

dr inż. Magdalena Apollo^{1*)}

ORCID: 0000-0002-6833-8142

dr inż. Beata Grzyl, prof. uczelni¹⁾

ORCID: 0000-0002-0395-5190

Zastosowanie analizy wielokryterialnej do oceny i wyboru rozwiązania pokrycia dachowego

Application of multi-criteria analysis to evaluate and select a roofing solution

DOI: 10.15199/33.2022.08.13

Streszczenie. Celem artykułu jest wskazanie optymalnego rozwiązania materiałowego do wykonania pokrycia dachowego w budynku biurowym. Wykorzystując wywiady z ekspertami oraz badania ankietowe, dokonano oceny trzech wariantów materiałowych. W badaniu zastosowano analizę wielokryterialną MCE z uwzględnieniem jedenastu kryteriów oceny. Badania wskazały, iż najkorzystniejszym rozwiązaniem jest zastosowanie membrany EPDM. Pomimo największych nakładów początkowych, w dłuższym okresie eksploatacji odznacza się ono wieloma zaletami.

Słowa kluczowe: pokrycia dachowe; analiza wielokryterialna (MCE); koszt cyklu życia (LCC); membrana EPDM.

Abstract. The aim of this paper is to identify the optimum solution for the roofing material of an office building. Incorporating expert interviews and surveys, three material options were evaluated. The study adopted a multi-criteria MCE analysis, considering 11 evaluation criteria. The study indicated that the most favourable solution was the use of EPDM membrane. Despite the highest upfront costs, in the long term it has numerous advantages.

Keywords: roofing; Multi Criteria Evaluation (MCE); Life Cycle Cost (LCC); EPDM membrane.

Coraz większe wymagania klientów rynku nieruchomości dotyczące jakości obiektów powodują, iż wybierając określoną technologię robót budowlanych i materiał, należy uwzględnić wiele kryteriów, w tym koszt i czas realizacji [1, 2], ale również parametry związane z eksploatacją oraz wady i zalety danego rozwiązania rozpatrywane w dłuższej perspektywie [3]. Podjęcie racjonalnej decyzji w zakresie wyboru określonej technologii i materiału budowlanego ma zasadnicze znaczenie dla prawidłowego przebiegu przedsięwzięcia [4].

Dachy i stropodachy o dużej powierzchni, ze względu na swoją konstrukcję i kształt (m.in. małe spadki połaci) oraz duże koszty ewentualnych napraw i remontów, wymagają stosowania efektywnych rozwiązań technologicznych i materiałowych. Wszystkie elementy (pokrycie dachu wraz z wywinięciami na atyki, boczne krawędzie kominów, okapów itp.) muszą zapewnić całkowitą szczelność i bezawaryjne odwodnienie powierzchni połaci. Decydującym elementem, zapewniającym

spełnienie tych wymagań, jest materiał do wykonania pokrycia. Podejmując decyzję o jego wyborze, projektant i inwestor analizują m.in. okres trwałości z zachowaniem właściwego stanu technicznego i estetycznego, niezawodność, koszt wykonania. Dla właściciela i/lub użytkownika obiektu istotny jest także koszt utrzymania pokrycia, związany z częstotliwością prowadzenia okresowych konserwacji, napraw i remontów. W przypadku dachu o dużej powierzchni prowadzenie tych działań generuje bowiem wiele trudności o charakterze technologicznym, logistycznym i organizacyjnym. Z tego względu istotne jest, aby technologia wykonania i materiał pokrycia połaci dachowej zapewniały jego trwałość i szczelność w możliwie długim okresie eksploatacji.

Celem artykułu jest wskazanie różnych rozwiązań wykonania pokrycia dachowego obiektu budowlanego, ich analiza z uwzględnieniem wybranych kryteriów, a w efekcie wskazanie rozwiązania optymalnego. Zaprezentowano 3 możliwości wykonania pokrycia dachowego w budynku biurowym o powierzchni dachu 500,00 m²: z dwóch warstw papy zgrzewalnej asfaltowo-polimerowej, z membrany EPDM oraz z folii termoplastycznej nowej genera-

cji PVC z warstwą zbrojącą. Dane wejściowe pozyskano od inwestora budynku.

Metoda badawcza

Każda decyzja niesie ze sobą określone konsekwencje mające wpływ na realizację inwestycji oraz eksploatację obiektu. Z tego względu niezwykle istotny staje się wybór rozwiązania optymalnego uwzględniającego wiele kryteriów i długofalowe korzyści. Narzędziem, które umożliwia podjęcie racjonalnej decyzji, jest analiza wielokryterialna. Metody tej analizy różnią się przede wszystkim sposobem pozyskania danych oraz prezentacji otrzymanych wyników. W praktyce wykorzystywana jest m.in. [5]:

- Multi Criteria Evaluation (MCE) – Analiza Wielokryterialna;
- Analytic Hierarchy Proces (AHP) – Analityczny Proces Hierarchiczny;
- Analytic Network Proces (ANP) – Analityczny Proces Sieciowy;
- Indicator Metod (IM) – Metoda Wskaźnikowa.

