba zwracać uwagę, czy zostało przesortowane na sucho, czy ma właściwą wilgotność i – jeśli to możliwe – również, czy było w sposób właściwy składowane. Wymóg zachowania właściwej wilgotności (a tym samym rezygnacja z wbudowywania mokrego drewna) jest podyktowany nie tylko wymaganiami formalnymi, ale przede wszystkim względami praktycznymi. Jest co prawda część wykonawców, którzy wolą stosować mokre drewno, bo jest im wygodniej na etapie budowy. Tacy wykonawcy mogą prezentować inwestorowi przeróżne argumenty, które mają świadczyć o wyższości

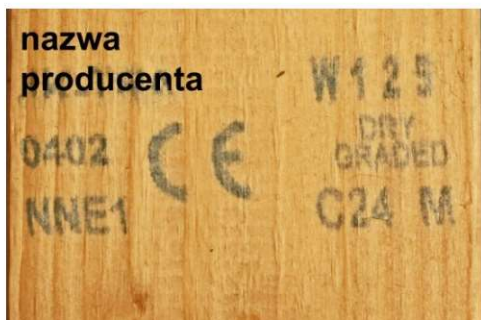
drewna mokrego nad suchym, a w rzeczywistości mają na uwadze jedynie ułatwienie sobie pracy, bez uwzględniania niekorzystnych konsekwencji. Po wbudowaniu, zamknięciu obiektu dachem i wstawieniu stolarki mokre drewno zacznie w sposób niekontrolowany wysychać, pękać i paczyć się, wykonawcy, który namówił na tańsze, mokre drewno już dawno na budowie nie będzie, a inwestor pozostanie z problemem.

Klasy drewna litego oraz parametry wytrzymałościowe do obliczeń przyjmuje się na podstawie normy EN 338:2016 [N5]. Nie wolno stosować parametrów wytrzymałościowych ze starszych norm – ani ze starszych wersji EN 338, ani z normy PN-B03150:2000, ani tym bardziej – z PN-B 03150:1981. Starsze normy zawierają stan wiedzy z czasu, w którym były wydane. Jeśli jest wydawana nowa norma, zawierająca inne wartości parametrów wytrzymałościowych niż stara – oznacza to, że w wyniku prowadzonych badań wykazano konieczność wprowadzenia zmian. I tak, jak wiele programów dedykowanych dla np. Windowsa XP nie będzie działać w systemie Windows 10 czy 11, tak samo nie zawsze będzie poprawnie funkcjonować konstrukcja zaprojektowana z przyjęciem niewłaściwych danych.

Niezbędne informacje, dotyczące podstaw formalno-prawnych umożliwiających wprowadzanie do obrotu drewna konstrukcyjnego (czyli jego sprzedaż i wbudowywanie):

Konstrukcyjne drewno lite podlega pod normę zharmonizowaną EN 14081-1+A1:2011 [N20]. Norma ta co prawda ma status normy wycofanej (nowa norma, EN 14081-1:2016 [N21] jeszcze nie została ogłoszona jako zharmonizowana), ale wciąż jest stosowana jako norma zharmonizowana. CE obowiązuje od 01.01.2012 r., system oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych 2+. Konstrukcyjne drewno lite przeznaczone jest do stosowania we wszystkich trzech klasach użytkowania.

Drewno lite musi być dostarczane z deklaracją właściwości użytkowych i oznakowaniem CE. Oznakowanie CE musi być dołączone do dokumentów handlowych oraz – w formie skrótowej – znajdować się na każdym elemencie konstrukcyjnym. Tylko w przypadku, gdy komplet elementów z drewna litego dostarczany jest bezpośrednio na budowę z tartaku (czyli bezpośrednio od producenta), a drewno przeznaczone do wbudowania w jednym obiekcie – można zrezygnować ze znakowania każdego elementu, umieszczając odpowiednie informacje wyłącznie na opakowaniu zbiorczym. Dołączenie dokumentów związanych z oznakowaniem CE do dokumentacji handlowej jest obowiązkowe w każdym przypadku. Tak więc jeśli kupuje się drewno konstrukcyjne w składzie drewna, w tartaku „z placu” (czyli drewno wyprodukowane wcześniej, a nie bezpośrednio na zlecenie inwestora czy wykonawcy), czy w markecie budowlanym – to na każdej sztuce musi znajdować się pieczęć, jak na fot. 2.1 poniżej.



Fot. 2.1 Przykładowe oznakowanie na każdym elemencie drewna konstrukcyjnego – tu oznakowanie drewna sortowanego maszynowo (świadczy o tym litera „M” przy liczbie oznaczającej klasę) i w stanie suchym (świadczy o tym zapis „dry graded” w oznakowaniu). (fot. E.I. Kotwica)

Jedną z istotniejszych informacji w oznakowaniu CE jest klasa wytrzymałościowa, opisana literą „C” i liczbą wskazującą charakterystyczną wytrzymałość na zginanie lub wynikające z badań opisowe określenie parametrów wytrzymałościowych.

Nie wolno sprzedawać drewna litego z krajową deklaracją właściwości użytkowych, z deklaracją tzw. „jednostkowego zastosowania” czy deklaracją referującą do innego dokumentu odniesienia niż norma EN 14081-1+A1:2011 [N20] (niedopuszczalne są np. deklaracje przywołujące polską normę PN-D 94021:2013 [N3]). Jeżeli więc sprzedawca czy wykonawca przywozi nam na budowę drewno bez oznakowania i/lub z niewłaściwą deklaracją – podziękujemy za taki materiał i zażądajmy dostarczenia wyrobu, który jest zgodny z przepisami (a tym samym bezpieczny).

Jeśli sprzedawca deklaruje, że dostarczane drewno konstrukcyjne zostało zaimpregnowane przeciw korozji biologicznej – w oznakowaniu CE muszą dodatkowo znajdować się litery „PT”. Brak takiego oznakowania i brak odpowiednich informacji w certyfikacie CE oznacza, że producent nie spełnia wymagań stawianych przy wprowadzaniu do obrotu drewna impregnowanego, a dostarczone drewno może być jedynie pomalowane preparatem (najczęściej o intensywnym kolorze), który nie ma nic wspólnego z rzeczywistym zabezpieczeniem przed korozją biologiczną (w tym z zastosowaniem wystarczającej ilości środka w stosunku do 1 m<sup>2</sup> zabezpieczanej powierzchni). Uwzględnienie impregnacji w zakładowej kontroli produkcji, jak i nadzór również i nad tą częścią produkcji, jaką jest impregnacja, ze strony zewnętrznej jednostki nie mają na celu mnożenia problemów produkcyjnych i stwarzania barier produkcyjno-handlowych. Trzeba sobie zdać sprawę z tego, że – jak i cała pozostała kontrola produkcji – ma to na celu jedynie zapewnienie dostarczenia klientowi dobrego materiału o stałych cechach (właściwościach).



*Fot. 2.2 Mniej lub bardziej intensywne zielone zabarwienie konstrukcji nie świadczy o poprawnej impregnacji (fot. E.I. Kotwica)*

Jeśli sprzedawca deklaruje, że drewno ma klasę reakcji na ogień wyższą niż D-s2, d0 – patrz informacje i wymagania wskazane we wstępie do tego rozdziału.

Drewno lite znajduje zastosowanie jako samodzielny materiał konstrukcyjny. Wielu ludziom kojarzy się przede wszystkim z więźbą dachową czy domkiem szkieletowym, ale wykonywane z niego są też prefabrykowane konstrukcje – gotowe ściany i stropy, prefabrykowane wiązary kratowe o dużych rozpiętościach czy mniej typowe konstrukcje (jak np. hybrydowy, drewniano-stalowy roller coaster w Zatorze, w Energylandii).



*Fot. 2.3 Najwyższy drewniany roller coaster na świecie (widok ogólny i detale) – Zadra w Energylandii, Zator (fot. E.I. Kotwica)*

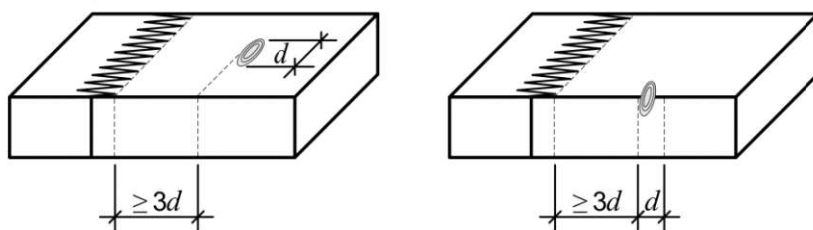
Drewno lite jest też komponentem przy produkcji opisanych poniżej wyrobów, jak drewno na złącza klinowe, drewno klejone warstwowo czy sklejone drewno lite. Stosuje się je również jako pasy konstrukcyjnych belek dwuteowych. Od jego jakości i zapewnienia stałych właściwości użytkowych zależy więc jakość i wytrzymałość wszystkich wyrobów konstrukcyjnych, które mają w swoim składzie drewno lite.

## 2.2 Drewno na złącza klinowe

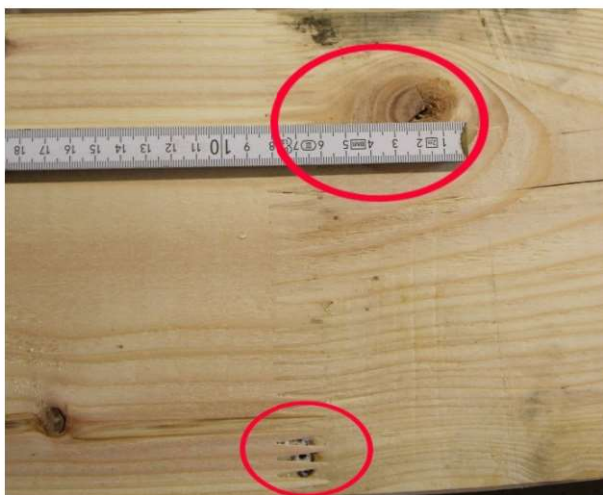
Drewno na złącza klinowe powstaje w wyniku sklejenia wzdłuż długości konstrukcyjnego drewna litego. W tym celu wykonuje się na końcach każdego elementu nacięcia w formie klinów, które po nałożeniu kleju łączy się przy użyciu prasy tak, by powstał jeden element. Złącza klinowe muszą spełniać wymagania opisane w normie EN 15497:2014 [N27], a elementy o wadliwych złączach należy eliminować.

Jednym z istotnych warunków poprawności wykonania złącza klinowego, który można sprawdzić tzw. „gołym okiem” są sęki w rejonie złącza.

Zgodnie z normą EN 15497 [N27] (patrz też rysunek G.3 tej normy, przywołany poniżej jako fot. 2.4) odległość sęka od złącza musi być większa niż trzykrotna wartość średnicy sęka – czyli np. sęk o średnicy 2 cm nie może być bliżej od podstawy złącza niż 6 cm. Tylko w przypadku udokumentowanego, odpowiedniego zautomatyzowanego systemu zintegrowanego z procesem produkcyjnym dopuszczalna jest redukcja odległości sęku od złącza do 1,5 wielkości jego średnicy.



Fot. 2.4 Minimalne dopuszczalne odległości sęku od złącza klinowego na podstawie rysunku G.3 normy EN 15497 [N27]



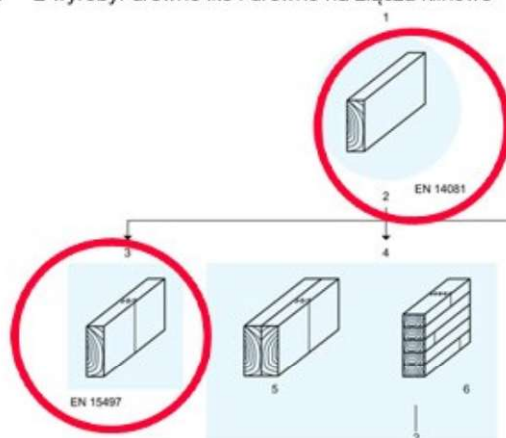
Fot. 2.5 Odległości sęków od złącza klinowego w elemencie pokazanym na zdjęciu są niezgodne z normą EN 15497 [N27] (jeden sęk bardzo blisko złącza, jeden sęk w złączu). Elementy z takimi sękami należy odrzucać z dostawy, żądając ich wymiany i nie wolno ich wbudowywać. (fot. E. I. Kotwica)

Drewno na złącza klinowe wykonuje się z gatunków iglastych wymienionych w EN 15497 [N27] oraz z topoli, przy czym należy pamiętać, że w ramach jednego elementu łączzonego na złącza klinowe wolno stosować tylko jeden gatunek drewna – czyli nie można mieszać np. świerku

i sosny czy świerku i modrzewia. (Tylko świerk i jodłę norma pozwala traktować jako jeden gatunek, stąd te dwa gatunki mogą pojawić się w jednym, gotowym elemencie).

Ważną dla inwestora jest informacja, że pojawiające się w ofertach sprzedawców oraz w projektach określenie „KVH” nie jest nazwą jednoznaczną i właściwą do określania drewna na złącza klinowe – i nie może być stosowana w Polsce. Nazwa „KVH” jest opatentowana, właściwa wyłącznie dla rynku niemieckiego i austriackiego i obejmuje zarówno konstrukcyjne drewno lite, jak i drewno na złącza klinowe (patrz też fot. 2.6).

„KVH” = 2 wyroby: drewno lite i drewno na złącza klinowe



Fot. 2.6 Umiejscowienie wyrobów zwanych „KVH” na schemacie z normy EN 15497 [N27], pokazującym powiązania norm europejskich dla drewna litego i konstrukcyjnych wyrobów na jego bazie

Dla tych wyrobów (drewna litego i drewna na złącza klinowe) przewidziano różne systemy oceny i weryfikacji, wyroby te podlegają pod różne normy zharmonizowane. Określenie „KVH” nie jest powiązane z normami zharmonizowanymi ani nie jest to określenie międzynarodowe. Jego stosowanie wprowadza w błąd, a osoby posługujące się tą nazwą w Polsce często same nie wiedzą, co w rzeczywistości oznacza – czyli co sprzedają czy projektują. Dlatego sprzedawców czy projektantów posługujących się określeniem „KVH” należy traktować stosując zasadę bardzo ograniczonego zaufania. Projektujemy i kupujemy drewno lite z dokumentami referującymi do EN 14081-1+A1:2011 [N20] lub drewno na złącza klinowe z dokumentami referującymi do EN 15497:2014 [N27]. Nawet jeśli sprzedawca sprowadza drewno lite czy drewno na złącza klinowe np. z Niemiec – to w Polsce zobowiązany jest do posługiwania się wyłącznie odniesieniami do norm zharmonizowanych, jak i nazewnictwem powiązanym z normami zharmonizowanymi. Takie nazewnictwo bowiem, jak i odniesienia, są zgodne z zapisami Ustawy o wyrobach budowlanych i przepisów powiązanych.

Klasy drewna na złącza klinowe oraz parametry wytrzymałościowe do obliczeń przyjmuje się na podstawie normy EN 338:2016 [N5]. Jeśli drewno stosowane w produkcji było sortowane maszynowo, przy oznaczeniu klasy znajduje się litera „M” po wartości liczbowej. Brak litery „M” w oznakowaniu świadczy o sortowaniu wizualnym – czyli drewno zastosowane w produkcji musi spełniać wymagania normy sortowniczej, właściwej dla kraju pochodzenia drewna. Jeśli drewno

jest sortowane wizualnie – przy ewentualnym postępowaniu reklamacyjnym można posługiwać się zapisami punktu 7 normy PN-D 94021:2013 [N3].

Niezbędne informacje, dotyczące podstaw formalno-prawnych umożliwiających wprowadzanie do obrotu drewna na złącza klinowe:

Drewno na złącza klinowe podlega pod normę zharmonizowaną EN 15497:2014 [N27]. Oznakowanie CE obowiązuje od 11.10.2014 r., system oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych 1. Drewno na złącza klinowe przeznaczone jest do stosowania we wszystkich trzech klasach użytkowania, przy czym nie wszystkie kleje, które dopuszcza do stosowania norma zharmonizowana, mogą być stosowane we wszystkich trzech klasach. Dlatego jeśli w oznakowaniu wpisano na elemencie typ kleju „I”, oznacza to, że element taki może być stosowany we wszystkich trzech klasach użytkowania. Jeśli natomiast wpisano typ kleju „II” – to oznacza, że takie elementy wolno stosować wyłącznie w 1. klasie użytkowania. Jeśli kupujemy drewno zaimpregnowane przeciw korozji biologicznej – w oznakowaniu musi znajdować się dodatkowo oznaczenie „PT”, a wymagania dla zasad kontroli produkcji i zewnętrznego nadzoru są tożsame z wymaganiami dla drewna litego.

Jeśli sprzedawca deklaruje, że drewno ma klasę reakcji na ogień wyższą niż D-s2, d0 – patrz wymagania wskazane we wstępie do tego rozdziału.

Zastosowanie drewna na złącza klinowe jest podobne, jak drewna litego, możliwe jest jednak uzyskanie znacznie większych długości elementów. O ile drewno lite można bezpiecznie (z punktu widzenia dostępności surowca) projektować do długości 6 m, tak drewno na złącza klinowe standardowo dostępne jest w długościach do 13 m.

### **2.3 Drewno klejone warstwowo**

Drewno klejone warstwowo produkuje się poprzez sklejenie w jeden element minimum dwóch lameli ułożonych jedna na drugiej. Dopuszczalna grubość lameli mieści się w przedziale 6-45 mm włącznie. Lamelę może stanowić jedna, maksymalnie dwie deski położone obok siebie (w ten sposób wykonuje się elementy o większej szerokości przekroju). Dawniej (przed 2015 rokiem) jako drewno klejone klasyfikowane były elementy sklezione z minimum czterech desek.

Klasy drewna klejonego warstwowo przyjmuje się od 2015 roku wyłącznie w oparciu o EN 14080:2013 [N19]. Norma wyróżnia klasy drewna jednorodnego, oznaczone literą „h” po wartości liczbowej (np. GL28h) oraz klasy drewna kombinowanego, oznaczone literą „c” po wartości liczbowej (np. GL30c). Drewno jednorodne wykonywane jest z lameli o tej samej wytrzymałości, a kombinowane w ten sposób, że w skrajnych warstwach występują lamele o wyższej wytrzymałości, natomiast w środkowych – o niższej. Drewno kombinowane może składać się z lameli w dwóch lub trzech klasach wytrzymałości. Drewno lite do produkcji drewna klejonego warstwowo przypisuje się do klas wytrzymałościowych oznaczonych literą „T”, a wartość liczbowa przy tej literze referuje do charakterystycznej wytrzymałości na rozciąganie (nie, jak w przypadku drewna litego, łączonego na złącza klinowe i sklezonego drewna litego,

gdzie stosuje się klasy oznaczone literą „C”, powiązane z wytrzymałością charakterystyczną na zginanie).

Podobnie jak w przypadku drewna na złącza klinowe – i w przypadku drewna klejonego warstwowo występują na rynku pewne nieprawidłowości, o których inwestor musi pamiętać. Właściwą nazwą, zgodną z zapisem normowym, jest „drewno klejone warstwowo”, a jedyną normą odniesienia – EN 14080:2013 [N19] i powiązane normy europejskie. Ci natomiast projektanci i sprzedawcy, którzy stosują – znowu, właściwą jedynie dla rynku niemieckiego i austriackiego – nazwę „BSH”, nie są w pełni wiarygodni. Zwłaszcza, że sprzedawcy przywołują często wymagania norm DIN i wewnętrzne przepisy niemieckie. Tymczasem w Polsce nie mają zastosowania żadne normy DIN ani wymagania właściwe dla rynku niemieckiego czy austriackiego – tak samo, jak krajowe wymagania polskie nie mają zastosowania na rynku niemieckim czy austriackim. Jeśli wyrób spełnia wymagania normy zharmonizowanej – w przypadku drewna klejonego jest to EN 14080:2013 [N19] – to wyrób może być jak najbardziej sprzedawany w Polsce, ale z przywołaniem wyłącznie dokumentów powiązanych z systemem norm europejskich (EN). Inne uwarunkowania, powiązane z normami DIN, nie powinny być przywoływane, gdyż nie mają żadnego znaczenia w Polsce.

Niezbędne informacje, dotyczące podstaw formalno-prawnych umożliwiających wprowadzanie do obrotu drewna klejonego warstwowo:

Drewno klejone warstwowo podlega pod normę zharmonizowaną EN 14080:2013 [N19]. CE obowiązuje od 02.12.2012 r. (według poprzedniej wersji normy EN 14080), a według normy aktualnej – od 09.08.2015 r., system oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych 1. Drewno klejone warstwowo przeznaczone jest do stosowania we wszystkich trzech klasach użytkowania, przy czym drewno stosowane w klasie 3 musi być wykonane z lameli o maksymalnej grubości 35 mm. Tak więc jeśli w projekcie projektant wpisze klasę 3. użytkowania – należy tę informację przekazać przy zamawianiu drewna klejonego warstwowo, a później skontrolować, czy zostało dostarczone jako wykonane z lameli (desek) o maksymalnej grubości 35 mm (a nie 40 czy 45 mm).

Jeśli kupujemy drewno zaimpregnowane przeciw korozji biologicznej – w oznakowaniu musi znajdować się dodatkowo oznaczenie „PT”, a wymagania dla zasad kontroli produkcji i zewnętrznego nadzoru są tożsame z wymaganiami dla drewna litego.

Jeśli sprzedawca deklaruje, że drewno ma klasę reakcji na ogień wyższą niż D-s2, d0 – patrz wymagania wskazane we wstępie do tego rozdziału.

Drewno klejone warstwowo stosowane jest zarówno przy budowie i prefabrykacji domów jednorodzinnych, jak i przy realizacji ogromnych obiektów o dużych rozpiętościach i zróżnicowanych kształtach elementów konstrukcyjnych. Nie można oczywiście mówić o nieograniczonych możliwościach kształtowania obiektów z użyciem tego materiału, gdyż byłoby to przekłamanie. Ograniczenia wynikają czasem zarówno możliwości produkcyjnych, transportowych, jak i projektowych (możliwość przeniesienia obciążeń).

Niemniej jednak możliwość wyprodukowania różnych kształtów (belki proste, trapezowe, łuki, ramy), jak i zaprojektowania obiektów o znacznych rozpiętościach bez podpór pośrednich



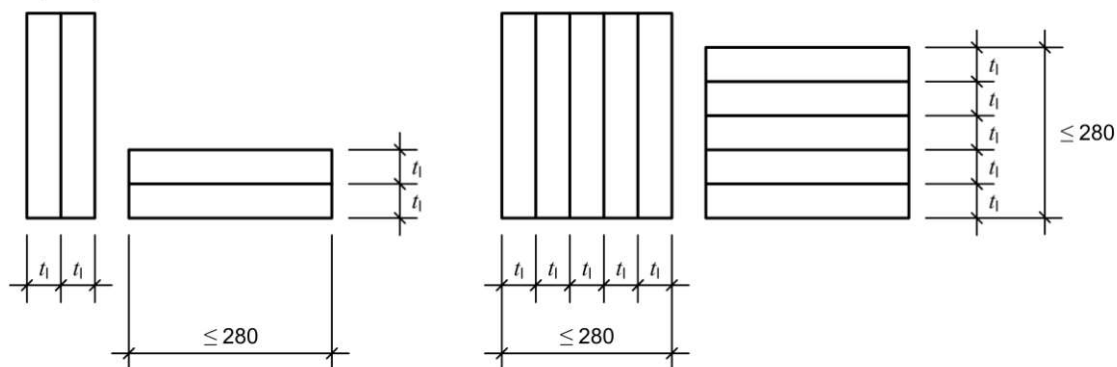
(dochodzących nawet do 100 m) stawia drewno klejone wśród najbardziej elastycznych materiałów pod względem możliwości projektowych.



Fot. 2.7 Konstrukcja z drewna klejonego warstwowo przekrycia ujeżdżalni (fot. E.I. Kotwica)

## 2.4 Sklejone drewno lite

Sklejone drewno lite wykonywane jest przez sklejenie 2 do 5 elementów o grubości większej niż 45 mm i nie większej niż 80 mm (czyli  $45 \text{ mm} < t \leq 80 \text{ mm}$ ) i szerokości/wysokości przekroju nie większej niż 280 mm.



Fot. 2.8 Za rysunkiem 5 normy EN 14080:2013 [N19] – przykłady sklejanego drewna litego, wykonanego z dwóch i pięciu lameli.

Klasy drewna przyjmuje się wg PN-EN 338:2016 [N5] – czyli, mimo iż jest to drewno powstałe w wyniku sklejenia kilku elementów, stosuje się klasy, jak dla drewna litego – oznaczone literą „C”.

