

# Projektowanie deskowań z wykorzystaniem technologii BIM

## Formwork designing in BIM technology

dr inż. Mariusz Szóstak (ORCID: 0000-0003-4439-6599), Katedra Budownictwa Ogólnego, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego, mgr inż. Mateusz Napiórkowski (ORCID: 0000-0002-6177-7767), Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego, Szkoła Doktorska, Politechnika Wrocławska

DOI 10.5604/01.3001.0016.2696

**Streszczenie:** Deskowania systemowe są powszechnie wykorzystywane na placach budowy. W artykule omówiono aspekt projektowania, doboru i modelowania deskowań. W ramach przeprowadzonych analiz wykonano przegląd dostępnych na rynku nakładek do modelowania deskowań wybranych producentów. Wykorzystując nakładkę PERI Library+ do programu Autodesk Revit zamodelowano przykładowy projekt deskowania ściennego i stropowego. Dodatkowo wykonano analizę przydatności modelowania, która pozwoliła na wskazanie korzyści, jakie zapewnia BIM w aspekcie deskowań systemowych.

**Słowa kluczowe:** deskowanie, BIM, biblioteka, Autodesk Revit, budownictwo.

**Abstract:** System formwork is commonly used on construction sites. The article discusses the aspect of designing, selection and modeling formwork. As part of the conducted analyses, authors present a review of plugins available on the market for formwork modeling from selected formwork manufacturers. Using the PERI Library+ plug-in for Autodesk Revit, authors modeled an example of wall and floor formwork project. In addition, an analysis of the usefulness of modeling was carried out, which allowed to indicate the benefits of BIM in aspect of system formwork.

**Keywords:** formwork, BIM, library, Autodesk Revit, construction industry.

## 1. Wprowadzenie

Pomimo możliwości konstruowania deskowań w oparciu o wiedzę i doświadczenie projektanta związane z wykorzystaniem materiałów powszechnie uznawanych za tańsze [1] (np. płyta OSB, drewno, stal, tworzywa sztuczne itp. [2]) deskowanie systemowe jest obecne na większości budów w Polsce prowadzonych przez generalnych wykonawców. Idea tego typu deskowania jest bardzo prosta. Dzięki wykorzystaniu jednej formy do uzyskania konstrukcji, standardowych rozmiarów płyt, łatwemu sposobowi ich łączenia oraz małych odchyłek związanych z deformacją w wyniku parcia mieszanki betonowej (przy spełnieniu wymogów danego systemu) zapewnia ono szybsze tempo wznoszenia konstrukcji.

Przez pojęcie deskowanie rozumie się urządzenie do robót budowlanych stanu surowego w postaci tymczasowej konstrukcji z płyt, elementów nośnych i łączników używanych przy wykonywaniu monolitycznych konstrukcji betonowych i żelbetowych w celu nadania odpowiednich kształtów mieszance betonowej [3]. Natomiast przez pojęcie deskowanie systemowe rozumie się ogół elementów składających się na dany system, przetestowany przez producenta i opisany w dokumentacji techniczno-ruchowej (DTR) [4].

## 2. Projektowanie oraz kryteria doboru deskowań

W literaturze polskiej zagadnienie dotyczące projektowania deskowań nie jest tematem szeroko omawianym i większość dostępnych informacji oraz zaleceń w tym zakresie pochodzi od producentów dostarczających tego typu rozwiązania na rynek polski. Warto tutaj wspomnieć, że dotychczasowa polska norma dotycząca deskowań: PN-M-47850:1990 Deskowania dla budownictwa monolitycznego, została wycofana i do dzisiaj nie została zastąpiona inną, obowiązującą w tym zakresie. Z kolei normy: PN-EN 12812:2005 Deskowania – warunki wykonania i ogólne zasady projektowania; PN-EN 74-1:2006 Złącza, sworznie centrujące i podstawki stosowane w deskowaniach i rusztowaniach – Część 1 oraz PN-EN 74-2:2009 Złącza, sworznie centrujące i podstawki stosowane w deskowaniach i rusztowaniach – Część 2 zostały wycofane i zastąpione przez PN-EN 12812:2008 Falsework – performance requirements and general design (wersja angielska), która nie została jeszcze przetłumaczona na język polski. We wspomnianej normie PN-EN 12812:2008 określono m.in. warunki wykonania i metody konstruowania konstrukcji deskowań oraz ustalono zasady jakie należy uwzględnić w celu wykonania bezpiecznej konstrukcji deskowania. Podano informacje gdy deskowanie wykorzystywane jest

