

inż. Andrzej Ossowski¹⁾
dr inż. Marcin Szczepański^{1)*}
ORCID: 0000-0001-6049-2391

Analiza kosztów i czasu budowy domu jednorodzinnego w technologii drewna krzyżowo klejonego CLT

Cost and time analysis of building a single-family house in the CLT cross-laminated timber technology

DOI: 10.15199/33.2021.12.02

Streszczenie. W artykule przybliżono problematykę konstruowania obiektów z drewna krzyżowo klejonego CLT pod kątem czasu i potencjalnych kosztów budowy. Poddano analizie budowę jednorodzinnego domu w Żółwinie, jednego z pierwszych obiektów z CLT w Polsce. Z przeprowadzonej analizy wynika, że właściwości drewna klejonego krzyżowo czynią ten materiał ciekawą alternatywą dla tradycyjnych materiałów budowlanych, takich jak cegła, stal i beton. Duży zakres możliwości obróbki i doboru liczby oraz charakterystyki poszczególnych warstw składowych paneli z CLT stwarzają szeroki wachlarz zastosowania tego materiału w różnego rodzaju obiektach budowlanych. Kwestie proekologiczne, bardzo dobra jakość wykonania elementów konstrukcyjnych, prostota montażu obiektów i czas trwania budowy przemawiają na korzyść coraz szerszego wykorzystywania drewna krzyżowo klejonego w budownictwie. Wysoki koszt materiału oraz niski poziom znajomości technik budowlanych związanych z nowoczesnym budownictwem drewnianym na rynku krajowym mogą być jednak czynnikami spowalniającymi stosowanie tej technologii.

Słowa kluczowe: budownictwo drewniane; CLT; panele drewniane; konstrukcje drewniane; drewno klejone.

Abstract. The article presents the problems of constructing objects made of CLT cross-laminated timber in terms of time and potential construction costs. The construction of a single-family house in Żółwin, one of the first buildings, was analyzed with CLT in Poland. The analysis shows that the properties of cross-laminated timber make this material an interesting alternative to traditional building materials, such as brick, steel and concrete. The wide range of possibilities for processing and selection of the number and characteristics of individual component layers of CLT panels create a wide range of applications of this material in various types of construction facilities. Ecological issues, very good quality of construction elements, the simplicity of the assembly of facilities and the duration of construction speak in favor of the increasing use of cross-wood glued in construction. The high cost of the material and the low level of knowledge of construction techniques related to modern wooden construction in the domestic market however, they may be factors that slow down the application of this technology.

Keywords: timber structures; CLT; timber panels; wood construction; cross laminate timber.

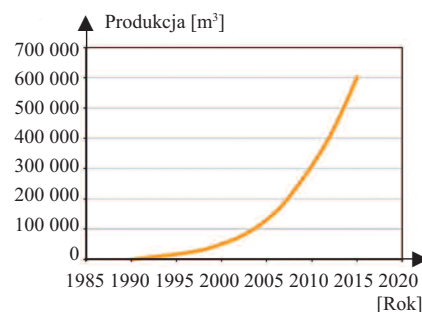
Z raportu Organizacji Narodów Zjednoczonych opracowanego w 2014 r. [1] wynika, że użytkowanie budynków odpowiada za blisko jedną trzecią światowego zużycia energii, a dodatkowe 10% wykorzystuje się do produkcji materiałów budowlanych. Rynek budowlany jako sektor gospodarczy ma największy jednostkowy wpływ na globalne ocieplenie, sama faza eksploatacji nieruchomości jest odpowiedzialna za 30 – 40% całkowitej światowej emisji gazów cieplarnianych. Ponadto każdego roku ok. 3 mld t surowców naturalnych zużywa się do produkcji materiałów i prefabrykatów budowlanych, 12% światowego zużycia wody można przypisać eksploatacji budynków, a całkowite zużycie wody na cele budow-

lane jest jeszcze większe. W krajach rozwiniętych, budowa i rozbiórka obiektów generuje 40% stałych materiałów odpadowych. Statystyki te oraz widocznie pogarszający się stan środowiska naturalnego sprawiają, że konieczne jest stosowanie prośrodowiskowych technik budowy, utrzymania budynków i badań eksperymentalnych [5].