Wśród informacji dotyczących drewna na złącza klinowe oraz drewna klejonego warstwowo wskazane zostały „złe praktyki” związane z niepoprawnymi określeniami oraz dokumentami odniesienia. Niestety również w przypadku sklejanego drewna litego można zaobserwować na rynku nieprawidłowości w tym zakresie – otóż niektórzy sprzedawcy posługują się niemieckojęzycznymi określeniami „Duobalk” czy „Triobalk”, przywołując często również normy

DIN jako dokumenty odniesienia. Nie jest to praktyka poprawna i zgodna z przepisami – jedynym dokumentem odniesienia jest EN 14080:2013 [N19], a nazwą – sklezione drewno lite (w przypadku elementów sklejonych z lameli o grubości  $45 \text{ mm} < t \leq 80 \text{ mm}$ ) lub drewno klejone warstwowo (w przypadku elementów sklejonych z lameli o grubości  $6 \text{ mm} \leq t < 45 \text{ mm}$ ).

Dane techniczne	<del>Belki DUO / TRIO C24</del>	Powinno być „sklezione drewno lite”, nie belki DUO/TRIO  Norma DIN 4074 nie ma zastosowania w Polsce, a norma EN 338 [N5] jest podstawa jedynie przyjmowania klas wytrzymałościowych. Winno być: EN 14080:2013 [N19]
Grubość	60/ 80/ 100/ 120/ 140/ 160/ 180/ 200/ 220/ 240	
Wysokość	80/ 100/ 120/ 140/ 160/ 180/ 200/ 220/ 240	
Długość	Standard 13m/ 5m - 16m*	
Drewno	Świerk/ Sosna	
Jakość	4-stronnie strugane, krawędzie fazowane	
Powierzchnia	Wizualna (Si)/ konstrukcyjna (NSi)	
Wilgotność	C24 15% ± 3	
Wytrzymałość	C24	
Norma	<del>DIN 4074 und EN 338</del>	

Fot. 2.9 Oferta wskazująca niewłaściwe podstawy normowe oraz niepoprawne nazewnictwo.

Niezbędne informacje, dotyczące podstaw formalno-prawnych umożliwiających wprowadzanie do obrotu sklejonego drewna litego:

Sklezione drewno lite podlega pod normę zharmonizowaną EN 14080:2013 [N19]. Oznakowanie CE obowiązuje od 09.08.2015 r., system oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych 1. Przeznaczone jest do stosowania w 1. i 2. klasie użytkowania – i o tym należy pamiętać, aby np. nie zastąpić sklejonym drewnem litym drewna litego czy drewna klejonego warstwowo w przypadku projektowanej 3. klasy użytkowania. Generalnie trzeba stosować zasadę nie zamieniania projektowanych wyrobów na etapie realizacji.

Jeśli kupujemy drewno zaimpregnowane przeciw korozji biologicznej – w oznakowaniu musi znajdować się dodatkowo oznaczenie „PT”, a wymagania dla zasad kontroli produkcji i zewnętrznego nadzoru są tożsame z wymaganiami dla drewna litego.

Jeśli sprzedawca deklaruje, że drewno ma klasę reakcji na ogień wyższą niż D-s2, d0 – patrz wymagania wskazane we wstępie do tego rozdziału.

Zastosowanie sklejonego drewna litego jest podobne, jak drewna litego i drewna na złącza klinowe – z możliwością projektowania elementów o długości do ok. 13 metrów.

## 2.5 Drewno klejone krzyżowo (CLT, X-LAM)

Drewno klejone krzyżowo wykonuje się poprzez krzyżowe sklejenie minimum trzech warstw, a minimum dwie warstwy musi stanowić konstrukcyjne drewno lite zgodne z EN 14081-1 [N20] (drewno iglaste lub topola). Warstwy środkowe natomiast mogą być wykonane zarówno

z drewna litego, jak i z konstrukcyjnych wyrobów na bazie drewna – np. LVL. Maksymalna grubość gotowego elementu może dochodzić do 500 mm.



Fot. 2.10 Drewno klejone krzyżowo ze środkową warstwą z LVL, w górnej części nafrezowany kanał na przeprowadzenie instalacji (fot. E. I. Kotwica)

#### Niezbędne informacje, dotyczące podstaw formalno-prawnych umożliwiających wprowadzanie do obrotu drewna klejonego krzyżowo:

Podstawę wprowadzania do obrotu stanowią Europejskie Oceny Techniczne, ponieważ norma PN-EN 16351:2021 [N28] nie została jeszcze ogłoszona w Oficjalnym Dzienniku Unii Europejskiej. Jako podstawę projektowania wskazują Eurokod 5, tak samo jak norma PN-EN 16351 [N28]. System oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych 1. Przeznaczone jest do stosowania w 1. i 2. klasie użytkowania.

Jeśli kupujemy CLT zaimpregnowane przeciw korozji biologicznej – w oznakowaniu musi znajdować się dodatkowo oznaczenie „PT”, a wymagania dla zasad kontroli produkcji i zewnętrznego nadzoru są tożsame z wymaganiami dla drewna litego.

Jeśli sprzedawca deklaruje, że drewno ma klasę reakcji na ogień wyższą niż D-s2, d0 – patrz wymagania wskazane we wstępie do tego rozdziału.

Drewno klejone krzyżowo stosowane jest przy produkcji ścian i stropów dla budynków wielo- i jednorodzinnych, jak również budynków użyteczności publicznej. Wykonuje się z niego nie tylko ściany oddzielające pomieszczenia, ale również prefabrykowane klatki schodowe i szyby windowe. Materiał jest z powodzeniem stosowany przy budowie wielokondygnacyjnych obiektów – np. hoteli, akademików. Wysoki stopień prefabrykacji i szybkość budowy sprawia, że CLT wykorzystywane jest coraz częściej, zwłaszcza, że proces produkcyjny pozwala na jedno- lub obustronne fabryczne wykończenie powierzchni przegród.

## **2.6 Fornir klejony warstwowo (LVL)**

LVL przypomina nieco sklejkę, jest jednak wykonywany z grubszych fornirów, czyli arkuszy skrawanych obwodowo z drewna. Arkusze te skleja się za pomocą kleju na bazie żywicy fenolowo-formaldehydowych PF lub rezorcynowo-fenolowo-formaldehydowych. Przy produkcji stosowane jest najczęściej drewno sosnowe i świerkowe, czasem również liściaste. Warto tu wspomnieć, że od 2015 roku LVL jest produkowane również w Polsce.

Niezbędne informacje, dotyczące podstaw formalno-prawnych umożliwiających wprowadzanie do obrotu forniru klejonego warstwowo:

LVL podlega pod normę zharmonizowaną PN-EN 14374:2005 [N23]. Okres przejściowy minął 01.09.2006 r. – czyli od 02.09.2006 r. obowiązuje znakowanie CE. Norma ta wskazuje dla zastosowania konstrukcyjnego system 1 oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych i oznakowanie CE.

Norma obejmuje fornir klejony warstwowo o:

- równoległym układzie włókien wszystkich arkuszy (forniry są układane w procesie produkcyjnym tak, że wszystkie mają włókna drewna usytuowane w tym samym kierunku);
- krzyżowym układzie włókien fornirów (czyli wykonany w ten sposób, że pewna ilość arkuszy – liczba różna, w zależności od łącznej liczby warstw, układana jest w pozycji obróconej o 90° w stosunku do kierunku włókien pozostałych arkuszy).



*Fot. 2.11 Fornir klejony warstwowo, po lewej – LVL z równoległym układem fornirów, po prawej – LVL z krzyżowym układem fornirów (fot. E.I. Kotwica)*

Wymagane jest zastosowanie minimum 5 arkuszy. Grubość każdego arkusza nie może przekraczać 6 mm.

Należy zwracać uwagę na informacje PKN dotyczące tej normy, ponieważ przygotowywane jest nowe wydanie tej normy. (Nowa norma zastąpi EN 14374 i EN 14279).

LVL o równoległym układzie wszystkich fornirów stosuje się jako belki, słupy, elementy kratownic czy komponenty przy produkcji belek dwuteowych (z LVL wykonuje się w niektórych rodzajach takich belek pasy, a środek – czyli środkową część belki – z płyt pilśniowych lub OSB).



Fot. 2.12 Przykładowe zastosowanie LVL jako konstrukcji nośnej obiektu zaplecza przy kortach tenisowych, Seefeld. (fot. E.I. Kotwica)

LVL o krzyżowym układzie arkuszy stosowany jest jako płyty – samodzielnie lub w powiązaniu z prefabrykowanymi systemami. Tu warto powiedzieć, że płyty LVL o krzyżowym układzie fornirów, uźebrowane belkami z drewna klejonego warstwowo wykorzystane zostały jako stropy w najwyższym budynku drewnianym świata – 18-kondygnacyjnym wieżowcu w norweskim Brumunddal.

## 2.7 Sklejka

Sklejka wykonywana jest ze sklejonych i sprasowanych fornirów o niewielkiej grubości. Forniry uzyskuje się – tak jak i dla produkcji LVL – poprzez skrawanie obwodowe drewna, przy czym są to arkusze o mniejszej grubości niż w przypadku LVL. Warstwy układane są krzyżowo – czyli każdy kolejny arkusz jest obrócony o 90° w stosunku do poprzedniego. Najczęściej w sklejce występuje nieparzysta ilość fornirów.

Niezbędne informacje, dotyczące podstaw formalno-prawnych umożliwiających wprowadzanie do obrotu sklejki:

Sklejka do zastosowań konstrukcyjnych podlega pod system oceny 2+ i normę zharmonizowaną PN EN 13986+A1:2015-06 [N18]. Norma ta wskazuje w punkcie 5.13, że w przypadku zastosowań konstrukcyjnych parametry wytrzymałościowe ustala się w oparciu o normę PN-EN 789 [N6] (należy więc sprawdzać, czy w przypadku sklejki do zastosowań konstrukcyjnych nie zostały wykazane badania wyłącznie na bazie normy PN-EN 310 [N4]). Tu warto zauważyć, że o ile sklejka np. fińska ma stypizowane parametry wymiarowe i wytrzymałościowe, tak w Polsce jeszcze nie został opracowany jednolity system, co powoduje, że projektant przy projektowaniu musi posługiwać się danymi dotyczącymi parametrów wytrzymałościowych podanymi przez producenta. Dlatego trzeba sprawdzać, czy zastosowana przy wykonawstwie sklejka ma wszystkie parametry takie, jak przyjęto w projekcie.

## 2.8 Belki dwuteowe

Belki dwuteowe wykonywane są – jak wskazuje nazwa – o kształcie dwuteownika. Pasy wykonywane są z konstrukcyjnego drewna litego lub LVL, natomiast środniki z płyty pilśniowej lub płyty OSB. Pasy mogą mieć różne szerokości przekroju.



*Fot. 2.13 Po lewej stronie belka dwuteowa z pasami z drewna litego i środnikiem z płyty pilśniowej, po prawej – z pasami z LVL i środnikiem z płyty OSB. (fot. E.I. Kotwica)*

### Niezbędne informacje, dotyczące podstaw formalno-prawnych umożliwiających wprowadzanie do obrotu belek dwuteowych:

Belki dwuteowe nie są objęte normą zharmonizowaną, stąd podstawą do wprowadzania ich do obrotu są Europejskie Oceny Techniczne (ETA). Podlegają pod system oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych 1. ETA określa wymagania odnośnie Zakładowej Kontroli Produkcji, planu kontroli. Należy pamiętać, że zgodnie z zapisami w ETA belki te są przeznaczone do stosowania w klasie użytkowania 1 i 2. ETA podaje również minimalne wymiary pasów (różne dla różnych producentów) oraz określa dopuszczalne tolerancje.

Wysokość belek - w zależności od producenta – wynosi do 600 mm. W zależności od przekroju pasów jak i od rodzaju zastosowanego materiału na pasy (drewno lite czy LVL) oraz środniki (płyta pilśniowa czy OSB) – zróżnicowane są parametry wytrzymałościowe belek. Dlatego bardzo istotnym jest zwracanie uwagi w przypadku projektu uwzględniającego zastosowanie belek dwuteowych, by wykonawstwo było zgodne z projektem.

Belki te wykorzystywane są w budownictwie szkieletowym, w tym w prefabrykowanym, jako konstrukcyjne elementy przegród – ścian, stropów, dachów czy elewacji. Stosuje się je też jako składowe kratownic oraz jako płatwie – w przypadkach, gdy wymagana jest większa grubość izolacji. Zapewniają możliwość przenoszenia sporych obciążeń przy niewielkim ciężarze własnym.

## Rozdział 3. Podstawy normowe projektowania budownictwa drewnianego i zakres projektu

Założeniem opracowania poradnika było przybliżenie przede wszystkim aspektu konstrukcyjnego budownictwa drewnianego, stąd również i w tym rozdziale przeważać będą informacje powiązane z projektowaniem z punktu widzenia konstrukcji.

### 3.1 Podstawy normowe projektowania

Podstawę projektowania konstrukcji drewnianych stanowi PN-EN 1995-1-1+A1:2014 [N13], w skrócie zwana Eurokodem 5 lub EC5. Norma ta wymaga stosowania PN-EN 1990 [N8] oraz zbierania obciążeń również w oparciu o normy europejskie, np.:

- PN-EN 1991-1-1 [N9];
- PN-EN 1991-1-3 [N11];
- PN-EN 1991-1-4 [N12].

Jeśli wymagane jest projektowanie z uwzględnieniem odporności ogniowej – niezbędne jest uwzględnienie również PN-EN 1995-1-2 [N14].

Ważną normą, choć nie wymienioną w Rozporządzeniu w sprawie warunków technicznych [2], jest PN-B 03007:2013 [N1], która określa zasady i wymagania sporządzania i nadzorowania dokumentacji technicznej konstrukcji budowlanych: dokumentacji projektowej. Jest więc to norma, której zapisy wspierają wykonanie kompletnej i poprawnej dokumentacji projektowej.

Poniżej wymienione normy muszą być przywołane w projekcie obiektu o konstrukcji drewnianej, w powiązaniu z projektowanymi materiałami. Przy numerze każdej normy podane zostało w nawiasie, jakiego wyrobu dotyczy – czyli projekt, w którym znajdzie się dany wyrób zastosowany w konstrukcji, musi być zaprojektowany z uwzględnieniem postanowień.

- PN-EN 14081-1 [N20] (konstrukcyjne drewno lite);
- PN-EN 14080 [N19] (drewno klejone warstwowo i sklejone drewno lite);
- PN-EN 14250 [N22] (prefabrykowane konstrukcje, łączone na płytki kolczaste – np. wiązary kratowe);
- PN-EN 14374 [N23] (fornir klejony warstwowo – LVL);
- PN-EN 14545 [N24] (łączniki typu wkładek i pierścieni);
- PN-EN 14592 [N25] (łączniki trzpieniowe – np. śruby, wkręty, gwoździe);
- PN-EN 15497 [N26] (drewno lite, łączone na złącza klinowe);
- PN-EN 16351 [N28] (drewno klejone krzyżowo, w tym przypadku dodatkowo musi być przywołana Europejska ocena techniczna).

Inwestor, kontrolując prace projektowe, powinien zwrócić uwagę, czy w projekcie wykonywanym na jego zlecenie przywołane zostały wymienione wyżej normy.

Jeśli w projekcie przywołano np. PN-B 03150:2000 lub PN-B 03150:1981; EN 518 i EN 519; EN 1194; EN 338:1999 (lub później datowaną, ale wcześniejszą wersję niż 2016); normy DIN (nie DIN-EN) – projekt taki należy zwrócić projektantowi celem poprawy i przeprojektowania

z zastosowaniem poprawnych i aktualnych norm. Tu warto zatrzymać się nad kwestią obowiązywania norm. Teoretycznie stosowanie norm jest dobrowolne. Niemniej jednak od większości reguł są wyjątki – i tak też jest w sytuacji dobrowolności stosowania norm.

Rozporządzenie w sprawie warunków technicznych [1]:

- zawiera w Załączniku 1 wykaz norm powołanych w Rozporządzeniu (i tu wymienione są między innymi normy PN-EN 1990 [N8], wszystkie części PN-EN 1991 [N9-N12], jak i PN-EN 1995 [N13-N14]);
- wskazuje w paragrafie 204, punkt 4: „*Warunki bezpieczeństwa konstrukcji, o których mowa w ust. 1, uznaje się za spełnione, jeżeli konstrukcja ta odpowiada Polskim Normom dotyczącym projektowania i obliczania konstrukcji.*”

Dodatkowo trzeba tu też przywołać Ustawę o wyrobach budowlanych [7], która w artykule 5 ustęp 1 wskazuje: „*Wyrób budowlany objęty normą zharmonizowaną lub zgodny z wydaną dla niego europejską oceną techniczną, może być wprowadzony do obrotu lub udostępniany na rynku krajowym wyłącznie zgodnie z rozporządzeniem Nr 305/2011.*” Rozporządzenie Nr 305/2011 [1] natomiast ustanowiło zharmonizowane warunki wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych. Zgodnie z tym Rozporządzeniem każdy wyrób objęty normą zharmonizowaną musi być oznakowany CE i dostarczony wraz z kopią deklaracji właściwości użytkowych – czyli normy zharmonizowane są wymagane do stosowania przy wprowadzaniu do obrotu (np. sprzedaży) takich wyrobów.

Klasy wytrzymałościowe drewna i poszczególnych wyrobów na jego bazie należy przyjmować zgodnie z wymaganiami wskazanymi w Rozdziale 2 niniejszego poradnika. Należy pamiętać, że nie wszystkie klasy drewna wymienione w normie EN 338:2016 [N5] są powszechnie dostępne. Najbardziej dostępne są klasy C18 i C24 (klasa C24 jest najczęściej stosowana przez świadomych projektantów w projektowaniu konstrukcji drewnianych). Klasa C30 jest dostępna rzadko, a dostępność klas wyższych jest znikoma. Można oczywiście zastosować w indywidualnej sytuacji klasę C30 lub C35 – ale jedynie pod warunkiem wcześniejszego zapewnienia sobie możliwości dostawy na indywidualne zamówienie projektowanych elementów.

**Ważne** – im wyższa klasa drewna, tym dostępność elementów o większych wymiarach przekroju i długościach jest mniejsza. Dlatego – dla bezpieczeństwa i spokoju podczas realizacji w powszechnym projektowaniu – sugeruje się nie stosować klas wyższych niż C24. Zdarzają się (na szczęście rzadko) projektanci, którzy potrafią przyjąć w projekcie klasy wyższe – nawet C40. Taki projektant nie jest odpowiednim partnerem do projektowania naszego domu czy obiektu – z racji na brak praktycznej znajomości uwarunkowań (w tym dotyczących rynku) związanych z projektowaniem konstrukcji drewnianych.

Szersze omówienie podstaw projektowania znajduje się w częściach poradnika przeznaczonych dla projektanta i wykonawcy.



### 3.2 Zakres projektu – wymagany przepisami i wymagany z punktu widzenia bezpiecznej oraz bezproblemowej realizacji

Wielu inwestorów zapewne podeszło z zadowoleniem do ostatnich zmian prawa budowlanego, związanych ze zmniejszeniem wymagań stawianych projektowi budowlanemu, składanemu do pozwolenia na budowę; z możliwością budowy domów jednorodzinnych na zgłoszenie czy też w końcu z możliwością skorzystania z bardzo uproszczonej ścieżki w przypadku budowy domów jednorodzinnych o powierzchni zabudowy do 70 m<sup>2</sup>. Tu trzeba jednak zatrzymać się nad różnicą między „niezbędnym formalnym minimum”, które wydaje się być łatwym i przyjemnym, a rzeczywiście potrzebnym zakresem projektu, niezbędnego do realizacji bezpiecznego w użytkowaniu obiektu. Podkreślamy ten aspekt w wielu miejscach poradnika, aby utrwalić świadomość, że formalności to jedno, a budowa domu czy innego obiektu – to coś zupełnie innego (w oparciu o projekt w zakresie niezbędnym z punktu widzenia formalnego nie da się niczego wybudować). Nie jest naszym celem przestraszenie czy zniechęcenie do budowy, a przeciwnie – wskazanie niezbędnych zadań do wykonania, które pomogą uchronić się przed późniejszymi problemami. Opracowując opinie techniczne czy ekspertyzy, rozmawiając z uczestnikami prowadzonych przez nas szkoleń czy też z ludźmi z branży budowlanej – spotykamy się często z problemami wynikającymi z braków i niedoróbek projektowych. Za każdym z takich problemów stoją nieprzewidywane koszty i opóźnienia realizacji. Inwestorzy często dopiero zaczynając budowę orientują się, że zapłacili za „projekt architektoniczno-budowlany”, który pozwolił im na otrzymanie pozwolenia na budowę, ale w żaden sposób nie umożliwia realizacji – i muszą za następny projekt zapłacić kolejną, niemałą kwotę. Jeśli przyjrzymy się poniżej wyszczególnionym wymaganiom stawianym poszczególnym stadiom projektu, jasnym będzie, że dopiero projekt techniczny i wykonawczy pozwalają na rozpoczęcie realizacji. Rozpoczynanie zaś realizacji bez kompletnej dokumentacji, zdając się na umiejętności wykonawcy i zakładając, że ten sobie poradzi – nie jest najlepszym pomysłem.

Prześledźmy więc wymagania i cały proces projektowy – zachowując zasady wiedzy technicznej i dobrych praktyk, a odrzucając niestaranność i kryterium najniższej ceny.

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Rozwoju z dnia 11 września 2020 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego [4] na projekt budowlany składają się następujące elementy:

- projekt zagospodarowania terenu;
- projekt architektoniczno-budowlany;
- projekt techniczny;
- opinie, uzgodnienia, pozwolenia, itp.

**Projekt architektoniczno-budowlany** podlega zatwierdzeniu przez lokalną jednostkę administracji. To w nim określone są podstawowe parametry obiektu, takie jak zamierzony sposób użytkowania, układ i forma architektoniczna, kolorystyka, kubatura, powierzchnia. Podaje się również wpływ obiektu na środowisko. Należy tutaj podkreślić, że taki projekt stanowi jedynie podstawę do wydania decyzji o pozwoleniu na budowę. Pozwala organowi administracji stwierdzić, czy planowana realizacja jest zgodna z miejscowym planem zagospodarowania

i z przeznaczeniem działki, oraz czy obiekt zostanie właściwie położony na terenie działki, z zachowaniem minimalnych niezbędnych odległości od granic i od innych obiektów.

Projekt architektoniczno-budowlany nie zawiera natomiast informacji pozwalających na rozpoczęcie budowy. Stanowi on tylko podstawę do wykonania projektu technicznego oraz projektów wykonawczych (a w przypadku budownictwa prefabrykowanego również warsztatowych i montażowych) czyli takich, które dopiero pozwolą na wzniesienie obiektu.

**Ważne** – każdy inwestor musi pamiętać, że projekt architektoniczno-budowlany nie zawiera żadnych obliczeń konstrukcji – elementów konstrukcyjnych, połączeń itp. Tak więc widoczne na tym etapie projektu elementy konstrukcji są tylko rysunkiem, paroma kreskami, których rozmieszczenie nie ma nic wspólnego z wymiarami elementów, potrzebnymi do przeniesienia obciążeń. Projekt architektoniczno-budowlany jest koncepcją, która dopiero po wykonaniu kompletnych obliczeń każdego elementu konstrukcji z osobna, konstrukcji jako całości oraz zwymiarowaniu połączeń (obliczeniu ile i jakich łączników potrzeba) stanie się projektem.

**Projekt techniczny** jest elementem niezbędnym z formalnego punktu widzenia do rozpoczęcia budowy (nawet tych, dla których nie jest wymagane zgłoszenie zamiaru rozpoczęcia robót) i musi być dostarczony kierownikowi budowy przed rozpoczęciem prac. Ta część projektu budowlanego nie podlega zatwierdzeniu przez organ administracji. Przedkłada się go do wglądu w Powiatowym Inspektoracie Nadzoru Budowlanego w momencie uzyskiwania pozwolenia na użytkowanie (w przypadkach wymaganych przepisami), a więc już po wybudowaniu obiektu.

Dopiero w projekcie technicznym zawarte są przyjęte rozwiązania materiałowe, schematy statyczne, założenia do obliczeń oraz podstawowe wyniki tych obliczeń. Musimy jednak pamiętać, że niezbędny minimalny zakres projektu technicznego, określony w Rozporządzeniu, nie jest wystarczający do poprowadzenia realizacji. W wymaganym zakresie brak m.in. informacji o rozwiązaniach detali połączeń. Można oczywiście projekt techniczny wykonać w takim stopniu szczegółowości, by mógł służyć już jako ostateczny projekt wykonawczy, natomiast trzeba mieć świadomość, że projekt techniczny zawierający tylko niezbędne minimum nie jest wystarczający. Dlatego o kompletnej dokumentacji możemy mówić dopiero wtedy, gdy mamy również projekt wykonawczy.

