

# Analiza porównawcza tynku cementowego oraz termoizolacyjnego – Thermopor w kontekście wpływu na środowisko

Dr inż. Janusz Adamczyk, Uniwersytet Zielonogórski,  
mgr inż. Marek Springer, członek Izby Inżynierów Budownictwa BYIK BAU 31959

## 1. Wprowadzenie

Wzrost gospodarczy jest stanem wysoce pożądanym we wszystkich krajach świata, kojarzy się on z dobrobytem, zmniejszającym się bezrobociem, wzrostem zadowolenia społecznego. Niestety są również negatywne strony tego stanu rzeczy, a mianowicie wzrost obciążenia środowiska w postaci emisji do atmosfery, emisji ścieków oraz zwiększenia ilości „produkowanych” odpadów. Gospodarki światowe, stosunkowo od niedawna, dążą do utrzymania wysokiego, wspomnianego wcześniej, dodatniego wzrostu gospodarczego w ramach realizacji strategii zrównoważonego rozwoju. Fakt ten jest bardzo istotny, gdyż stwarza ramy do rozwoju gospodarczego z poszanowaniem stanu środowiska oraz z zapewnieniem możliwości tego rozwoju przyszłym pokoleniom. Modyfikacja zasad gospodarowania odbywa się nie tylko na poziomie decyzji strategicznych, ale również na poziomie bezpośredniej działalności gospodarczej i społecznej.

Poczesne miejsce wśród sektorów gospodarki krajowej zajmuje sektor budownictwa. Każdy wzrost ilości realizowanych inwestycji sprawia, że sektor budowlany przeżywa „ożywienie”. Inwestycje w postaci budowy mieszkań, dróg i autostrad, projekty dla przemysłu i handlu, są przykładami realizacji przedsięwzięć prowadzących

w konsekwencji do dodatniego rozwoju gospodarczego, które ostatecznie prowadzą do wzrostu obciążenia środowiska. Stąd wynika konieczność zastosowania narzędzia umożliwiającego dokonanie oceny oddziaływania na środowisko zastosowanych materiałów budowlanych do realizacji wspomnianych inwestycji.

Analiza energetyczno-ekologiczna (zwana również środowiskową czy też analizą LCA<sup>1</sup>) jest techniką umożliwiającą poddanie ocenie wpływu na środowisko wyrobów, procesów oraz całych obiektów technicznych w pełnym cyklu ich istnienia. Umożliwia ona również stosowanie modelowania systemów wyrobów, wspomagając analizę rozpatrywanych wariantów rozwiązań. Należy zaznaczyć, że omawiana analiza jest techniką uniwersalną i może być stosowana do oceny wpływu praktycznie każdego wyrobu.

## 2. Charakterystyka analizowanych tynków

W artykule analizie poddane zostały dwa rodzaje zapraw tynkarskich, pierwszą z nich jest zaprawa cementowa, która jest jedną z najczęściej stosowanych na polskim rynku budowlanym, drugą jest zaprawa tynkarska Thermopor, która jest nowością na wspomnianym rynku.

Oba tynki mają porównywalne właściwości mechaniczne. Właści-

wości fizyczne tynku termoizolacyjnego Thermopor ułatwiają prace tynkarskie na placu budowy, tynk Thermopor (z gęstością 334 kg/m<sup>3</sup>) można transportować bez dodatkowych pomp do 4–5 kondygnacji, natomiast zaprawę cementową (1600 kg/m<sup>3</sup>) tylko do 2 kondygnacji. Porównanie cen obu produktów użytych w objętości odpowiadającej pokryciu powierzchni 1 m<sup>2</sup> przegrody grubości 1 cm wskazuje dla odmiany jednoznacznie na korzyść mieszanki tynku cementowego (stosunek 1/3) [4]. Natomiast cena samego wykonawstwa, w tych samych granicach systemowych, jest dla tynku Thermopor o 30% niższa. Niższy jest również koszt transportu na plac budowy tynku termoizolacyjnego, ze względu na dużą różnicę ciężaru właściwego.

Cena materiału budowlanego i wykonawstwa jest dla inwestora jednym z rozstrzygających wskaźników, co do wyboru rodzaju tynku. W przypadku omawianych produktów, korzystniejszym jest zastosowanie tynku cementowego w porównaniu do tynku termoizolacyjnego o ok. 25% całkowitych kosztów [1].