Głównym źródłem wykorzystywanej energii są paliwa kopalne, których spalanie uwalnia m.in. dwutlenek węgla do atmosfery. Materiałem kumulującym CO₂ w procesie naturalnego rozwoju drzew jest drewno. W ostatnich badaniach rynku budowlanego w Wielkiej Brytanii dowiedziono, że stosowanie prefabrykowanych paneli z drewna klejonego w budynkach o konstrukcji modularnego szkieletu drewnianego może obniżyć emisję dwutlenku węgla o 50% i zużycie energii o 35% w porównaniu z tradycyjnymi metodami

konstruowania budynków mieszkalnych [2]. Jednym z materiałów drewnopochodnych cieszących się dużym wzrostem zainteresowania w ostatnim czasie jest drewno krzyżowo klejone CLT (rysunek 1).

Niestety w Polsce dyskusja wokół budowy z CLT nie rozwija się jeszcze w tempie porównywalnym do krajów



Rys. 1. Produkcja paneli z CLT [m³] w Europie w latach 1990 – 2015 [3]

Fig. 1. Production of CLT panels [m³] in Europe in the years 1990 – 2015 [3]

¹⁾ Politechnika Gdańska, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska

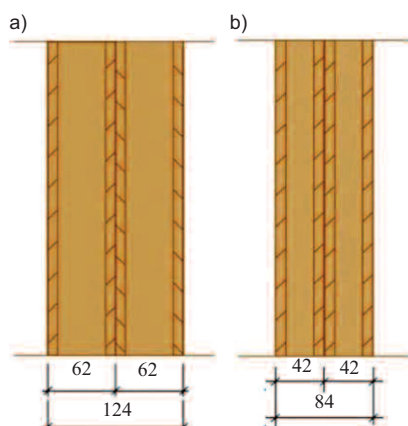
^{*}) Adres do korespondencji: marcin.szczepanski@pg.edu.pl

skandynawskich i Europy Zachodniej. Artykuł ten powstał w celu poddania analizie kosztowej i czasowej jednej z pierwszych budów domu jednorodzinnego o konstrukcji z CLT w Polsce.

Opis analizowanej inwestycji

Pasywny dom jednorodzinny w Żółwinie pod Warszawą posadowiono na betonowej płycie fundamentowej grubości 20 cm, ocieplonej od spodu 40-cm warstwą styroduru XPS, pod którym ułożono warstwę hydroizolacyjną, warstwę chudego betonu grubości 10 cm oraz zagęszczono grunt na głębokości 55 cm. Nad płytą konstrukcyjną ułożono warstwę styropianu EPS grubości 50 mm i folię budowlaną, a na niej instalację ogrzewania podłogowego i szlichtę grubości 88 mm, którą ostatecznie pokryto warstwą żywicy epoksydowej grubości 20 mm.

Konstrukcja ścian zewnętrznych domu została wykonana z płyt CLT grubości 124 mm i układzie warstw, jak na rysunku 2a, a ściany wewnętrzne tworzą płyty CLT grubości 84 mm (rysunek 2b). Strop pod poddaszem nieużytkowym wykonano na części wschodniej domu. Od strony wschodniej przewidziano też wolną przestrzeń od podłogi do konstrukcji dachu. Strop grubości 240 mm wykonano z pustką powietrzną. Na konstrukcję dachu składają się elementy z drewna klejonego warstwowo BSH, krokwie z czterostronnie struganego drewna konstrukcyjnego KVH, klejonego i łączonego na długości za pomocą



Rys. 2. Przekrój przez płytę konstrukcyjną ścian zewnętrznych z CLT grubości: a) 124 mm; b) 84 mm [4]

Fig. 2. Cross-section through the construction plate of external walls with CLT thickness: a) 124 mm; b) 84 mm [4]

mikrowczepów, usztywnionych deskowaniem pełnym w postaci płyty wodoodpornej OSB grubości 22 mm.

