

INNOWACYJNE TECHNOLOGIE DESKOWAŃ TRACONYCH

Lucyna KORONA*

Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich,
ul. Ks. Kordeckiego 20, 85-225 Bydgoszcz

Streszczenie: Przy coraz swobodniejszej wymianie informacji technicznych na świecie, także ruchów integracyjnych np. wewnątrz unijnych, następuje bardzo szybki transfer technologii. Przykładem mogą być deskowania tracone, które w ostatnim 20-leciu zyskały na znaczeniu, poprzez liczne zastosowania, dzięki różnorodnej ofercie rozwiązań materiałowych, konstrukcyjnych oraz technologicznych. W związku z powyższym w artykule przedstawiono: istotę i zakres stosowania deskowań traconych, nową klasyfikację deskowań traconych według różnych kryteriów, kilka wybranych systemów deskowań traconych, przedstawiających możliwości ich stosowania oraz nowe kierunki rozwoju.

Słowa kluczowe: innowacyjność w budownictwie, deskowania budowlane, systematyka deskowań traconych.

1. Wstęp

Ostatnie 20-lecie przyniosło znaczące zmiany w dziedzinie urządzeń formujących konstrukcyjne elementy obiektów budowlanych z betonu monolitycznego. Współczesne deskowania znacznie różnią się od tych, stosowanych jeszcze ćwierć wieku temu.

Celem niniejszego opracowania jest zaprezentowanie kierunków rozwoju deskowań traconych z uwzględnieniem najnowszych osiągnięć w inżynierii materiałów i innowacyjnych technologii budowlanych.

W artykule przedstawiono dziesięć rozwiązań deskowań traconych, które są różnorodne pod względem materiałowo-konstrukcyjnym oraz odzwierciedlają nowe trendy rozwoju technologii monolitycznych.

2. Deskowania tracone jako nowy system budowlany

Pierwsze rozwiązania deskowań traconych pojawiły się w latach 50-tych, kiedy zaczęto wprowadzać nowe technologie; tradycyjną cegłę pełną zaczęto zastępować pustakami zasypowymi. Ogromne zniszczenia substancji budowlanej po II wojnie światowej w wielu krajach przyczyniły się do rozwoju takich technologii, których główną ideą było skrócenie czasu budowy, poprzez rezygnację z tradycyjnego murowania i zastąpienia tej czynności układaniem pustaków „na sucho”, z późniejszym ich wypełnieniem np. mieszkanką betonową, glinobitką.

Na przestrzeni kilkudziesięciu lat technologia deskowań traconych znacznie się rozwinęła, co może świadczyć o wzroście ich znaczenia i popularności. Funkcjonuje wiele różnych podziałów deskowań budowlanych, zwłaszcza deskowań tradycyjnych (Rowiński, 2001; Rowiński i in., 1986). Współczesne rozwiązania deskowań budowlanych stanowią tak dalece złożone i różnorodne systemy, że termin „deskowanie” według (Martinek i in., 2010; Orłowski, 2010a), należałoby zastąpić nowym określeniem, mianowicie „urządzenia formujące”.

Pośród różnego rodzaju deskowań, tracone stanowią odrębną kategorię. Orłowski (2010a i b) podaje, że „deskowanie tracone jest szczególnym rodzajem konstrukcji”. W systemach deskowań traconych uzasadnienie znajduje reguła mini-max. Deskowania te cechuje mała pracochłonność, krótki czas montażu, niskie nakłady finansowe oraz proekologiczne rozwiązania materiałowe. Technologie deskowań traconych coraz częściej nazywane są deskowaniami wbudowanymi” (ang. *lostformwork*, *stay-in-place*, *leave-in-place*, ros. *niesjomnajaopaubka*).

Specyfika technologii deskowań traconych wymaga odmiennego od tradycyjnego podejścia na etapie:

- doboru materiałów i sposobu ich wbudowania,
- doboru transportu,
- doboru maszyn, sprzętu, narzędzi,
- ustalenia kolejności i organizacji wykonania wszystkich procesów zasadniczych i pomocniczych,
- określenia warunków techniczno-ekonomicznych,
- kontroli i odbioru robót.

* Autor odpowiedzialny za korespondencję. E-mail: luko@utp.edu.pl

3. Charakterystyka deskowań traconych

Deskowania tracone stanowią pewnego rodzaju formy, umożliwiające ich wypełnienie mieszanką betonową w celu wykonania określonego elementu konstrukcyjnego lub ustroju budowlanego, pozostające na miejscu wbudowania, pełniące w eksploatowanym obiekcie budowlanym funkcję: konstrukcyjną, izolacyjną lub izolacyjno-konstrukcyjną.

Odgrywają one coraz większą rolę wśród deskowań stosowanych w budownictwie monolitycznym. Na rysunku 1 przedstawiono schemat podziału deskowań budowlanych z uwzględnieniem wszystkich obecnie stosowanych.

Wskazane dwie grupy deskowań różnią się między sobą ze względu na czas i charakter stosowania, krotność użycia, a także możliwości wykonania elementu bądź całego ustroju budowlanego. Deskowania tracone, ze względu na prostotę konstrukcji, dostarczane są na budowę w postaci półfabrykatów. Ich produkcja jest często zautomatyzowana.

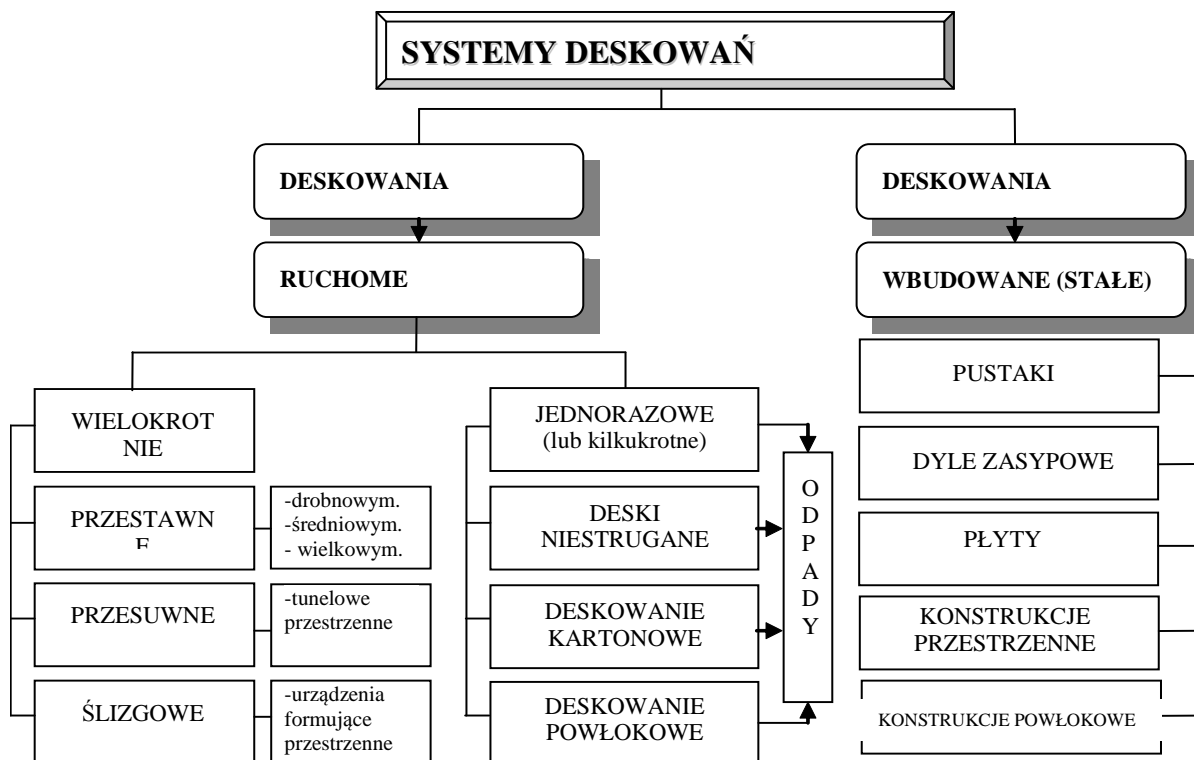
Analiza czynności technologicznych przy wykonywaniu elementów budowlanych z deskowań traconych wykazuje znaczne różnice liczbowe w stosunku do deskowań tradycyjnych (Korona, 1994). Deskowania wielokrotnego użytku wykonywane są z wysoko-jakościowych materiałów, wymagających dużej staranności i dbałości o nie już na etapie transportowania,