do podparcia „konstrukcji stałej” oraz informacje dotyczące jego posadowienia. Nie określono natomiast wymagań dotyczących szalunku, pomimo że szalunek ten może być częścią konstrukcji deskowania. Zgodnie z normą parametrem wiodącym, związanym z projektowaniem, jest parcie mieszanki betonowej. Należy jednak pamiętać, że projektując deskowanie powinniśmy zwrócić również szczególną uwagę na aspekt technologiczny [5], ekonomiczny [6] oraz praktyczny [7].

Podążając za wymaganiami wynikającymi z norm, deskowania powinny być projektowane i konstruowane w taki sposób, by przenosić wszelkie oddziaływania, którym są poddane podczas procesu budowy (wspomniane hydrostatyczne parcie mieszanki betonowej [8]), a równocześnie być wystarczająco sztywne, aby były zachowane tolerancje określone dla danej konstrukcji [9]. Należy tak zaprojektować i wykonać deskowanie, aby w trakcie jego pracy oraz w wyniku jego demontażu nie doszło do zniekształcenia kształtu, funkcji, wyglądu czy trwałości wznoszonej konstrukcji. Rozwiązania systemowe dostępne na rynku są podzielone w zależności od elementu jaki ma zostać wykonany. Wiąże się to przede wszystkim z zupełnie innymi siłami działającymi na deskowanie. Dla ściany żelbetowej rolą deskowania będzie przeniesienie sił od parcia mieszanki betonowej w poziomie, natomiast dla stropu żelbetowego, gdzie (prawie) wszystkie siły będą działać w płaszczyźnie pionowej, rolą deskowania będzie przeniesienie sił na podłoże nośne.

Prace związane z zaprojektowaniem i wykonaniem deskowań są procesem bardzo kosztownym i czasochłonnym, dlatego wybór odpowiedniego rodzaju lub systemu deskowania jest bardzo istotny z uwagi na kryterium: czas-koszt [10]. Czynniki decydującymi przy wyborze deskowań są:

- aspekty techniczne: nośność deskowania, ciężar deskowania, wymiary deskowania, wytrzymałość na parcie mieszanki betonowej;
- aspekty ekonomiczne: koszt robocizny podczas montażu i demontażu deskowania, koszt zakupu lub dzierżawy deskowania,
- aspekty organizacyjne: warunki lokalizacji budowy, logistyka na placu budowy,
- aspekty środowiskowe: stopień recyklingu elementów deskowaniowych [11].

### 3. Modelowanie deskowań

W ramach czwartej rewolucji przemysłowej (przemysł 4.0), rozwoju cyfryzacji budownictwa [12], zbliżającą się piątą rewolucją przemysłową (przemysł 5.0) [13] oraz coraz szerszego zastosowania technologii BIM [14] producenci dostarczający deskowania zaczęli opracowywać cyfrowe biblioteki ze swoimi rozwiązaniami. Niektóre rozwiązania są już dostępne od kilku lat, a kolejni producenci rozwijają swoje portfolio o usługi związane z BIM. Rozwiązania oferowane przez wybranych producentów wraz z programami dedykowanymi nakładkami przedstawiono w tabeli 1.

Ideą wykonania informatycznego, przestrzennego, trójwymiarowego modelu (BIM-3D) deskowań jest poprawa czytelności i jasności wykonania dokumentacji projektowej i zawartych w niej informacji dla wykonawców deskowań podczas ich montażu na placu budowy. Opracowanie dokumentacji projektowej za pomocą modelu 3D pozwala na łatwiejszą identyfikację poszczególnych elementów składowych deskowań, a także pozwala na szybsze generowanie zestawień elementów.