Ściany zewnętrzne ocieplone są wełną mineralną grubości 240 mm, umieszczoną wewnątrz szkieletu drewnianego mocowanego do zewnętrznej płaszczyzny płyty z CLT i przykrytego od wewnątrz płytą MFP (z wiórów drewnianych połączonych żywicą syntetyczną). Do zewnętrznej powierzchni płyty MFP mocowany jest ruszt stalowy i szkielet drewniany z łąt o przekroju 30 x 40 mm w pionie i poziomie podtrzymujących elewację z desek opalanych. Przestrzeń pomiędzy rusztem stalowym wypełniono warstwą wełny mineralnej grubości 60 mm, a przed zamocowaniem drewnianego rusztu pokryto powierzchnię ściany wiatroizolacją. Od środka, płyta CLT pokryta jest warstwą opóźniacza pary, oddzielającą masywne drewno od przedścianki instalacyjnej wypełnionej wełną mineralną grubości 50 mm, wykończonej podwójną warstwą płyty gipsowej grubości 12,5 mm. Ściany wewnętrzne zostały obustronnie przykryte płytą MFP grubości 18 mm.

Dach pokryto blachą na rąbek stojący, pod którą ułożono wodoszczelną matę poślizgową, o właściwościach paroprzepuszczalnych, przymocowaną do deskowania pełnego. Nad częścią domu ze stropem, dach nie został dodatkowo zaizolowany termicznie, a na powierzchni o wolnej przestrzeni między podłogą a dachem zastosowano dodatkowe warstwy termoizolacji. W tych miejscach pod deskowaniem przewidziano pustkę wentylacyjną grubości 40 mm utworzoną przez łąty o przekroju 40 x 50 mm ułożone w zgodzie z kierunkiem spadku dachu. Łaty zostały zamocowane do rusztu z belek o przekroju 100 x 60 mm, wypełnionego wełną mineralną grubości 200 mm, ułożonego na krokwiach, pomiędzy którymi ułożono kolejną warstwę wełny mineralnej o grubości 200 mm. Pod powierzchnią wełny rozłożono warstwę opóźniacza pary. Paroizolacja i wełna pomiędzy krokiewiami leży na ruszcie z kantówek o przekroju 45 x 45 mm zamocowanych do kantówek o tym samym przekroju przybitych wzdłuż powierzchni bocznej krokwi. Wykończeniową powierzchnią pod dachem jest podbitka z płyt SWP

(w projekcie zaproponowano podbitkę z desek).

W udostępnionym projekcie architektoniczno-budowlanym zaproponowano rozwiązanie stropu z zastosowaniem rusztu konstrukcyjnego z elementów dwuteowych, ale ostatecznie przyjęto strop z pustką powietrzną. Od spodu do elementów stropowych przymocowano płytę MFP grubości 12 mm i płytę gipsowo-włóknową grubości 18 mm. Od góry ułożono warstwę paroizolacji, a następnie wełnę mineralną grubości 400 mm, wiatroizolację i poszycie z płyty OSB.

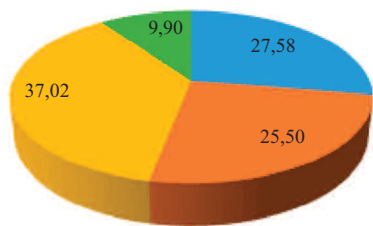
Dom ma długość 27,59 m i szerokość maksymalną 12,23 m, a najwyższy punkt dachu, o połaciach nachylonych pod kątem 30° do poziomu, znajduje się na wysokości 8,43 m n.p.t. Łączna powierzchnia użytkowa budynku wynosi 196,52 m², a powierzchnia zabudowy 239,01 m².

Zasady wykonania analizy kosztów

Analizę kosztu konstrukcji domu zbudowanego w technologii CLT przeprowadzono w formie kosztorysu inwestorskiego w programie Norma Pro Edu. Przy wycenie robót o charakterze podobnym do tradycyjnych metod budowlanych, takich jak roboty przygotowawcze, ziemne i fundamentowe, zastosowano kalkulację metodą szczegółową za pomocą katalogów nakładów rzeczowych dostępnych w programie Norma Pro Edu i cennika Intercentbud na III kwartał 2019 r. W związku z brakiem tego typu źródeł nakładów i cen odnoszących się do konstrukcji z CLT i innych nowoczesnych materiałów drewnopochodnych, przeprowadzono własną kalkulację, uwzględniając dane wykonawcy analizowanego budynku dotyczące kosztu robocizny, a cenę materiałów z CLT określono w porozumieniu z firmą Novatop. Inne materiały wykorzystane w projekcie wyceniono na podstawie cen jednostkowych podobnych produktów udostępnionych przez internetowe sklepy budowlane. Tworząc kosztorys w programie Norma Pro Edu, wybrano ustawienia kosztorysu inwestorskiego, uwzględniając wskaźnik narzutów kosztów pośrednich 70%, wskaźnik narzutów zysku 11%, wskaź-