Na potrzeby wyboru technologii wykonania omawianego w artykule pokrycia dachowego wykorzystano analizę wielokryterialną MCE [5]. Metodę tę przyjęto do wspomaganie procesu de-

¹⁾ Politechnika Gdańska; Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska

^{*)} Adres do korespondencji: magdalena.apollo@pg.edu.pl

czyjnego ze względu na dużą liczbę kryteriów koniecznych do uwzględnienia [6, 7]. Ideą metody jest ustalenie wag, oszacowanie ważności poszczególnych kryteriów i ustalenie stopnia ich spełnienia przez kolejne propozycje – warianty projektu. Ważnym elementem analizy jest określenie kryteriów prowadzących do osiągnięcia planowanego celu. Przydatność parametrów można obliczyć na podstawie wzoru.

$$S = \sum_{i=1}^n w_i \cdot x_i$$

gdzie:

$i \in < 1, n >$

S – przydatność; x – wartość parametru;

i – kolejne kryterium; n – liczba kryteriów;

w – waga kryterium.

Wyniki badań

Przyjęte założenia i proponowane rozwiązania. Stropodach w przedmiotowym budynku zostanie wykonany jako pełny i będzie ocieplony. Kolejne warstwy izolacji będą stanowiły: paroizolacja z papy zgrzewalnej; ocieplenie z płyt styropianowych EPS grubości 20 cm; pokrycie wierzchnie. Analizie poddaje się tylko wykonanie wierzchniego pokrycia dachu, przyjmując, że w każdym analizowanym przypadku układ, rodzaj i grubość wymienionych warstw izolacji będą takie same. Powierzchnia pokrycia dachu wraz z wywinięciami na atyki oraz boczne krawędzie kominów wynosi 500,00 m².

Wybór propozycji wykonania pokrycia dachowego został poprzedzony wstępną selekcją możliwych do zastosowania materiałów. Docelowo w artykule rozważa się trzy propozycje pokrycia dachowego:

- z dwóch warstw papy zgrzewalnej asfaltowo-polimerowej;
- z membrany EPDM;
- z folii termoplastycznej nowej generacji PVC z warstwą zbrojącą.

Popularnym rozwiązaniem stosowanym do wykonania pokryć dachowych są materiały bitumiczne obejmujące różnego rodzaju papy (na osnowie z tektury, tkanin technicznych, welonu z włókien szklanych). Ze względu na sposób łączenia warstw wyróżnia się papy samoprzylepne i zgrzewalne. Inną grupę stanowią materiały z tworzyw sztucznych, do której zalicza się elastomery EPDM, folie PVC (z polichloru winylu) i folie PP (z polipropylenu). Charakteryzują się one dużą wodosz-

czelnością i dużym oporem dyfuzyjnym pary wodnej [8]. Zaletą stosowania materiałów z tworzyw sztucznych jest możliwość układania tylko jednej warstwy oraz mała liczba połączeń. Rozwiązanie w postaci pokrycia dachowego z membrany EPDM cechuje bardzo duża odporność na przebicie i starzenie się oraz wytrzymałość na wahania temperatury [3]. Łączenie arkuszy następuje przez zgrzewanie, klejenie lub zakotwienie mechaniczne. Pokrycie dachu z folii PVC odznacza się dużą paroprzepuszczalnością, odpornością na starzenie, łatwością obróbki (bez konieczności użycia otwartego ognia). W praktyce stosuje się różne sposoby łączenia arkuszy folii, m.in. zgrzewanie ich gorącym powietrzem i kotwienie mechaniczne [3]. W przypadku układania folii bezpośrednio na styropianie zalecane jest stosowanie warstwy separacyjnej (np. z włókniny szklanej). Proces układania izolacji z membran EPDM i PVC jest dwukrotnie szybszy (powłoki są jednowarstwowe) niż w przypadku krycia papą (powłoka jest dwuwarstwowa).

Kryteria wyboru optymalnego wariantu. Istotnym dla inwestora parametrem wyboru optymalnego rozwiązania jest koszt i czas wykonania pokrycia dachowego. Koszty wykonania robót określono na podstawie informacji zawartych w publikacjach systemu cenowego Sekocenbud (poziom cen – II kwartał 2022 r.) [9, 10] oraz danych rynkowych. Do określenia czasu realizacji prac wykorzystano nakłady rzeczowe zawarte w KNR-ach i informacje uzyskane od ekspertów.