składowania na budowie, montażu oraz demontażu, z ponownym ich transportem oraz magazynowania.

Zasadnicza różnica między deskowaniem tradycyjnym a traconym polega na tym, że te ostatnie nie wymagają czynności demontażowych. Innym aspektem odróżniającym deskowania tracone od tradycyjnych, a jednocześnie przemawiającym na ich korzyść, jest rodzaj użytego materiału na konstrukcję formy. W przypadku deskowań traconych element deskujący po wbudowaniu stanowi integralną, pełnowartościową część konstrukcji lub ocieplenia.

Elementy deskowań traconych dostarczane są na budowę w postaci dyli zasypowych, oraz płytowych wielkowymiarowych deskowań przestrzennych. Rozwijane są również koncepcje deskowań traconych zmierzające do kompleksowego wykonywania ustroju nośnego z wykorzystaniem deskowań powłokowych (miękkich), ponieważ na formę wykorzystuje się impregnowane tkaniny. Czynnikiem nośnym, w trakcie realizacji, jest podawane sprężone powietrze. Tego rodzaju deskowania pneumatyczne stosowane są do wykonywania obiektów w formie kopuł.

Próbie usystematyzowania deskowań traconych podjęła autorka niniejszego artykułu, bazując głównie na rozwiązaniach wdrażanych na początku lat 90-tych ubiegłego wieku na terenie kraju (Korona, 1994 i 1996). Krótki opis deskowań traconych zawarł w swej pracy Jasiczak (2003).



Rys. 1. Klasyfikacja systemów deskowań budowlanych (SDB)

W ostatnich latach rozszerzył się asortyment deskowań o nowe rozwiązania techniczne, dzięki czemu zwiększyły się możliwości ich stosowania w budownictwie. Aktualnie szeroki wachlarz rozwiązań deskowań traconych pozwala podzielić je na trzy podstawowe grupy w zależności od ich: konstrukcji, rodzaju użytkowania wraz ze sposobem przenoszenia obciążeń oraz według funkcji, jaką pełnią zastosowane w nich materiały (rys. 2).

Najnowsze rozwiązania deskowań traconych zmierzają w kierunku takich, poszukiwań materiałowych i konstrukcyjnych, które mają charakter ergonomiczny i ekologiczny. Współczesny rozwój materiałów kompozytowych – mikrokompozyty i nanokompozyty, stwarza nowe możliwości zastosowania ich jako deskowania.

Na deskowania konstrukcyjne stosuje się różnego rodzaju kompozyty, przykładowo włóknobeton, siatkobeton. Najczęściej stosowanymi komponentami konstrukcyjnymi z grupy włókien sztucznych są włókna o dużej wytrzymałości, takie jak: włókno szklane, węglowe, kwarc, kevlar, czy włókna polimerowe. Jednym z najnowszych tworzyw, wytwarzanych na skalę masową, są włókna polipropylenowe.

Drugim trendem w technologii deskowań traconych, szczególnie ukierunkowanym na budownictwo niskie, jest zwrot w kierunku włókien naturalnych lub pozyskiwanych z materiałów organicznych np. tworzywo drzewne.

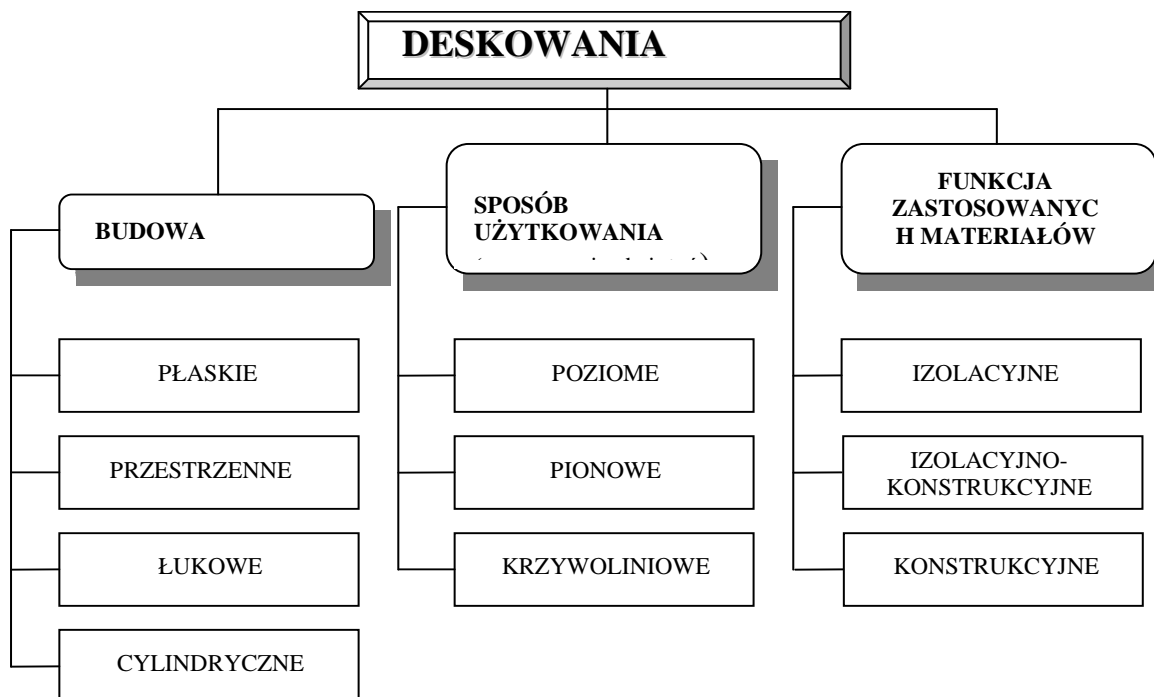
Na deskowanie tracone coraz częściej wykorzystuje

się materiały pochodzące z produkcji ubocznej lub pozyskiwane z odpadów typu drzazgocement, komponent magnezytowo-drzazgowy, styrobeton, wiórocement, trocinobeton, strużkobeton, itd.