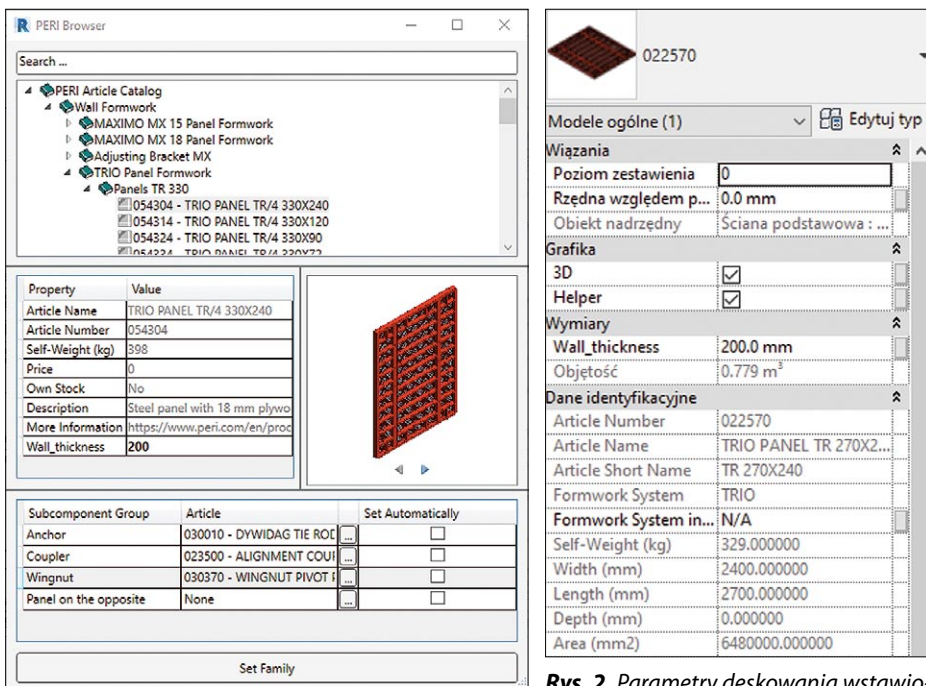
Poprawnie wykonany model 3D deskowań może stanowić cenne źródło informacji zarówno dla projektantów deskowań, jak i dla wykonawców i inwestorów. Model 3D może być wykorzystany do opracowania wizualizacji, a dzięki temu do poprawienia komunikacji z inwestorem.

Projektowanie, niezależnie czy w 2D czy w 3D, odnosi się do tych samych reguł i wytycznych. W przypadku deskowania systemowego będzie to dokumentacja techniczno-ruchowa (DTR). W DTR producenci szczegółowo opisują poszczególne etapy wykonania deskowań w celu bezpiecznego użytkowania ich produktów. Z pomocą dokumentacji techniczno-ruchowej użytkownik może sam zaplanować, ile materiału będzie musiał zamówić, a za pomocą wyżej wymienionych rozwiązań może wykonać swój własny projekt.

Na potrzeby artykułu wykonano model deskowania ściennego. Do modelowania deskowań w programie Autodesk Revit zastosowano opracowane przez Peri Polska biblioteki PERI Library+ zawierające rodziny deskowań i elementów dodatkowych. Modelowanie rozpoczęto od punktów charakterystycznych, czyli wszystkich narożników. Modelowanie punktów charakterystycznych pozwala na poznanie

