

Przykłady budownictwa z drewna księżycowego

mgr inż. arch. Szymon Bielenis, mgr inż. arch. Rafał Swalski, Treetop

1. Wprowadzenie

Budownictwo ekologiczne staje się coraz częstszym rozwiązaniem wybieranym przez inwestorów zwłaszcza przy budowie domów jednorodzinnych. Dużą popularnością cieszą się domy drewniane ze względu na naturalność wykorzystywanego materiału konstrukcyjnego. Jednak by dom spełniał koncepcję zrównoważonego budownictwa, należy odpowiednio wybrać nie tylko materiał, ale również technologię, w której ma powstać. Firma Treetop realizuje swoje budowy w technologii Holz100 opartej na wykorzystaniu drewna księżycowego, dzięki którego właściwościom można mówić o najbardziej ekologicznym podejściu w budownictwie drewnianym.

2. Budynek ekologiczny

Budownictwo ekologiczne w opinii obiegowej to budownictwo energooszczędne w technologii drewnianej. Czyli upraszczając: szczelny dom z przegrodami o wysokiej izolacyjności termicznej, w którym konstrukcja drewniana jest najczęściej realizowana w postaci szkieletu drewnianego lub ścian z drewna klejonego, czasem bala.

Mówiąc o podejściu zrównoważonym powinniśmy jednak wziąć pod uwagę cały cykl życia budynku: redukcję oddziaływania na środowisko podczas pozyskiwania surowca do produkcji, procesu produkcji i budowy, dobór materiałów (odnawialnych, czyli niewyczerpanych), zmniejszenie kosztów eksploatacji oraz zapewnienie mieszkańcom zdrowego środowiska w jego wnętrzu i otoczeniu. Ponadto użyte materiały powinny w jak największej mierze nadawać się do recyklingu i to bez stosowania kosztownych i energochłonnych procesów przetwarzania.

Główne cechy domów postrzeganych jako ekologiczne to energooszczędność i niski ślad węglowy procesu produkcji. Na energooszczędność wpływają izolacyjność i źródło ciepła, które są potrzebne, by zapewnić niskie koszty eksploatacji i komfortowe warunki użytkowania. Izolacyjność, czyli zdolność przegród ścian do zatrzymywania ciepła wewnątrz budynku oraz dobór odpowiedniego źródła ogrzewania (np. pompy ciepła lub wysokowydajnego pieca gazowego, często w powiązaniu z instalacją wentylacji mechanicznej z rekuperacją), które umożliwią utrzymanie optymalnej temperatury, mają bezpośredni wpływ na ograniczenie zużycia energii. Niższe zapotrzebowanie na energię to także zmniejszenie emisji zanieczyszczeń do atmosfery, dzięki któremu mamy szansę uniknąć zagrożeń bezpośrednio wpływających na zdrowie społeczeństwa.

Aby jednak mówić o budownictwie ekologicznym, należy uwzględnić emisję dwutlenku węgla podczas całego procesu produkcji, transportu i budowy. Używając materiałów nieodnawialnych, nienaturalnych lub produkujących wiele zanieczyszczeń do atmosfery w trakcie ich tworzenia, zaprzeczamy założeniom budownictwa ekologicznego. Drewno jest dobrym wyborem, pod warunkiem spełnienia kilku istotnych kryteriów. Po pierwsze, drewno należy pozyskać w sposób utrzymujący środowisko występowania drzew w dobrej kondycji, zapewniając bezpieczeństwo ekosystemu i w ten sposób ciągłość jakościowych dostaw surowca. Po drugie, należy użyć drewna w taki sposób, aby nie były potrzebne dodatki w postaci chemii budowlanej. Brak chemii jest bardzo ważny ze względu na unikanie materiałów nieodnawialnych, konieczność zachowania zdrowego środowiska życia dla użytkowników budynku i możliwość recyklingowania użytych elementów. Po trzecie, drewna należy użyć jako głównego budulca, bez nieorganicznych i nieodnawialnych wypełnień – istotna jest faktyczna ilość drewna w elementach konstrukcyjnych i izolacyjnych budynku. Następnym czynnikiem, który należy wziąć pod uwagę, jest energochłonność, czyli wskaźnik, który pokazuje, ile energii potrzeba na wyprodukowanie określonej inwestycji. Proces produkcyjny tradycyjnych materiałów budowlanych wymaga ogromnych ilości energii i wody. Tu ponownie, jako jedyną do tej pory sensowną alternatywę, należy wskazać drewno. Czy w ogóle jest możliwe zrealizowanie budowy budynku ekologicznego przy tak wysoko postawionych wymaganiach? Domy firmy Treetop oparte na technologii Holz100 z drewna księżycowego starają się sprostać temu zadaniu.