nik narzutów kosztów zakupu 6,5% oraz podatek VAT na poziomie 23%. W przypadku prac standardowych, wykonywanych również na budowach tradycyjnych, przyjęto stawkę w wysokości 27 zł za roboczogodzinę, natomiast pracę zespołu pięcioosobowego nad konstrukcją z CLT i innych materiałów drewnianych wyceniono na 80 zł/m². Na podstawie relacji inwestorów z przebiegu realizacji robót budowlanych oraz własnych obserwacji z wizyty na placu budowy szacunkowo przyjęto długość zmiany roboczej 10 h, a czas trwania prac nad drewnianą konstrukcją budynku (od montażu ścian, do ukończenia konstrukcji dachu) wyniósł 9 dni.

Roboty przygotowawcze. Przed przystąpieniem do budowy konieczne jest odpowiednie przygotowanie terenu do prowadzenia robót budowlanych. W tym celu przewidziano mechaniczne wykarczowanie rosnących na działce krzaków i podsycia o średniej gęstości oraz wywiezienie ich na odległość do 2 km, a następnie usunięcie wierzchniej warstwy ziemi urodzajnej na głębokości 15 cm. Przyjęto, że objętość zgromadzonych krzaków wyniosła ok. 10 m³ (w kosztorysie: mp – metry przestrzenne). Przewidywany koszt wymienionych robót wyniósł łącznie 10 083,73 zł netto. Rozkład udziałów poszczególnych nakładów w całkowitym koszcie wykonania robót przygotowawczych przedstawiono na rysunku 3.

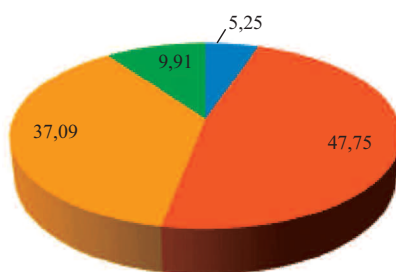


Rys. 3. Udział procentowy poszczególnych nakładów w koszcie robót przygotowawczych

Źródło: opracowanie własne
Fig. 3. Percentage of the individual outlays in the cost of preparatory works

Roboty ziemne. Ich zakres to wykonanie wykopu pod fundament o powierzchni 239,01 m² i głębokości 0,55 m koparką przedsiębiorczą o pojemności łyżki 0,6 m³ oraz zagęszczenie warstwy

gruntu na głębokości 0,55 m za pomocą ubijaków mechanicznych. Ziemię uzyskaną z wykopu należy wywieźć na najbliższe składowisko odpadów, znajdujące się w odległości 26 km. Prace te wyceniono na 18 423,56 zł netto. Na rysunku 4 pokazano strukturę kosztową nakładów przeznaczonych na roboty ziemne.

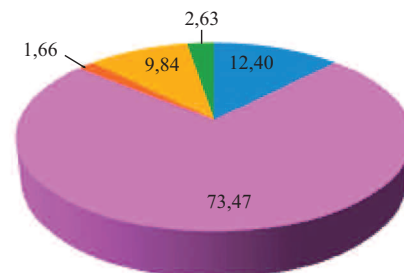


Rys. 4. Udział procentowy poszczególnych nakładów w koszcie robót ziemnych

Źródło: opracowanie własne
Fig. 4. Percentage of the individual outlays in the cost of earthworks

Fundament. Prace fundamentowe należy rozpocząć od wykonania warstwy podlewki betonowej z tzw. chudego betonu. Przyjęto warstwę betonu C8/10 grubości 10 cm, wykonaną za pomocą pompy do betonu. Następnie przewidziano ułożenie poziomej warstwy izolacji przeciwwilgociowej i przeciwwodnej z folii polietylenowej, a na niej płyt ze styroduru XPS grubości 400 mm. Styrodur należy przykryć kolejną warstwą izolacyjną z folii polietylenowej, a następnie wykonać żelbetową płytę konstrukcyjną. W wycenie przyjęto beton klasy C25/30, układany za pomocą pompy do betonu w deskowaniu z desek iglastych klasy III. Po osiągnięciu odpowiedniej wytrzymałości betonu należy zamontować do płyty podwaliny pod ściany, stosując kotwy. Jako materiał podwalin przyjęto deski iglaste klasy II, czterostronnie strugane grubości 38 mm. Podwaliny należy odizolować od płyty betonowej, stosując warstwę papy izolacyjnej. Koszt wymienionych prac przewidziano na 75 379,07 zł netto (rysunek 5).