**Projekt wykonawczy** jest uszczegółowieniem projektu budowlanego i technicznego i tylko osoby nieodpowiedzialne lub nieświadome rezygnują z jego opracowania. Projekt wykonawczy nie jest tożsamy z projektem warsztatowym czy projektem montażowym. Jego definicja w Rozporządzeniu w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego, jest następująca (§5):

*Projekt wykonawczy stanowi uzupełnienie i uszczegółowienie projektu budowlanego w zakresie i stopniu dokładności niezbędnych do sporządzenia przedmiaru robót, kosztorysu inwestorskiego, przygotowania oferty przez wykonawcę i realizacji robót budowlanych.*

W projekcie wykonawczym konstrukcji drewnianej powinny znajdować się rozwiązania materiałowe i rozwiązania elementów oraz połączeń, zgodne z przyjętymi do obliczeń schematami statycznymi.

**Projekt warsztatowy** – nie jest tożsamy z projektem wykonawczym. Jest to projekt, który sporządza producent na podstawie projektu wykonawczego, służący produkcji i/lub prefabrykacji elementów konstrukcyjnych. Należy pamiętać, że brak jest oficjalnej definicji tego projektu, więc pod pojęciem tym różne osoby mogą rozumieć różne zakresy. Nie można jednak stosować tej nazwy zamiennie do projektu wykonawczego.

**Projekt montażu** – opracowuje się w przypadku dostawy elementów prefabrykowanych celem określenia kolejności, ułożenia czy zespolenia elementów konstrukcyjnych i przegród. Jego zadaniem jest zapewnienie bezpieczeństwa i płynności montażu oraz właściwego zespolenia elementów i przegród. Projekt ten również nie jest tożsamy z projektem wykonawczym.

### **3.3 Konstrukcja drewniana – co powinien zawierać projekt, by obiekt był bezpieczny, a jego użytkowanie bezproblemowe**

Jak wskazano już wcześniej, ani projekt budowlany, ani nawet techniczny nie stanowią podstawy bezpiecznej realizacji.

Bezpieczny projekt konstrukcji drewnianej to projekt, w którym uwzględniono:

- obliczenia i rysunki wszystkich elementów konstrukcyjnych;
- odpowiednią do przewidywanych warunków pracy klasę użytkowania;
- rozwiązania połączeń, stężeń, zamocowań ściągów;
- pracę przestrzenną obiektu;
- obliczenia związane z odpornością ogniową (jeśli wymagana);
- rozwiązania w zakresie instalacji z uwzględnieniem ich przebiegu w powiązaniu z zaprojektowanymi elementami konstrukcyjnymi (tak, by podczas montażu instalacji nie wyniknęły kolizje z elementami konstrukcji);
- rozwiązania detali, które uwzględniają specyfikę konstrukcji drewnianych – np. brak kontaktu elementów drewnianych z gruntem (konieczny dystans) i/lub elementami konstrukcji żelbetowej (konieczna szczelina powietrzna i izolacja), odpowiednie wyprofilowanie cokołu (cokół nie może wystawać poza elewację) i rejonu posadzki na gruncie (wentylacja);
- rozwiązania detali oraz izolacji uwzględniające brak powstawania mostków termicznych. Należy pamiętać, że w odniesieniu do szkieletowych konstrukcji drewnianych kwestie izolacji są integralnie powiązane z bezpiecznym użytkowaniem i trwałością obiektu.

Prace projektowe powinny rozpoczynać się od projektu konstrukcji dachu. Obliczone w wyniku zebrania obciążeń i przyjęcia właściwych schematów statycznych siły stanowią podstawę do dalszych prac projektowych.

Projektując słupy czy ściany, na których oparty jest dach, należy uwzględnić wszystkie działające siły, w tym siły zmiennych znaków (mają wpływ między innymi na rozwiązania połączeń). Należy też podać jednoznacznie przyjmowane w projektowaniu rozwiązania materiałowe (np. zapis typu „słup wykonać z drewna klejonego lub LVL” świadczy o braku projektu w tym zakresie).

Przegrody muszą spełniać wymagania zarówno z punktu widzenia konstrukcji, jak i fizyki budowli. Należy uwzględnić specyfikę projektowanej izolacji i przyjętych rozwiązań, jak i uwzględnić detale, których błędny projekt mógłby skutkować ucieczką ciepła z obiektu (np. rejon połączenia ścian zewnętrznych ze stropami, połączenie płyty balkonu czy nadproża). Właściwa izolacja – to i izolacja połaci dachu oraz poddasza, i ścian, i posadzki na gruncie.

Budynki drewniane jako konstrukcje szkieletowe (otwarte) można wykańczać przy użyciu różnych typów izolacji (styropian, PUR, PIR, wełna skalna, szklana, drzewna, celuloza, słoma, konopie) oraz różnego typu płyt (OSB, MFP, gipsowe, włóknowo-gipsowe, cementowe, magnezowe). Przy użyciu tych materiałów możemy kształtować przegrody o dowolnych parametrach. Bardzo ważnym jest takie dobranie ocieplenia ścian zewnętrznych, aby punkt rosy (wykroplenia pary wodnej) wystąpił w izolacji zewnętrznej a nie w izolacji wewnątrz ściany czy płycie poszycia.

Generalnie należy tak projektować przegrody o drewnianej konstrukcji nośnej, aby nie dochodziło w nich do kondensacji pary wodnej, a jeżeli już do tego dojdzie, przegroda powinna umożliwiać usunięcie nadmiaru wilgoci z przegrody w celu jej osuszenia. W przypadku przegród zewnętrznych, a więc tych narażonych na najbardziej skrajne warunki, budowa przegrody powinna dodatkowo zabezpieczać przed wnikaniem wilgoci z zewnątrz, np. w wyniku wiatru i opadów atmosferycznych. Osiąga się to przede wszystkim poprzez warstwy elewacyjne, w wybranych rozwiązaniach stosując wiatroizolację. Jednocześnie powinno się zapewnić szczelność na przenikanie powietrza przez przegrodę, co realizuje się przy pomocy szczelnych warstw paroizolacyjnych.

W celu weryfikacji możliwości wystąpienia kondensacji pary wodnej w przegrodzie należy uwzględnić cały rok eksploatacji budynku z uwagi na zmienne warunki ciepłno-wilgotnościowe, a więc zarówno miesiące zimowe z ogrzewaniem, przejściowe, jak i letnie. Tylko taki sposób gwarantuje prawidłowe podejście do sprawy i umożliwia uniknięcie np. okresowego zawilgocenia przegrody.

Należy zdawać sobie sprawę, że przegrody zewnętrzne nie służą do usuwania nadmiaru wilgoci z pomieszczeń, nie taka ich rola. Wilgoć z pomieszczeń powinna być usuwana przez sprawnie działającą wentylację, natomiast zadaniem otwartych dyfuzyjnie przegród zewnętrznych jest utrzymanie prawidłowej wilgotności w przegrodzie i jak wspomniano powyżej, w przypadku jej przekroczenia, możliwość łatwego i naturalnego usunięcia jej nadmiaru z przegrody. W przypadku szkieletowych konstrukcji drewnianych jest to szczególnie ważne i ma najistotniejszy wpływ na trwałość rozwiązania. Warto w tym wypadku rozważyć membrany charakteryzujące się zmiennym oporem dyfuzyjnym, które w normalnych warunkach eksploatacji pracują w trybie „otwartym”, zapewniając optymalne warunki wilgotnościowe w przegrodzie, natomiast w przypadku zwiększonego strumienia wilgoci działającego na przegrodę, zwiększają swój opór dyfuzyjny i ograniczają ryzyko zawilgocenia przegrody.

Szczelność budynku ma niebagatelne znaczenie dla standardu energetycznego obiektu, wpływa również na zachowanie właściwego środowiska pracy konstrukcji drewnianej. Dlatego sugerujemy, by w umowie dotyczącej budowy domu z drewna znajdował się zapis o konieczności wykonania próby szczelności i potwierdzeniu założonych w projekcie parametrów. Popularnym i wiarygodnym testem jest „blower door test”.

Przy projektowaniu i wykonywaniu domów należy też zabezpieczyć konstrukcję budynku przed długotrwałym działaniem wilgoci, co dotyczy każdego elementu budynku – od dachu po rozwiązania połączenia z fundamentem.



*Fot. 3.1 Niepoprawnie zaprojektowany i wykonany detal połączenia ściany budynku ze ścianą fundamentową – wykonanie cokół wystającego poza lico ściany skutkuje zaleganiem wody i korozją w obrębie ściany, cokół jest też za niski (fot. E.I. Kotwica)*

Fundamenty dla budownictwa drewnianego projektuje się, podobnie, jak dla każdego innego – mogą być to ławy i stopy fundamentowe, albo płyty fundamentowe. To ostatnie rozwiązanie często stosowane jest w przypadku budownictwa szkieletowego o różnym stopniu prefabrykacji.

W przypadku fundamentów płytowych należy uwzględnić izolację z twardego styropianu lub innego, odpowiedniego i nienasiąkliwego materiału izolacyjnego oraz odpowiednie uzbrojenie płyty. Fundament tego typu wymaga rozplanowania instalacji wodno-kanalizacyjnej oraz ich podejść z jednoczesnym brakiem możliwości zmian na etapie wykańczania obiektu.

Fundamenty w postaci ław i ścian wymagają właściwego zaprojektowania, a w przypadku domów szkieletowych – wykonania wentylacji przestrzeni podpodłogowej.

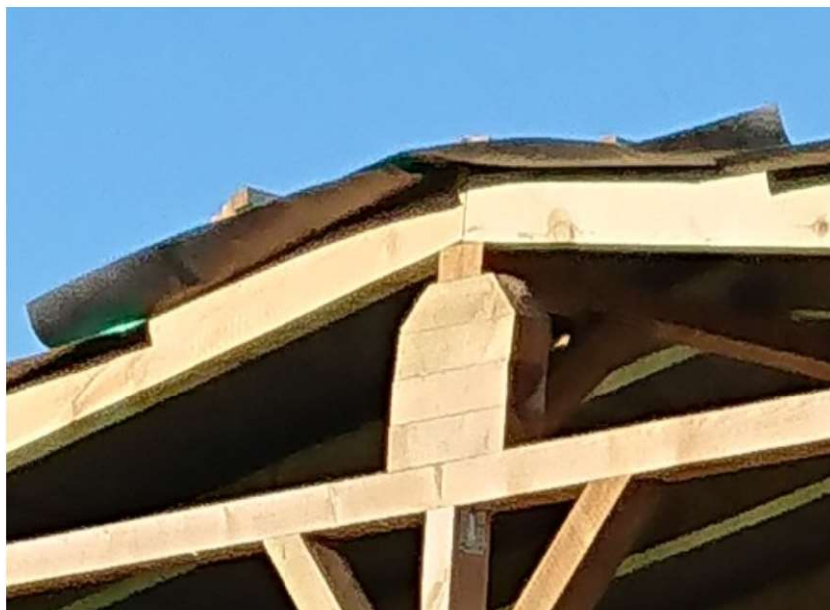
Jeżeli występuje wysoki poziom wód gruntowych, niezbędny jest drenaż.

Nie wolno dopuścić do sytuacji, w której projektant sporządzi niekompletny projekt wskazując, że np. część dotyczącą rozwiązań konstrukcji drewnianej opracuje ktoś później (np. dostawca czy producent). Jeśli decydujemy się na konkretne rozwiązanie systemowe, można oczywiście włączyć producenta do prac projektowych – ale na odpowiednio wczesnym etapie – czyli na etapie projektowania, a nie w czasie, gdy już przystępujemy do realizacji.

Projektant, który dopuszcza lub wręcz zakłada „optymalizację” przyjętych przez siebie rozwiązań – jest wysoce niewiarygodny.

Warto, by inwestor zastanowił się, jaką wartość ma praca projektowa, za którą ma przecież zapłacić, jeśli:

- autor projektu przyjmuje bezpodstawnie zawyżone parametry przekrojów elementów konstrukcyjnych z założeniem, że wykonawca/dostawca te parametry pomniejszy;
- autor projektu nie przedstawia rozwiązań połączeń, detali, czasem nawet obliczeń konstrukcji drewnianej i parametrów przekroju (bo zakłada, że zrobi to w przyszłości wykonawca);
- autor projektu projektuje, stosując wycofane normy i dawno nieaktualne parametry wytrzymałościowe.



*Fot. 3.2 Detal więzara wykonany według fantazji wykonawcy. Praca i bezpieczeństwo takiego rozwiązania są co najmniej dyskusyjne. (fot. E.I. Kotwica)*

Na konieczność zachowania zasady właściwego i kompletnego projektowania konstrukcji należy patrzeć również z punktu widzenia fizyki budowli i zapewnienia właściwych parametrów termicznych obiektu. Niewłaściwie zaprojektowana konstrukcja i/lub niewłaściwie dobrane materiały mogą prowadzić do rozszczelnienia obiektu, do powstania mostków termicznych itp. Kwestie termiczne i energetyczne są ostatnio niezwykle ważne. Niezbędnym jest więc tu wskazanie, że są one nierozdzielnie powiązane z zakresem konstrukcyjnym. Najlepiej zaprojektowany z punktu widzenia fizyki budowli obiekt może docelowo nie spełniać nawet podstawowych wymagań termicznych, jeśli jego konstrukcja zostanie źle zaprojektowana i/lub wykonana. Z drugiej strony niepoprawnie zaprojektowanie kwestii związanych z fizyką budowli może uwidocznic się dopiero po jakimś czasie, w którym konstrukcja będzie ulegała nieprzewidzianej destrukcji.

## **Rozdział 4. Projektowanie i wykonawstwo – czyli jak wybrać dobrego projektanta i dobrego wykonawcę oraz bezpiecznie przejść drogę od przetargu przez projektowanie do realizacji**

### **4.1 Projektant**

Wybierając projektanta należy sprawdzić, jakie obiekty o konstrukcji drewnianej już zaprojektował. Warto poprosić, żeby pokazał przykładowe, opracowane przez siebie projekty. Jeśli projekty są obszerne, oparte na aktualnych normach, zawierają obliczenia i rysunki konstrukcji drewnianej – warto takiego projektanta brać pod uwagę.

W przypadku planowania dużych inwestycji samorządowych np. szkoły, przedszkola czy domów wielorodzinnych – warto by inwestor rozważył wybór opcji „zaprojektuj i wybuduj”. Jest to rozwiązanie wygodne i bezpieczne i nie rodzi problemów natury wykonawczej, gdy wybrany w jednym przetargu (dotyczącym projektu) projektant zaprojektuje inny system prefabrykacji i inne rozwiązania niż stosowany przez wykonawcę wybranego w drugim przetargu (dotyczącym wykonawstwa).

Dobry projektant może nie być najtańszym projektantem – ale czy za surową, nieobrobioną deskę i za drewniany, gotowy stół zapłacimy tyle samo? Projektant, który pokaże nam projekt zawierający obliczenia jednego czy nawet kilku elementów, bez obliczeń i rysunków połączeń, będzie zapewne tańszy, ale niższa cena z reguły jest powiązana z niedoskonałością i brakami w pracy, jaką będzie dla nas wykonywał. To z kolei będzie generowało koszty w przyszłości (powiązane z np. koniecznością opracowania nowej dokumentacji, a w przypadku awarii – ekspertyzy i później naprawy).

Jeżeli projekt wymaga sprawdzenia, zwróćmy uwagę na to, jak długo uprawnienia posiada sprawdzający. Jeśli sprawdzający posiada uprawnienia krócej niż sporządzający projekt i/lub posiada uprawnienia od roku czy dwóch lat – to należy zadać sobie pytanie, czy osoba taka ma wystarczające doświadczenie, by pełnić odpowiedzialną funkcję sprawdzającego.

Jeżeli natomiast decydujemy się na budowę domu bez pozwolenia i bez kierownika budowy – tym bardziej musimy zwracać uwagę, czy projekt (w tym ten dostępny za darmo) jest kompletny i zawiera obliczenia oraz rozwiązania wszystkich elementów konstrukcyjnych oraz połączeń. W takim przypadku szczególnie niebezpieczne jest zakładanie, że projekt architektoniczno-budowlany, czy nawet architektoniczno-budowlany i techniczny wystarczą.

### **4.2 Przetarg**

Niezależnie od zapisów Ustawy Prawo zamówień publicznych [8] inwestor przygotowujący przetarg dotyczący robót budowlanych powinien (dla bezpieczeństwa własnego i przyszłych użytkowników), zapewnić przed rozpoczęciem procesu przetargowego posiadanie dokumentacji uwzględniającej obliczenia konstrukcji.

Obliczenia konstrukcji pozwolą na zapewnienie wprowadzenia do dokumentacji przetargowej (rysunki, specyfikacje, opisy) konkretnych przekrojów elementów konstrukcyjnych, co zapewni jednoznaczność tej dokumentacji. Tym samym wszyscy startujący w przetargu będą mieli równe szanse wyceny prac związanych z realizacją. Przedstawienie kompletnej, popartej obliczeniami

dokumentacji pozwoli też na uniknięcie sytuacji, w której nieuczciwy startujący wyceni nie to, co w dokumentacji projektowej, a konstrukcję „zoptymalizowaną”, czyli o zmniejszonych (często do granicy rozsądku – czyli np. z wykorzystaniem 100% nośności) przekrojach celem maksymalnego obniżenia ceny i wygrania przetargu.

Zabezpieczeniem przed próbą przyjmowania do wyceny przez startującego w przetargu zaniżonych przekrojów elementów konstrukcyjnych w stosunku do przedłożonej dokumentacji jest wpisanie w warunkach przetargu obowiązku realizacji zgodnej z projektem i informacji o braku zgody zamawiającego na dostarczenie i wbudowanie elementów o innych parametrach przekroju, innej klasie i innych właściwościach użytkowych niż określono w projekcie stanowiącym podstawę przetargu.

Opisywany powyżej aspekt również mieści się w puli „dobrych praktyk”, które w niniejszym poradniku staramy się przybliżyć i upowszechnić. Oczywiście w przypadku przetargu „zaprojektuj i wybuduj” nie ma takiej potrzeby, potrzebne jest natomiast poprawne określenie wszystkich wymagań w programie funkcjonalno-użytkowym.

Nie należy więc dopuścić do przetargów dokumentacji o zakresie, jak opisano w poniższym przykładzie:

*„Na opis przedmiotu zamówienia ... składają się:*

- a) *koncepcja architektoniczna;*
- b) *projekt budowlany (branża architektoniczna, instalacji sanitarnych i instalacji elektrycznych);*
- c) *projekt wykonawczy (branża architektoniczna, instalacji sanitarnych i instalacji elektrycznych) ...”*

Wygląda więc, że zapomniano o konstrukcji na etapie przygotowania materiałów do przetargu. Pytanie, czy projekt konstrukcji nie został wymieniony tylko w przywołanym opisie, czy też rzeczywiście na etapie ogłoszenia przetargu projektu konstrukcji jeszcze nie było. Warto tu wspomnieć, że opisywany przypadek dotyczy hali, która wkrótce po oddaniu do użytkowania uległa katastrofie budowlanej.

Opisując przedmiot zamówienia należy wskazać konieczność legitymowania się przez startującego w przetargu doświadczeniem na polu realizacji konstrukcji drewnianych, w tym realizacji obiektów o porównywalnej rozpiętości, jak przedmiot przetargu.

Odrębną kwestią, na którą powinien zwrócić uwagę organizujący przetarg, jest doświadczenie wykonawcy, a w przypadku przetargu dotyczącego projektu lub „zaprojektuj i wybuduj” – również projektanta. Sugeruje się wymaganie minimum 5 letniego doświadczenia od projektanta i wykonawcy. Ponieważ spotykaną praktyką jest tzw. „kupowanie referencji” przez startujących w przetargach – warto zapisać w warunkach przetargu, że Zamawiający nie wyraża zgody na zmiany w zakresie uczestnictwa w realizacji firmy (i konkretnych osób, których doświadczenie zostało wskazane na etapie przetargu). Mówiąc prościej: Firma X startująca w przetargu nie posiada sama doświadczenia w realizacji obiektów o konstrukcji drewnianej – więc przedkłada



referencje firmy Y, wskazując że firma Y (i osoby wymienione, jako posiadające odpowiednie doświadczenie) będzie uczestniczyć w realizacji przedmiotu zamówienia w zakresie konstrukcji drewnianych. W praktyce firma X nie zamierza korzystać z usług firmy Y w zakresie opisanym referencjami gdyż udział taki byłby zbyt drogi, a firma X chce wygrać przetarg i podaje cenę niższą niż wynikająca z konieczności wykonania prac przez specjalistów, wychodząc z założenia, że „jakoś to będzie” jednocześnie wprowadzając inwestora w błąd.

W interesie inwestora jest zatem uprzedzenie faktów i wyegzekwowanie, by firma Y (wraz z osobami, których doświadczenie zostało przedłożone, a nie osobami innymi doświadczenia nie posiadającymi) uczestniczyła fizycznie, a nie tylko „na papierze” w realizacji całego zakresu robót powiązanego z konstrukcją drewnianą. Przykładowe zapisy, sugerowane do umieszczenia w Specyfikacji Istotnych Warunków zamówienia oraz wykonania i odbioru robót budowlanych znajdują się w wytycznych, dostępnych między innymi do pobrania na stronie Stowarzyszenia EDG (Wytyczne do sporządzania: Specyfikacji Istotnych Warunków Zamówienia w odniesieniu do konstrukcji drewnianych – Część I i Specyfikacji Technicznej Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych w zakresie konstrukcji drewnianych – Część II) <https://www.sedg.pl/2022/05/01/opracowanie-siwz-i-stwoir/>

### 4.3 Wykonawstwo

Poniższe kwestie sugeruje się przedyskutować z wykonawcą, zapisując odpowiednie wymagania w umowie, a potem egzekwując ich realizację.

- Dobry wykonawca weryfikuje otrzymany od inwestora projekt minimum pod kątem jego kompletności i zgodności zastosowanych materiałów z wymaganiami Ustawy o wyrobach budowlanych [7]. Powinien też zgłosić bezzwłocznie inwestorowi wszelkie zauważone braki i błędy projektowe – wykonując prace mimo zauważonych błędów i/lub braków wykonawca naraża się na odpowiedzialność karną.
- Dobry wykonawca wykonuje prace zgodnie z projektem – również w zakresie projektowanych wyrobów. W przypadku konstrukcji drewnianej – wykonuje obiekt z zastosowaniem suchego, certyfikowanego drewna w klasie wytrzymałości zgodnej z zaprojektowaną. Wbudowuje materiały tylko zgodne z wymaganiami norm zharmonizowanych lub europejskich albo krajowych ocen technicznych. Zachowuje projektowane schematy statyczne – jeśli jakiś element został np. zaprojektowany jako dwuprzęsłowy, to nie wbudowuje w zamian dwóch elementów jednoprzęsłowych, bo akurat takie zostały mu po poprzedniej budowie.
- Dobry wykonawca opracowuje harmonogram prac tak, by zapewnić, że konstrukcja drewniana zostanie jak najszybciej przekryta/zamknięta. Nie ma oczywiście jednej recepty, po jakim czasie konstrukcja musi zostać zadaszona, inne też okresy będą dla małych, a inne dla dużych obiektów, gdyż wynika to ogólnie z czasu prowadzenia całości prac. Niemniej jednak zasadą stosowaną przez wielu zachodnich (i nie tylko) wykonawców jest tymczasowe zadaszenie konstrukcji drewnianej w przypadku dłuższego czasu jej realizacji. W przypadku

obiektów wielkopowierzchniowych etapuje się prace tak, by montaż pokrycia dachu następował etapami, w miarę montażu konstrukcji.

- Dobry wykonawca składowuje drewno i inne wyroby konstrukcyjne na nim bazujące w sposób niedopuszczający do ich zawilgocenia czy deformacji. Składowanie winno mieć miejsce na podkładach, w odległości minimum 20 cm od podłoża, na przekładkach rozmieszczonych w sposób adekwatny do ciężaru, tak by nie dopuścić do odkształcenia składowanych elementów. Drewno winno być osłonięte np. folią lub plandeką, a fabryczne, szczelne opakowania ponacinane od spodu by umożliwić przewietrzanie i nie dopuścić do kondensacji pary wodnej.



*Fot. 4.1 Niepoprawny sposób składowania więźarów kratowych – widoczne odkształcenia spowodowane nierównościami podparć oraz zbyt bliska odległość od ziemi. (fot. E.I. Kotwica)*

- Dobry wykonawca zapewnia kierownika budowy, który fizycznie będzie uczestniczył w nadzorowaniu prac budowlanych. Każda sytuacja, w której kierownik budowy figuruje wyłącznie w dokumentach, podpisując je i wypełniając dziennik budowy, a nie kontroluje regularnie budowy w rzeczywistości – jest mało bezpieczna dla inwestora. Nierzetelny kierownik budowy (czyli tzw. „figurant”) podpisujący jedynie dokumenty nie zauważy błędnego materiału budowlanego, błędnego wykonawstwa czy niezgodności realizacji z projektem.