Istotnym aspektem, wynikającym z zastosowania tynku Thermopor jest poprawa właściwości fizycznych przegrody. Korzyści ekonomiczne wynikające z zastosowania droższego rozwiązania (tynku termoizolacyjnego) są długofalowe. Ze względu na doskonałe właści-

wości termoizolacyjne, koszty inwestycyjne zwracają się po ok. 8–10 latach z tytułu zmniejszenia kosztów ogrzewania [3]. W przypadku zastosowania tynku Thermopor na przegrodach budowlanych zewnętrznych niewątpliwą korzyścią ekonomiczną jest możliwość zrezygnowania z alternatywnych warstw docieplenia (styropianem czy wełną mineralną), którego zastosowanie zwiększa niewspółmiernie koszt budowy.

Stosując tynk Thermopor na przegrodzie budowlanej uzyskuje się doskonałe warunki dyfuzyjne. Przy odpowiednim doborze strukturalnym ściana zewnętrzna może osiągnąć opór dyfuzyjny liczony wg DIN 4108 na poziomie  $S_d=4,5$  m.

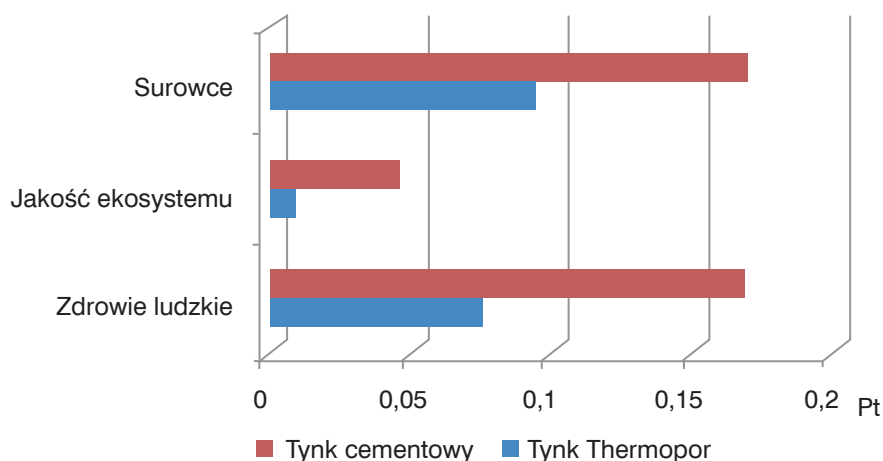
Tynk ten posiada również doskonałe właściwości termoizolacyjne. Jego współczynnik przewodzenia ciepła mierzony po 120 dniach od wykonania równy jest  $\lambda=0,054$  (W/mK), a wartość współczynnika dyfuzyjnego wynosi  $\mu=4,80$  [2]. Thermopor można stosować zatem bez przeszkód do wzniesienia przegród o kontrolowanej przepustowości pary wodnej, tak przygotowana ściana z tynku cementowego poprzez zastosowanie powłoki np. faktury akrylowej czy winylowej, traci ten walor całkowicie. Tynk Thermopor posiada tendencje do osuszania pomieszczeń np. suterenu, zawilgoconych piwnic etc., to zaleta niespotykana w dotychczasowych wyprawkach tynkarskich. Ten tynk nie pokrywa się grzybami, algami i dzięki odpowiedniemu stosunkowi sił adhezyjnych do kohezyjnych nie przyjmuje wody. Ta ostatnia właściwość umożliwia jego stosowanie na cokołach i innych narażonych na okresowe działanie wilgoci i soli przegrodach.

Kolejne różnice między analizowanymi tynkami pojawiają się w momencie wykonywania samych prac tynkarskich. Wykonując elewację z wykorzystaniem tynku Thermopor jeden pracownik potrafi osiągnąć bardzo dużą wydajność, aż 100 m<sup>2</sup>/dniówkę. Wykonawstwo

**Tabela 1.** Wynik LCA – trzy kategorie szkód

Kategoria wpływu	Tynk Thermopor [Pt]	Tynk cementowy [Pt]
Zdrowie ludzkie	0,076533	0,169068
Jakość ekosystemu	0,009898	0,046972
Surowce	0,094623	0,171436
Suma	0,181054	0,387475

Źródło: Opracowanie własne na podstawie programu komputerowego SimaPro



**Rys. 1.** Wynik LCA – trzy kategorie szkód, postać graficzna

Źródło: Opracowanie własne na podstawie programu komputerowego SimaPro

na domek jednorodzinny nie przekracza 3–4 dni [3]. Z praktyki budowlanej powszechnie wiadomo, że tynkowanie tradycyjne porównywalnego domku jednorodzinnego, z użyciem tynku cementowego, to bez faktury w efekcie ok. 7–10 dni roboczych dla ekipy 2–3 osobowej. Domek taki trzeba obejść conajmniej dwa razy naokoło, bo tynk jest wielowarstwowy.