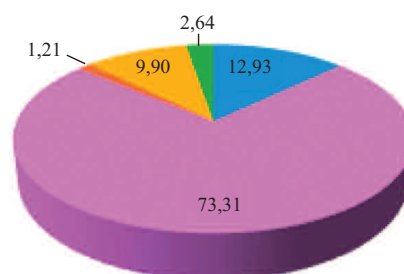
Ściany. Montaż ścian polega na ustawieniu paneli ściennych na deskach podwalinowych za pomocą dźwigu samochodowego oraz przymocowaniu ich do fundamentu kotwami, kątownikami typu A z żebrzem BB i wkrętami do drewna.



Rys. 5. Udział procentowy poszczególnych nakładów w koszcie robót fundamentowych

Źródło: opracowanie własne
Fig. 5. Percentage of the individual outlays in the cost of foundation works

Kolejne panele ścienne łączone są za pomocą wkrętów do drewna. Wszystkie szczeliny pomiędzy poszczególnymi panelami oraz szczeliny na łączeniu paneli z podwaliną należy wypełnić klejem strukturalnym i szczeliwem K+D. Koszt ścian zewnętrznych o powierzchni 62,88 m² wyniósł 40 358,27 zł netto, a koszt montażu ścian wewnętrznych o powierzchni 468,27 m² oszacowano na 288 210,82 zł netto, co daje łączną kwotę netto 328 569,09 zł (koszt 1 m² ściany zewnętrznej – 641,83 zł, a ściany wewnętrznej – 615,48 zł). Cena za panele ścienne, jaką przyjęto w kosztorysie, to 90 EUR/m², co przy kursie 1 EUR = 4,47 PLN] oznacza koszt 402,30 zł/m². Udział procentowy poszczególnych nakładów w koszcie montażu ścian pokazano na rysunku 6.

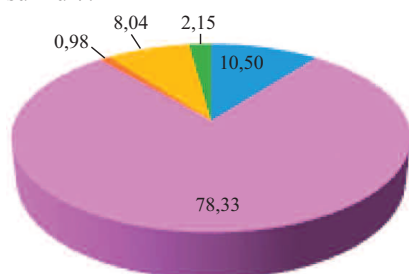


Rys. 6. Udział procentowy poszczególnych nakładów w koszcie montażu ścian

Źródło: opracowanie własne
Fig. 6. Percentage of the individual outlays in the cost of wall assembly

Strop. Do montażu stropu należy również posłużyć się dźwigiem samochodowym. Strop mocujemy do ścian za pomocą wkrętów do drewna i kątowników stalowych typu V. Koszt 1 m² elementu stropowego oszacowano na 120 EUR, co w przeliczeniu na złotówki

daje 536,40 zł/m². Razem z montażem koszt stropu wyniósł 761,79 zł/m², co oznacza, że strop o powierzchni 117,034 m² to koszt 89 155,33 zł netto. Procentowy rozkład nakładów w ramach montażu stropu pokazano na rysunku 7.

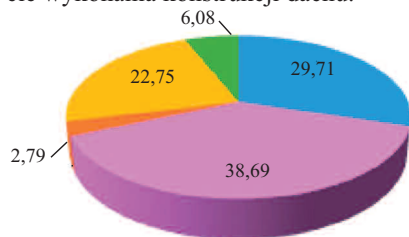


Rys. 7. Udział procentowy poszczególnych nakładów w koszcie montażu stropu

Źródło: opracowanie własne

Fig. 7. Percentage of the individual outlays in the cost of installing the ceiling

Dach. Budowa konstrukcji dachu obejmuje wykonanie słupów i mieczy na stropie, a następnie oparcie na nich oraz na ścianach belki kalenicowej, do której następnie należy przymocować krokwie oraz deskowanie pełne w postaci płyty OSB 3.0. Elementy konstrukcyjne podnoszone są dźwigiem samochodowym, mocowane na wkręty do drewna i ryflowane gwoździe budowlane. Koszt wykonania więźby dachowej o powierzchni 257,966 m² z drewna BSH i KVH szacuje się na 69 467,66 zł netto (269,29 zł / m²). Na rysunku 8 zestawiono udział procentowy poszczególnych nakładów w całkowitym koszcie wykonania konstrukcji dachu.