Następnym ważnym zagadnieniem jest kwestia lepiszczy do materiałów kompozytowych. Z uwagi na wymogi ekologiczne opracowano innowacyjne rozwiązania, bez stosowania żywic formaldehydowo-mocznikowych. Obecnie, do najczęściej stosowanych lepiszczy, zaliczają się żywice syntetyczne oparte na poliestrach, polieterach (epoksydach), poliuretanach i żywicach silikonowych.

W celu zwiększenia właściwości termoizolacyjnych do kompozytu deskowania dodaje się perlit czy wermikulit. Stąd współczesne deskowania tracone są wykonywane z materiałów nietoksycznych, biodegradowalnych i niepalących się.

Dąży się, aby forma deskowania traconego była wykonana z materiałów jakościowych, o nieskomplikowanej konstrukcji, umożliwiającej łatwy i szybki montaż przez niewykwalifikowanych pracowników, wręcz bez użycia ciężkich maszyn budowlanych. Ważnym aspektem jest minimalizacja wytwarzania odpadów w trakcie budowy. Deskowania tracone mają wykończoną powierzchnię zewnętrzną lub są gładkie, co znacznie zmniejsza pracochłonność robót wykończeniowych.



Rys. 2. Klasyfikacja deskowań traconych

4. Wybrane systemy deskowań traconych

Technologie deskowań traconych, zarówno „zachodnie” jak i „wschodnie”, rozszerzają możliwości krajowego rynku budowlanego. W tabeli 1 przedstawiono dziesięć wybranych innowacyjnych rozwiązań materiałowo-technologicznych deskowań traconych. Ich dane techniczne i charakterystykę opracowano w oparciu o materiały informacyjne i reklamowe producentów, wykonawców i dystrybutorów następujących przedsiębiorstw: Basf, Baumat, Cetris, Cobiax, Durisol, Ekodom, Imhotep, IsotekGroup, JSC "AL-ZER", L.S. Tech-Homes Sp. z o.o., Monolityczne Konstrukcje M.C.P., Maxfrank, Monolithic, NPK Energostrojinvest, Span Form AB, Span Form AB AGZA, Tamak, Techbud, VST Group.

Na naszym rynku budowlanym znalazło zastosowanie uniwersalne deskowanie Pecafil – może pełnić rolę zarówno deskowania traconego jak i wielokrotnego użytku. Opatentowane elementy deskowań Pecafil są wykonane z siatki stalowej, pokrytej dwustronnie specjalną folią polietylenową (rys. 3), podobną do parafiny używanej do produkcji świec, która ulega biodegradacji, jak również cechuje się właściwościami antyadhezyjnymi.

System Pecafil jest prosty w montażu ze względu na jego lekkie i łatwo dające się kształtować elementy. Można ten system stosować do wykonywania fundamentów, ścian o złożonych kształtach, obudowy pali czy stropów żebrowych i kasetonowych.



Rys. 3. Wykonanie ściany fundamentowej w deskowaniu traconym „Pecafil” (Dębogórze) (www.maxfrank.pl)

Do nowych systemów należy zaliczyć węgierski system Isotek, który na kształtki wykorzystuje materiał o nazwie Neopor. Ma on lepsze właściwości od styropianu. W procesie technologicznym do tworzywa styropianowego dodawany jest grafit. Neopor to materiał całkowicie odporny na zawilgocenie i pleśń, dający przy tym w pomieszczeniach przyjemny mikroklimat.

System Isotek tworzy zespół elementów deskowań traconych, służących do budowy domów energooszczędnych lub pasywnych produkowanych w trzech rodzajach:

- elementy IsotekNormal,
- elementy Isotek Plus,
- elementy IsotekPassive.

Tab. 1. Wybrane innowacyjne rozwiązania materiałowo-technologiczne deskowań traconych

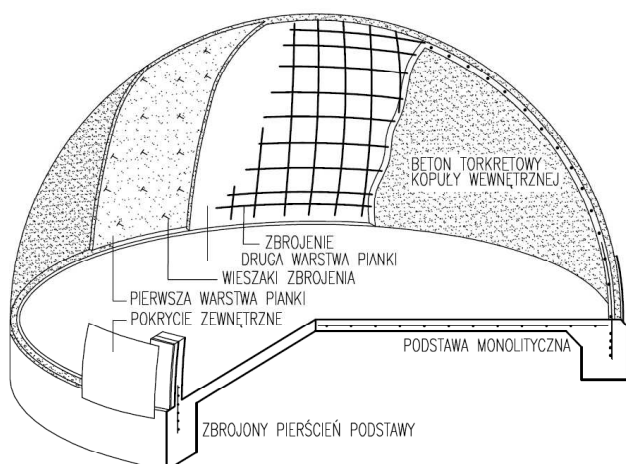
Lp.	Grupa materiałów (według funkcji pełnionej w fazie eksploatacji)	Innowacyjne materiały deskowań traconych	System
1	Izolacyjne	– polietylen + siatka stalowa	– Pecafil
		– kształtki z Neoporu	– Isotek
		– tkaniny impregnowane - deskowania pneumatyczne	– Monolithic
2	Izolacyjno-konstrukcyjne	– płyty	– VST
		– cementowo – drzazgowe	– Cetris, (Tamak)
	– magnezytowe	– Cast-Wall	
	– pustaki	– Durisol	
3	Konstrukcyjne	– drewno – cementowe	– Techbud
		– trocinobetonowe	– Sweddeck
		– stalowe	– Cobiax
		– betonowe	

Współczynnik przewodności cieplnej dla ścian Isotek wynosi od 0,29-0,11 W/m²K. W skład każdego z podsystemów wchodzi: pustak podstawowy, nadproże, element wieńcowy, stropowy, dachowy i elementy uzupełniające. Elementy systemu produkowane są w Rudzie Śląskiej.