Trzeba dodać, że po procesie tynkowania mieszanką cementową uzyskuje się powierzchnię o kolorze szarym, co rodzi konieczność zastosowania dodatkowo barwnej faktury. W wypadku zastosowania tynku Thermopor otrzymuje się śnieżnie białą elewację, gdzie nawet mechaniczne odpryski nie stanowią problemu estetycznego, bo substancja jest jednorodna. Tynk Thermopor można stosować również jako wyprawkę tynkarską wewnątrz, otrzymuje się białą, jednorodną powierzchnię, można go pokrywać farbami mineralnymi jak wapienne, cementowe czy krzemianowe wg DIN EN 13300 o dowolnym kolorze [5]. Tak dobrana powłoka

nie przeszkadza w kształtowaniu zdrowego wewnętrznego mikroklimatu. W wypadku zastosowania tynku cementowego z reguły stosuje się pokrycie ścian farbą lub tapetą, co przyczynia się do ograniczenia dyfuzyjności przegrody.

### 3. Analiza środowiskowa tynków

Do oceny oddziaływania na środowisko tynku cementowego i Thermopor wykorzystano analizę cyklu istnienia – LCA. Jest ona wieloczynnikową oceną problemów ekologicznych uwzględniającą wszystkie etapy cyklu życia wyrobu, poczynając od fazy projektowania, przez procesy produkcyjne, etap użytkowania i ostatecznie likwidacji. Metoda ta jest znormalizowana i opisana w normach PN-EN ISO 14040:2009 oraz PN-EN ISO 14044:2009. Na wstępie określa się cel i zakres badań, następnie dokonuje się analizy zbioru oraz oceny wpływu. Na każdym etapie dokonuje się interpretacji otrzymanych wyników. Ocena

wpływu na środowisko wyrobu względem poszczególnych kategorii wpływu dokonywana jest poprzez wartościowanie za pomocą wskaźników środowiskowych (tzw. Environmental Index – EI).

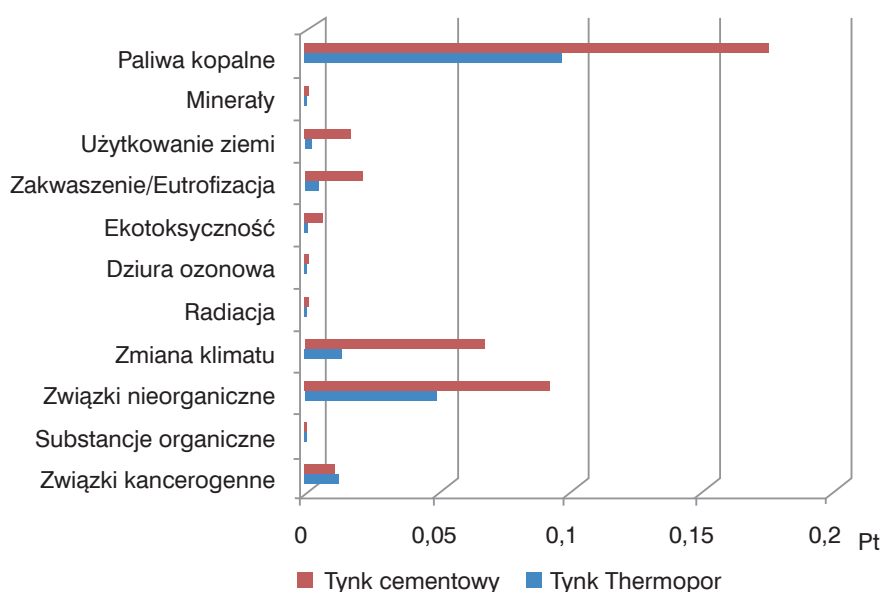
Jako jednostkę funkcjonalną przyjęto masę tych tynków zastosowanych na przegrodzie budowlanej, która jest konieczna do pokrycia 1 m<sup>2</sup> o grubości 3 cm. Granice systemu obejmują emisje i zużycie zasobów naturalnych związanych z wytworzeniem tych materiałów, łącznie ze zużyciem energii koniecznej do procesu tynkowania, w systemie nie jest zawarte oddziaływanie na środowisko związane z procesem produkcji urządzeń i narzędzi wykorzystywanych w procesie murowania. Do oceny wykorzystano program komputerowy SimaPro wersja 7.1 oraz procedurę Ekowskażnika 99. Ocena dokonana zgodnie z procedurą Ekowskażnika 99 daje możliwość prezentacji wyników oddziaływania w odniesieniu do jedenastu kategorii oddziaływania i trzech kategorii szkód z uwzględnieniem charakterystyki, normalizacji oraz ważenia. W ocenie końcowej (ważenie) umożliwia przedstawienie wyniku interwencji środowiskowej wyrobu w postaci jednostek Pt (punkt ekowskażnika)<sup>2</sup>.