Rys. 8. Udział procentowy poszczególnych nakładów w koszcie wykonania więźby dachowej

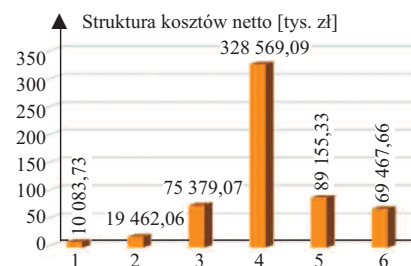
Źródło: opracowanie własne

Fig. 8. Percentage of the individual outlays in the cost of making the roof truss

Podsumowanie kosztów

Łączny koszt wykonania konstrukcji budynku wyniósł 592 116,94 zł netto (z uwzględnieniem podatku VAT w wy-

sokości 23% cena wynosi 728 303,84 zł brutto). Najdroższym elementem konstrukcji są ściany, które przy koszcie 328 569,09 zł netto stanowią 55,5% ceny wykonanych robót. Drugą najdroższą częścią analizowanych robót jest wykonanie stropu, stanowiące 15,1% przewidywanego kosztu konstrukcji. W obu pozycjach najbardziej kosztownym elementem jest materiał. W przypadku ścian szacuje się, że panele z CLT pochłaniają 62,7% kosztów wykonania ścian zewnętrznych oraz 65,4% wykonania ścian wewnętrznych. W przypadku całkowitego kosztu wykonania stropu, 70,4% stanowi koszt elementów stropowych. Koszt 1 m² powierzchni użytkowej analizowanego budynku wyniósł 3 013,01 zł netto. Koszt konstrukcji porównywalnego domu jednorodzinnego, wykonanego technologią tradycyjną w standardzie pasywnym, o powierzchni użytkowej 140,20 m² wynosi 206 359,23 zł netto, co oznacza cenę netto 1 471,89 zł/m². Obecnie budowa domu z CLT jest więc ponad dwukrotnie droższa niż domu z tradycyjnych materiałów budowlanych. Na rysunku 9 ukazano strukturę kosztów budowy konstrukcji obiektu z podziałem na kolejne etapy robót.



Rys. 9. Struktura kosztów wykonania konstrukcji domu jednorodzinnego w Żółwinie: 1) roboty przygotowawcze – 1,7%; 2) roboty ziemne – 3,3%; 3) fundament – 12,7%; 4) ściany – 55,5%; 5) strop – 15,1%; 6) dach – 11,7%

Źródło: opracowanie własne

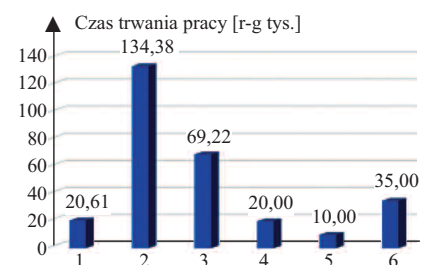
Fig. 9. Structure of costs of constructing a single-family house in Żółwin: a) preparatory works – 1,7%; 2) earthworks – 3,3%; 3) foundation – 12,7%; 4) walls – 55,5%; 5) ceiling – 15,1%; 6) roof – 11,7%

Analiza czasowa

Obejmuje ona szacowany czas trwania robót budowlanych objętych zakresem kosztorysu. Biorąc pod uwagę pra-

cochłonność robót z katalogów nakładów rzeczowych, obliczono czas ich trwania przy założeniu brygady pięcioosobowej oraz zmianach roboczych trwających 10 h.

Analiza czasowa wykazała, że proces budowy konstrukcji zajmie ok. 289,21 h, co przy dziesięciogodzinnych zmianach daje 29 dni roboczych. Najbardziej czasochłonnym elementem prac jest wykonanie wykopu pod fundament, co w dużej mierze wynika z konieczności wywiezienia wykopanego gruntu na odległość 26 km do najbliższego składowiska odpadów. W odróżnieniu do robót ziemnych, które zajmują 46,5% całkowitego czasu prac, montaż konstrukcji drewnianej jest dość krótkim procesem, gdyż zajmuje tylko 6,5 zmiany roboczej – 22,5% okresu trwania robót. Udział procentowy poszczególnych etapów robót na tle całkowitego czasu budowy konstrukcji przedstawiono na rysunku 10.