System Monolithic został opatentowany w Ameryce 1970 roku i jest przykładem deskowań traconych miękkich wykorzystujących formy pneumatyczne. Ideą tego systemu jest wykonanie obiektu w formie kopuły bezpośrednio na budowie. Deskowanie pneumatyczne wykonane jest ze specjalnej miękkiej tkaniny – nylonu impregnowanego PCV lub tkaniny poliestrowej szytej na indywidualne zamówienie. Tkanina w formie balonu jest zamocowana do wcześniej wykonanego fundamentu w postaci zbrojonego pierścienia. Tkanina pełniąc rolę deskowania, nadmuchiwa jest przy pomocy dwóch wentylatorów sprężonym powietrzem o niewielkim ciśnieniu (rys. 4). Następnie od środka kopuły, hermetycznie zamkniętej, natryskuje się na tkaninę warstwę pianki poliuretanowej, w której zatapia się haki stalowe. Do haków przymocowuje się siatkę stalową, pełniącą rolę zbrojenia dla mieszanki betonowej, podawanej metodą torkretowania (rys. 5).



Rys. 4. Widok tkaniny w trakcie nadmuchiwania (www.kopuly.pl)



Rys. 5. Poszczególne warstwy kopuły systemu Monolithic Dome

Obecnie system Monolithic został bardzo rozbudowany – tworząc podsystemy. Wyróżnia się trzy podsystemy; MonolithicDome, Ecoshell (o średnicy do 13 m) i Crenosphere (patent w 1999 roku – średnica kopuły do 300 m i wysokości do 150 m). W podsystemie Ecoshell deskowania pneumatyczne mogą być stosowane jako uniwersalne – w technologii deskowań traconych i jako deskowania wielokrotnego użytku (Ecoshell II).

Z uwagi na dużą odporność tego typu konstrukcji na szkody górnicze, huraganowe wiatry, trzęsienia ziemi, szybkość budowy, 50-70% oszczędności energii przy ogrzewaniu lub chłodzeniu wnętrza obiektu, otwartości wewnętrznej przestrzeni (bez słupów i filarów) system ten zastosowano w 52 krajach i 49 amerykańskich stanach, budując około 4000 kopuł monolitycznych.

W Polsce w tym systemie wykonano dwa obiekty: kościół w Katowicach w 1995 roku (Kobiela i Machnik, 1995) oraz budynek jednorodzinny w Bełku (powiat rybnicki) (rys. 6). Obecnie trwa budowa magazynu na klinkier w Chełmie Lubelskim.

a)



b)

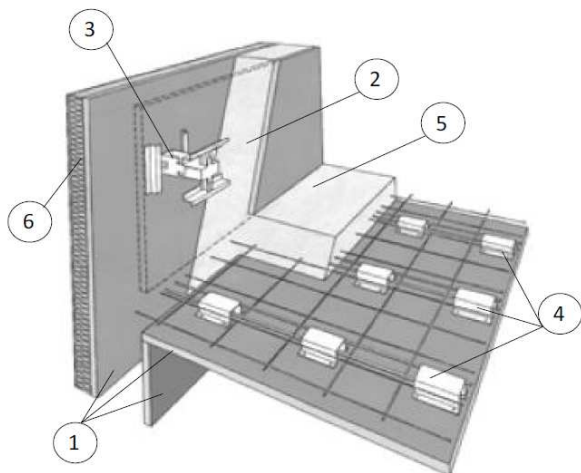


Rys. 6. Obiekty wykonane w technologii „Monolitycznej kopuły”: a) Budynek jednorodzinny w Bełku b) budynek użyteczności publicznej w Avalon, Texas (www.kopuly.pl)

Do nowych technologii deskowań traconych należy zaliczyć rozwiązania stosujące innowacyjne płyty o włóknach orientowanych: cementowo-drzazgowe lub magnezytowe. Opatentowany system austriacki

VST bazuje na płytach cementowo-drzazgowych, produkowanych na Słowacji.

Natomiast Czeši zastosowali rozwiązania systemu VST, jako deskowania traconego, do systemu Cetris, z użyciem płyt cementowo-drzazgowych Cetris Basic. Schemat metody wykonania konstrukcji ścian i stropu został przedstawiony na rysunku 7.



Rys. 7. Konstrukcja ściany i stropu systemu deskowania traconego VST i Cetris: 1 – płyty cementowo-drzazgowe CETRIS BASIC (gr. 240 mm), 2 – betonowa ściana, 3 – stalowy element ścienny oddzielający, 4 – profil stalowy HT, 5 – beton stropu, 6 – termoizolacja ściany (www.cetris.cz)

System CETRIS obejmuje wykonanie całego ustroju nośnego – fundamenty, ściany, stopy. Płyty cementowo-drzazgowe mają strukturę warstwową: dwie warstwy zewnętrzne zawierają niewielką ilość wiórów drewna, które wpływają na bardzo dobry moduł sprężystości, twardość, gęstość, wilgotność i gładką powierzchnię, a trzecia warstwa wewnętrzna zawiera długie igłowe drzazgi drzewne, po to, żeby znacznie zwiększyć wytrzymałość płyt na zginanie. Płyty CETRIS produkowane są przez prasowanie mieszanki składającej się z drzazg drewnianych po około 3-4 miesięcznym odpowiednim ich przygotowaniu (65%), cementu portlandzkiego (25%) oraz domieszek hydratyzujących (2%) i wody (10%) (tab. 2).

Natomiast w Rosji produkowana jest płyta cementowo-drzazgowa TAMAK, zalecana jako deskowanie tracone, głównie do wykonania fundamentów (tab. 2).

Opatentowany system o nazwie CastWall bazuje na płycie magnezytowej „Eco-Board”, której podstawowym składnikiem jest oksychlorkowy cement magnezowy. Płyta magnezytowa nowej generacji składa się wyłącznie z ekologicznie czystych komponentów, niezawierających szkodliwych substancji. Płytę magnezytową łatwo ciąć, piłować, przybijać kleić, malować i oklejać. Można łatwo ją giąć. Od średnicy 2 m można tworzyć łuki. Płyta „Eco-Board” produkowana jest w Chinach.

Tab. 2. Parametry techniczne płyt z tworzywem drzazgowym (www.cetris.cz, www.tamak.ru, www.esi-ru.castwall)

Parametry	CETRIS	TAMAK	ECO-BOARD
Rodzaj płyty	Drzazgowo-cementowa	Cementowo-drzazgowa	Magnezytowo-drzazgowa
Skład chemiczny (%)	– Drzazg drzewne – 63 – Cement portlandzki – 25 – hydrauliczne dodatki – 2,0 – woda – 10	– Drzazgi drzewne – 24 – Cement portlandzki – 65 – hydrauliczne dodatki – 2,5 – woda – 8,5	– cement Sorela (MgO, MgCl ₂) – drzazgi drzewne, – perlit – szkło wodne
Geometryczne rozmiary, (mm)	2400x1200xgr 3350x1250xgr	2700x1200xgr 3200x1250xgr 3600x1200xgr	2400x1200xgr 1220x2440xgr Gr= 3+30 mm
Gęstość (kg/m ³)	1150-1450	1100-1400	750-1200
Pęcznienie przez 24 godz (%)	0,28	1,5	0,26
Rozszerzalność liniowa (mm)	1,1	1,5	1,0
Wytrzymałość na zginanie (MPa)	11,5	gr. 10-12 mm	15-22
Dźwiękoszczelność (dB)	31	–	29-44
Przewodność cieplna Dla gr 16 mm (W/mK)	0,248	0,227	0,214

System CastWall jest obecnie szeroko stosowany na rynku wschodnio-azjatyckim, w USA, Kanadzie i Australii. Dla budownictwa niskiego (do 5 kondygnacji) opracowano system deskowania traconego CastWall składającego się z płyt Eco-Board, połączonych specjalnymi łącznikami z włókna szklanego, do których na budowie wlewa się pianobeton (rys. 8).