Istotnym elementem oceny danego rozwiązania jest porównanie nakładów początkowych z kosztami generowanymi w przyjętym okresie eksploatacji pokrycia dachowego. Na podstawie tej informacji inwestor otrzymuje pełen obraz rzeczywistych wydatków, które będzie zmuszony ponieść w założonym okresie eksploatacji obiektu. Wydatki te wynikają z przyjętej strategii utrzymaniowej danego typu pokrycia dachu, tj. prowadzenia z określoną częstotliwością prac odnowieniowych, regeneracyjnych i naprawczych, ale również ponownego wykonania pokrycia dachu w pełnym zakresie – zgodnie z wytycznymi producenta danego materiału. Na potrzeby artykułu został sporządzony rachunek kosztu cyklu życia (ang. *Life Cycle Cost*, LCC) trzech typów pokrycia dachowego w trzydziestoletnim okresie eksploatacji. Metodę obliczenia LCC oraz założenia do strategii utrzymaniowej przyjęto na podstawie [11]. W obliczeniach uwzględniono nakład początkowy, bieżące utrzymanie, remonty bieżące i kapitalne oraz likwidację pokrycia i utylizację odpadów. Nakład początkowy (tożsamy z kosztem wykonania) zawarty jest w ofercie składanej przez wykonawcę. Bieżące utrzymanie obejmuje koszt np. odśnieżania, a koszt remontów bieżących i kapitalnych obliczono jako sumę jednostkowych kosztów utrzymania pokrycia dachowego w okresie obliczeniowym, pomniejszoną o wartość gwarancji wykonawcy. Zbiorcze zestawienie parametrów przyjętych do analizy wielokryterialnej zaprezentowano w tabeli 1. Podane w niej wyniki obliczeń pozwalają na

Tabela 1. Propozycja wariantów materiałowych wykonania pokrycia dachu o powierzchni 500 m² (opracowanie własne)

Table 1. Proposal of material variants for the roof covering of 500 m² (own study)

Charakterystyka	Propozycja 1 dwie warstwy papy zgrzewalnej asfaltowo-polimerowej	Propozycja 2 membrana EPDM	Propozycja 3 folia termoplastyczna nowej generacji PVC z warstwą zbrojącą
Czas wykonania [r-g]	194,28	108,22	108,22
Koszt wykonania [zł]	35 864,68	74 187,51	66 325,85
Bieżące utrzymanie [zł]	22 661,60	22 661,60	22 661,60
Remonty, likwidacja pokrycia i utylizacja [zł]	82 386,02	20 719,69	46 948,10
Łączna wartość kosztów cyklu życia (w tym koszt nabycia, utrzymania i likwidacji) w okresie 30 lat [zł]	140 912,30	117 568,80	135 935,55
Okres gwarancji oferowany przez producenta [lata]	5	30	15

sformułowanie stwierdzenia, iż nakłady początkowe w przypadku zastosowania nowych technologii (w analizowanym przypadku: membrany EPDM i folii PVC) są zdecydowanie większe (o ok. 100%) niż w przypadku wykonania pokrycia z wykorzystaniem rozwiązania tradycyjnego (podwójna warstwa papy zgrzewalnej). Należy również zwrócić uwagę na przewagę nowoczesnych rozwiązań w przypadku okresu gwarancji oferowanego przez producenta materiału oraz kosztów cyklu życia danego rozwiązania, uwzględniających trzydziestoletni okres eksploatacji. Zalecą rozwiązania w postaci membrany EPDM oraz folii PVC z warstwą zbrojącą jest duża trwałość i odporność na wpływ czynników atmosferycznych.

Analiza wielokryterialna MCE. W celu pogłębienia analizy rozpatrywanych możliwości oraz dokonania oceny innych kluczowych parametrów poszczególnych rozwiązań pokrycia dachowego wykonano analizę wielokryterialną MCE. Istotnym jej elementem jest wskazanie przez ekspertów kryteriów oceny i ich ważności. W badanym zagadnieniu uwzględniono ostatecznie 11 kryteriów o charakterze jakościowym (tabela 2). Z tego względu, chcąc uzyskać obiektywną ocenę kryteriów, przyjęto pięciostopniową skalę ocen, gdzie: 1 – brak spełnienia kryterium; 2 – spełnienie kryterium w 25%; 3 – spełnienie kryterium w 50%; 4 – spełnienie kryterium w 75%; 5 – spełnienie kryterium w 100%.