Rys. 10. Struktura czasowa wykonania konstrukcji domu jednorodzinnego w Żółwinie: 1) roboty przygotowawcze – 7,1%; 2) roboty ziemne – 46,5%; 3) fundament – 23,9%; 4) ściany – 6,9%; 5) strop – 3,5%; 6) dach – 12,1%

Źródło: opracowanie własne

Fig. 10. Time structure of execution construction of a single-family house in Żółwin: 1) preparatory works – 7,1%; 2) earthworks – 46,5%; 3) foundation – 23,9%; 4) walls – 6,9%; 5) ceiling – 3,5%; 6) roof – 12,1%

Podsumowanie

Wysoka cena drewna CLT prawdopodobnie ograniczy tempo rozwoju tej technologii w Polsce w najbliższym czasie, mimo wyraźnej zalety w postaci krótkiego czasu montażu elementów. Jedną z możliwości poprawy atrakcyjności rynkowej paneli z masywnego drewna jest zwiększenie konkurencji wśród producentów tego materiału, a w efekcie obniżenie jego ceny. W tej sytuacji przydatne byłoby unowocześ-



ARBOCEL P – The Power of Innovation



- nieograniczone możliwości regulacji konsystencji,
- łatwe i szybkie mieszanie,
- zagęszczanie i stabilizacja tynków i farb przy jednoczesnej poprawie aplikacji



Rettenmaier Polska
Sp. z o.o.
Bitwy Warszawskiej 1920 r. 7B
02-366 Warszawa
mobile +48 600 423 423
Tel + 48 22 608 51 00
e-mail: arbocel@irs.pl

nienie i lepsze usystematyzowanie produkcji krajowej tarcicy. Lepiej działający system gospodarowania zasobami leśnymi usprawniłby proces produkcji elementów konstrukcyjnych z drewna i umożliwiłby produkcję paneli z CLT na bazie krajowych produktów.

Dobrym kierunkiem prowadzenia dalszych analiz byłaby próba dokładniejszego opisanie pracochłonności robót związanych z montażem konstrukcji z CLT oraz klasyfikacja ceny materiału w zależności od jego właściwości. Należałoby też przeprowadzić analizę obecnego rynku produktów drewnianych o przeznaczeniu konstrukcyjnym i dokonać prognozy ich rozwoju.

Serdecznie dziękujemy firmie Henri Woods EU i inwestorowi za możliwość goszczenia na budowie domu w Żółwinie, a także udostępnioną dokumentację projektową

oraz firmie Novatop za konsultację zagadnień związanych z materiałem CLT i jego wyceną.

Literatura

- [1] Antmik Roy, Marco Bonetti, Curt Garrigan, Richard Westaway. 2014. „Greening the Building Supply Chain” UNEP – United Nations Environmental Program.
- [2] Ramage Michael. 2017. „Renewable and Sustainable Energy Reviews”. *Frontiers of Engineering: Reports on Leading-Edge Engineering* 68 (5.4): 333 – 359.
- [3] Borgström Eric, Johan Fröbel. 2019. „The CLT Handbook: CLT structures – facts and planning”. Swedish Wood.
- [4] He Minjuan, Li Zheng, Sun Xiaofeng. 2018. „Bending and compressive properties of cross-laminated timber (CLT) panels made from Canadian hemlock”. *Construction and Building Materials* 185 (10): 175 – 183.
- [5] Szczepański Marcin, Wojciech Migda, Robert Jankowski. 2019. „Experimental Study on Dynamics of Wooden House Wall Panels with Different Thermal Isolation”. *Applied Sciences* 9, no. 20: 4387.
Przyjęto do druku: 03.11.2021 r.

Zgodnie z komunikatem
Ministra Edukacji i Nauki
z 1 grudnia 2021 r. w sprawie
wykazu czasopism naukowych
i recenzowanych materiałów
z konferencji międzynarodowych
autor za publikację artykułu
w miesięczniku „Materiały Budowlane”
otrzymuje **40 punktów.**

Zapraszamy na stronę internetową
www.materiałybudowlane.info.pl oraz
www.materiałybudowlane.info.pl/science