W artykule zaprezentowano wyniki analizy LCA w postaci ważenia. W tabeli nr 1 oraz na rysunku nr 1 zaprezentowano wyniki LCA w odniesieniu do trzech kategorii szkód. Najwyższe sumaryczne oddziaływanie na środowisko w cyklu życia analizowanych tynków wnosi tynk cementowy (0,39 Pt), jest ono ponad dwukrotnie wyższe od oddziaływania tynku Thermopor (0,18 Pt) w zakresie jednostki funkcjonalnej. Najwyższym oddziaływaniem na środowisko charakteryzują się kategorie surowce naturalne (0,17 Pt) oraz zdrowie ludzkie (również 0,17 Pt) w odniesieniu do tynku cementowego. Tak wysokie oddziaływanie na środowisko w zakresie kategorii szkody – surowce – jest związa-

**Tabela 2.** Wynik LCA – jedenaście kategorii oddziaływań

Kategorie oddziaływania	Tynk Thermopor [Pt]	Tynk cementowy [Pt]
Związki kancerogenne	0,013418	0,011376
Substancje organiczne	8,24E-06	0,000116
Związki nieorganiczne	0,048883	0,090607
Zmiana klimatu	0,01419	0,066269
Radiacja	3,4E-05	0,000659
Dziura ozonowa	3,62E-07	4,07E-05
Ekotoksyczność	0,001096	0,007181
Zakwaszenie/Eutrofizacja	0,005781	0,021824
Użytkowanie ziemi	0,003021	0,017967
Minerały	0,000187	0,000446
Paliwa kopalne	0,094436	0,17099
Suma	0,181054	0,387475

Źródło: Opracowanie własne na podstawie programu komputerowego SimaPro



**Rys. 2.** Wynik LCA – jedenaście kategorii oddziaływań, postać graficzna  
Źródło: Opracowanie własne na podstawie programu komputerowego SimaPro

ne z koniecznością wytworzenia dużych ilości energii potrzebnej do procesu produkcji cementu. Tabela nr 2 i rysunek nr 2 prezentują jedenaście kategorii oddziaływań z uwzględnieniem wskaźnika ważkości. Analizując wyniki LCA w odniesieniu do jedenastu kategorii wpływu, można zauważyć, że najwyższym oddziaływaniem na środowisko, w obydwu przypadkach, charakteryzuje się kategoria paliwa kopalne (tynk cementowy – 0,17 Pt, tynk Thermopor – 0,09 Pt). Na jedenaście analizowanych kategorii wpływu, tylko jedna kategoria – związki kancerogenne, charakteryzuje się wyższym oddziaływaniem na środowisko wobec

tynku Thermopor. Dla pozostałych kategorii, oddziaływanie tynku cementowego na środowisko jest dwu, a nawet trzy krotnie wyższe od wpływu tynku Thermopor.