Rys. 8. Ściana wykonana w technologii „CastWall” – w środku płyt Eco-Board nieautoklawizowany gazobeton (www.castwall.com)

W Polsce technologia z użyciem płyt magnezytowych „Magnesium Oxide Board” jest w trakcie badań (badania są prowadzone w Politechnice Gdańskiej w Katedrze Podstaw Budownictwa i Inżynierii Materiałowej). Inne płyty magnezytowe dostępne na rynku polskim to płyty o nazwie „Imhotep Plate” są dystrybuowane przez przedsiębiorstwo handlowe, bez odpowiednich certyfikatów i wytycznych technologicznych dla systemu bazującego na tej płycie.

Płyty Cetris, Tamak, Eco-board nie zawierają azbestu, fenolu czy żywic formaldehydowo-mocznikowych, a przy tym są odporne na owady, gryzonie oraz działanie pleśni i grzybów.

Płyty magnezytowe Eco-board są niepalne, natomiast pozostałe wykazują dużą odporność ogniową, a podczas palenia nie emitują dymu i nie rozprzestrzeniają ognia. Wybrane właściwości fizyko-mechaniczne płyty „Eco-

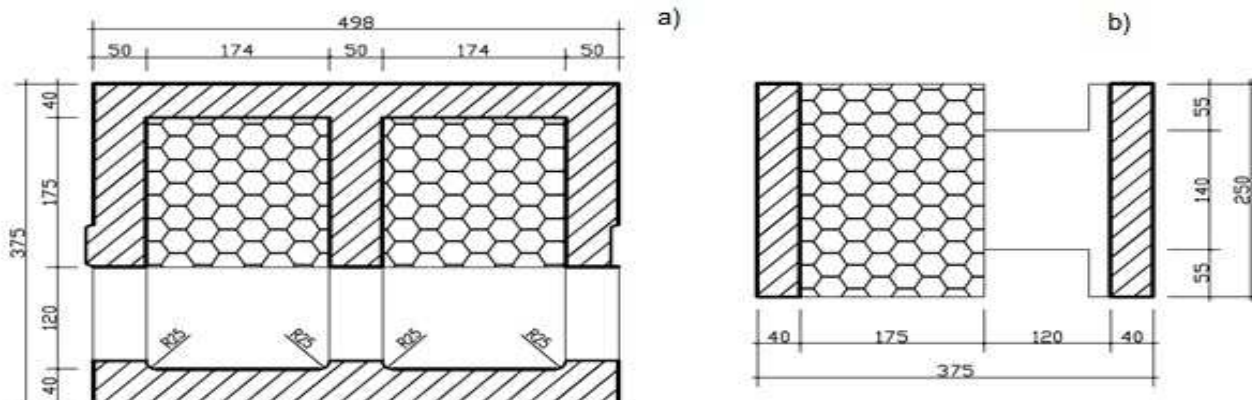
Board” przedstawiono w tabeli 2.

Z grupy materiałów izolacyjno-konstrukcyjnych należy wymienić kanadyjski system „Durisol” (rys. 9). Podstawowym surowcem do produkcji bloczków „Durisol”, w postaci deskowania traconego, są zrębki drzewne i cement portlandzki. Na bloczki stosuje się 80% materiału z recyklingu - miękkiego drewna, będącego produktem ubocznym przemysłu drzewnego. Bloczek „Durisol” jest wykonany z drewna w 90% i spoiwa cementowego w 10%, sprasowanego pod ciśnieniem. Następnie przechodzi on proces obróbki mechanicznej (frezowanie), pozwalającej na utrzymanie właściwych wymiarów wszystkich wyrobów. Zrębki drewna, używane do produkcji bloczków, poddawane są mineralizacji nieszkodliwą dla zdrowia naturalną krzemionką, która zapewnia odporność na czynniki biologiczne i wilgoć.

Od 1953 roku Kanadyjczycy są właścicielami handlowej marki i licencji. Pierwotnie produkcja odbywała się w czterech krajach: Kanadzie, Holandii, Austrii i Słowacji. W ostatnich latach sprzedano 40 licencji na ten system. W Polsce przedstawicielem i dystrybutorem systemu „Durisol” jest przedsiębiorstwo w Ostrowcu Świętokrzyskim.

W 1986 roku opracowano i opatentowano izolacyjny system wznoszenia ścian zewnętrznych wraz z innymi elementami uzupełniającymi. System „Durisol” oferuje pełen asortyment bloczków niezbędnych do wykonania prawidłowego zabezpieczenia ścian przed powstawaniem mostków cieplnych oraz stabilnej konstrukcji budowanego obiektu. Masa bloczka podstawowego waha się w granicach 9-14 kg. Do wykonania 1 m² ściany zużywa się 8 bloczków.

System „Durisol” służy do budowy ścian z bloczków zrębko-cementowych bez użycia klejów lub zaprawy. Puste komory wypełnia się zbrojeniem i zalewa mieszką wypełniającą, średnio 90 l/m² ściany. Bloczki przeznaczone na ściany zewnętrzne wypełniane są wkładkami styropianowymi o różnych grubościach, tak by można było dobrać właściwe parametry oporów termicznych dla różnych regionów. Na rysunku 9. przedstawiono geometryczne parametry bloczka podstawowego w wersji ocieplonej dla ścian zewnętrznych.



Rys. 9. Podstawowy izolowany bloczek Durisol: a) przekrój poziomy b) przekrój pionowy

Każdy bloczek posiada zamek (pióro i wpust), by łatwiej było utrzymać stabilność i prostą linię muru a wszystkie detale technologiczne są tak opracowane, by nie powstawały mostki cieplne. Przetworzenia ścianek bocznych w bloczku wykonano, by po wypełnieniu mieszanką betonową komory, połączyć je z pozostałymi bloczkami i otrzymać ciągłość betonowego rdzenia. W tabeli 3 zamieszczono charakterystykę kilku przykładowych elementów systemu.