Tu warto zatrzymać się nad umożliwioną ostatnimi zmianami Ustawy prawo budowlane [9] realizacją domów do 70 m<sup>2</sup> powierzchni zabudowy bez pozwolenia i bez kierownika budowy. Zdaniem autorów taka realizacja z zastosowaniem budowy „systemem gospodarczym” – czyli bez udziału jakiegokolwiek fachowej siły, może mieć docelowo negatywne skutki dla inwestora, który przecież taki dom buduje dla siebie i będzie w nim mieszkał. Inwestor, nie będący fachowcem, bardzo łatwo może pogubić się przy takiej samodzielnej realizacji, mając do dyspozycji jedynie projekt (często niekompletny) i informacje internetowe. Zwłaszcza, że

rzetelności i kompletności takich informacji czy porad nie jest w stanie ocenić. Budowa domu w oparciu o porady z forum czy stron internetowych to nie jest najlepszy pomysł.

Jeśli zatrudniany jest inspektor nadzoru inwestorskiego – warto dokładnie określić, jakie są nasze oczekiwania i co powinno podlegać szczególnej kontroli. (można w tym celu posłużyć się np. check-listą opublikowaną na końcu poradnika).

## Rozdział 5. Budownictwo drewniane – wady i zalety

### 5.1 Budownictwo drewniane – zalety

Drewno nadaje obiektom przyjazny dla człowieka klimat. To nie jest tylko slogan, a efekt analizy odbioru społecznego budownictwa drewnianego na świecie. Warto zwrócić uwagę, że możliwość wykorzystania elementów konstrukcyjnych jednocześnie jako elementów wystroju wnętrza dodatkowo podkreśla jego walory. W krajach, w których udział budownictwa drewnianego w rynku jest znacznie większy niż w Polsce, ludzie nie tylko nie mają obaw przed zakupem czy budową domu drewnianego, ale traktują mieszkanie w takim domu jako element ekologicznego prestiżu. Z drewna budowane są nie tylko domy mieszkalne ale też liczne obiekty sportowe, edukacyjne, mosty, jak również elementy małej architektury.

Domy i obiekty o konstrukcji drewnianej są bezpieczne. Budowane są nawet na terenach aktywnych sejsmicznie. Jeśli dom drewniany zbudowany na takim terenie okazuje się posiadać (według współczesnej wiedzy) niewystarczające właściwości sejsmiczne – nie jest demontowany, a wzmacniany. Opracowano zaawansowane metody takich wzmocnień, a wykonywane są one z zastosowaniem m.in. ocynkowanych płytek stalowych, drewna i sklejki.

Z punktu widzenia ekologii istotny jest fakt, że drewno jest surowcem naturalnym i w pełni odnawialnym, a dodatkowo wymaga mniejszego zużycia energii przy procesie produkcyjnym niż w przypadku innych materiałów budowlanych. Prowadzone na świecie badania porównawcze podobnych lub takich samych budynków o konstrukcji tradycyjnej oraz drewnianej wskazują, że o ile w przypadku technologii tradycyjnej ma miejsce znaczna emisja dwutlenku węgla do atmosfery, tak proces produkcji i budowy budynku drewnianego pozwala tę emisję znacznie ograniczyć. Jeśli dodatkowo uwzględnimy zdolność do kumulacji CO<sub>2</sub> przez drewno – otrzymamy pełen obraz ekologicznego, drewnianego budownictwa.

Do zalet budownictwa drewnianego należą między innymi:

- Możliwość prowadzenia prac niezależnie od temperatury otoczenia (montaż konstrukcji drewnianej nie jest objęty takimi uwarunkowaniami, jak technologia murowana czy żelbetowa).
- Możliwość prowadzenia prac przy udziale prostych narzędzi i lżejszego sprzętu (np. dźwigi) z uwagi na niski ciężar własny konstrukcji, co przekłada się na niższe koszty realizacji.
- Szybkość realizacji – przy czym realizacja jest tym szybsza, w im większym stopniu sprefabrykowany jest obiekt. (W przypadku budownictwa prefabrykowanego na budowie pozostaje jedynie połączenie gotowych elementów i finalne wykończenie.).
- Możliwość zaprojektowania konstrukcji drewnianej o odporności ogniowej 90, a nawet 120 minut (taką odporność ogniową ma konstrukcja drewniana najwyższego budynku drewnianego na świecie – w norweskim Brumunddal) – bez konieczności stosowania chemicznych impregnatów.
- Drewno przy odpowiednio przyjętych rozwiązaniach dobrze tłumi hałas.

- Drewno zastosowane w konstrukcji pozwala na osiągnięcie bardzo dobrych parametrów termicznych przy niewielkiej grubości i ciężarze ściany. Dobra termika przegrody wiąże się zaś z niskim zapotrzebowaniem na energię.
- Drewno samo w sobie jest „ciepłe” – przy dotyku nie odczuwamy nieprzyjemnego zimna (jak w przypadku stali czy kamienia).

Dzięki możliwości osiągnięcia dobrych parametrów termicznych przy niewielkiej grubości izolacji uzyskuje się zwiększenie powierzchni użytkowej obiektu przy tym samym obrysie zewnętrznym w stosunku do budynku wybudowanego metodą tradycyjną. W USA np. (Construction Advantages Sell Hotel Developer on CLT, woodworks.org) porównano budynek hotelu zbudowanego według tego samego projektu w technologii tradycyjnej oraz z zastosowaniem drewna klejonego warstwowo oraz drewna klejonego krzyżowo. Okazało się, że obiekt wybudowany z zastosowaniem konstrukcji drewnianej miał o 14% większą powierzchnię użytkową niż analogiczny hotel wybudowany z zastosowaniem metod tradycyjnych.

Wskazywana już w wielu miejscach tego poradnika popularność budownictwa drewnianego w innych krajach wiąże się z posiadanym tam większym doświadczeniem projektowo-wykonawczym i badawczym, ale też z większą dbałością o zachowanie zasad wiedzy technicznej i dobrych praktyk. Obiekty takie, jak na fot. 1.7 czy 1.15 – 1.17 nie powstałyby bez szczegółowego projektu.

## 5.2 Budownictwo drewniane – wady

Wiele cech drewna, postrzeganych potocznie jako wady, wcale nie muszą ich stanowić. Jeśli przeanalizujemy, co postrzegane jest jako negatywna cecha drewna, zobaczymy, że to nie drewno samo w sobie jest winne, a błędne podejście projektowe, wykonawcze czy użytkowe.

Tablica 5.1 Zestawienie cech uważanych potocznie za wady drewna

cecha	opis	uwagi
zmiany wymiarów przy zmianach wilgotności	Prawda – drewno pod wpływem wilgoci pęcznieje, a przy zmniejszaniu poziomu wilgotności w otoczeniu zmniejsza swoją objętość i pęka	Każdy materiał budowlany ma ograniczenia stosowania, materiały nasiąkliwe nie lubią wilgoci, materiały kruche będą pękać pod wpływem uderzenia. Nikt nie mówi, że szkło jest złe, gdyż przy nawet niewielkim uderzeniu rozbija się na ostre kawałki.  W przypadku drewna wystarczy zapewnić stabilną wilgotność otoczenia (która to stabilność jest też potrzebna dla dobrego samopoczucia człowieka).
możliwość wystąpienia korozji biologicznej z	Prawda – w niesprzyjających warunkach drewno może być	Wiele materiałów budowlanych w niesprzyjających warunkach

cecha	opis	uwagi
powiązaniem obniżeniem trwałości	objęte korozją biologiczną.	podlega korozji – choćby popularnie stosowana stal. I tak samo, jak w przypadku stali, i dla drewna wystarczy zapewnić właściwe warunki pracy, by korozja nie zaistniała. Stabilna wilgotność i odpowiednie wentylowanie elementów konstrukcyjnych (zapewnianie szczelin wentylacyjnych).
palność	Prawda – drewno jest palne	<p>Drewno poddane działaniu ognia opala się z zewnątrz, a rdzeń pozostaje bardzo długo nietknięty, pozwalając na przenoszenie obciążeń mimo poddania działaniu ognia. Gdyby przez taki sam czas poddać działaniu ognia element drewniany i stalowy o takiej samej pierwotnej nośności zobaczylibyśmy, że stal „popłynęła” pod wpływem działania ognia tracąc swoje nośne właściwości, a drewno nadal utrzymywałoby funkcję nośną (patrz też Rozdział 6).</p> <p>Dodatkowo profesjonalnie przygotowane drewno konstrukcyjne jest czterostronnie strugane i ma zaokrąglone kanty, a takie przygotowanie powierzchni znacznie utrudnia rozprzestrzenianie się ognia.</p>
problemy z akustyką	Częściowo prawda	<p>W budynku szkieletowym mogą wystąpić problemy natury akustycznej. Jak zwykle jednak – i tu jest pewne „ale”. Jeśli bowiem poprawnie zostaną zaprojektowane detale i zostanie zastosowana izolacja – problemy te nie występują. Oczywiście jeśli nadmiernie oszczędny deweloper zbuduje dom, wykonując pomiędzy lokalami pojedyncze, źle zaizolowane przegrody – może się zdarzyć, że będziemy słyszeć sąsiadów (podobnie zresztą, jak i w domu murowanym czy</p>

cecha	opis	uwagi
		wykonanym z prefabrykatów (żelbetowych). W poprawnie zaprojektowanych i wykonanych obiektach to się nie zdarza.
ograniczona dostępność wymiarów	Częściowo prawda	Drewno lite rzeczywiście możemy pozyskać w ograniczonej puli wymiarów. Dlatego jednak zostały opracowane wyroby konstrukcyjne na bazie drewna (drewno na złącza klinowe, drewno klejone warstwowo itp.) by można było uzyskać znacznie większe długości elementów i parametry przekroju. W przypadku długości elementów z drewna klejonego warstwowo ograniczeniem są względy transportowe i czasem montażowe.

Można by też uznać za mankament drewna jego naturalną cechę, jaką jest anizotropowość i gorsze parametry wytrzymałościowe pod względem ściskania i rozciągania w poprzek włókien – jednakże przy poprawnym zaprojektowaniu nie sprawia to żadnego problemu.

Podsumowując powtórzmy po raz kolejny tę samą tezę – poprawnie zaprojektowane, wbudowane drewno w prawidłowo użytkowanej konstrukcji nie będzie sprawiało problemów.

## Rozdział 6. Wymagania w zakresie bezpieczeństwa pożarowego na etapie projektu, wykonawstwa

### 6.1 Wprowadzenie

Obiektom budowlanym oraz ich poszczególnym częściom stawiane są wymagania podstawowe określone w załączniku I Rozporządzenia [1], do których zalicza się: nośność i stateczność; bezpieczeństwo pożarowe; higienę, zdrowie i środowisko; bezpieczeństwo użytkowania i dostępność obiektów; ochronę przed hałasem; oszczędność energii i izolacyjność cieplną oraz zrównoważone wykorzystanie zasobów naturalnych. Wymagania te dotyczą zamierzonego zastosowania obiektu budowlanego lub jego części, przez cały cykl życia obiektu, biorą pod uwagę przede wszystkim zdrowie i bezpieczeństwo osób mających z nim kontakt przez gospodarczo uzasadniony okres użytkowania.

Z punktu widzenia bezpieczeństwa pożarowego, obiekty budowlane muszą być zaprojektowane i wykonane w taki sposób, aby w przypadku wybuchu pożaru:

- nośność konstrukcji została zachowana przez określony czas;
- powstawanie i rozprzestrzenianie się ognia i dymu w obiektach budowlanych było ograniczone;
- rozprzestrzenianie się ognia na sąsiednie obiekty budowlane było ograniczone;
- osoby znajdujące się wewnątrz mogły opuścić obiekt budowlany lub być uratowane w inny sposób;
- uwzględnione było bezpieczeństwo ekip ratowniczych.

Dokumentem wykonawczym do Rozporządzenia [1] są warunki techniczne [2], które w dziale „VI. Bezpieczeństwo pożarowe”, podają szczegółowe wymagania w omawianym zakresie. Z budowlanego punktu widzenia jest to kluczowy akt prawny w zakresie bezpieczeństwa pożarowego dla projektanta. Akt ten określa m.in. podstawowe definicje wykorzystywane na potrzeby rozporządzenia oraz wskazuje podział budynków na 4 grupy wysokości (N – niskie, ŚW – średniowysokie, W – wysokie i WW – wysokościowe). Ważny w kontekście rozważań jest podział budynków ze względu na sposób ich użytkowania. Zgodnie z kryteriami zawartymi w rozporządzeniu [2] możemy podzielić budynki na mieszkalne, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej charakteryzowane kategorią zagrożenia ludzi (ZL). Wyróżniamy też budynki produkcyjne i magazynowe określane jako PM oraz inwentarskie, służące do hodowli inwentarza, oznaczone literą I.

W grupie budynków ZL możemy wyróżnić pięć kategorii:

- ZL I – zawierające pomieszczenia przeznaczone do jednoczesnego przebywania ponad 50 osób niebędących ich stałymi użytkownikami, a nieprzeznaczone przede wszystkim do użytku ludzi o ograniczonej zdolności poruszania się;
- ZL II – przeznaczone przede wszystkim do użytku ludzi o ograniczonej zdolności poruszania się, takie jak szpitale, żłobki, przedszkola, domy dla osób starszych;
- ZL III – użyteczności publicznej, niezakwalifikowane do ZL I i ZL II;
- ZL IV – mieszkalne, oraz
- ZL V – zamieszkania zbiorowego, niezakwalifikowane do ZL I i ZL II.



Natomiast podział kategorii PM jest zrealizowany poprzez występującą w pomieszczeniu gęstość obciążenia ogniowego. Możemy wyróżnić budynki PM, gdzie występujące obciążenie ogniowe jest mniejsze od  $500 \text{ MJ/m}^2$ . W takim przypadku wymagania w zakresie ochrony przeciwpożarowej są najniższe. Najbardziej restrykcyjne wymagania występują w budynkach PM, gdzie projektowane obciążenie ogniowe będzie większe niż  $4000 \text{ MJ/m}^2$  oraz będzie występowało pomieszczenie zagrożone wybuchem.

Szczególną uwagę należy zwrócić również na to, kiedy Rozporządzenie [2] należy stosować w kontekście wymagań dotyczących ochrony przeciwpożarowej. Co do zasady rozporządzenie to dotyczy przypadków projektowania budynków. Podkreślenia wymaga tu fakt, że wymagania w zakresie bezpieczeństwa pożarowego są w tym akcie prawnym traktowane ze szczególną uwagą i mogą być także obowiązujące względem budynków istniejących, w których stwierdzony zostanie stan zagrożenia życia ludzi.

Niejako miarą restrykcji w zakresie wymagań przeciwpożarowych jest przyporządkowanie danemu budynkowi klasy odporności pożarowej. Parametr ten determinuje wartość odporności ogniowej poszczególnych elementów budynku. Głównym kryterium w zakresie określania klasy odporności pożarowej (mamy 5 klas od A do E) dla budynków ZL jest wysokość, liczba kondygnacji i kategoria zagrożenia ludzi. Natomiast w budynkach PM tym kryterium będzie wysokość oraz przewidywane obciążenie ogniowe. Najwyższa klasa odporności pożarowej A jest przewidziana dla budynków WW (ZL) z wyjątkiem budynków mieszkalnych, gdzie przepisy dopuszczają zaprojektowanie takiego budynku w klasie B. Odnosząc się do budynków PM, klasa A odporności pożarowej jest wymagana dla obiektów, w których projektowana gęstość obciążenia ogniowego jest większa niż  $4000 \text{ MJ/m}^2$  bez względu na wysokość budynku, przy czym nie można budować przy takim obciążeniu ogniowym budynków wyższych niż średniowysokie.

Konsekwencją przyjęcia odpowiedniej klasy odporności pożarowej budynku jest właściwe przyporządkowanie klasy odporności ogniowej poszczególnym elementom budynku. Projektując budynek w klasie A odporności pożarowej, trzeba respektować najbardziej wyśrubowane wymagania w zakresie odporności ogniowej elementów budynku. Odpowiednio dla budynku zaliczanego do klasy E odporności pożarowej elementy te będą, przynajmniej teoretycznie, zwolnione z wymagań dotyczących odporności ogniowej. Klasy odporności ogniowej elementów związane są zarówno z czasem działania na element pożaru standardowego, wyrażonym w minutach (np. 30, 60, 120 czy 240), jak i kryteriami odporności ogniowej, wśród których najpowszechniej wymagana jest nośność ogniowa R, szczelność ogniowa E oraz izolacyjność ogniowa I. Kryteria te są szczegółowo opisane w normie klasyfikacyjnej [N16].

Kolejnym ważnym elementem jest określenie palności materiału z uwagi na fakt występowania przepisów w Rozporządzeniu [2], które nie pozwalają na stosowanie w wybranych przypadkach materiałów palnych np. w oddzieleniach przeciwpożarowych, na schodach ewakuacyjnych. Kwestie palności, ale i innych określeń (np. trudno zapalny, niekapiący) stosowanych w Rozporządzeniu [2] opisane są w załączniku 3, w którym przypisano je do Euroklas, tab. 1 wg normy klasyfikacyjnej [N15].

Tablica 6.1 na podstawie Załącznika 3 do Rozporządzenia w sprawie warunków technicznych [2]

Wyroby budowlane z wyłączeniem posadzek – w tym wykładzin podłogowych				
Określenie dotyczące palności stosowane w Rozporządzeniu [2]		Klasyfikacja wg PN-EN 13501-1 [N15]		
		Klasa podstawowa	Klasy dodatkowe w zakresie	
			Wydzielanie dymu	Występowanie płonących kropli/cząstek
Niepalne		A1	-	-
		A2	s1, s2, s3	d0
		A2	s1, s2, s3	d1, d2
	Niezapalne	B	s1, s2, s3	d0, d1, d2
Palne	Trudno zapalne	C	s1, s2, s3	d0, d1, d2
		D	s1	d0, d1, d2
	Łatwo zapalne	D	s2, s3	d0, d1, d2
		E	-	-
		E	-	d2
Niekapiące		A1	-	-
		A2, B, C, D	s1, s2, s3	d0
Samogasnące		co najmniej E	-	-
Intensywnie dymiące		A2, B, C, D	s3	d0, d1, d2
		E	-	-
		E	-	d2
-		F	Właściwości nieokreślone	

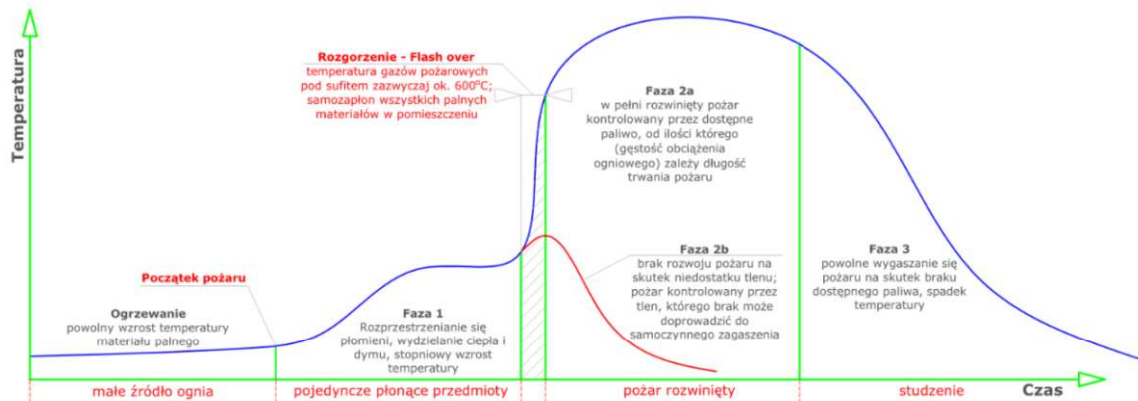
Z innych istotnych zagadnień rozporządzenie [2] przedstawia wymagania z zakresu rozprzestrzeniania ognia, wentylacji pożarowej, ewakuacji, stref pożarowych i wielu innych, mających wpływ na bezpieczeństwo pożarowe budynków, przy czym, przepisy te mają w większości charakter ogólny.

Legislator przewidział kilka odrębnych procedur potwierdzania nierozprzestrzeniania ognia przez elementy w zależności od ich miejsca wbudowania. Jak wspomniano powyżej, załącznik nr 3 Rozporządzenia [2], pozwala przypisać cechę nierozprzestrzeniania ognia przez elementy budynku z wyłączeniem ścian zewnętrznych przy działaniu ognia z zewnątrz budynku. Oznacza to, że elementy wbudowane wewnątrz budynku, aby mogły być uznane za nierozprzestrzeniające ognia muszą się charakteryzować klasą reakcji na ogień, zgodnie z normą [N15]: A1; A2-s1, d0 A2-s2, d0; A2-s3, d0; B-s1, d0; Bs-2, d0 oraz Bs-3, d0 lub stanowiące wyrób o klasie reakcji na ogień, zgodnie z PN-EN 13501-1 [N15]: A1; A2-s1, d0; A2-s2, d0; A2-s3, d0; B-s1, d0; B-s2, d0 oraz B-s3, d0, przy czym warstwa izolacyjna elementów warstwowych powinna mieć klasę reakcji na ogień co najmniej E.

W przypadku oddziaływania zewnętrznego na ściany zewnętrzne stosujemy metodę badawczą opisaną w normie PN-B-02867:2013-06 Ochrona przeciwpożarowa budynków. Metoda badania stopnia rozprzestrzeniania ognia przez ściany [N2].

Podsumowując powyższe rozważania, można je zapisać w formie czterech postulatów:

- materiał budowlany nie powinien być drugim materiałem po materiale palnym podtrzymującym pożar, który się zapalił;
- materiał lub element budowlany nie powinien być przyczyną rozprzestrzeniania się płomieni i produktów spalania;
- materiał lub element budowlany nie powinien przyczyniać się do rozgorzenia, czyli przejścia pożaru w pomieszczeniu w fazę 2a;
- przegrody wykonane z materiałów budowlanych, powinny charakteryzować się oczekiwaną klasą odporności ogniowej.

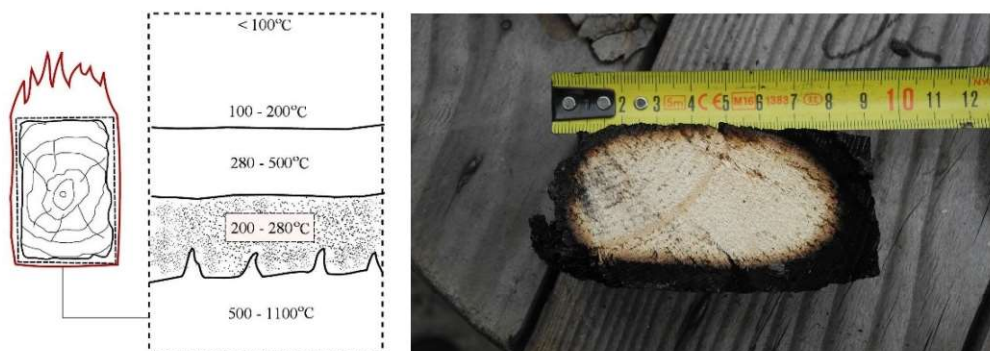


Fot. 6.1. Fazy rozwoju pożaru (rys. P. Sulik)

## 6.2 Zachowanie drewna w ogniu

Drewno jest materiałem palnym, przy czym jest jednocześnie dobrym izolatorem termicznym, dlatego ulega stopniowej degradacji, zaczynając od powierzchni narażonej bezpośrednio na działanie ognia. W przekroju poprzecznym elementu konstrukcji drewnianej poddanego działaniu ognia wyróżnić można pewne wyodrębnione obszary, (fot. 6.2), w których występują różne temperatury i zachodzą różne procesy:

- jądro przekroju, w którym stopniowo wzrasta temperatura, nie przekraczając jednak 100°C;
- obrzeże jądra, w którym w temperaturze 100 do 200°C rozpoczyna się endotermiczny proces pirolizy połączony z wydzieleniem dużych ilości gazów;
- obszar w przedziale temperatur 200 do 280°C, w którym rozpoczyna się zwęglanie; produkty pirolizy powstają w temperaturze ponad 225°C i mogą ulec zapaleniu pod wpływem zewnętrznego płomienia;
- obszar zwęglania w temperaturze ponad 280°C, w którym drewno rozkłada się całkowicie na węgiel drzewny oraz palne i niepalne gazy;
- obszar żarzenia, w którym w temperaturze do 1100°C węgiel drzewny tli się i spala wydzielając dwutlenek węgla i inne produkty lotne.