**Tabela 1.** Wybrane nakładki do modelowania deskowań wybranych producentów

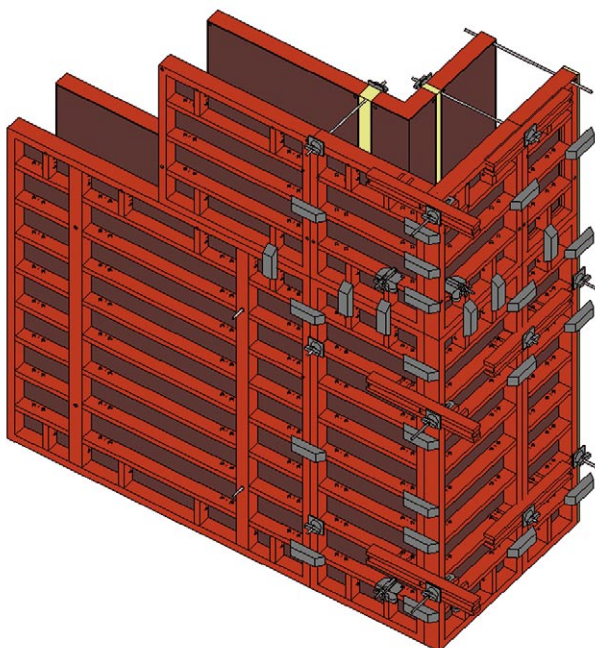
L.p.	Producent	Nakładka	Program
1	PERI	PERI Library+for Autodesk Revit	Autodesk Revit
2	PERI	Tekla Library+Systemy PERI	Tekla Structure 3D
2	Doka	DokaCAD dla Revit	Autodesk Revit
3	ULMA	ULMA studio	Autodesk Revit
4	Hünnebeck	Hünnebeck product libraries for Trimble Tekla Structure 3D	Tekla Structure 3D
5	Hünnebeck	Hünnebeck product libraries for Autodesk Revit 3D	Autodesk Revit
6	Ringer	BIM <sup>2</sup> form	Autodesk Revit



Rys. 1. Przeglądarka PERI Library+

rzeczywistych wymiarów elementów i odległości między nimi, dla których należy wykonać deskowanie.

Podstawową zasadą projektowania deskowania ściennego jest uzyskanie jak najmniejszych przerw między elementami deskowania, w których konieczne będzie użycie kompensacji w postaci krawędziaków. Cyfrowe wstawienie deskowania do modelu zostało wykonane za pomocą nakładki PERI Library+ w programie Autodesk Revit. Biblioteka PERI Library+ umożliwia wstawienie elementów do modelu wraz z ich akcesoriami. Dla płyt ściennych akcesoriami są: zamki, ściągę oraz nakrętki na ściągę. Biblioteka, przedstawiona

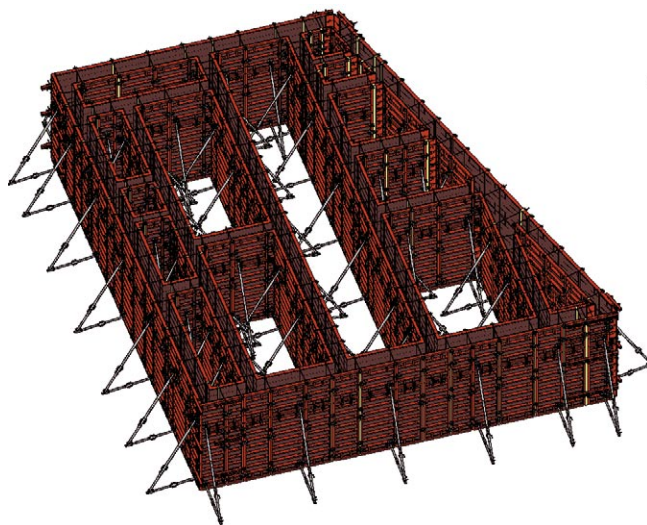


Rys. 3. Model naroża

Rys. 2. Parametry deskowania wstawionego do modelu

użytkownik (projektant deskowania) ma dostęp do automatycznych zestawień elementów deskowania generowanych w oparciu o modelowane informacje. Rozszerzając model o kolejny wymiar, jakim jest czas i uzyskanie modelu w technologii BIM na poziomie 4D, pozwala na dokładne zaplanowanie dostawy deskowań na placu budowy. Prawidłowo wykonany model może również zostać wykorzystany do wstępnego oszacowania kosztów – model BIM na poziomie 5D. Aspekty techniczne między danymi producentami są bardzo zbliżone i to cena dzierżawy jest czynnikiem decydującym o wyborze deskowania, a więc jak najlepsze zaplanowanie obrotu materiału na terenie budowy zwiększa oszczędności po stronie dzierżawcy [11].