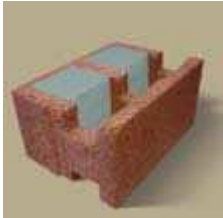

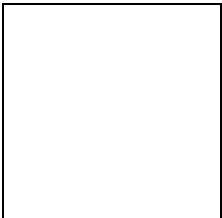
Zalety systemu deskowań traconych „Durisol” są następujące:

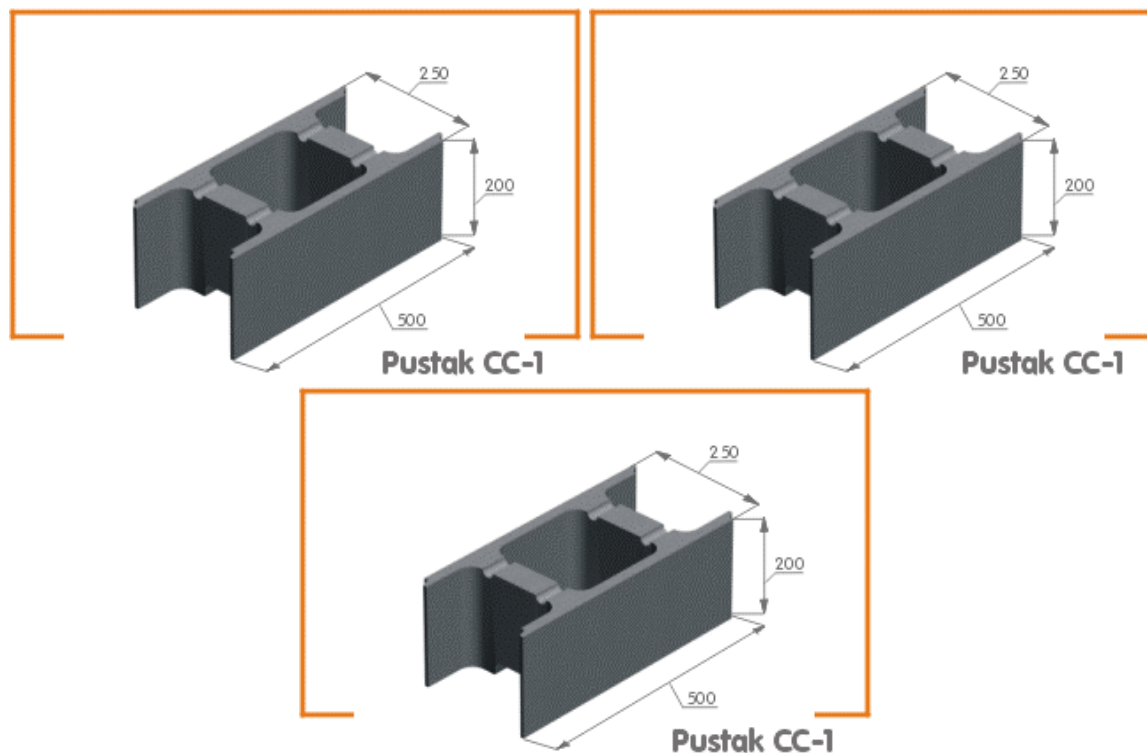
1. izolacyjność termiczna ($U = 0,24 \text{ W/m}^2 \text{ K}$),
2. wysoka akumulacja ciepła,
3. dźwiękochłonność (do $R_w = 60 \text{ dB}$),

4. mały opór dyfuzyjny,
5. wysoka odporność ogniowa – klasa F90 – niepalne,
6. wysoka odporność na czynniki atmosferyczne i biologiczne,
7. eliminacja robót izolacyjnych,
8. łatwość obróbki, budowanie można wykonać własnymi siłami,
9. mniejszy zakres prac, szybsza budowa, niższe koszty,
10. odpada montaż i demontaż rusztowania.

Drugim przykładem deskowania izolacyjno-konstrukcyjnego może być polski system TECHBUD. Od 2006r. grupa pustaków trocinobetonowych TECHBUD CC jest najnowszą modyfikacją popularnej gamy pustaków CS-10-U (rys. 10).

Tab. 3. Charakterystyka parametrów wybranych elementów systemu „Durisol” (www.durisol.ru, www.ekodom-system.pl/durisol.php)

Parametry				
Rodzaj pustaka	zewnątrzny DSs 37,5/14n	zewnątrzny DSs 37,5/14n NEO	wewnętrzny DSi 30/20	wieńcowy DM 15/9 Dr NEO
Rozmiar (szer/dł/wys)	375/500/250 mm	375/500/250 mm	300/500/250 mm	150/500/250 mm
Opór cieplny R2	4,42 m ² K/W	4,76 m ² K/W	1,43 m ² K/W	3,47 m ² K/W
Cena w EUR (szt.)	4,91 €	5,11 €	2,69 €	2,49 €

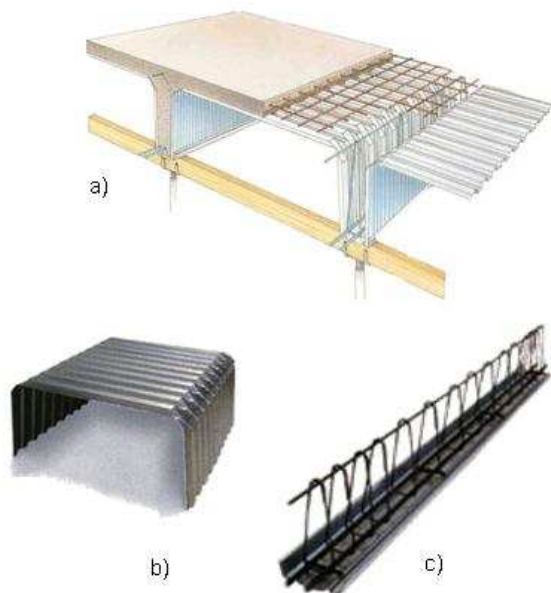


Rys. 10. Gama pustaków trocinobetonowych CC (www.techbud.com.pl)

Pustaki uniwersalne typu TECHBUD CC stosuje się do wykonania ścian betonowych monolitycznych układając je na sucho (bez zaprawy). Po ułożeniu ściany na wysokość pięciu warstw, na około 1 m, należy wypełnić ją betonem. Stabilna konstrukcja pustaków, dzięki specjalnym zamkom pionowym i poziomym, pozwala na zalewanie ich betonem przy użyciu mechanicznych pomp, bez ryzyka odkształcenia się ścian. W przypadkach zwiększenia nośności ścian można stosować zbrojenie poziome i pionowe. Gładka powierzchnia pustaków wymaga tylko szpachlowania i nadaje się do malowania, tapetowania itp. W celu uzyskania lepszego współczynnika przenikania ciepła, ściana wykonana z pustaków uniwersalnych może być od zewnątrz docieplona warstwą wełny mineralnej lub styropianu.

Od zewnątrz taką ścianę można wykończyć na mokro – czyli tynkiem cienkowarstwowym (ostatnio znany pod nazwą ETICS - skrót od angielskiej nazwy *External Thermal Insulation Composite System*) lub płytkami elewacyjnymi, mocowanymi na zaprawę klejową albo na sucho – czyli mocując okładzinę elewacyjną do przytwierdzonego do ściany zewnętrznej rusztu wypełnionego ociepleniem.