Fot. 6.2. Zachowanie drewna w ogniu (rys., fot. P. Sulik)

Dla większości gatunków drzew temperatura zapalenia, tzn. punkt zapłonu, waha się w granicach 250 do 300°C. Temperatura samozapalenia się (punkt zapalenia bez dostępu płomienia) waha się w granicach 330 do 470°C. W zwykłych warunkach pożar drewna następuje przeważnie od źródła ognia o temperaturze 700 do 800°C. Po ugaszeniu płomienia zachodzi często ostatni etap procesu spalania, żarzenie się drewna, przy którym następuje bezpłomiennie zwęglanie i spopielenie drewna.

Prędkość zwęglania drewna konstrukcyjnego w pożarze rozwiniętym, w zależności czy jest to drewno klejone czy lite, waha się w przedziale 0.7-0.8 mm/min, co oznacza, że typowa deska o grubości 1 cala (~2.5 cm), w przypadku oddziaływania ognia z jednej strony, będzie potrzebowała od 32 do 36 minut do całkowitej degradacji.

Istotnym elementem jest wspomniana dobra izolacyjność termiczna drewna, co powoduje, że elementy drewniane, pomimo częściowej degradacji warstwy zewnętrznej, zachowują swoją sztywność i w odróżnieniu od np. niepalnej stali, która szybko nagrzewa się w całym przekroju, nie odkształcają się. Pomimo że drewno jako materiał organiczny jest palne, to w sposób aktywny przeciwdziała degradacji. Typowa wartość ciepła właściwego drewna wynosi ok. 1700-1800 J/kgK, natomiast w okolicy 100°C osiąga ponad 13500 J/kgK. Związane jest to z odparowywaniem wody, która znajduje się w drewnie, co wymaga dostarczenia znacznej ilości energii i w konsekwencji spowalnia degradację termiczną drewna i rozwój pożaru.

Podsumowując, drewno zachowuje się w pożarze bardzo przewidywalnie i bezpiecznie. Pomimo swojej palności, w przypadku właściwego projektu, odpowiednich przekrojów poprzecznych i właściwej obróbki, zapewnia oczekiwany poziom bezpieczeństwa.

### 6.3 Reakcja na ogień a konstrukcje drewniane

Niezabezpieczone ogniochronnie drewno charakteryzuje się główną klasą reakcji na ogień D, sporadycznie C, co jest związane z rodzajem drewna, jego klasą wytrzymałościową – a więc i gęstością, zawartością żywicy czy sposobem obróbki powierzchni – np. struganie, fazowanie krawędzi. Odpowiednio zabezpieczone drewno, np. poprzez impregnację ogniochronną, może uzyskać podstawową klasę reakcji na ogień B. Należy w tym miejscu jeszcze raz uwypuklić informacje zasygnalizowane w Rozdziale 1 i zwrócić uwagę, że uzyskanie klasy reakcji na ogień B, co jest równoznaczne z nierozprzestrzenianiem ognia przy działaniu ognia od wewnątrz, jest procesem czasochłonnym, wymagającym odpowiednich warunków oraz przestrzegania kolejności działań opisanych szczegółowo w instrukcji stosowania zabezpieczenia i nie wystarczy

np. pomalować elementy drewniane odpowiednim impregnatem by zapewnić spełnienie tych wymagań. W przypadku gdy kupujemy od producenta elementy drewniane charakteryzujące się klasą reakcji na ogień B, musimy wraz z zakupionym drewnem otrzymać odpowiednie dokumenty, potwierdzające wykonanie wszystkich wymaganych badań typu oraz dokumentów świadczących o prowadzeniu tego procesu pod nadzorem niezależnej jednostki posiadającej stosowne uprawnienia do oceny. Jest to dlatego ważne, bo często się zdarza, że nawet duzi producenci elementów drewnianych, mają ograniczenia technologiczne, by zapewnić zgodne z instrukcją producenta impregnatu uniepalniającego, wykonanie wszystkich niezbędnych czynności wymaganych do uzyskania klasy reakcji na ogień B. Nieco inaczej to wygląda w przypadku gdy na budowie poddajemy elementy drewniane uniepalnieniu, na własną odpowiedzialność. W przypadku gdy dotyczy to niewielkiej ilości elementów i zostaną spełnione wszystkie wymagania instrukcji aplikacji prawidłowo wprowadzonego do obrotu preparatu może mieć to uzasadnienie, natomiast w przypadku większej ilości drewna, jak wskazuje doświadczenie autorów, jest to bardzo trudne do uzyskania i dlatego nie jest zalecane. Bez względu więc na uzyskaną klasę reakcji na ogień, z przedziału od B do D, drewno zawsze jest materiałem palnym.

Nieco inaczej wygląda sytuacja gdy elementy drewniane pełnią rolę nośnego szkieletu, który jest obłożony płytami, np. na bazie gipsu. Jak wykazały badania, już dowolna okładzina z płyty gipsowo-kartonowej typu A zapewnia uzyskanie głównej klasy reakcji na ogień B, co oznacza, że mamy do czynienia z wyrobem niezapalnym.

Metoda weryfikacji badawczej w zakresie reakcji na ogień zależy od przeznaczenia elementu i oczekiwanej klasy reakcji na ogień. W przypadku elementów drewnianych, a więc w zakresie klas reakcji na ogień, od B do D, wykorzystuje się, dwie metody opisane w [N17] i [N29]. Zazwyczaj decydujące o wyniku jest badanie wg [N17], które wykorzystuje próbki w kształcie narożnika, o wymiarach 50×100×150 cm, fot. 6.3.

#### **6.4 Rozprzestrzenianie ognia a konstrukcje drewniane**

W przypadku rozprzestrzeniania ognia mamy odmienne metody badawcze dla rozwiązań stosowanych wewnątrz budynku i na zewnątrz budynku.

W przypadku oddziaływania zewnętrznego na ściany zewnętrzne stosujemy metodę badawczą opisaną w normie PN-B-02867:2013-06 Ochrona przeciwpożarowa budynków. Metoda badania stopnia rozprzestrzeniania ognia przez ściany [N2]. W przypadku tej metody, odpowiednio zaimpregnowane ogniochronnie elementy drewniane, wbudowane na elewacji również mogą spełnić wymaganie nierozprzestrzeniania ognia, fot. 6.4.

W przypadku zastosowań wewnętrznych, zaimpregnowane preparatem uniepalniającym, elementy drewniane muszą uzyskać główną klasę reakcji na ogień B, wtedy zgodnie z Rozdziałem 6.2, elementy takie będzie można uznać za nierozprzestrzeniające ognia. W przypadku drewnianych konstrukcji szkieletowych z okładzinami niepalnymi, tak jak wspomniano w Rozdziale 6.4. uzyskuje się w badaniach klasę reakcji na ogień B, a więc jest to rozwiązanie nierozprzestrzeniające ognia, przy działaniu ognia od wewnątrz, fot. 6.4.



a)



b)



c)



d)

Fot. 6.3. Widok elementów drewnianych po badaniu SBI [N17]: a) i b) – elementy drewniane nieosłonięte; c i d – elementy drewniane osłonięte pojedynczą płytą gipsowo-kartonową typu A i szklaną wełną mineralną. (fot. P. Sulik)



a)



b)

Fot. 6.4. Widok drewnianych elementów elewacyjnych po badaniu wg [N2]: a) i b) – elementy drewniane zabezpieczone impregnatem uniepalniającym, nie rozprzestrzeniły ognia (fot. Z archiwum ITB)

## 6.5 Odporność ogniowa a konstrukcje drewniane

Ocena konstrukcji drewnianych w zakresie odporności ogniowej wypada bardzo korzystnie. Jak wspomniano powyżej, drewno jest izolatorem termicznym, więc nie nagrzewa się w całym przekroju, do tego aktywnie się chroni przed zapaleniem wydzielając zgromadzoną wodę, a dodatkowo powstała przy spaleniu zwęglina dodatkowo izoluje rdzeń przekroju. Dzięki temu elementy drewniane bardzo długo zachowują sztywność, co jest bardzo istotne w ocenie odporności ogniowej.

Dla wybranych układów, odporność ogniową można wyznaczyć wykorzystując metody obliczeniowe [N14], jednakże najczęściej weryfikuje się ją badawczo, fot. 6.5. Metody obliczeniowe najczęściej wykorzystuje się w przypadku elementów liniowych np. belka, czy słup. Obliczenia nie są skomplikowane i bazują na wyznaczeniu przekroju zwęglonego i weryfikacji nośności. Grubość zwęglenia zależy przede wszystkim od czasu działania ognia oraz prędkości zwęglania drewna. W przypadku układów szkieletowych, zazwyczaj odporność ogniową ustala się doświadczalnie, fot. 6.6. W tym przypadku decydujące znaczenie odgrywają niepalne okładziny, które skutecznie zabezpieczają elementy drewniane odpowiedzialne za przenoszenie obciążeń, przed termiczną degradacją. Związane jest to m.in. ze składem płyt i ich właściwościami. Przykładowo w płytach na bazie gipsu, zawartość wody związanej chemicznie w gipsie wynosi 21%. Woda ta w trakcie nagrzewania płyt, jest uwalniana, tworząc skuteczną barierę przed oddziaływaniem termicznym dla konstrukcji drewnianych. Przykład takiego zachowania płyt został omówiony w Rozdziale 6.7.

Podsumowując, nie istnieją żadne przeciwskazania aby elementy o konstrukcji drewnianej uzyskały klasę odporności ogniowej na poziomie REI 60 czy nawet REI 120. Tego typu rozwiązania są już dostępne na rynku, co oznacza, że kwestie odporności ogniowej w przypadku prawidłowo zaprojektowanych konstrukcji drewnianych nie stanowią problemu technicznego.



a)



b)

Fot. 6.5. Widok elementów o konstrukcji drewnianej od strony nagrzewanej: a) strop przed badaniem, b) ściana po badaniu (fot. Z archiwum ITB)



Fot. 6.6. Widok ściany nośnej o drewnianym szkielecie z okładzinami gipsowo-kartonowymi: a) w trakcie badania, b) po przekroczeniu 60 minut, w trakcie zniszczenia (fot. Z archiwum ITB)

## 6.6 Eksperyment pożarowy

W celu umożliwienia szerszego stosowania konstrukcji drewnianych we współczesnym budownictwie, które wiązało się z obaleniem nieadekwatnych do współczesnych rozwiązań technicznych stereotypów zarzucających konstrukcjom drewnianym niebezpieczne zachowanie w pożarze oraz dostarczenia eksperymentalnie potwierdzonych wiarygodnych danych, które można by wykorzystać przy wprowadzaniu zmian legislacyjnych, zrealizowano projekt badawczy NZP-124, którego kulminacyjnym punktem był eksperyment pożarowy. Projekt ten zrealizowano w Instytucie Techniki Budowlanej (ITB), na zlecenie organów administracji państwowej, przy współudziale Komendy Głównej Państwowej Straży Pożarnej (KGPSP).

Projekt badawczy składał się z trzech zasadniczych etapów, przy czym jego zwieńczeniem był eksperyment pożarowy w skali rzeczywistej dwukondygnacyjnego budynku o szkieletowej konstrukcji drewnianej, zrealizowany w etapie III. W etapie I skoncentrowano się na wyborze dostępnego surowca z uwzględnieniem istniejących w Polsce krain geograficzno-przyrodniczych oraz wykonaniu badań wstępnych uwzględniających sposób obróbki i wykończenia powierzchni drewna. Etap II obejmował typowe badania zgodnie z metodami normowymi, bardzo różnych układów, z zastosowaniem różnych gęstości niepalnych izolacji termicznych, różnych typów okładzin oraz typowych osłabień przegrody, np. otwory.

Model badawczy oraz scenariusze badawcze były uzgodnione z KGPSP. W wyniku tych ustaleń przygotowano budynek w części dwukondygnacyjny, z normowym obciążeniem stropu. W celu oceny możliwości dotarcia ratowników do miejsca zdarzenia wybudowano dłuższy korytarz, co pozwoliło na ocenę rozwoju zadymienia i możliwości prowadzenia akcji ratunkowej, fot. 6.7 i 6.8. Model badawczy został wyposażony we wszelkie rury, kable, gniazdka i kanały wentylacyjne jakie spotyka się w typowym budynku mieszkalnym, z uwagi na możliwość rozprzestrzeniania się pożaru przez te elementy. Dodatkowo przewidziano podczas badania powstanie w lokalu typowych uszkodzeń spotykanych w budownictwie mieszkaniowym, np. nieciągłości okładzin wynikających z otworów wykonanych przez lokatorów, itp. łączna powierzchnia budynku wynosiła 110.5 m<sup>2</sup>.





Fot. 6.7. Rozkład pomieszczeń w budynku o konstrukcji drewnianej wykorzystanego w eksperymencie pożarowym a) - rzut parteru, b) – rzut I piętra (rys. P. Sulik)

W uzgodnieniu z KGPSP przeprowadzono 3 scenariusze pożarowe dla pożarów wewnętrznych:

- symulacja pożaru w małym pomieszczeniu, przy założeniu, że sam ulegnie zagaszeniu. P1 – pożar kanapy, gęstość obciążenia ogniowego  $250 \text{ MJ/m}^2$ ;
- symulacja pożaru o większej mocy w małym pomieszczeniu – ocena zachowania ścian konstrukcyjnych i osłonowych oraz dachu. P2 - pożar kuchni, gęstość obciążenia ogniowego  $500 \text{ MJ/m}^2$ ;
- symulacja pożaru o dużej mocy w największym pomieszczeniu – ocena zachowania stropów i ścian, ocena możliwości prowadzenia akcji ratowniczej. P3 – pożar parametryczny wg EC1, gęstość obciążenia ogniowego  $1000 \text{ MJ/m}^2$ , obciążenie stropu  $2 \text{ kN/m}^2$ .

Ponadto przeprowadzono trzy scenariusze pożarowe dla ognia zewnętrznego, podczas których oceniono trzy różne typy elewacji: ETICS (Z1) i dwie odmiany elewacji wentylowanej (Z2 i Z3).



a)



b)



c)



d)

Fot. 6.8. Budynek poddany eksperymentowi pożarowemu a, b) – widok z zewnątrz, c i d) – widok wnętrza (fot. P. Sulik)

W celu rejestracji wyników badań, zainstalowano wewnątrz pomieszczeń 10 specjalnych kamer o podwyższonej odporności na działanie temperatur pożarowych oraz termopary do pomiaru temperatury w czasie rzeczywistym wewnątrz budynku (44 miejsca pomiarowe) i na zewnątrz (24 miejsca pomiarowe). Dodatkowo z zewnątrz cały eksperyment był filmowany przez trzy kamery, w tym kamerę zainstalowaną na dronie.

Jako paliwo wykorzystano sezonowane do stałej wilgotności drewno sosnowe, ułożone w ażurowe stopy w taki sposób, aby pożar był kontrolowany przede wszystkim przez wentylację lub paliwo a jak w najmniejszym stopniu przez brak dostępu do paliwa. Literatura światowa wskazuje, że dla typowych budynków mieszkalnych, hoteli, biur, szkół czy szpitali należy założyć maksymalną szybkość wydzielania ciepła HRR na poziomie 5 MW, natomiast dla sklepów czy centrów handlowych na poziomie 10 MW. W celu odwzorowania maksymalnie niekorzystnych warunków w prowadzonych badaniach, a więc weryfikacji zachowania drewnianej konstrukcji budynku w ekstremalnych warunkach pożarowych, znacznie przekraczano moc pożaru powyżej 5 MW i odpowiednio w scenariuszu pożarowym P1 przyjęto ją na poziomie 7.8 MW, natomiast w scenariuszach P2 i P3 przekraczano 10 MW. Przykładowe rozmieszczenie paliwa oraz obciążenie stropu przedstawiono na fot. 6.9.



a)



b)

Fot. 6.9. Przykładowe rozmieszczenie paliwa a) i obciążenie stropu b) (fot. P. Sulik)

Widok wybranych pożarów zrealizowanych podczas eksperymentu przedstawiono na fot. 6.10, a wybrane wyniki rozkładu temperatur w czasie, dla scenariusza pożarowego P3 przedstawiono na fot. 6.11. Na fot. 6.12 przedstawiono z kolei widok poszczególnych elementów o konstrukcji drewnianej podczas sekcji po pożarze. Na rysunku tym wyraźnie widać, że pomimo kilkudziesięciu minut pożaru, z temperaturami lokalnie osiągającymi  $1000^{\circ}\text{C}$ , okładziny zaizolowały konstrukcję drewnianą na tyle skutecznie, że nie uległa ona zniszczeniu. Wyraźnie również widać, że temperatury na powierzchni konstrukcji drewnianej ścian były na tyle niskie, że nie tylko nie zwęgliły drewna, ale również nie stopiły folii paroszczelnej.

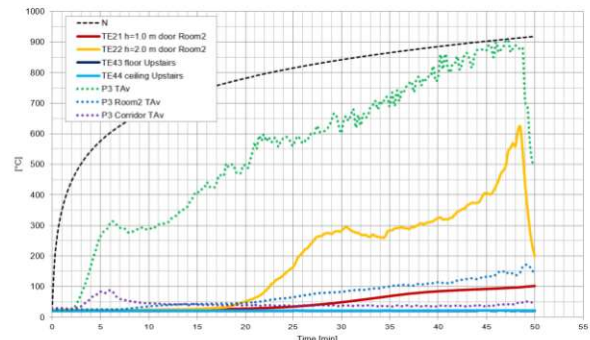
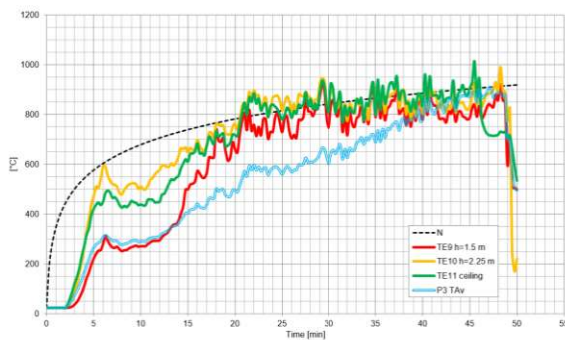


a)



b)

Fot. 6.10. Widok wybranych pożarów podczas eksperymentu: a) P3, b) P2. (fot. P. Sulik)



Fot. 6.11. Scenariusz pożarowy P3 – rozkład pomierzonych temperatur w czasie, w wybranych punktach. (rys. P. Sulik)



Fot. 6.12. Scenariusz pożarowy P3 – widok pomieszczenia po pożarze: a) ściana z odsłoniętymi kolejnymi warstwami, b) strop z odsłoniętymi kolejnymi warstwami, c i d) – widok odsłoniętej, nienaruszonej konstrukcji drewnianej ściany szkieletowej. (fot. P. Sulik)

Eksperyment pożarowy w rzeczywistej skali, czyli 6 pożarów w jednym budynku o konstrukcji drewnianej wykazał, że współczesne budownictwo o drewnianej, szkieletowej konstrukcji jest w pełni bezpiecznym pożarowo rozwiązaniem. O bezpieczeństwie pożarowym budynków o szkielecie drewnianym decydują przede wszystkim niepalne okładziny, niepalne izolacje termiczne, sposób zachowania drewna w ogniu (sztywność elementu) oraz prawidłowy układ przegrody. Potwierdziło się, że bezpieczeństwo pożarowe spełnione jest niejako przy okazji wykonania przegród w odpowiednim standardzie akustycznym i termicznym. Z uwagi na odporność ogniową, ale i parametry akustyczne, ważne jest wykonywanie przegród, z wyłączeniem ścianek działowych, w podwójnym opływowaniu na bazie niepalnych okładzin o podwyższonej gęstości i odporności na działanie ognia. Kluczowym elementem jest sposób mocowania okładzin do szkieletu, który powinien wykorzystywać łączniki mechaniczne, odpowiednio zakotwione i rozmieszczone zgodnie z wytycznymi producenta płyt. Przegrody ścienne i stropowe wykonane w technologii szkieletu drewnianego, w przypadku obicia z każdej strony co najmniej pojedynczą okładziną gipsowo-kartonową typu A, o grubości 12.5 mm, w wykonaniu dokładnym, zapewniają nierozprzestrzenianie ognia przy działaniu ognia od wewnątrz. Bardzo istotną rolę odgrywa szczelność budynków o konstrukcji drewnianej, w tym poszczególnych pomieszczeń, która powoduje, że budynek samodzielnie jest w stanie kontrolować pożar i ograniczać jego skutki, a w skrajnych przypadkach, przy szczelnie

zamkniętych drzwiach i oknach, zdusić źródło ognia na skutek niedoboru tlenu. Otwory na puszki pod instalacje elektryczne, przejścia instalacyjne, itp. powinny być wykonane w klasie odporności ogniowej przegrody. Warto zastosować autonomiczne, domowe czujki pożarowe jako najtańszy i najbardziej skuteczny z powszechnie dostępnych system wykrywania pożaru w pomieszczeniach. Zaleca się stosowanie drzwi dymoszczelnych i o odporności ogniowej w przypadku drzwi wejściowych do mieszkania – drzwi akustyczne, termiczne i antywłamaniowe zazwyczaj już są, więc dodatkowa funkcja ogniowa nie wiąże się ze znacznymi kosztami. Budownictwo drewniane, w tym szkieletowe jest bardzo wrażliwe na jakość wykonania, dlatego rekomenduje się przemysłowy sposób produkcji przegród/budynków, niwelujący błąd ludzki i dostarczanie ich z zakładu produkcyjnego bezpośrednio na budowę.

## 6.7 Podsumowanie

Wymagania z zakresu bezpieczeństwa pożarowego, szczególnie w przypadku przegród, a więc elementów o szkielecie drewnianym z okładzinami, jak wspomniano w Rozdziale 6.2, to tylko 1 z 7 wymagań podstawowych jakie powinny spełniać budynki, co oznacza, że realizacja pozostałych wymagań przy okazji przyczynia się do zapewnienia wymagań z zakresu bezpieczeństwa pożarowego. Przykładem są chociażby wymagania z zakresu akustyki, a dokładnie ochrony przed hałasem, która to cecha w przypadku budynków o konstrukcji szkieletu drewnianego jest dużo większym wyzwaniem niż zapewnienie bezpieczeństwa pożarowego, w odniesieniu do wymagań Rozporządzenia [2]. Największym problemem w przypadku izolacyjności akustycznej jest fakt, że zmiana jednego elementu w przegrodzie, korekta jego grubości lub gęstości skutkuje zmianą izolacyjności całej przegrody. Dochodzi do tego jeszcze ogromny wpływ rozwiązań połączeń poszczególnych przegród budynku i precyzja ich wykonania, czyli dokładnie te same cechy jakie są istotne przy ocenie np. odporności ogniowej przegrody. W przegrodach o konstrukcji szkieletowej, izolację akustyczną uzyskuje się bazując na układzie masa – sprężyna – masa. Dla ścian masą są płyty poszycia np. gipsowo-kartonowe. Im mają większą gęstość, im większą mają masę, stąd zalecenia układów 2-warstwowego poszycia, tym lepiej. Oznacza to, że np. dwie płyty gipsowo-kartonowe typu DF dają lepszą izolacyjność akustyczną niż jedna płyta typu DF lub A. Analogicznie jest z odpornością ogniową przegrody, gdzie ilość i jakość warstw poszycia odgrywa decydującą rolę dla uzyskanej klasy odporności ogniowej. Sprężyną w omawianym układzie jest przestrzeń, pomiędzy płytami okładzin, gdzie w budynkach o szkielecie drewnianym stosuje się niepalną wełnę mineralną. W przypadku akustyki, drewniany szkielet wpływa niekorzystnie i burzy „czystość” układu masa – sprężyna – masa, dlatego bardzo istotne jest szczelne wypełnienie przestrzeni wełną mineralną o odpowiedniej gęstości i izolacyjności. Z punktu widzenia bezpieczeństwa pożarowego jest to również bardzo istotne z dwóch powodów. Po pierwsze zwiększa się szczelność i izolacyjność ogniową przegrody, a po drugie, szczelnie otulająca elementy drewniane, niepalna wełna mineralna ogranicza możliwość destrukcji termicznej drewnianego szkieletu.

W przypadku stropów jest nieco inaczej, gdyż od dołu bardzo często stosuje się sufity podwieszane, gdzie masę również stanowią płyty poszycia. Od góry izolując strop od dźwięków powietrznych i uderzeniowych najczęściej stosuje się suchy jastrych na podkładzie ze specjalnej wełny podłogowej – a więc również rodzaj płyt, w tym wypadku najczęściej gipsowo-włóknowych. W powyższym układzie masą są więc ciągle płyty, od góry

gipsowo-włóknowe i od dołu gipsowo-kartonowe, przy czym nadal obowiązuje zasada, że im ich gęstość jest wyższa oraz większa jest ich grubość, co przekłada się na masę (zalecane podwójne obicie), tym lepiej. Wewnątrz stopu, między belkami, w celu wyjaśnionym powyżej, stosuje się szczelnie ułożoną warstwę wełny mineralnej. Z punktu widzenia bezpieczeństwa pożarowego uzyskujemy więc układ, gdzie palna konstrukcja drewniana zapewniająca sztywność, jest chroniona ze wszystkich stron przez niepalne elementy – płyty, izolację termiczną.