Eksport rysunków 2D, zestawień/list materiałowych, oszczędność czasu projektowania, a także symulacja 4D postępu



Rys. 4. Model całościowy deskowania ściennego



prac poszczególnych etapów budowy to podstawowe korzyści, jakie zapewnia BIM. To również zmniejszenie nakładu prac dla projektanta deskowań oraz zmniejszenie nakładu prac na późniejszych etapach procesu budowlanego z uwagi na przejrzystość danych i bezpośredni eksport z modelu. Dzięki planowaniu rozwiązań deskowaniowych, kontroli kolizji w oparciu o model BIM możliwe jest uzyskanie zwiększonej niezawodności planowania i optymalizacji procesu budowlanego. Oprócz wizualizowanego harmonogramu pracy z deskowaniem dodatkową możliwością jest wykonanie symulacji, która pozwala na podgląd wykonywanych elementów w czasie rzeczywistym. Dzięki modelowanemu deskowaniu możliwa jest wizualizacja złożonych sekwencji deskowania (od podstawowego renderowania i animacji po wirtualną rzeczywistość). W obecnych czasach, przy podobnych rozwiązaniach technicznych, ważne jest, aby w sposób obrazowy przedstawić swoje rozwiązanie inwestorowi. Pozwala to producentom być bardziej konkurencyjnym oraz pozyskiwać niezdecydowanych klientów.

## 5. Podsumowanie

Technologia BIM jest coraz szerzej dostępna w sektorze deskowań systemowych. Dostawcy deskowań oferują klientom pomoc w zakresie projektowania, np. proponując pobranie nakładki do programów, umożliwiającej wykonanie projektu z wykorzystaniem ich produktów. Producenci nie tylko tworzą aplikacje dedykowane programom, takim jak Autodesk Revit lub Tekla Structure 3D, ale również udostępniają je swoim klientom za darmo lub po wcześniejszej rejestracji. Praca z nakładkami pozwala wykonywać projekty czytelniejsze i bardziej przejrzyste oraz rozwijać je o kolejne informacje.

Dzięki technologii BIM można jeszcze lepiej, niż w tradycyjnym procesie projektowania, dopasować rozwiązania szalunkowe do procesu budowy, co znacząco przyczynia się do sukcesu inwestycji. Zaletami sposobu pracy z wykorzystaniem