3. Omówienie zalet domów Treetop w kontekście opinii ogólnej

W domach budowanych przez firmę Treetop wykorzystywana jest austriacka technologia Holz100 opierająca się na używaniu drewna księżycowego (rys. 1). Przegrody w technologii Holz100 są to elementy z litego drewna. Podobnie jak w technologii CLT przegrody są konstruowane z układanych warstwowo drobnowymiarowych elementów. Kolejne warstwy desek są nakładane na siebie pod zmiennym kątem, aby zachować szczelność i stabilność. Deski w odróżnieniu od innych technologii są łączone kołkami drewnianymi mocowanymi mechanicznie – na wcisk, a więc bez użycia chemii. Mamy więc do czynienia z przegrodą w 100% złożoną z drewna.



Rys. 1. Przegroda wykonana w technologii Holz100 o grubości 36 cm

Drewno księżycowe jest surowcem bazowym do produkcji przegród budowlanych, takich jak ściany, stropy, dachy. Jest to materiał precyzyjnie dobierany i przygotowywany do produkcji w określonym czasie, stąd też pochodzi jego obiegowa nazwa – drewno księżycowe. Drzewa przeznaczone do produkcji domów są ścinane w odpowiedniej strefie klimatycznej (długa zima) i w odpowiedniej porze roku – czyli poza okresem wegetacyjnym, w możliwie niskiej temperaturze oraz w fazie ubywającego księżyca. Tak pozyskane drewno przechodzi przez długotrwały i powolny, a więc spokojny i wolny od szybkich skurczów i naprężeń proces suszenia naturalnego, na placu. Suszenie to trwa 3–4 lata (rys. 2).

Faza księżyca wpływa na dużą ilość i układ cząstek wody w drzewie, więc gdy po ścięciu drewno schnie, wtedy skurcz jest jednocześnie większy i równomierny. Drewno staje się twardsze i mniej podatne na zmianę kształtu. Ścinanie drzew poza okresem wegetacyjnym sprawia, że drewno nie zawiera substancji odżywczych, wskutek czego jest odporne na pleśń i insekty. Dzięki takiemu procesowi przygotowawczemu uniknięto konieczności impregnacji i innych chemicznych zabezpieczeń. To dzięki szczegółowym wytycznym technologii Holz100 domy wybudowane z drewna księżycowego uzyskują bardzo wysokie parametry izolacji, pojemności ciepła, odporności na pleśń, insekty i ognioodporności.

Domy Treetop charakteryzują się wysoką izolacyjnością termiczną, ponieważ drewno jako element konstrukcyjny jest jednocześnie izolatorem termicznym. Unika się w ten sposób mostków termicznych, zapewniając unikalną ciągłość izolacji termicznej. Przy zastosowaniu instalacji ogrzewania opartej na odnawialnej energii, np. słonecznej, koszt ogrzania domu może się zbliżyć do zera. Wartość izolacyjności cieplnej określona