W zakresie akustyki i bezpieczeństwa pożarowego mamy jeszcze jedno podobieństwo. W obydwu przypadkach jakość wykonania przegród, ich szczelność, prawidłowe rozwiązanie detali połączeń, odpowiednie zabezpieczenie elementów instalacji np. puszek elektrycznych, istotnie wpływa na ostateczne parametry przegrody. Oznacza to, że powtarzalność wykonania, odpowiednia kontrola jakości, są kluczowe dla końcowych efektów. Utrzymanie takiego reżimu technologicznego na budowie, przy zmiennych warunkach atmosferycznych, często rotujących się pracownikach, jak wykazuje doświadczenie, jest w zasadzie niewykonalne. Oznacza to, że w przypadku tego typu przegród lub wręcz przestrzennych fragmentów budynków – np. modułów, wymaganą powtarzalność wykonania można uzyskać stosując prefabrykację, a więc wykonywanie elementów w zakładach, w reżimie jakościowym linii produkcyjnej.

Jak wskazuje historia, drewno jest materiałem, który towarzyszy ludzkości w kontekście budownictwa od samego początku i które pierwotnie było bardzo popularne, by po tragicznych pożarach miast np. Londyn 1666 r., Hamburg 1842 r., Kraków 1850 r., czy Chicago 1871 r., jego wykorzystanie w budownictwie zostało administracyjnie ograniczane. Właśnie zagrożenie pożarowe, a konkretnie palność drewna, było podstawowym czynnikiem, który na dziesięciolecia zahamował rozwój budownictwa drewnianego w Polsce. Związane to było z ustanowionymi po II wojnie światowej przepisami, które w początkowej formie odnosiły się do palności, a w późniejszym okresie również do rozprzestrzeniania ognia. Wprowadzane ograniczenia, uwzględniając ówczesne możliwości i materiały, dbały o interes obywateli, niemniej na przestrzeni lat rozwój materiałów i technologii stosowanych w budownictwie doprowadził do tego, że udało się przewyciężyć ograniczenia drewna, dodatkowo uwypuklając jego zalety.

Dostrzegło to Ministerstwo Klimatu i Środowiska, które podjęło usystematyzowaną próbę przełamania ograniczeń prawnych, utrudniających szerszy udział wykorzystania drewna w budownictwie. Działania te wynikały z przesłanek o charakterze globalnym, wszak cele klimatyczne stawiane przed poszczególnymi państwami; potrzeba predefiniowania gospodarki z tej opartej na surowcach kopalnych na rzecz bioekonomii, z odnawialnymi zasobami surowcowymi; gospodarka bezodpadowa; uwzględnianie śladu węglowego; czy w końcu szereg różnych wskaźników, którymi obwarowaliśmy nasze wymagania stawiane budynkom, np. maksymalne zapotrzebowanie na nieodwracalną energię pierwotną  $EP_{max}$ , czy izolacyjność cieplna przegród i związane z nią współczynniki przenikania ciepła  $U_{C(max)}$ , spowodowały, że ponownie dostrzeżono drewno jako ważny materiał budowlany. Potwierdzały to światowe statystyki i tak np. w prowincji Quebec w Kanadzie, w 2016 r., wśród budynków mieszkalnych o wysokości do 4 kondygnacji włącznie, aż 93% stanowiły budynki o konstrukcji drewnianej. Innym przykładem jest Austria, gdzie tradycje budowania z drewna są wielowiekowe. Przy lesistości nieco poniżej 50%, udział budownictwa drewnianego sięga 33%. Szukając analogii do sytuacji w Polsce, warto rozważyć naszych zachodnich sąsiadów, którzy mają lesistość na bardzo podobnym poziomie co Polska, odpowiednio nieco ponad 32% do ponad 30% w Polsce, przy czym udział budownictwa drewnianego w Niemczech sięga 30%, podczas gdy w Polsce wynosi zaledwie ok. 2%.

Dzisiaj, z technicznego punktu widzenia, nie ma żadnych ograniczeń by w szerszy sposób wykorzystywać drewno w budownictwie. Z ogniowego punktu widzenia, przy współczesnych technologiach, to jedne z bezpieczniejszych zachowujących się w pożarze rozwiązań, co oznacza, że bezpieczeństwo pożarowe w przypadku konstrukcji drewnianych nie stanowi problemu, a wręcz przewagę nad innymi technologiami.

## **Rozdział 7. Użytkowanie obiektu o konstrukcji drewnianej, czyli co robić, a czego unikać, by bezpiecznie i bezproblemowo służyć przez lata**

W poprzednich rozdziałach przedstawiliśmy wymagania stawiane projektom i wykonawstwu. Te bowiem aspekty są kluczowe dla długotrwałego i bezpiecznego użytkowania przez cały czas życia obiektu. Jednakże i po zakończeniu budowy, gdy już zamieszkamy w wymarzonej domu czy przełączymy obiekt użytkownikom – ważne jest przestrzeganie podstawowych zasad, powiązanych z codziennym użytkowaniem.

- Twój obiekt drewniany został zbudowany zgodnie z projektem. W projekcie określono obciążenia i schematy statyczne – czyli sposób, w jaki pracuje konstrukcja Twojego obiektu. Nie zmieniaj więc niczego samowolnie – nie usuwaj ścian, nawet działowych, nie wycinaj elementów konstrukcji, bo uznasz, że przeszkadzają. Nie zmieniaj położenia schodów z wycinaniem nowego otworu w stropie.
- Nie naruszaj ciągłości i szczelności obudowy. Ta szczelność obudowy może być jednym z gwarantów bezpieczeństwa pożarowego, zachowania parametrów termicznych i trwałości obiektu.
- Nie podwieszaj dużych ciężarów do belek drewnianych, zwłaszcza zamocowanych bardzo blisko dolnej krawędzi belki. Każde takie działanie bez konsultacji z projektantem może skrócić czas życia obiektu, wpłynąć na pogorszenie bezpieczeństwa pożarowego albo nawet doprowadzić do katastrofy budowlanej.
- Jeśli w obiekcie występują stalowe stężenia i/lub ściągi – pamiętaj o konieczności regularnej kontroli naciągu stężeń oraz ściąągów. Niezbędna jest bieżąca weryfikacja i regulacja naciągu, tak by nie występowały poluzowania i luźne zwisanie stężeń czy ściąągów – bo to będzie oznaczało, że taki nienapięty element konstrukcji nie spełnia roli, którą dla niego przeznaczył projektant.
- Jeśli użytkownikami obiektu są dzieci czy młodzież – warto zwrócić uwagę, czy połączenia konstrukcji drewnianych nie znajdują się w zasięgu ręki, a jakieś nakrętki nie „prowokują”, aby je w ramach zabawy odkręcić. Takie połączenia należy odpowiednio zabezpieczyć tak, by nie były dostępne dla dzieci (np. poprzez obudowę, osłonięcie materacami czy wprowadzenie barierek). Niezbędne jest monitorowanie połączeń (zwłaszcza tych w zasięgu ręki) i dokręcanie na bieżąco śrub.
- Nie dopuszczaj do nagłych zmian wilgotności w pomieszczeniach. Jeśli w budynku o konstrukcji drewnianej wykonywane są prace w technologiach „mokrych” (patrz słowniczek), generujące dużą wilgotność w pomieszczeniach – musisz pamiętać o dobrym wietrzeniu i powolnym suszeniu. Gwałtowne zmiany wilgotności w pomieszczeniu mogą skutkować spękaniem.
- Monitoruj szczelność obudowy oraz pokrycia dachu i na bieżąco usuwaj wszelkie przecieki. Szczegółnej kontroli wymagają okolice kominów, drzwi, okien. Długotrwałe zawilgocenie elementu konstrukcji drewnianej skutkuje niepożądanymi efektami, może doprowadzić do znacznych uszkodzeń konstrukcji. Jeżeli doszło do zawilgocenia elementu, który był wcześniej impregnowany – zwłaszcza impregnatem zapewniającym nierozprzestrzenianie ognia (NRO) – należy uzupełnić powłoki. Jest to szczególnie istotne, jeśli wcześniej zastosowane były wymywalne preparaty. Informacja o zastosowanych impregnatkach powinna być podana w projekcie i dokumentach odbiorowych obiektu.
- Nie dopuszczaj do zalegania dużej warstwy śniegu na dachu, a w przypadku odśnieżania pilnuj, by śnieg nie był gromadzony na dachu w jednym miejscu. Jeśli niezbędne jest odśnieżanie –



zwracaj uwagę na zachowanie szczelności pokrycia (nie pozwalaj na stosowanie ostrych narzędzi, skuwanie lodu, itp.)

- W obiektach zabezpieczonych instalacją tryskaczową należy sprawdzać jej szczelność oraz pilnować, aby była sprawna. Nie wolno spuszczać wody i pozostawiać instalacji nienapełnionej.
- Dbaj o sprawność wentylacji, w tym systemów wentylacyjno-klimatyzacyjnych. W przypadku wentylacji grawitacyjnej zapewniaj dopływ powietrza do obiektu, nie zatykaj otworów nawiewnych. Szczególną uwagę zwracaj na poprawną wentylację pomieszczeń o wysokiej wilgotności (np. łazienki czy hala basenu). W obiektach basenowych nie dopuszczaj do sytuacji wyłączenia wentylacji mechanicznej przy pozostawionej napełnionej niecce basenu.
- Podczas okresowych przeglądów zwracaj uwagę, czy na elementach drewnianych nie wystąpiły spękania. Nie każde spękanie drewna jest niebezpieczne – w literaturze niemieckiej przyjmuje się, że spękania o głębokości do 1/3 szerokości przekroju nie są niebezpieczne, niemniej jednak każdą niepokojącą sytuację konsultuj ze specjalistą. Na pewno niepokojące są spękania o znacznej długości (zwłaszcza na całej długości elementu) i lub dużej głębokości czy spękania w poprzek elementu oraz spękania w rejonie złączy. W przypadku drewna klejonego warstwowo – zawsze niebezpieczne jest rozwarstwienie spoiny klejowej między deskami (lamelami), z których zbudowany jest element klejony warstwowo.
- Przy konserwacji powierzchni elementów drewnianych stosuj środki chemiczne kompatybilne z zastosowanymi przez producenta lub wykonawcę podczas montażu. Źle dobrany środek może przynieść więcej szkody niż pożytku. Zwracaj też uwagę, aby stosować środki zgodnie z przeznaczeniem – do wewnątrz lub na zewnątrz obiektu. W przypadku elementów eksponowanych na opady atmosferyczne częstość konserwacji musi być większa. Szczególną uwagę zwracaj na podstawy słupów lub inne elementy drewniane usytuowane w pobliżu poziomu terenu. Nie dopuszczaj do zalegania śniegu czy wody w takich miejscach.
- Schemat statyczny, czyli zasady pracy każdego elementu konstrukcji oraz obciążenia są ściśle powiązane z występującymi siłami w tych elementach, jak i przekazywanymi na podpory. To z kolei wiąże się z wymiarami przekroju oraz połączeniami. Planując remont czy przebudowę należy zachować przyjęte w projekcie schematy i obciążenia, a każdą zmianę poprzez obliczeniami sprawdzającymi. Dotyczy to zarówno kształtu dachu, jak i np. zmiany pokrycia dachu (np. płatwie, krokwie i łąty zaprojektowane pod pokrycie blachodachówką mogą okazać się niewystarczające w przypadku zmiany lekkiego pokrycia na ciężką dachówkę).
- Elementy konstrukcji muszą pozostać na swoim miejscu i nie mogą być narażone na zawilgocenie czy inne niekorzystne oddziaływania. Jeśli planujemy zmianę usytuowania otworu w ścianie czy stropie należy zweryfikować z projektantem, czy jest taka możliwość. Wprowadzając nowe elementy instalacji nie wolno przecinać elementów konstrukcji ani też kończyć instalacji w przypadkowy sposób.



*Fot. 7.1 Wskutek kolizji wywiewki kanalizacji z elementem konstrukcji, zakończono rurę pod elementem drewnianym, czego efektem jest widoczna na zdjęciu korozja biologiczna elementu drewnianego (fot. U. Kotwica)*

Przedstawione powyżej zasady nie są w żaden sposób skomplikowane, nie odbiegają też znacząco od ogólnych zasad utrzymania obiektu budowlanego. Zlekceważenie ich jednak może rodzić niepożądane skutki i wpłynąć na trwałość obiektu.

## Podsumowanie

Niezależnie od tego, czy budujemy dom jednorodzinny, wielorodzinny czy duży obiekt kubaturowy, np. halę sportowo-widowską – ma być on zrealizowany zgodnie z projektem, projekt musi być kompletny, a zastosowane materiały zgodne z zaprojektowanymi.

Niektóre przedstawione w poradniku informacje mogą zostać odebrane jako właściwe dla budownictwa ogólnego, musimy jednak mieć świadomość, że budownictwo drewniane jest integralną częścią budownictwa ogólnego. Pewne przedstawione w poradniku wymagania dotyczą wyłącznie budownictwa drewnianego, niektóre zaś są takie same dla każdego rodzaju budownictwa.

Konstrukcje drewniane zdobywają coraz większe uznanie jako pozwalające na kształtowanie ekologicznego, przyjaznego dla ludzi środowiska. Europejskie i światowe rekordy w zakresie zastosowanych rozpiętości lub wysokości obiektów o konstrukcji drewnianej nie byłyby możliwe bez prowadzenia badań, rozwijania technologii, poprawnego i kompletnego procesu projektowego oraz profesjonalnego wykonawstwa. Każdy planowany i później budowany przez Państwa obiekt o konstrukcji drewnianej będzie wpisywał się w tworzenie światowej, odpowiedzialnej za środowisko i przyszłe pokolenia, a więc ekologicznej rzeczywistości. Jego budowa i użytkowanie, przy zachowaniu podstawowych zasad przywołanych w niniejszym poradniku, powinny zapewnić bezproblemowy proces realizacji inwestycji, a potem komfortowe, wieloletnie użytkowanie.

Życzymy, by lektura niniejszego Poradnika ułatwiła drogę do obiektu o konstrukcji drewnianej – wymarzonego domu, mieszkania lub planowanego obiektu użyteczności publicznej.

Autorzy

E.I. Kotwica ([ewainga@members.pl](mailto:ewainga@members.pl))

P. Sulik ([p.sulik@itb.pl](mailto:p.sulik@itb.pl)),

U. Kotwica ([ulakotwica@gmail.com](mailto:ulakotwica@gmail.com)),

M. Beśka ([m.beska@sedg.pl](mailto:m.beska@sedg.pl))



Fot. E. I. Kotwica

## Słowniczek

<b>badanie typu (lub wstępne badanie typu)</b>	Jest to część procedury oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych, polegająca na przeprowadzeniu badań i innych procedur (bp. obliczeń), opisanych w specyfikacji technicznej (normie zharmonizowanej, ETA), celem określenia właściwości użytkowych badanych próbek, reprezentatywnych dla danego wyrobu.
<b>biały montaż</b>	Prace hydrauliczne i wykończeniowe z zakresu podłączenia i montażu urządzeń sanitarnych (np. umywalka, wanna, zlew, bidet, ubikacja). Niektórzy do tego zakresu zaliczają też montaż szafek łazienkowych i kuchennych oraz innych elementów wyposażenia łazienek czy kuchni (bez AGD).
<b>budowa „systemem gospodarczym”</b>	Proces budowlany prowadzony w znacznej mierze lub w całości, siłami własnymi inwestora, jego rodziny i znajomych – czyli bez udziału siły fachowej lub z niewielkim jej wykorzystaniem.
<b>budownictwo drewniane prefabrykowane</b>	Obiekty o konstrukcji drewnianej, których elementy powstają w warunkach fabrycznych.
<b>budynek jednorodzinny</b>	Zgodnie z Ustawą Prawo budowlane [9]: budynek wolno stojący albo budynek w zabudowie bliźniaczej, szeregowej lub grupowej, służący zaspokajaniu potrzeb mieszkaniowych, stanowiący konstrukcyjnie samodzielną całość, w którym dopuszcza się wydzielenie nie więcej niż dwóch lokali mieszkalnych albo jednego lokalu mieszkalnego i lokalu użytkowego o powierzchni całkowitej nieprzekraczającej 30% powierzchni całkowitej budynku.
<b>budynek wielorodzinny</b>	Budynek mieszkalny, posiadający więcej niż 2 lokale mieszkalne.
<b>check-lista</b>	Zestawienie punktów, które należy sprawdzić kontrolując zakres prac określony daną check-listą.
<b>deklaracja właściwości użytkowych</b>	Deklaracja wystawiana przez producenta, który deklaruje w niej, jakie właściwości użytkowe posiada objęty nią wyrób. Deklaracja ta referuje do zharmonizowanych specyfikacji technicznych – norm zharmonizowanych lub Europejskich Ocen Technicznych (ETA) i musi zawierać minimum: określenie typu wyrobu; system oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych.
<b>drewno klejone krzyżowo</b>	Elementy płytowe wykonane poprzez krzyżowe sklejenie desek z możliwością zastosowania w środkowych warstwach płyt drewnopochodnych lub LVL.
<b>drewno klejone warstwowo</b>	Konstrukcyjne drewno wykonywane z drewna sortowanego wytrzymałościowo, często z drewna na złącza klinowe – o grubości 6-45 mm (włącznie) poprzez sklejenie w jeden element przynajmniej dwóch desek zwanych lamelami. Drewno klejone warstwowo musi być zgodne z normą zharmonizowaną EN 14080:2013 [N19] i dostarczane z deklaracją właściwości użytkowych i oznakowaniem CE.
<b>drewno na złącza klinowe</b>	Konstrukcyjne drewno iglaste (gatunki wymienione w EN 15497 [N27]) lub topola, w którym maszynowo wykonano na końcach elementów ukształtowane w kliny wycięcia, a następnie połączono je za pomocą określonego normowo kleju. Drewno na złącza klinowe wykonywane jest z drewna sortowanego wytrzymałościowo. Musi być zgodne

	z normą zharmonizowaną EN 15497 [N27] i dostarczane z deklaracją właściwości użytkowych i oznakowaniem CE – dołączonym do dokumentacji handlowej i znajdującym się na każdej sztuce (wyjątki opisane poniżej).
<b>drewno sortowane na sucho</b>	Drewno sortowane przy średniej wilgotności nie większej niż 20%, przy czym (zgodnie z normą EN 14081-1+A1:2011 [N20]) żaden pomiar wilgotności nie może przekroczyć 24%.
<b>Dziennik Oficjalny Unii Europejskiej</b>	Dokument unijny, wydawany w językach państw członkowskich Unii Europejskiej, w którym między innymi publikowane są akty prawne i ich projekty, a w interesującym nas zakresie – zestawienia norm zharmonizowanych.
<b>Europejska Ocena Techniczna (ETA)</b>	Wydawana dla wyrobów, dla których nie ustanowiono normy zharmonizowanej. Jest dokumentem, na podstawie którego producent (po zapewnieniu spełnienia przez wyrób wskazanych w ocenie wymagań) wydaje deklaracje właściwości użytkowych i może oznakować wyrób CE.  Zgodnie z Rozporządzeniem 305/2011 Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) [1]: „oznacza udokumentowaną ocenę właściwości użytkowych wyrobu budowlanego w odniesieniu do jego zasadniczych charakterystyk zgodnie z odnośnym europejskim dokumentem oceny;”
<b>fornir klejony warstwowo (LVL)</b>	Wykonywany poprzez sklejenie arkuszy drewna (najczęściej iglastego) o grubości do 6 mm. Przypomina wyglądem sklejkę, ale wykonaną z grubszych fornirów.
<b>izolacyjność ogniowa I</b>	Zdolność danego elementu próbnego, będącego oddzielającym elementem konstrukcji budowlanej, poddanego działaniu ognia z jednej strony, do ograniczenia przyrostu temperatury na powierzchni nienagrzewanej powyżej danego poziomu. Oceniana jest na podstawie przyrostów temperatury w określonych przez daną normę badawczą miejscach (termoelementy powierzchniowe) oraz w miejscach, w których w trakcie badania wystąpi podejrzenie przekroczenia granicznej wartości przyrostu temperatury (termoelement ruchomy). Wartość przyrostu temperatury maksymalnej w dowolnym punkcie danego elementu wynosi z reguły 180°C (wyjątek stanowią drzwi), a temperatury średniej nie może przekroczyć 140°C.
<b>klasa reakcji na ogień</b>	Określa zachowanie się wyrobu budowlanego podczas pożaru.
<b>klasa użytkowania</b>	Klasa określająca warunki wilgotnościowe występujące w otoczeniu konstrukcji drewnianej przy określonej normowo temperaturze (20°C), które powiązane są z wilgotnością drewna.  Norma Eurokod 5 wskazuje 3 klasy użytkowania.
<b>klasa wytrzymałościowa drewna</b>	Klasa określająca parametry wytrzymałościowe <ul style="list-style-type: none"> <li>• klasy drewna litego, litego łączonego na złącza klinowe oraz sklejonego drewna litego określane są literą C, a wartość liczbowa określa wytrzymałość charakterystyczną na zginanie;</li> <li>• klasy drewna litego wykorzystywanego przy produkcji drewna klejonego warstwowo oznaczane są literą T, a wartość liczbowa określa wytrzymałość charakterystyczną na rozciąganie;</li> <li>• klasy drewna klejonego warstwowo oznaczane są GL, wartość</li> </ul>

	liczbowa określa wytrzymałość charakterystyczną na zginanie; wyróżnia się klasy drewna jednorodnego, oznaczane dodatkowo literą „h” oraz kombinowanego, oznaczane dodatkowo literą „c”.
<b>koncepcja</b>	Pierwsza faza projektu, określająca kwestie funkcjonalne, wygląd, zagospodarowanie itp., w zgodności z oczekiwaniami inwestora (w tym jego możliwościami finansowymi) oraz z wymaganiami przepisów i planu zagospodarowania lub warunków zabudowy.
<b>konstrukcyjne drewno lite</b>	Drewno iglaste (najczęściej świerk i sosna), sortowane wytrzymałościowo i zgodne z normą EN 14081-1 (obecnie norma zharmonizowana EN 14081-1+A1:2011 [N20]), dostarczane z deklaracją właściwości użytkowych i oznakowaniem CE – dołączonym do dokumentacji handlowej i znajdującym się na każdej sztuce (wyjątki opisane w Rozdziale 2).
<b>Krajowa deklaracja właściwości użytkowych</b>	Deklaracja wystawiana przez producenta, który deklaruje w niej, jakie właściwości użytkowe posiada objęty nią wyrób w przypadku wyrobów objętych polską normą wyrobu lub Krajową Oceną Techniczną (KOT).
<b>Krajowa Ocena Techniczna (KOT)</b>	Krajowy dokument oceny, wydawany dla wyrobów nie objętych normą zharmonizowaną (dawniej Aprobata Techniczna). Jest dokumentem, na podstawie którego producent (po zapewnieniu spełnienia przez wyrób wskazanych w ocenie wymagań) wydaje krajową deklarację właściwości użytkowych i może oznakować wyrób znakiem budowlanym.  Ustawa o wyrobach budowlanych [7] definiuje Krajową Ocenę Techniczną jako „udokumentowaną, pozytywną ocenę właściwości użytkowych tych zasadniczych charakterystyk wyrobu budowlanego, które zgodnie z zamierzonym zastosowaniem mają wpływ na spełnienie podstawowych wymagań, o których mowa w art. 5 ust. 1 pkt 1 ustawy Prawo budowlane [9] przez obiekty budowlane, w których wyrób będzie zastosowany;”.
<b>lambda (<math>\lambda</math>)</b>	Współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda$ jest to współczynnik, który określa przenikanie ciepła przez przegrody. Jest odwrotnością współczynnika przenikania ciepła U.
<b>lamela</b>	Komponent stosowany w produkcji drewna klejonego warstwowo, wykonany z konstrukcyjnego drewna litego, a przy większych długościach (zwykle powyżej 6 m) - z drewna na złącza klinowe.
<b>mostek termiczny</b>	Rejon przegrody budowlanej lub połączenia, przez które następuje utrata ciepła z budynku wskutek niewłaściwej izolacji i/lub niepoprawnego wykonania robót budowlanych.
<b>norma zharmonizowana</b>	Norma zawierająca wymagania stawiane wyrobowi, którego dotyczy. Spełnienie wskazanych w niej wymagań zapewnia przydatność tego wyrobu do zamierzonego zastosowania – czyli np. posiadanie deklarowanej wytrzymałości. Stanowi podstawę wydawania deklaracji właściwości użytkowych.  Zgodnie z Rozporządzeniem 305/2011 Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) [1]: „oznacza normę przyjętą przez jeden z europejskich organów normalizacyjnych wymienionych w załączniku I do dyrektywy 98/34/WE, na podstawie wniosku wydanego przez Komisję, zgodnie