modelowania BIM jest niezawodne planowanie i większa oszczędność czasu. Wszystko wskazuje na to, że już niedługo wirtualna budowa, cyfrowy bliźniak stanie się standardowym narzędziem, a prawdziwe miejsce prowadzenia prac zostanie jeszcze bardziej zautomatyzowane.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Informacja o cenach materiałów budowlanych IMB 4 kwartał 2022, Ośrodek Wdrożeń Ekonomiczno-Organizacyjnych Budownictwa Promocja Sp. z o.o., Sekocenbud, zeszyt 57 (2123), 2022
- [2] Szruba M., Deskowania i rusztowania, Nowoczesne Budownictwo Inżynierskie 3–4/2016, str. 64–67
- [3] Orłowski Z., Systemy deskowań ramowych wielkowymiarowych, Inżynier budownictwa 4/2012
- [4] Drozd W., Zima K., Deskowania systemowe jako element kształtujący współczesną architekturę – analiza techniczno-ekonomiczna, Świat Nieruchomości 1(71)2010, str. 28–31
- [5] Ibadov N., Kaczorek K., Projektowanie technologiczne oraz dobór deskowań stosowanych w budownictwie inżynierskim na przykładzie budownictwa mostowego, Inżynier budownictwa 5/2014, str. 64–69
- [6] Biruk S., Jaśkowski P., Dobór elementów deskowania ścian z uwzględnieniem kryteriów ekonomicznych, Budownictwo i Architektura 12(1)2013, str. 7–14
- [7] Ignatowski P., Deskowania, najczęstsze błędy przy ich doborze, Inżynier budownictwa 10/2011, str. 82–86
- [8] Gołaszewski J., Cygan G., Drewniak M., Właściwości reologiczne mieszanek betonu samozagęszczalnego a parcie na deskowanie, Materiały Budowlane 6/2016, str. 79–80, 85
- [9] Bajorek G., Słonina S., Odbiór deskowań do konstrukcji z betonu, Inżynier budownictwa 4/2017
- [10] Krawczyńska-Piechna A., Wykorzystanie metod wielomodelowej analizy dyskryminacyjnej do wyboru systemu deskowania stropowego, Materiały Budowlane 8/2017, str. 113–115
- [11] Malara J., Analiza techniczno-ekonomiczna systemów deskowań, Inżynier budownictwa 6/2018, str. 58–61
- [12] Lis T., Małyś T., Zarządzanie bezpieczeństwem i higieną pracy w aspekcie wdrażanych rozwiązań Przemysłu 4.0, Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Humanitas. Zarządzanie, 1/2021 str. 95–105
- [13] Szóstak M., Napiórkowski M., Analiza możliwości zastosowania wirtualnej rzeczywistości w szkoleniach BHP w budownictwie, Przegląd Budowlany 9–10/2022, str. 138–140
- [14] Nowobilski T., Sawicki M., Szóstak M., BIM in Polish public tenders – analysis of selected tender procedures, Springer, International Scientific Conference Environmental Challenges in Civil Engineering, Environmental Challenges in Civil Engineering, 2021, str. 181–194



**Zapraszamy  
na VII Konferencję  
Naukowo-Techniczną  
„Aktualne Problemy  
w Budownictwie Ogólnym  
i Inżynierii Przedsięwzięć  
Budowlanych – BUDIN 2023”**

**Szklarska Poręba,  
30–31 marca 2023 r.**

### Tematyka Konferencji

• budownictwo ogólne • remonty i modernizacja obiektów budowlanych • badania, badania nieniszczące, diagnostyka materiałów i obiektów budowlanych • fizyka budowli, budownictwo zrównoważone i efektywność energetyczna budynków • komputerowe metody modelowania i projektowania obiektów budowlanych • technologia i zarządzanie w budownictwie

### Terminy

- przesłanie zgłoszenia uczestnictwa w Konferencji, tematu referatu, informacji o eksponatach na wystawę lub o wystąpieniu promocyjnym
- przesłanie przez organizatorów informacji o zakwalifikowaniu tematu referatu i wzoru jego przygotowania
- nadesłanie pełnego tekstu artykułu do wybranego czasopisma – 28.02.2023
- opublikowanie artykułu w wybranym czasopiśmie – zgodnie z harmonogramem wydawniczym

### Organizatorzy

• Katedra Budownictwa Ogólnego, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego, Politechnika Wrocławska – prof. dr hab. inż. Krzysztof Schabowicz

• Komitet Naukowy – przewodniczący: dr hab. inż. Jarosław Konior, prof. uczelni

• Komitet Organizacyjny – przewodniczący: dr inż. Mariusz Szóstak

### Zgłoszenie uczestnictwa

- zgłoszenie tematu referatu prosimy przesłać na adres e-mail: marek.sawicki@pwr.edu.pl
- zgłoszenie uczestnictwa w Konferencji, wystąpienia promocyjnych lub wystaw sponsorów prosimy przesłać na adres e-mail: mariusz.szostak@pwr.edu.pl

Więcej szczegółów o Konferencji:

<http://kbo-wbliw.pwr.edu.pl/konferencja-budin>