Tabela 1. Współczynnik wartości U dla elementów Holz 100 – Thoma

Izolacja	λ	Grubość (cm) welny drzewnej twardej o wartości lambda 0,042 W/(m·K)									
		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
Wartość U_c dla przegrody wg. EN ISO 10456											
Holz 100 17 cm	0,120	0,457	0,370	0,311	0,268	0,236	0,210	0,190	0,173	0,159	0,147
Holz 100 20 cm	0,120	0,410	0,339	0,289	0,251	0,223	0,220	0,181	0,166	0,153	0,142
Holz 100 25 cm	0,105	0,326	0,279	0,244	0,217	0,195	0,178	0,163	0,150	0,139	0,130
Holz 100 30,6 cm	0,105	0,279	0,244	0,217	0,195	0,178	0,163	0,150	0,139	0,130	0,122
Holz 100 36,4 cm	0,105	0,243	0,216	0,195	0,177	0,162	0,150	0,139	0,130	0,122	0,115
Holz 100 dach/strop 17,6 cm	0,120	0,447	0,363	0,306	0,265	0,233	0,208	0,188	0,172	0,158	0,146
Holz 100 dach/strop 21,2 cm	0,120	0,394	0,328	0,280	0,245	0,218	0,196	0,178	0,163	0,151	0,140



Rys. 2. Sezonowanie drewna księżycowego

w kartach technicznych systemu Holz100 obowiązująca w momencie zakupu jego elementów jest zagwarantowana przez następne 50 lat z zakresem tolerancji $\pm 20\%$ wartości liczbowej U (tab.1).

Projektując oraz budując domy ekologiczne, należy jak najbardziej ograniczyć ślad węglowy. System produkcji domów z drewna księżycowego opiera się na 2 zasadach: po pierwsze cały proces produkcji Holz100 oparty jest na zasadzie Cradle to Cradle: drewno jako surowiec odnawialny jest pozyskiwane wyłącznie z działalności leśnej prowadzonej w sposób zrównoważony, z gospodarstw leśnych certyfikowanych PEFC. Po drugie elementy są łączone mechanicznie, za pomocą drewnianych kołków, zamiast klejenia chemicznego. Dzięki temu możliwe jest postawienie domu, którego ślad węglowy produkcji będzie znikomy, a energochłonność konstrukcji niska.

4. Wartości dodane w budynkach Treetop

Budownictwo Treetop dzięki połączeniu technologii Holz100 ze sposobem prowadzenia inwestycji od projektu do końca budowy tworzy najbardziej ekologiczne podejście w budownictwie domów drewnianych. Ślad węglowy zostaje maksymalnie obniżony dzięki zastosowanym materiałom oraz możliwości odzyskiwania i ponownego wykorzystania konstrukcji. Dzięki przemyślanemu prowadzeniu budowy ogranicza się odpady prawie do zera. Stosując przegrody z litego drewna,



Rys. 3. Przykład ściany litej z drewna kijeżycowego



Rys. 4. Montaż elementów ściennych z drewna kijeżycowego



Rys. 5. Dom rekreacyjny z drewna kijeżycowego, województwo zachodniopomorskie



Rys. 6. Elementy prefabrykowane w technologii Holz100-Thoma w montażu

które są wolne od chemii budowlanej, angażujemy jeszcze jedną cechą drewna – pojemność cieplną (rys. 3, 4). Pojemność cieplna jest najczęściej pomijana przy projektowaniu budynków, w domach Treetop odgrywa jednak bardzo dużą rolę. Pojemność cieplna to iloczyn ciepła właściwego materiału i jego masy. Drewno charakteryzuje się wysokim ciepłem właściwym $c = 2,51 \text{ kJ}/(\text{kgK})$ (dla porównania, beton komórkowy uznawany za ciepły ma $c = 0,84$ przy zbliżonej do drewna masie). Budując dom z masywnych, litych przegród drewnianych, można zapewnić bardzo dobry parametr pojemności cieplnej przy dobrej izolacyjności cieplnej. Pojemność cieplna jest ważnym parametrem, jeśli chce się osiągnąć dom energooszczędny. W budynkach, które mają dużą pojemność cieplną, można łatwiej i mniejszym kosztem zapewnić komfort termiczny, gdyż akumulują one ciepło bytowe i słoneczne. Warto zwrócić uwagę, że budynek o dużej pojemności cieplnej wolniej nagrzewa się latem, a to z kolei oznacza mniejsze wydatki na jego chłodzenie, jeśli zapewnimy jakąś formę ochrony przed słońcem, np. żaluzje lub zadaszenia. Dlatego tak ważne jest przemyślane podejście do projektu i dostosowanie rozwiązań do wymagań użytkowników, układu działki, warunków terenowych.