	z art. 6 tej dyrektywy;”
<b>nośność ogniowa R</b>	Zdolność konstrukcji lub elementu do przeniesienia obciążania przez określony czas w warunkach pożarowych bez utraty właściwości nośnych. Na podstawie badań, kryteria, które pozwalają ocenić zniszczenie, będą różne w zależności od typu elementu: w przypadku elementów zginanych, np. stropów, dachów – prędkość deformacji (prędkość ugięcia) i stan graniczny rzeczywistej deformacji (ugięcia); w przypadku osiowo obciążanych elementów, np. słupów, ścian – prędkość deformacji (prędkość skrócenia) i stan graniczny rzeczywistej deformacji (skrócenia).
<b>NRO</b>	Cecha związana z rozprzestrzenianiem ognia, stanowiąca o nierozprzestrzenianiu ognia przez element (N).
<b>obiekt użyteczności publicznej</b>	Za rozporządzeniem w sprawie warunków technicznych [2]: budynek przeznaczony na potrzeby administracji publicznej, wymiaru sprawiedliwości, kultury, kultu religijnego, oświaty, szkolnictwa wyższego, nauki, wychowania, opieki zdrowotnej, społecznej lub socjalnej, obsługi bankowej, handlu, gastronomii, usług, w tym usług pocztowych lub telekomunikacyjnych, turystyki, sportu, obsługi pasażerów w transporcie kolejowym, drogowym, lotniczym, morskim lub wodnym śródlądowym, oraz inny budynek przeznaczony do wykonywania podobnych funkcji; za budynek użyteczności publicznej uznaje się także budynek biurowy lub socjalny.
<b>odporność ogniowa</b>	Zgodnie z normą [N30] jest to zdolność próbki do wytrzymania ognia lub do ochrony przed ogniem przez pewien czas. Typowe kryteria stosowane do oceny odporności ogniowej w standardowym teście ogniowym to: R – nośność ogniowa, E – szczelność ogniowa, I – izolacyjność ogniowa, które są powiązane z czasem działania pożaru standardowego (w pełni rozwinięty pożar wewnętrzny). W przypadku odporności ogniowej elementy budowlane zachowują swoje właściwości użytkowe, w zakresie nośności i/lub izolacyjności i szczelności dla elementów oddzielających. Cecha ta pozwala m.in. na ograniczanie rozprzestrzeniania się pożaru rozwiniętego poza obszar wydzielony przegrodami budowlanymi o odporności ogniowej, do sąsiedniej strefy pożarowej. Klasa odporności ogniowej związana jest z fazą 2a rozwoju pożaru.
<b>okres przejściowy</b>	Czas, w którym można stosować równolegle wycofywane przepisy, zastępowane daną normą zharmonizowaną. Data zakończenia okresu przejściowego wskazana jest w Oficjalnym Dzienniku Unii Europejskiej przy każdej opublikowanej tam normie.
<b>opór dyfuzyjny Sd</b>	Określa równoważną dyfuzyjnie grubość warstwy powietrza, która zapewniłaby taki sam opór pary wodnej. Parametr wyrażony jest w metrach i służy do określania paroprzepuszczalności membran.
<b>oznakowanie CE</b>	Za Rozporządzeniem 305/2011 Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) [1] „Oznakowanie CE powinno się umieszczać na wszystkich wyrobach budowlanych, dla których producent sporządził deklarację właściwości użytkowych zgodnie z niniejszym rozporządzeniem.” Oznakowanie umieszczone na każdym elemencie konstrukcyjnym lub

	(w określonych przypadkach na opakowaniu zbiorczym) oraz dołączone do dokumentacji handlowej.
<b>PKN (Polski Komitet Normalizacyjny)</b>	Polska jednostka odpowiadająca za prace normalizacyjne, opracowywanie norm, wprowadzanie norm europejskich, jak i tłumaczenie norm obcojęzycznych.
<b>plan zagospodarowania (miejskowy plan zagospodarowania przestrzennego MPZP)</b>	Akt prawa lokalnego, w którym ustalane jest przeznaczenie terenów nim objętych ze wskazaniem m.in. rodzaju, wysokości, zagęszczenia zabudowy, zasady wydzielania działek, kwestie infrastruktury i komunikacji.
<b>plyta PUR</b>	Płyta warstwowa o wysokich właściwościach izolacyjnych, składająca się z okładzin (blachy) i wnętrza z poliuretanu.
<b>plyta PIR</b>	Płyta warstwowa o wysokich właściwościach izolacyjnych, składająca się z okładzin (blachy) i wnętrza z poliizocyanouranu. W porównaniu z płytami PUR, płyty PIR charakteryzują się lepszym zachowaniem podczas pożaru.
<b>podciąganie kapilarne</b>	Zjawisko polegające na podciąganiu wody ku górze przez drobne rurki w strukturze porowatego materiału, zwane kapilarami.
<b>podwyższenie klasy reakcji na ogień</b>	Impregnacja preparatem, który zastosowany w sposób i ilości potwierdzonych badaniami zapewni podwyższenie klasy reakcji na ogień w stosunku do podanej we właściwej dla wyrobu normie zharmonizowanej.
<b>pozwolenie na budowę</b>	Zgodnie z Ustawą Prawo budowlane [9]: należy przez to rozumieć decyzję administracyjną zezwalającą na rozpoczęcie i prowadzenie budowy lub wykonywanie robót budowlanych innych niż budowa obiektu budowlanego;
<b>prace w technologiach „mokrych”</b>	Prace budowlane czy wykończeniowe z zastosowaniem wyrobów, których technologia montażu wymaga użycia dużej ilości wody na etapie ich wbudowywania – np. murowanie, wylewanie elementów betonowych i żelbetowych, wylewki czy prace tynkarskie.
<b>program funkcjonalno-użytkowy</b>	Zgodnie z Rozporządzeniem w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego [5]: służy do opisu przedmiotu zamówienia, ustalenia planowanych kosztów prac projektowych i robót budowlanych, przygotowania oferty – szczególnie w zakresie obliczenia ceny oferty oraz wykonania prac projektowych.
<b>projekt architektoniczno-budowlany</b>	Określa m.in. rodzaj i kategorię, kubaturę, powierzchnię, układ przestrzenny i formę obiektu, liczbę kondygnacji; wskazane muszą w nim zostać rozwiązania dotyczące kwestii energetycznych, akustycznych, instalacyjnych, bezpieczeństwa pożarowego oraz powiązanych z zanieczyszczeniami i zagospodarowaniem odpadów.
<b>projekt budowlany</b>	Projekt zagospodarowania terenu, projekt architektoniczno-budowlany, projekt techniczny oraz opinie, uzgodnienia, pozwolenia itp.



<b>projekt techniczny</b>	Zawiera m.in. rozwiązania konstrukcyjne obiektu budowlanego, zastosowane schematy konstrukcyjne (statyczne), założenia przyjęte do obliczeń konstrukcji, w tym dotyczące obciążeń, oraz podstawowe wyniki tych obliczeń, jak również rozwiązania dotyczące przegród. Zawiera też rozwiązania techniczno-instalacyjne, dane dotyczące warunków ochrony p.poż. oraz charakterystykę energetyczną budynku.
<b>projekt warsztatowy</b>	Projekt sporządzany przez producenta na podstawie projektu wykonawczego, często z uwzględnieniem własnych rozwiązań systemowych.
<b>projekt wykonawczy</b>	Uszczegółowienie rozwiązań przyjętych w projekcie technicznym z uwzględnieniem obliczeń i rysunków wszystkich elementów konstrukcji oraz rozwiązań detali wszystkich połączeń, stężeń itp.
<b>punkt rosy</b>	Temperatura, w której następuje kondensacja pary wodnej.
<b>reakcja na ogień</b>	Zgodnie z normą [N30] jest to reakcja próbki do badań na działanie ognia w określonych warunkach w próbie ogniowej. Bardziej precyzyjnie, dotyczy materiałów lub wyrobów budowlanych, np. rozwiązań technicznych przegrody i związana jest z ich zachowaniem się pod wpływem działania ognia. Pozwala na ocenę palności materiału/rozwiązania, ocenia czy i jak szybko następuje zapalenie, ile wydziela się przy tym ciepła, czy wytwarzają się płonące krople i jak dużo dymu towarzyszy ich spalaniu. Wszystkie te zjawiska są istotne z uwagi na możliwość wystąpienia i przebieg pożaru, i decydują o zapaleniu. Cecha ta związana jest z okresem przed 1 fazą i z 1 fazą rozwoju pożaru, w przypadku materiałów palnych, kiedy dosyć łatwo jest jeszcze pożar ugasić, fot. 6.1.
<b>Rozporządzenie 305/2011 (CPR) [1]</b>	Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady UE, ustanawiające zharmonizowane warunki wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych. Jego celem było usunięcie przeszkód technicznych w dziedzinie budownictwa, co zrealizowano poprzez ustanowienie zharmonizowanych specyfikacji technicznych (normy zharmonizowane, Europejskie oceny techniczne), które służą ocenie właściwości użytkowych.
<b>rozprzestrzenianie ognia</b>	Zgodnie z normą [PN-EN ISO, 2017] jest to propagacja frontu płomienia, która jest powiązana z szybkością propagacji. Oznacza to zdolność związaną z przenoszeniem się ognia i szybkością jego przenoszenia od miejsca zapłonu do miejsc pierwotnie nie objętych oddziaływaniem ognia. Rozprzestrzenianie ognia najszybciej rozwija się do góry, co jest związane z unoszeniem gorących gazów pożarowych. W kierunkach poziomych następuje ono znacznie wolniej i związane jest np. z przewodzeniem ciepła w przypadku dobrych przewodników. Rozprzestrzenianie ognia związane jest z 1 fazą rozwoju pożaru.
<b>rozwiązania systemowe</b>	Rozwiązania opracowane przez producentów, stanowiące pakiet wyrobów, które wzajemnie się uzupełniają, tworząc kompletny element obiektu, konstrukcji itp. Przykładem rozwiązania systemowego dla konstrukcji drewnianej mogą być stężenia wiatrowe, składające się z taśmy perforowanej, blach węzłowych oraz elementów napinających. Innym przykładem są systemy elewacyjne. Jedną z zasad

	stosowania rozwiązań systemowych jest dbałość o zachowanie kompletności – czyli wykorzystanie wszystkich, a nie tylko wybranych elementów danego systemu.
<b>sklejone drewno lite</b>	Elementy konstrukcyjne powstałe w wyniku sklejania 2 do 5 sortowanych wytrzymałościowo elementów drewnianych o grubości większej niż 45 mm i mniejszej/równej 85 mm. Maksymalna szerokość lub wysokość gotowego elementu nie może przekraczać 280 mm.
<b>system oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych</b>	Sposób deklarowania właściwości użytkowych, powiązany z różnymi zadaniami producenta i jednostki zewnętrznej (notyfikowanej), zależnymi od systemu określonego w normach zharmonizowanych, zdefiniowanego w Rozporządzeniu CPR [1] lub w Rozporządzeniu w sprawie sposobu deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym [3].
<b>szczelność ogniowa E</b>	Zdolność do zapobiegania przechodzenia płomieni i gorących gazów, i jest ona wymagana od elementów pełniących funkcję oddzielającą w czasie pożaru. Przegrody, które nie posiadają szczelności ogniowej, mogą powodować zapalenie materiału będącego w sąsiedztwie przegrody oraz po stronie przeciwnej do działania ognia. W czasie badań ocenia się ją na podstawie następujących wskazań (aspektów): pęknięć lub otworów przekraczających podane wymiary; zapalenia tamponu bawełnianego: tampon bawełniany przykłada do czasu zapalenia i maksymalnie na 30 s, wymagania co do tamponu określono w EN 1363-1; utrzymywania się płomienia na stronie nienagrzewanej przez co najmniej 10 s.
<b>Ustawa o wyrobach budowlanych [7]</b>	Ustawa określająca wymagania stawiane wyrobom budowlanym, wskazująca konieczność stosowania norm zharmonizowanych i Europejskich Ocen Technicznych dla wyrobów, dla których zostały ustanowione, określająca zasady stosowania „jednostkowego zastosowania” i Krajowych Ocen Technicznych.
<b>warunki zabudowy (decyzja o warunkach zabudowy i zagospodarowania przestrzennego)</b>	Wydawane w przypadku zamierzenia realizacji budowy w obszarze, dla którego nie został opracowany plan zagospodarowania przestrzennego, zawierają podobny zakres, jak MPZP dla wskazanego we wniosku obszaru.
<b>współczynnik <math>\mu</math></b>	Współczynnik oporu dyfuzyjnego określa, ile razy opór dyfuzyjny warstwy materiału/przegrody jest większy od warstwy powietrza tej samej grubości, w tych samych warunkach.
<b>współczynnik przenikania ciepła U</b>	Współczynnik przenikania ciepła to ilość ciepła przepływająca w czasie 1 s przez powierzchnię 1 m <sup>2</sup> , gdy różnica temperatur po obu stronach wynosi 1 K.
<b>zabezpieczenie przeciw korozji biologicznej</b>	Sposób ochrony konstrukcji drewnianej przed skutkami działań niekorzystnych czynników, jak np. grzyby, bakterie czy owady, które (często w powiązaniu z wilgotnością) powodują destrukcję konstrukcji.
<b>ZKP (Zakładowa Kontrola Produkcji)</b>	Gwarantuje dochowanie przez producenta reżimów produkcyjnych i wymagań. Zgodnie z Rozporządzeniem 305/2011 Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) [1]: „oznacza udokumentowaną stałą i wewnętrzną kontrolę produkcji w zakładzie produkcyjnym zgodnie ze stosownymi zharmonizowanymi specyfikacjami technicznymi”.

## Literatura

- [L1] Bygg i trä med Fixa och Trixa, praca zbiorowa, Föreningen Sveriges Skogsindustrier, 2011.
- [L2] Dimensionering av träkonstruktionen, del 1-3, praca zbiorowa, Svenskt trä 2015.
- [L3] Fire safety in timber buildings - Technical guideline for Europe, SP Report 2010:19.
- [L4] Fire safety on timber frame construction sites, TRADA Construction briefings, March 2013 (Version 2).
- [L5] Frühwald E., Serrano E., Toratti T, Emilsson A, Thelandersson S., Design of safe timber structures – How can we learn from structural failures in concrete, steel and timber? Technical report, Lund University 2007.
- [L6] Gustaffson A., Eriksson P.-E., Engström S., Wik T., Serrano E., Handbok för beställare och projektörer av flervåningshus i trä, SP rapport 2012:70, Växjö, 2013.
- [L7] Hakaste H., Jalkanen R. Korpivaara A., Rinne H., Siiskonen M., , Eco-Vikki Aims, Implementation and Results, City of Helsinki, Ministry of the Environment 2005.
- [L8] Hantera limträ rätt, praca zbiorowa Föreningen Sveriges Skogsindustrier, 2014.
- [L9] Hantera virket rätt, praca zbiorowa, Föreningen Sveriges Skogsindustrier, 2013.
- [L10] Iwanicki K. Budownictwo wiejskie, Poradnik przy wznoszeniu zabudowań na wsi, Księgarnia Leona Idzikowskiego, Kijów – Warszawa, 1917.
- [L11] Jacob-Freitag Susanne, SternstundEN des Ingenieurholzbaus, Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V, Wupperta, 2017.
- [L12] Kotwica E. I.: Projekt budowlany – zatwierdzony, ale czy poprawny?, Dekarz&Cieśla, 2/2018, str. 74.
- [L13] Kotwica E.I., Hikiert M.A., Krzosek S., Noskowiak A., Nowak T, Policińska-Serwa A., Smardz P., Budownictwo drewniane w Polsce, Ministerstwo Inwestycji i Rozwoju, Warszawa 2017-2018.
- [L14] Kotwica E., Krzosek S., Comparison of sawn timber strength classes determined according old and new standards. Annals of Warsaw University of Life Sciences - SGGW, For. and Wood Technol. 2014; 87: 109-113.
- [L15] Kotwica E., Krzosek S., Technical requirements and practical guide for sawn timber and glulam applications in woodEN constructions. Annals of Warsaw University of Life Sciences - SGGW, For. and Wood Technol. 2013; 83: 57-62.
- [L16] Kotwica E.I.; Noskowiak A.; Kotwica U.; Komentarze do normy PN-EN 14081-1+A1:2011; Ministerstwo Środowiska, Stowarzyszenie EDG, Stowarzyszenie Czarna Woda; 2019.
- [L17] Kotwica E.I., Nożyński W., Konstrukcje drewniane – przykłady obliczeń, Stowarzyszenie Producentów Płyt Drewnopochodnych w Polsce, Szczecin 2015.
- [L18] Kotwica E.I., Sulik P., Obiekt zgodny z przepisami – ale czy bezpieczny? Inżynier Budownictwa 03/2021, 76-79.
- [L19] Kotwica E.I., Sulik P., Nowak T.: Obiekt o konstrukcji drewnianej – od pomysłu przez przepisy do realizacji. Inżynier budownictwa, 09/2020, 24÷25.
- [L20] Kotwica E.I., Tumielewicz E. Wytyczne do sporządzania: Specyfikacji Istotnych Warunków Zamówienia w odniesieniu do konstrukcji drewnianych – Część I oraz Specyfikacji Technicznej Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych w zakresie konstrukcji drewnianych – Część II.
- [L21] Krzosek S. Wytrzymałościowe sortowanie polskiej sosnowej tarcicy konstrukcyjnej różnymi metodami. Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2009.
- [L22] Orton A. The way we build now: Form, scale and technique, reprinted by Spon Press 2011.
- [L23] Raporty badawcze SP, Szwecja.

- [L24] Schickofer G., Brandner r., Baer H., Introduction to CLT, Product Properties, Strength Classes, Joint Conference of FP 1402 and FP 1404, Stockholm, 10.03.2016.
- [L25] Serrano E. LimnologEN – Experiences from an 8- storey timber building, 15. Internationales Holzbau-Forum 09.
- [L26] Sulik P. (2018). Bariery prawne wykorzystania drewna konstrukcyjnego w budownictwie, Materiały Budowlane, nr 12, s. 90-92 DOI: 10.15199/33.2018.12.29.
- [L27] Sulik P. (2021). Bezpieczeństwo pożarowe budynków o konstrukcji drewnianej. Izolacje, 2021, R.26, nr 7-8, s. 86-88, 90, 92-95.
- [L28] Sulik P. (2019): Budynki o konstrukcji drewnianej we współczesnym budownictwie mieszkaniowym. Materiały Budowlane.
- [L29] Sulik P. (2021). Jak legalnie budować więcej budynków wielorodzinnych w szkielet drewnianym? Izolacje, 2021, R.26, nr 9, s. 76,78,80,82.
- [L30] Sulik P., Kotwica E.I.: Od pomysłu przez przepisy do realizacji - bezpieczeństwo pożarowe budynków o konstrukcji drewnianej. Inżynier budownictwa, 10/2020, 74÷75.
- [L31] Sulik P., Sędłak B. (2019): The use of wood in multi-family housing in the aspect of fire safety, Proceedings of Applications of Structural Fire Engineering, ASFE 13-14 June.
- [L32] Warunki Techniczne Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych Konstrukcje drewniane,. ITB Warszawa, 2018.

## Normy

- [N1] PN-B 03007:2013 Konstrukcje budowlane. Dokumentacja techniczna.
- [N2] PN-B-02867:2013-06 Ochrona przeciwpożarowa budynków. Metoda badania stopnia rozprzestrzeniania ognia przez ściany.
- [N3] PN-D 94021:2013-10 Tarcica konstrukcyjna iglasta sortowana metodami wytrzymałościowymi.
- [N4] PN-EN 310:1994 Płyty drewnopochodne – Oznaczanie modułu sprężystości przy zginaniu i wytrzymałości na zginanie.
- [N5] PN-EN 338:2016. Drewno konstrukcyjne. Klasy wytrzymałości.
- [N6] PN-EN 789:2005 Konstrukcje drewniane – Metody badań – Oznaczanie właściwości mechanicznych płyt drewnopochodnych.
- [N7] PN-EN 1912:2012 Drewno konstrukcyjne – Klasy wytrzymałości – Wizualny podział na klasy i gatunki.
- [N8] PN-EN 1990:2004 (wraz z wszystkimi zmianami i poprawkami) Eurokod – Podstawy projektowania konstrukcji.
- [N9] PN-EN 1991-1-1:2004 (wraz z wszystkimi zmianami i poprawkami) Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje – Część 1-1: Oddziaływania ogólne – Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach.
- [N10] PN-EN 1991-1-2:2006 (wraz z wszystkimi zmianami i poprawkami), Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje – Część 1-2: Oddziaływania ogólne – Oddziaływania na konstrukcje w warunkach pożaru.
- [N11] PN-EN 1991-1-3:2005 ((wraz z wszystkimi zmianami i poprawkami) Eurokod 1 – Oddziaływania na konstrukcje – Część 1-3: Oddziaływania ogólne – Obciążenie śniegiem.
- [N12] PN-EN 1991-1-1:2008 ((wraz z wszystkimi zmianami i poprawkami) Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje – Część 1-4: Oddziaływania ogólne – Oddziaływania wiatru.

- [N13] PN-EN 1995-1-1:2010 + A2:2014. Eurokod 5: Projektowanie konstrukcji drewnianych. Część 1-1: Postanowienia ogólne. Reguły ogólne i reguły dotyczące budynków.
- [N14] PN-EN 1995-1-2:2008+NA:2010 Eurokod 5: Projektowanie konstrukcji drewnianych – Część 1-2: Postanowienia ogólne – Projektowanie konstrukcji z uwagi na warunki pożarowe.
- [N15] PN-EN 13501-1:2019 Klasyfikacja ogniowa wyrobów budowlanych i elementów budynków – Część 1: Klasyfikacja na podstawie wyników badań reakcji na ogień).
- [N16] PN-EN 13501-2:2016 Klasyfikacja ogniowa wyrobów budowlanych i elementów budynków – Część 2: Klasyfikacja na podstawie wyników badań odporności ogniowej, z wyłączeniem instalacji wentylacyjnej.
- [N17] PN-EN 13823+A1:2020-11 Badania reakcji na ogień wyrobów budowlanych -- Wyroby budowlane, z wyłączeniem posadzek, poddane oddziaływaniu termicznemu pojedynczego płonącego przedmiotu.
- [N18] PN-EN 13986+A1:2015-06 Płyty drewnopochodne do stosowania w budownictwie – Właściwości, ocena zgodności i oznakowanie.
- [N19] PN-EN 14080-06:2013. Konstrukcje drewniane. Drewno klejone warstwowo i konstrukcyjne sklejone drewno lite. Wymagania. **Uwaga, zmiana tytułu normy.**
- [N20] PN-EN 14081-1+A1:2011. Konstrukcje drewniane. Drewno konstrukcyjne o przekroju prostokątnym sortowane wytrzymałościowo. Część 1: Wymagania ogólne. **(uwaga, norma nieaktualna, ale wciąż obowiązująca jako zharmonizowana).**
- [N21] PN-EN 14081-1:2016 Konstrukcje drewniane. Drewno konstrukcyjne o przekroju prostokątnym sortowane wytrzymałościowo. Część 1: Wymagania ogólne. **(uwaga, norma aktualna ale jeszcze nie zharmonizowana).**
- [N22] PN-EN 14250:2011 Konstrukcje drewniane – Wymagania produkcyjne dotyczące prefabrykowanych elementów konstrukcyjnych łączonych płytkami kolczastymi.
- [N23] PN-EN 14374:2005 Konstrukcje drewniane – Fornir klejony warstwowo (LVL) – Wymagania.
- [N24] PN-EN 14545:2011 Konstrukcje drewniane – łączniki typu wkładek i pierścieni – Wymagania.
- [N25] PN-EN 14592+A1:2012 Konstrukcje drewniane – łączniki trzpieniowe – Wymagania.
- [N26] PN-EN 15228:2009 Drewno konstrukcyjne – Drewno konstrukcyjne zabezpieczone przed korozją biologiczną.
- [N27] PN-EN 15497:2014 Konstrukcyjne drewno lite łączone na złącza klinowe – Wymagania jakościowe i minimalne wymagania produkcyjne.
- [N28] PN-EN 16351:2021 Konstrukcje drewniane – Drewno klejone krzyżowo – Wymagania.
- [N29] PN-EN-ISO 11925-2:2020-09 Badania reakcji na ogień – Zapalność wyrobów poddawanych bezpośredniemu działaniu płomienia – Część 2: Badania przy działaniu pojedynczego płomienia.
- [N30] PN-EN ISO 13943:2017-10 Bezpieczeństwo pożarowe – terminologia.