Innowacyjnym deskowaniem konstrukcyjnym jest szwedzkie deskowanie tracone typu Sweddeck (rys. 11). Deskowanie jest profilowane według opatentowanej w 1985 roku metody zapewniającej dużą sztywność blach. Od 1992 roku zaznacza się ekspansja tego produktu na rynki europejskie, w tym Polski.



Rys. 11. Strop Sweddeck: a) idea montażu stropu, b) blachy główne, c) żebra (www.sweddeck.cadsys.com.pl; www.spanform.se)

Deskowanie służy do wykonania żebrowych stropów żelbetowych o nośności do 25 kN/m^2 i rozpiętości od 6 do 18 m bez podpór pośrednich. W skład systemu Sweddeck wchodzi: blachy główne, końcowe, denne ze zbrojeniem żeber oraz podkładki dystansowe.

Deskowanie główne jest wykonane z profilowanych blach grubości 0,7 mm. Dostarczane są one w wymiarach: szerokość od 500 do 1500 mm, wysokość od 150 do 900 mm. Dla ułatwienia zakończenia stropu przy ścianach nierównoległych do żeber, blachy główne mogą być wykonane bez jednej ścianki bocznej. Maksymalna masa blachy to 11 kg.

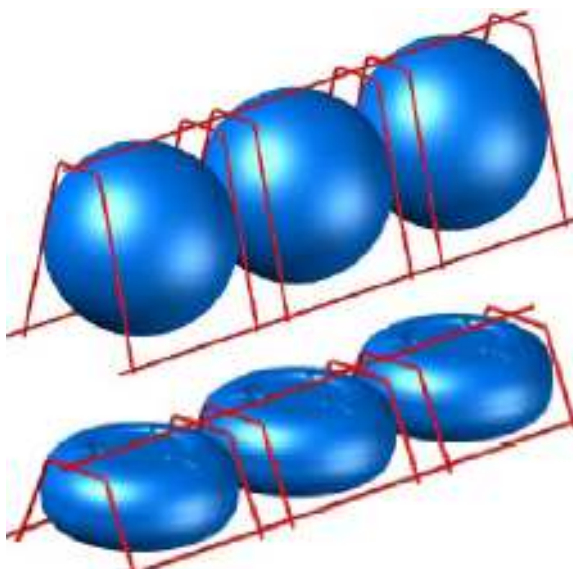
Blachy denne deskowania żeber mają grubość 1,5 mm. Wykonywane są w dwóch szerokościach: 180 i 240 mm. Długość blachy wraz ze zbrojeniem żeber można dostosować do odstępów między podporami.

Szkielet żebra składa się z prętów poziomych i strzemion. Górny pręt poziomy jest również oparciem dla siatki zbrojeniowej płyty. Zbrojenie żeber jest ułożone na blachach, na podkładkach dystansowych grubości 12 mm. Dla szerszych blach dennych oraz gdy jest wymagana wyższa klasa odporności ogniowej, stosuje się podkładki dystansowe grubości 25 mm. Zbrojenie żeber może być zwymiarowane dla dowolnego obciążenia zgodnie z obowiązującymi normami. Rozstaw osiowy żeber wynosi 600-1500 mm. Blachy końcowe są elementami formującymi boki podciągów, wykonanymi ze stali o grubości 1,00-1,25 mm.

Elementy deskowania są zabezpieczone przed korozją powłoką metalizowaną grubości 25 mm z cynku (275 g/m^2) lub stopu cynku i aluminium (150 g/m^2). Czas montażu całego systemu, łącznie z ustawieniem i usunięciem podpórek montażowych wynosi 0,2-0,3 roboczogodziny na 1 m^2 stropu (www.sweddeck.cadsys.com.pl). Można je stosować w obiektach zarówno przemysłowych jak i użyteczności publicznej takich jak: banki, parkingi, hale widowiskowo-sportowe, domy towarowe, centra wystawowe.

Innym przykładem deskowań traconych jest grupa stropów typu Filigran. W ostatnich latach na bazie stropu typu Filigran opracowano zespolony, żelbetowy strop Cobiax. Składa się on z wielkopowierzchniowych prefabrykowanych płyt żelbetowych, pełniących funkcję deskowań, z zatopionymi dźwigarkami kratowymi, wykonywanych w zakładzie prefabrykacji oraz z wypełnienia kulami, zbrojenia siatkami i warstwy nadbetonu wylewnego na budowie. Nowością tego stropu jest wypełnienie, ułożone pomiędzy dolnym i górnym zbrojeniem płyty żelbetowej, w postaci pustych, plastikowych wkładów o wysokości od 100-450 mm (np. kule), które są zabezpieczone stalowymi prętami w kształcie kosza (rys. 12).

Wymiarowanie stropu Cobiax, jako dwukierunkowego płaskiego stropu, wykonuje się według konwencjonalnych metod jak dla stropów masywnych, zgodnie z aktualnymi normami dla budownictwa żelbetowego. Daje to możliwość, przy zachowaniu ekonomiczności rozwiązania, osiągnięcia rozpiętości pojedynczego przęsła od 18-20 m (przy grubości stropu około 600 mm) – w układach wieloprzęsłowych. Szczególnie korzystnie kształtuje się strop o rozpiętości 10-12 m i grubości około 400 mm. Grubość płyt filigranowych jest zmienna i waha się od 40 mm do 70 mm. Do montażu płyt stropowych niezbędny jest żuraw budowlany o odpowiedniej nośności.



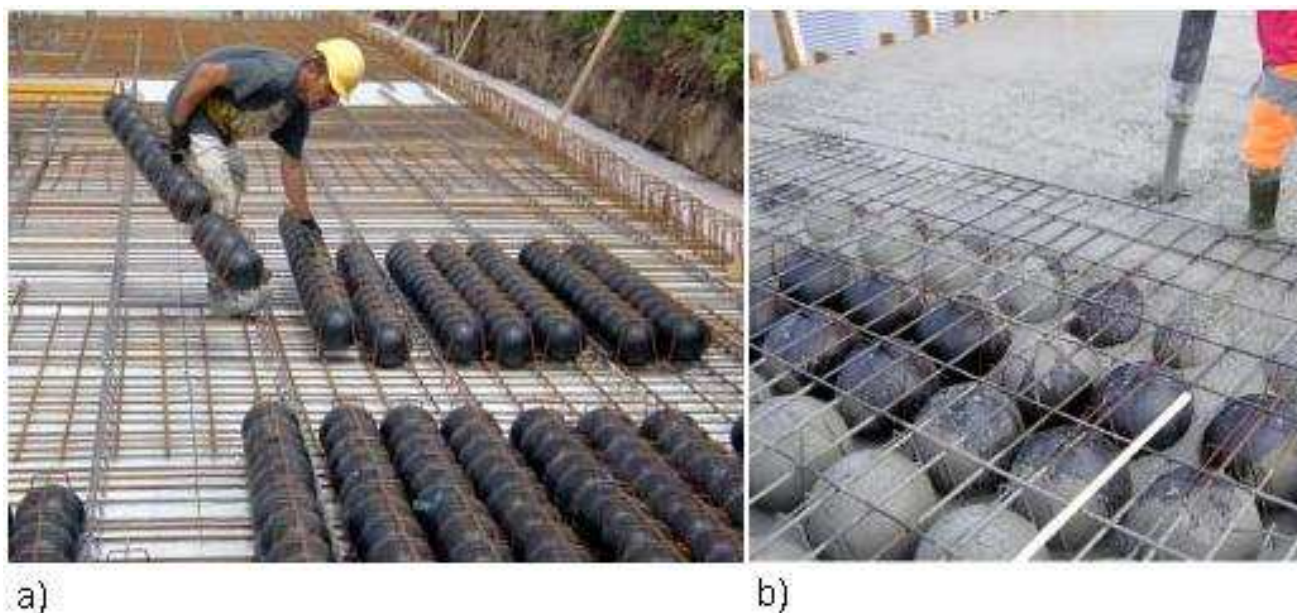
Rys.12. Wypełnienie stropu Cobiax – nadmuchiwane plastikowe kule dwóch typów Eco-Line i Slim-Line (www.baumat.com.pl)