5. Omówienie zalet domów Treetop z uwzględnieniem wartości dodanej jako wyróżnika i unikalności konstrukcji

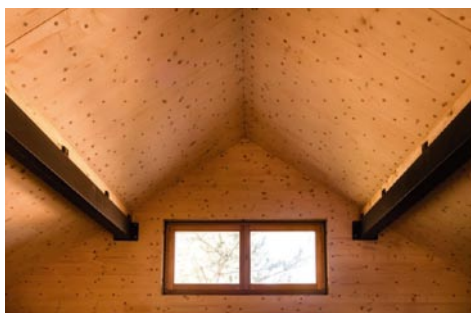
Budując domy firma Treetop patrzy na nie jako całość. Projekt dostosowany zarówno do technologii oraz do naturalnego ukształtowania terenu, stron świata, róży wiatrów, jak i do wymagań inwestora, sprawia, że inwestycja jest

przemysłana i nie tylko realizuje założenia zrównoważonego budownictwa, ale również zapewnia powstanie budynku, który będzie trwał z użytkownikami, spełniając ich zmieniające się z wiekiem wymagania (rys. 5).

Dzięki zastosowaniu przegród budowlanych z litego drewna kijeżycowego domy Treetop są wyposażone w bierny system utrzymywania komfortu cieplnego przez cały rok, bez skomplikowanych urządzeń wentylacyjno-klimatyzacyjnych i elektroniki. Firma Thoma, która zajmuje się prefabrykacją domów z drewna kijeżycowego, przeprowadziła obrazowy eksperyment, pokazujący różnicę w pojemności cieplnej pomiędzy popularnymi materiałami stosowanymi do budowy domów. Zbudowano 3 identyczne budynki, których ściany miały taki sam współczynnik izolacyjności termicznej U . Ogrzano budynki do temperatury 20°C i wyłączono ogrzewanie przy zewnętrznej temperaturze pomiędzy 0 a -16°C . Następnie pomierzono ich czasy wychłodzenia, które przedstawiono poniżej:

- drewniana konstrukcja szkieletowa: około 8–10 godzin,
- konstrukcja ceramiczna: około 60–80 godzin,
- Holz100 30 cm+8 cm izolacja: około 280 godzin,
- Holz100 36 cm: około 280 godzin.

Domy Treetop z drewna kijeżycowego równie dobrze zachowują się w trakcie upałów – powoli się nagrzewają, zachowując mikroklimat przyjazny użytkownikom. Należy jednak zadbać o osłony lub zadaszenia nasłonecznionych okien, np. przez przemyślaną zieleń w otoczeniu budynku. Drewno kijeżycowe zapewnia również wysoką trwałość, tak ważną w zrównoważonym budownictwie. W procesie produkcyjnym, czyli przy prefabrykacji ścian, dachów i stropów zadbano o stabilność kształtu. Elementy budowlane



Rys. 7. Konstrukcja dachowa w systemie Holz100



Rys. 8. Transport elementów Thoma



Rys. 9. Dom w stanie surowym zamkniętym

Holz100 są złożone z licznych elementów drobnowymiarowych, czyli desek, układanych warstwami w wielu kierunkach i łączonych kołkami bukowymi. Tak skonstruowana ściana nie będzie ulegać wybočeniu ani odkształceniu, ponieważ pojedyncze deski ściśle przylegają do siebie i stabilizują się wzajemnie. Taki sposób prefabrykacji pozwala przygotować idealnie spasowane elementy (rys. 6).