#### 4. Wnioski

W budownictwie dotychczas tynki były używane jako warstwa wykończeniowa, była to do niedawna jedyna funkcja jaką spełniały. Obecnie pełnią również funkcję termoizolacyjną oraz, tak jak w wypadku tynku termoizolacyjnego Thermopor, stanowią doskonałą barierę dyfuzyjną. Korzyści technologiczne jakie zostały omówione powyżej przemawiają za stosowa-

niem tynku Thermopor, aspektem przemawiającym na niekorzyść tego produktu jest jego cena. Dużą zaletą stosowania tynku termoizolacyjnego jest aspekt ekologiczny, w stosunku do tradycyjnego tynku cementowego, wnosi on o połowę mniejsze oddziaływanie na środowisko w fazie jego produkcji oraz w procesie tynkowania. Uwzględniając potencjalną skalę zastosowania tego wyrobu i różnicę w oddziaływaniu na środowisko między tymi materiałami (0,2 Pt), uzyskane korzyści środowiskowe z zastosowania tynku termoizolacyjnego byłyby znaczne. Należy również zaznaczyć, że w analizie LCA nie uwzględniono korzyści ekologicznych wynikających ze zmniejszenia zużycia energii na potrzeby ogrzewania ze wzglę-

du na niski współczynnik przewodzenia ciepła tynku Thermopor. Jego zastosowanie na elewacji przyczynia się do istotnej redukcji kosztów ogrzewania budynków. Całość faktury kształtuje się w fazie użytkowania (pomimo różnicy cen wyjściowych porównywanych tynków, gdzie mieszanka cementowa przy zakupie jest tańsza), korzystnie dla tynku Thermopor również pod względem ekonomicznym. Wybór rodzaju tynku jest decyzją integralną inwestora, która często jest ukierunkowywana przez zalecenia projektanta. Projektant realizujący założenia zrównoważonego budownictwa, powinien być zatem „wyposażony” w odpowiednią wiedzę na temat oddziaływania na środowisko wszystkich materiałów i wyrobów budowlanych i doko-

nując świadomych środowiskowo wyborów wpływać na zmniejszenie oddziaływania na środowisko.

**BIBLIOGRAFIA:**

- [1] Dane statystyczne: Biuro Inżynierskie E. Plannasch, D-97337 Dettelbach
- [2] Flyer firmy Proiso GmbH – materiały reklamowe
- [3] Interview z p. V. Cirkin, Szef Firmy Proiso GmbH, Stuttgart 11.02.2010
- [4] Schneider J.; Baulexikon: Beitrag Zementputz, Bauwerk Verlag GmbH, D-12159 Berlin, oraz Laboratorium Betotech, Pl 41–306 Dąbrowa Górnicza
- [5] Serwis Internetowy: www.sterta.pl

**PRZYPISY**

- <sup>1</sup> LCA – z ang. Life Cycle Assessment – ocena cyklu życia.
- <sup>2</sup> Pt – punkt ekowskaźnika (Pt) – wartość 1 Pt reprezentuje jedną tysięczną rocznego obciążenia środowiska jednego mieszkańca Europy.

# Awaria drewnianej szkieletowej konstrukcji ścian basenu kąpielowego

Dr inż. Andrzej Malczyk, dr inż. Janusz Brol, Politechnika Śląska, Gliwice

## 1. Ogólny opis obiektu

Przedmiotowy budynek basenu został wykonany w latach 1998–1999. Jest to obiekt parterowy, złożony z dwóch hal połączonych ze sobą wąskim łącznikiem. W pierwszej hali zlokalizowano zaplecze socjalne basenu, szatnie, sanitariaty z prysznicami oraz hol, a w drugiej dwie niecki basenu i zaplecze technologiczne. Główna niecka basenu ma wymiary rzutu poziomego 25,0 x 8,0 m i głębokość od 1,20 do 1,80 m. Niecka dla dzieci ma wymiary rzutu poziomego 8,0 x 3,5 m i głębokość 0,8 m. Wymiary zewnętrzne budynku wynoszą 29,17 x 45,18 m, powierzchnia zabudowy 1040 m<sup>2</sup>, powierzchnia użytkowa 1016,87 m<sup>2</sup>, a kubatura 7075 m<sup>3</sup>. Kondygnacja parteru w hali basenowej ma wysokość 3,50 m. Konstrukcja ścian budynku basenu wykonana została w technologii lekkiego szkieletu drewnianego. Obiekt przekryty jest dachem wielospadowym złożonym z drewnianych kratownic.



Rys. 1. Widok budynku basenu

Fundamenty pod ścianami budynku oraz niecki basenowe wykonano w monolitycznej konstrukcji żelbetowej. Niecki basenu oddylatowano od konstrukcji posadzki. Widok ogólny budynku przedstawiono na rysunku 1.