Strop Cobiax jest do 35% lżejszy w porównaniu do masywnych stropów monolitycznych o tych samych parametrach. Ma on zastosowanie w obiektach, gdzie występuje potrzeba zastosowania dużych rozpiętości stropów oraz płaskiej i gładkiej powierzchni spodniej stropu (rys. 13).

Wśród najważniejszych zalet deskowań Cobiax można wyróżnić:

- skrócenie czasu wykonywania stropu na budowie,
- zmniejszenie liczby słupów i tym samym stóp fundamentowych,
- redukcja ciężaru własnego o $1,32 \text{ kN/m}^2 - 4,77 \text{ kN/m}^2$,
- zmniejszona kubatura budynku przy tej samej funkcji budynku,
- brak belek podporowych,
- brak “klawiszowania” w trakcie eksploatacji,
- nie ma konieczności wykonywania specjalnych wieńców,
- całkowite wyeliminowanie deskowania na budowie,
- uproszczenie prac zbrojarskich,
- duże obciążenia użytkowe (powyżej 10 kN/m^2),
- swoboda projektowa dla architektów-dowolność kształtu (łuki, wycięcia, otwory).

W deskowaniach traconych wykonuje się również całą gamę stropów gęstożebrowych żelbetowych. W przypadku wykonywania stropów w deskowaniach traconych należy je częściowo wzmocnić, podpierając stemplami bezpośrednio przed wypełnieniem mieszanką. Czynności demontażowe przy stropach wykonanych w deskowaniach traconych mogą nastąpić w terminie o 50% krótszym w porównaniu do rozwiązań tradycyjnych.



Rys.13. Wykonanie stropu Cobiax: a) Modułarne układanie kul na dolnej płycie prefabrykowanej zbrojonej b) górne zbrojenie siatką i wykonanie nadbetonu stropu (www.cobiax.com)

5. Wnioski

Możliwości zastosowania systemów deskowań traconych są praktycznie nieograniczone. Znajdują one zastosowanie do wszystkich nośnych konstrukcji budowlanych jak ściany, stropy, dźwigary, filary, schody, a także w przypadku pochyłych ścian, stropów, nienośnych ścianek działowych.

Deskowania tracone mają różnorodne zastosowania, od budynków jednorodzinnych po obiekty specjalistyczne, indywidualnie projektowane.

Zauważalną tendencją w rozwoju systemów technologicznych jest położenie nacisku na aspekt ekologiczny i ergonomiczny.

Formy wykonywane są z materiałów ogólnie dostępnych, regionalnych i tanich, o nieskomplikowanej konstrukcji, umożliwiającej łatwy montaż przez nisko wykwalifikowanych pracowników.

Współczesne deskowania tracone wykonywane są z materiałów biodegradowalnych i zaliczają się do bezodpadowych tzw. zielonych technologii.

Systemy deskowań traconych to połączenie technologii prefabrykowanej z technologią monolityczną, co daje w efekcie lepsze rezultaty – zmniejszony czas i koszt budowy przy jednoczesnym podwyższeniu jakości zarówno robót jak i finalnego produktu jakim jest wykonana konstrukcja.

Obserwuje się wzrost zainteresowania deskowaniami traconymi ze strony dużych inwestorów, doceniających korzyści wynikające ze stosowania innowacyjnych materiałów i technik wykonania poszczególnych elementów konstrukcji lub całych obiektów budowlanych.

Deskowania tracone tworzą wyrazistą i specyficzną grupę konstrukcyjno-technologiczną.

Literatura

- Jasiczak J. (2003). *Technologie budowlane II. IKB, Alma Mater, Poznań.*
- Kobiela M., Machnik D. (1995). *Technologia wykonania monolitycznej kopuły żelbetowej formowanej na powłoce pneumatycznej. Przegląd Budowlany, 8-9/1995, 29- 32.*

- Korona L. (1996). *Analiza techniczno-ekonomiczna deskowań traconych. W: materiały Konferencji Naukowo-Technicznej. Wrocław, 303-308.*
- Korona L. (1994). *Próba usystematyzowania deskowań traconych oraz ich klasyfikacja. W: materiały Konferencji Naukowej „Nowoczesne Technologie Budowlane”, Gliwice, 175-183.*
- Martinek W., Nowak P., Woyciechowski P. (2010). *Technologia robót budowlanych. Oficyna Wyd. PW, Warszawa.*
- Orłowski Z. (2010a). *Podstawy technologii betonowego budownictwa monolitycznego. PWN, Warszawa.*
- Orłowski Z. (2010b). *Współczesne systemy deskowań w budownictwie betonowym. W: materiały VII Konferencji naukowo-technicznej „Problemy przygotowania i realizacji inwestycji budowlanych”, Puławy.*
- Rowiński, L. (2001). *Rusztowania robocze i nośne. Polskie Centrum Budownictwa, Warszawa.*
- Rowiński L., Kobiela M., Skarżyski A. (1986). *Technologia monolitycznego budownictwa betonowego. PWN, Warszawa.*

INNOVATIVE TECHNOLOGY OF LOST FRAMEWORK

Abstract: In a world of fast growing data transfer, as well as integration movements within European Union, transfer of technology becomes also faster. Lost framework can be a good example, since for the last 20 years its meaning was enlarged because of its multiple usage, thanks to the variety of material, construction and technology solutions in offer. Referring to these processes, the article includes: meaning and range of lost framework usage, new classification of lost framework considering multiple criteria, short technical characteristics of chosen lost framework systems.

Składam serdeczne podziękowania za współpracę Panu Janowi Pręgowskiemu z firmy Monolityczne Konstrukcje M.C.P. oraz Panu Dariuszowi Rosikowi z firmy Maxfrank.

Pracę wykonano na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska UTP w Bydgoszczy w ramach realizacji badań statutowych nr 33 na lata 2011-2013, finansowanych ze środków MNiSW