Kolejną właściwością zapewniającą trwałość jest niewielki współczynnik oporu dyfuzyjnego μ oznaczający łatwy przepływ pary wodnej przez materiał budowlany. Przy prefabrykacji ściany z litego drewna księżycowego drewno pozostawione jest w stanie naturalnym, nie jest używana chemia budowlana. Dzięki temu komórki drewna zostają otwarte (nie są zamalowane ani zaklejone), więc mogą wchłaniać lub oddawać wilgoć, są otwarte dyfuzyjnie. Nadmiar pary wodnej w powietrzu zostanie wchłonięty do przegród, a gdy powietrze będzie suche, wilgoć zostanie zwrócona powietrzu. Ciśnienie pary jest zredukowane liniowo przez całą masę ściany lub dachu. Cecha ta zapewnia brak typowych dla wilgoci szkód, takich jak pleśń, skraplanie wilgoci, grzyby.

Inną ważną cechą elementów budowlanych Holz100 jest jednolita struktura, dzięki której materiał ma stałą gęstość i przepuszczalność wilgoci, więc nie występuje kondensacja. W ten sposób utrzymywana jest naturalna regulacja wilgotności powietrza i gwarancja suchych elementów drewnianych (rys. 7).

Przy produkcji elementów Holz100 odpad materiałowy stanowi jedynie 3% użytego drewna. Powstaje on przy docinaniu i szlifowaniu elementów. Zapewnia to precyzyjny system projektowania prefabrykatów. Odpad ten to trociny, które będąc wolne od chemii budowlanej, mogą być bezpiecznie spalone w piecu ogrzewającym na przykład halę produkcyjną. Inne odpady w czasie produkcji nie występują.

Elementy do budowy budynku są transportowane na plac budowy przykryte plandeką wielorazowego użytku – nie występują opakowania foliowe i papierowe, które trzeba utylizować (rys. 8). Dzięki użyciu materiałów termoizolacyjnych drewnopochodnych eliminowane są odpady styropianowe i śmieci z wełny mineralnej – oba te materiały są substancjami szkodliwymi. Podczas stosowania technologii Thoma na budowie nie występują odpady budowlane typu zanieczyszczony piasek, tynki, farby, dzięki czemu zużycie wody jest bliskie

zeru. Domy budowane z drewna księżycowego są czyste i zdrowe zarówno w produkcji, jak i fazie montażowej (rys. 9). Jeśli jednak do wykończenia powierzchni przegród używane są tynki oraz płyty wykończeniowe, np. przy wykończeniu sufitu – w domach Treetop stosowane są jedynie produkty gliniane. Materiały te nie generują odpadów, ponieważ jeśli nie wykorzystamy całego materiału w trakcie prac, można go w 100% wykorzystać przy innej inwestycji.

Unikatową cechą technologii Holz100 wykorzystującej drewno księżycowe jest również możliwość ponownego wykorzystania konstrukcji. W przypadku konieczności rozbiórki domu jego elementy mogą zostać zwrócone do fabryki Holz100, a materiał zostanie odzyskany i użyty do produkcji innych elementów. Domy te można również zdemontować i przenieść w nowe miejsce.

6. Podsumowanie

To, co sprawia, że domy Treetop są najbardziej ekologicznym podejściem do budowy domów drewnianych – to nie tylko patrzenie na proces budowania domu jako całości: od projektu, który dopasowuje konstrukcję do optymalnych warunków, poprzez prawie bezodpadowy proces produkcji, aż do doboru naturalnych, odnawialnych materiałów potrzebnych do wykończenia domu. To również wykorzystanie właściwości drewna, które odpowiednio ścięte, wysuszone i przygotowane, nie potrzebuje stosowania chemii, aby dać dobry komfort użytkownika. Technologia Holz100 jest odpowiedzią na poprawę właściwości drewna bez użycia chemii (rys. 10).



Rys. 10. Realizacja domu jednorodzinnego z drewna księżycowego, województwo dolnośląskie