## Ustawy i Rozporządzenia

- [1] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (EU) nr 305/2011 z dnia 9 marca 2011 r. ustanawiające zharmonizowane warunki wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych i uchylające dyrektywę Rady 89/106/EWG.
- [2] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Dz.U. 2002 nr 75 poz. 690 z późniejszymi zmianami.
- [3] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z 17 listopada 2016 r w sprawie sposobu deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym; Dz. U. 2016 poz. 1966.

- [4] Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 11 września 2020 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego, Dz. U. 2020, poz. 1609.
- [5] Rozporządzenie Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 20 grudnia 2021 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego, Dz. U. 2021, poz. 2454.
- [6] Ustawa o ochronie przeciwpożarowej z dnia 24 sierpnia 1991 Dz. U. 1991 nr 81, poz. 351 z późniejszymi zmianami.
- [7] Ustawa o wyrobach budowlanych z dnia 16 kwietnia 2004 Dz. U. 2004, nr 82, poz. 881 z późniejszymi zmianami.
- [8] Ustawa Prawo zamówień publicznych z dnia 11 września 2019, Dz. U. 2019 poz. 2019 z późniejszymi zmianami.
- [9] Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo Budowlane, Dz.U. 1994 poz. 414 z późniejszymi zmianami.

## Check-lista

Poniżej zestawiono podstawowe punkty, które warto sprawdzić na poszczególnych etapach realizacji.

### Projekt

Ponizsze wymagania z zakresu projektowego dotyczą każdej sytuacji budowy domu czy innego obiektu. Należy je sprawdzić niezależnie od tego, czy obiekt wymaga pozwolenia na budowę, czy też nie, choć w uwagach przywołane zostały względy formalne. Kwestie formalne zostały uwzględy formalne, by możliwe było otrzymanie pozwolenia na budowę, a później rozpoczęcie użytkowania obiektu. Niemniej jednak wiele kwestii niezbędnych ze względów formalnych powiązanych jest z bezpieczeństwem użytkowania, stąd spełnienie ich nie może być sprowadzone wyłącznie do sytuacji, gdy pozwolenie na budowę jest wymagane.

Niektóre wymagania zostały celowo przedstawione przy każdym etapie projektu – by podkreślić, że muszą być one zawarte w każdym etapie i muszą być spójne pomiędzy poszczególnymi projektami.

Nazwa	Opis	Uwagi
Projekt budowlany	<p>Sprawdź, czy projekt zawiera:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• projekt zagospodarowania terenu;</li> <li>• projekt architektoniczno-budowlany;</li> <li>• projekt techniczny;</li> <li>• uzgodnienia.</li> </ul>	<p>Z formalnego punktu widzenia na etapie składania wniosku o pozwolenie na budowę wymagany jest jedynie projekt zagospodarowania terenu oraz projekt architektoniczno-budowlany. Niemniej, jako że niniejsze opracowanie stanowi zbiór dobrych praktyk dotyczących budownictwa drewnianego, zaleca się na etapie wnioskowania o pozwolenie posiadanie projektu technicznego. Wynika to z faktu, że obecny zakres projektu architektoniczno-budowlanego nie obejmuje podstawowych wyników obliczeń. Obliczenia zawarte są dopiero w projekcie technicznym.</p> <p>Zalecenie ma na względzie również aspekt ekonomiczny. Jeżeli na etapie projektu wykonawczego okaże się, że przyjęte w projekcie architektoniczno-budowlanym przekroje są znacząco mniejsze od finalnie zaprojektowanych, mogą ulec zmianie np. gabaryty obiektu takie jak jego wysokość. Takie zmiany mogą wymusić na</p>

Nazwa	Opis	Uwagi
<b>Projekt techniczny</b>		
Projekt techniczny	Upewnij się, że posiadasz projekt techniczny w momencie rozpoczęcia budowy.	Projekt techniczny stanowi część projektu budowlanego i jest wymogiem formalnym koniecznym do rozpoczęcia budowy. Do zgłoszenia rozpoczęcia prac w powiatowym inspektoracie nadzoru budowlanego konieczne jest oświadczenie projektantów o sporządzeniu projektu technicznego. Projekt techniczny musi być przekazany kierownikowi budowy przed rozpoczęciem budowy. Jak wspomniano wyżej, zaleca się, by projekt techniczny był opracowany równoległe z projektem architektoniczno-budowlanym.
Spójność	Sprawdź, czy projekt techniczny jest spójny z projektem architektoniczno-budowlanym oraz z projektem zagospodarowania terenu.	Dokumentacja musi stanowić całość. Zalecane jest, by całość dokumentacji (zarówno projekt budowlany, jak i wykonawczy) wykonywał ten sam zespół projektowy, gdyż jest to gwarancją spójności oraz dobrej koordynacji prac projektowych.
Podstawa opracowania projektu	Sprawdź podstawę opracowania – projekt musi być oparty o Europejskie Normy PN-EN.	Projekt obiektu drewnianego musi być wykonany w oparciu o Europejskie normy PN-EN. Jeżeli projekt powołuje się na Polskie Normy PN-B, nie został wykonany rzetelnie i nie jest zgodny z obecnie obowiązującymi przepisami. Aktualne przepisy i normy wskazano w Rozdziale 3. Ważna zasada – nie mieszać! Nie może być tak, że część obiektu zaprojektowana jest w oparciu o europejskie normy PN-EN, a część w oparciu o polskie normy PN-B. Niedopuszczalna jest



Budownictwo drewniane. Poradnik dla inwestora.

Nazwa	Opis	Uwagi
Fundamentowanie	Upewnij się, że zostały wykonane badania gruntu pod kątem jego nośności oraz poziomu wód gruntowych, oraz że fundament został zaprojektowany z uwzględnieniem występujących warunków gruntowo-wodnych.	Właściwie zaprojektowanie fundamentu (a potem wykonanie) jest jedną z podstaw bezproblemowego i bezpiecznego użytkowania obiektu. Oszczędności na tym etapie projektu mogą sporo kosztować, wiązać się z koniecznością zatrzymania budowy lub z awarią albo katastrofą budowlaną.
Klasa drewna	Upewnij się, że w projekcie – w opisie technicznym oraz na rysunkach – wskazano klasę drewna/materiału założoną do obliczeń, oraz że jest to ta sama klasa.	Zaprojektowane elementy konstrukcji muszą mieć określoną klasę wytrzymałości. Dotyczy to zarówno drewna litego, drewna klejonego oraz wyrobów z materiałów drewnopochodnych. Projekt musi jednoznacznie określać założenia przyjęte do obliczeń, żeby potem nie było niejasności.
Klasa użytkowania	Sprawdź, czy w projekcie, w opisie technicznym oraz na rysunkach dotyczących drewnianych elementów konstrukcji określono klasę użytkowania obiektu (lub klasy użytkowania dla poszczególnych części obiektu).	W projekcie musi być określona klasa użytkowania obiektu. Jest ona zależna od wilgotności, na jaką narażona będzie konstrukcja. Ma wpływ na dobór rozwiązań projektowych/materiałowych, stanowi podstawę do założeń do obliczeń. Jeżeli w projekcie brakuje czytelnej informacji o klasie użytkowania, należy to doprecyzować. Informacja o klasie użytkowania obiektu powinna być zawarta w projekcie technicznym. Szczególnie ważne jest to w przypadku trzeciej klasy użytkowania (przy obiektach najbardziej narażonych na działanie wilgoci). Nie wszystkie materiały i rozwiązania można stosować w trzeciej klasie użytkowania, a niektóre mają w takim wypadku dodatkowe ograniczenia oraz wymagania, które należy spełnić.
Odporność ogniowa	Jeżeli dla planowanego obiektu konieczne jest określenie odporności ogniowej, sprawdź, czy wskazano ją dla wszystkich	Jeśli jest wymagana odporność ogniowa, konstruktor musi przeprowadzić obliczenia, udowadniając spełnienie przez wszystkie elementy wskazanych w opisie wymagań, czyli

Nazwa	Opis	Uwagi
	elementów.	w projekcie musi być oddzielna część powiązana z obliczeniem odporności ogniowej. Muszą też w projekcie znaleźć się rozwiązania połączeń, zapewniające spełnienie wymaganej odporności ogniowej Szczegółowe informacje o bezpieczeństwie pożarowym oraz odporności ogniowej zawarto w Rozdziale 6.
Nierozprzeźnienie ognia (NRO)	Jeśli w projekcie, w opisie technicznym wpisany został wymóg zapewnienia klasyfikacji NRO (patrz słowniczek), albo budynek projektowany nie jest budynkiem jednorodziennym do trzech kondygnacji, sprawdź czy wskazany został sposób zapewnienia podwyższenia klasy reakcji na ogień.	Należy sprawdzić, czy projektant wpisał sposób zabezpieczenia konstrukcji drewnianej i wskazał zarówno impregnat, jak i wymagania dotyczące jego stosowania. Warto pamiętać, że według zapisów Rozporządzenia w sprawie warunków technicznych [Z] klasyfikacja NRO jest powiązana z klasą reakcji na ogień minimum „B” – i zaprojektowany (a potem zastosowany) impregnat musi tę klasę zapewnić.
Obliczenia	Sprawdź, czy projekt zawiera obliczenia dla wszystkich elementów obiektu.	Projekt, w którym obliczenia dotyczą jednego czy kilku drewnianych elementów konstrukcyjnych z pominięciem pozostałych – nie jest kompletny.
<b>Projekt wykonawczy</b>		
Spójność	Sprawdź, czy projekt wykonawczy jest spójny z projektem architektoniczno-budowlanym oraz z projektem technicznym.	Parametry przekroju elementów konstrukcyjnych i rozwiązania nie mogą być odmienne w poszczególnych etapach projektu.
Podstawa opracowania projektu	Sprawdź podstawę opracowania – projekt musi być oparty o Europejskie Normy PN-EN.	Projekt obiektu drewnianego musi być wykonany w oparciu o Europejskie normy PN-EN. Jeżeli projekt powołuje się na Polskie Normy PN-B, nie został wykonany rzetelnie i nie jest zgodny z obecnie obowiązującymi przepisami. Aktualne przepisy i normy wskazano w Rozdziale 3.1.  Ważna zasada – nie mieszać (nie stosować różnych norm)! Nie może być tak, że część obiektu zaprojektowana jest w oparciu o Europejskie Normy PN-EN, a część w oparciu o Polskie Normy PN-B. Niedopuszczalna jest sytuacja, w której np. konstrukcja

Nazwa	Opis	Uwagi
Klasa drewna	<p>Upewnij się, że w projekcie – w opisie technicznym oraz na rysunkach - wskazano klasę drewna/materiału założoną do obliczeń.</p> <p>Upewnij się, czy założona klasa drewna/materiału jest spójna z tą przyjętą w projekcie technicznym. W razie rozbieżności załączaj wyjaśnień od autora projektu.</p>	<p>drewniana została zaprojektowana w oparciu o Europejskie Normy, natomiast obciążenia zebrano według Polskich Norm.</p> <p>Zaprojektowane elementy konstrukcji muszą mieć określoną klasę wytrzymałości. Dotyczy to zarówno drewna litego, drewna klejonego oraz wyrobów z materiałów drewnopochodnych. Projekt musi jednoznacznie określać założenia przyjęte do obliczeń, żeby potem nie było niejasności.</p>
Klasa użytkowania	<p>Sprawdź, czy w projekcie w opisie technicznym oraz na rysunkach dotyczących drewnianych elementów konstrukcji określono klasę użytkowania obiektu (lub klasy użytkowania dla poszczególnych części obiektu).</p> <p>Sprawdź, czy założona klasa użytkowania jest spójna z klasą przyjętą w projekcie architektoniczno-budowlanym i technicznym.</p>	<p>W projekcie musi być określona klasa użytkowania obiektu. Jest ona zależna od wilgotności, na jaką narażona będzie konstrukcja. Ma wpływ na dobór rozwiązań projektowych/materiałowych, stanowi podstawę do założeń do obliczeń. Jeżeli w projekcie brakuje czytelnej informacji o klasie użytkowania, należy to doprecyzować.</p> <p>Informacja o klasie użytkowania obiektu powinna być zawarta w projekcie technicznym.</p> <p>Szczególnie ważne jest to w przypadku trzeciej klasy użytkowania (przy obiektach najbardziej narażonych na działanie wilgoci). Nie wszystkie materiały i rozwiązania można stosować w trzeciej klasie użytkowania, a niektóre mają w takim wypadku dodatkowe ograniczenia oraz wymagania, które należy spełnić.</p>
Rozwiązania materiałowe	<p>Sprawdź, czy przyjęte rozwiązania materiałowe są spójne z projektem technicznym.</p>	<p>Projekt wykonawczy powinien stanowić uzupełnienie i uszczegółowienie projektu technicznego.</p> <p>Zmiany nie są niedopuszczalne, natomiast zawsze powinny zostać zweryfikowane nie tylko pod względem wytrzymałości, ale również tego, czy zmieniany element nie stanowi części rozwiązania systemowego i jego zmiana nie wpłynie na finalne parametry obiektu – zarówno jego nośności, jak i szczelności czy</p>

Nazwa	Opis	Uwagi
Obliczenia	Sprawdź, czy projekt zawiera obliczenia dla wszystkich elementów obiektu.	izolacyjności. Nie dopuszcza się zmian bez akceptacji projektanta. Rzetelny projekt musi zawierać wyciąg z obliczeń statycznych zawierający wymiarowanie wszystkich elementów konstrukcyjnych, w tym wymiarowanie połączeń. Połączenia są w przypadku konstrukcji drewnianych ważne, ponieważ z uwagi na konieczność zachowania odpowiednich odległości między łącznikami, takie połączenie może determinować przekroje elementów.
Detale	Sprawdź, czy projekt zawiera detale połączeń – obliczenia oraz rysunki.	W projekcie powinny być zawarte detale rozwiązań neralgicznych elementów, takich jak mocowania do fundamentów, otwory w ścianach i stropach oraz połączenia – w tym liczba i sposób rozmieszczenia łączników. Prawidłowo wykonany projekt zawiera detale wszystkich typów połączeń, nie tylko pojedyncze, przykładowe rozwiązania, najczęściej najprostsze i najbardziej powtarzalne.
Projekt instalacji	Sprawdź, czy w projekcie zawarto informacje o przebiegu instalacji (sanitarnej, wentylacji itp.)	Projekt budynku to nie tylko konstrukcja. Projekt musi zawierać położenie przewodów i instalacji, w szczególności przejścia przez przegrody ścienne i stropy. Ustalanie przebiegu instalacji dopiero na etapie wykonawstwa może doprowadzić do uszkodzenia konstrukcji. Ponadto nieumiejętne wyprowadzenie instalacji na zewnątrz może skutkować zaburzeniem szczelności pokrycia i w rezultacie doprowadzić do przedwczesnej degradacji drewna.
Projekt przegród	Sprawdź, czy zostały w projekcie obliczone i rozrysowane przegrody (ściany, stropy) ze wskazaniem rodzaju i grubości izolacji oraz czy są pokazane detale połączeń przegród.	Rozwiązania materiałowe przegród i ich detale w sposób istotny wpływają na kwestie termiczne i energooszczędność. Np. niepoprawnie zaprojektowana ściana (błędny dobór grubości izolacji czy choćby brak uwzględnienia paro- lub wiatroizolacji) czy skutkujące powstaniem mostków termicznych niepoprawnie wykonstruowane detale będą negatywnie przekładać się na

Nazwa	Opis	Uwagi
		użytkowanie obiektu.

### Wykonawstwo

Na samym początku przystępowania do budowy należy ustalić z wykonawcą zakres naszych wymagań oraz wszelkie szczegóły, by uniknąć na koniec nieporozumień i kosztownych w skutkach niedopatrzeń. Warto również poruszyć od razu kwestię materiałów i tego, że muszą one posiadać odpowiednie deklaracje. Wykonawca, wiedząc, że ma do czynienia ze świadomym inwestorem, nie będzie raczej próbował stosować wyrobów tańszych, niedopuszczonych do wprowadzania do obrotu czy samowolnie zastępować rozwiązań projektowanych własnymi pomysłami.

Nazwa	Opis	Uwagi
Zmiany względem projektu	Wszelkie zmiany względem projektu konsultuj z projektantem.	Jeżeli wykonawca chce wprowadzać jakiegokolwiek zmiany, czy to dotyczące rozwiązań materiałowych czy konstrukcyjnych (np. parametrów przekroju, schematów itp.), muszą być one konsultowane zarówno z inwestorem, jak i z autorem projektu. Niedopuszczalne są samowolne zmiany bez aprobaty projektanta i bez wprowadzenia przez niego tych zmian do projektu. Powyższe dotyczy również wszelkich zmian, wynikających z oczekiwań inwestora, odmiennych niż na etapie projektowania. W przypadku rozwiązań systemowych, prefabrykowanych, niekontrolowana projektowo zamiana czy usunięcie jednego z elementów może spowodować, że całość konstrukcji nie osiągnie założonych parametrów.
Materiały	Zażądaj od wykonawcy dostarczenia dla wszystkich materiałów odpowiednich deklaracji. Sprawdź, czy dostarczone drewno sortowane na sucho.	Wykonawca musi dostarczyć pełną dokumentację dla zastosowanych wyrobów budowlanych. Do wykonania obiektu można zastosować jedynie drewno konstrukcyjne, sortowane wytrzymałościowo i certyfikowane, o odpowiednio niskiej wilgotności. Również zastosowane łączniki muszą posiadać deklaracje i przede

Nazwa	Opis	Uwagi
		<p>wszystkim być przeznaczone do konstrukcji drewnianych. Nie można dopuścić do wykonywania konstrukcyjnych połączeń z użyciem np. wkrętów przeznaczonych do montażu płyt gipsowo-kartonowych.</p> <p>Szczegółowe informacje o niezbędnych dokumentach i podstawach prawnych zawarto w Rozdziale 2.</p>
<p>Elementy dostarczane muszą mieć przekroje zgodne z zaprojektowanymi.</p>	<p>Nie wolno dopuścić do dostawy elementów o odmiennych parametrach przekroju i/lub niższej klasie wytrzymałości niż zaprojektowane</p>	<p>Parametry przekroju widniejące w projekcie zostały przyjęte z uwzględnieniem występujących sił. Dlatego warto sprawdzić przy dostawie, czy wszystkie dostarczone elementy są zgodne z projektem. Należy odmówić zgody na wbudowanie elementów o mniejszych parametrach przekroju lub niższej klasie wytrzymałości.</p>
	<p>Nie wolno dopuścić do zmniejszania parametrów przekroju przez docinanie</p>	<p>Jeżeli kupujemy certyfikowane drewno o przekroju np. 160x200 mm to nie wolno takich belek przecinać celem uzyskania dwóch elementów ~80x200 mm. Elementy uzyskane przez przecięcie belki należy ponownie przesortować wytrzymałościowo, aby mogły być wbudowane.</p>
<p>Składowanie i przechowywanie</p>	<p>Upewnij się, że materiały dostarczone na plac budowy zostaną odizolowane od podłoża i zabezpieczone przez wpływem czynników atmosferycznych.</p>	<p>Jeżeli elementy konstrukcji będą składowane przez jakiś czas na placu budowy przed wbudowaniem, należy zadbać o to, żeby nie uległy uszkodzeniu.</p> <p>W przypadku elementów wiotkich (np. długich, ale o niewielkiej szerokości/grubości), należy je składać na płaskiej powierzchni, odpowiednio podparte, żeby nie dopuścić do uszkodzenia i deformacji.</p> <p>Pozostawienie drewnianych elementów konstrukcyjnych czy prefabrykatów bezpośrednio na gruncie może prowadzić do podciągania wody z gruntu zarówno przez drewno i materiały drewnopochodne, jak i przez elementy wypełnienia/ocieplenia</p>

Budownictwo drewniane. Poradnik dla inwestora.

Nazwa	Opis	Uwagi
Montaż konstrukcji drewnianej (wybrane aspekty)	<p>Elementy konstrukcji drewnianej muszą być odizolowane od części budynku murowanych czy żelbetonowych (wykonanych w tzw. „mokrych technologiach”).</p> <p>Konstrukcja drewniana nie może stać niezadaszona - prace pokrywcze dachu należy rozpocząć bezpośrednio po zakończeniu montażu konstrukcji .</p> <p>Konstrukcja drewniana musi być na bieżąco stężana. W niektórych przypadkach wymaga również stężeń montażowych (w takiej sytuacji winny one być wskazane w projekcie).</p> <p>Nie wolno dopuszczać, by izolacja termiczna podczas montażu była długotrwale eksponowana na oddziaływanie atmosferyczne, w tym promieniowanie UV i opady. Przegrody wykonywane na placu budowy powinny być bezpośrednio po zmontowaniu zamknięte.</p>	<p>(w przypadku prefabrykowanych elementów).</p> <p>Drewno narażone na bezpośredni i długotrwały kontakt z nieizolowanym fundamentem czy innym mogącym zawierać wilgoć elementem przejmuje część tej wilgoci w wyniku podciągania kapilarnego. Zawilgocenie skutkuje wystąpieniem korozji biologicznej i niszczeniem drewna.</p> <p>Poza wskazaną wyżej korozją biologiczną, drewno narażone na bezpośredni kontakt z opadami atmosferycznymi i zmianami temperatury oraz wilgotności (przemienne działanie słońca, deszczu itp.).</p> <p>Zamontowanie konstrukcji bez stężeń, z założeniem późniejszego ich montażu, może skutkować awarią.</p> <p>Zawilgocone materiały izolacyjne nasiąkliwe nie będą spełniać poprawnie swojej roli, do tego po zamknięciu przegrody będą oddawać wilgoć do najbliższego otoczenia, powodując m.in. zawilgocenie i korozję biologiczną konstrukcji drewnianej. Natomiast nienasiąkliwe materiały izolacyjne po długotrwałej ekspozycji na promienie słoneczne mogą ulec degradacji.</p>
Odbiór		
Zgodność	Sprawdź, czy wykonawca wykonał obiekt zgodnie z projektem.	Zgodność z projektem to m.in. zastosowanie projektowanych materiałów (wyrobów budowlanych), rozwiązań konstrukcyjnych i architektonicznych. Na tym etapie warto skorzystać z pomocy profesjonalisty – nawet jeśli nie został wcześniej ustanowiony inspektor nadzoru inwestorskiego.
Materiały	Sprawdź, czy wykonawca przedłożył odpowiednie deklaracje i certyfikaty dla zastosowanych materiałów.	Opis wymagań stawianych wyrobom stosowanym w konstrukcjach drewnianych zawiera Rozdział 2 niniejszego

Budownictwo drewniane. Poradnik dla inwestora.

Nazwa	Opis	Uwagi
szczelność	Sugerowane jest przeprowadzenie próby szczelności budynku (czynność należąca do zakresu „dobrych praktyk”).	Poradnika. Należy też sprawdzić, czy dokumenty odbiorowe dotyczą faktycznie wbudowanych materiałów – czyli czy nazwa producenta na oznakowaniu i w dostarczonej dokumentacji jest taka sama, oraz czy dokumenty dotyczą dostarczonego i wbudowanego materiału – patrz wprowadzenie do Rozdziału 2.
Izolacyjność	Sugerowane jest sprawdzenie budynku za pomocą kamery termowizyjnej celem zweryfikowania izolacyjności termicznej przegród i jej ciągłości (czynność należąca do zakresu „dobrych praktyk”).	Szczelność powietrzna budynku ma istotne znaczenie z punktu widzenia termiki obiektu i powiązanych z tym – zarówno komfortu cieplnego użytkowników, jak i kosztów ogrzewania. Brak zachowania ciągłości izolacji termicznej prowadzi do powstawania mostków termicznych, co wiąże się z utratą ciepła z budynku. Niewłaściwymi miejscami są np. rejonny wieńców, nadproży, okien, drzwi, balkonów, itp. Oprócz utraty ciepła w rejonach mostków termicznych może zachodzić korozja biologiczna i destrukcja konstrukcji drewnianej.
Zakup gotowego domu	Jeśli kupujesz dom od dewelopera, sprawdź też, czy to, co oferuje do sprzedaży jest zgodne z pozwoleniem na budowę.	Lepiej pójść do właściwego Urzędu administracji architektoniczno-budowlanej i poprosić o przedłożenie do wglądu projektu stanowiącego podstawę udzielenia pozwolenia na budowę, niż później tracić czas i pieniądze na sprawy sądowe, gdy okaże się, że np. kupiliśmy mieszkanie w samowoli budowlanej, albo że deweloper sprzedał nam mieszkanie czteropokojowe, a według pozwolenia jest to mieszkanie dwupokojowe, gdyż pozostałe pomieszczenia nie spełniają warunków stawianych pokojom.