Dane niezbędne do przeprowadzenia analizy wielokryterialnej MCE ustalono na podstawie wywiadów z ekspertami (14 respondentów) i badań ankietowych (36 respondentów), przeprowadzonych wśród pracowników biur projektowych, kierowników robót i inwestorów prywatnych. Pozwoliły one na zdefiniowanie kluczowych kryteriów oceny i dokonanie wyboru optymalnego rozwiązania.

Wartości podane w podsumowaniu tabeli 2 informują o stopniu spełnienia kryteriów cząstkowych, wskazując zarazem rozwiązanie, które spełnia analizowane kryteria w najwyższym stopniu. Przeprowadzona analiza MCE wykazała, że najkorzystniejsze jest zastosowanie membrany EPDM. Pomimo znacznie wyższych nakładów początkowych,

Tabela 2. Analiza MCE trzech typów pokrycia dachowego (opracowanie własne)
Table 2. MCE analysis for three types of roofing (own study)

Badane kryteria	Waga kryterium „w” (0 -1)	Wartość danego parametru (1 – 5)					
		proponycja 1 – dwie warstwy papy zgrzewalnej asfaltowo-polimerowej		proponycja 2 – membrana EPDM		proponycja 3 – folia termoplastyczna nowej generacji PVC z warstwą zbrojącą	
		wartość parametru „x”	spełnienie kryterium „S”	wartość parametru „x”	spełnienie kryterium „S”	wartość parametru „x”	spełnienie kryterium „S”
Mały koszt wykonania	0,10	5	0,50	1	0,10	3	0,30
Rzadkie i nieskomplikowane zabiegi związane z konserwacją pokrycia w okresie użytkowania (w tym m.in. logistyka i organizacja, dostępność firm wykonawczych)	0,10	3	0,30	4	0,40	4	0,40
Mały koszt cyklu życia (LCC)	0,05	2	0,10	5	0,25	3	0,15
Krótki czas wykonania	0,10	2	0,20	5	0,50	5	0,50
Duża dostępność materiału	0,05	5	0,25	4	0,20	4	0,20
Duża odporność materiału na uszkodzenia	0,20	3	0,60	5	1,00	5	1,00
Duża odporność materiału na starzenie się i wpływ czynników środowiskowych	0,05	2	0,10	5	0,25	4	0,20
Długi okres gwarancji	0,20	1	0,20	5	1,00	3	0,60
Brak szczególnych wymagań dotyczących kwalifikacji pracowników*	0,05	5	0,25	2	0,10	2	0,10
Brak negatywnego wpływu na środowisko**	0,05	3	0,15	4	0,20	4	0,20
Duża ognioodporność	0,05	2	1,00	4	0,2	4	0,20
Suma:	1,00		3,65		4,65		3,85

* technologia i stosowane materiały są powszechnie znane firmom budowlanym, rozwiązanie jest z powodzeniem stosowane od wielu lat, nie odznacza się nowatorskim charakterem, nie stanowi nowości w budownictwie i nie wymaga nieprzeciętnych umiejętności oraz unikatowej wiedzy pracowników.

** stosuje się racjonalne pozyskanie surowców z poszanowaniem zasobów i procesów zachodzących w środowisku naturalnym, występuje ograniczone zużycie surowców naturalnych (jako materiału budowlanego, ale również wody i źródła energii do jego wydobycia i przetworzenia), występuje ograniczona emisja gazów cieplarnianych, gazów niszczących powłokę ozonową, gazów powodujących kwaśne deszcze oraz niewielka produkcja odpadów stałych i ścieków w procesie wytworzenia materiału, istnieje możliwość recyklingu zużytego materiału, stosuje się rozwiązanie zapewniające energooszczędny sposób użytkowania pokrycia dachowego, przedłużony okres jego zużycia oraz utylizację pozwalającą w maksymalnym stopniu wykorzystać powstałe odpady budowlane do produkcji nowych wyrobów budowlanych.

niż w przypadku dwóch pozostałych, łączne koszty cyklu życia w okresie 30 lat są najniższe. Niezwykle istotne są również duża odporność na uszkodzenia i starzenie oraz możliwość użytkowania przez długi okres.

Kryteria wskazane przez ekspertów zostały przedstawione i ocenione w grupach kryteriów głównych, których analiza umożliwiła ocenę problemów, jakie mogą wystąpić podczas realizacji i użytkowania pokrycia dachowego wykonanego w trzech wariantach. Wywiady z ekspertami i badania ankietowe, stanowiące podstawę ustalenia kryteriów oceny i ich wag, pozwoliły na dokonanie wieloaspektowej analizy

zagadnienia. W ramach dalszych badań zamierzamy dokonać oceny podkryteriów przypisanych do wybranych lub wszystkich grup kryteriów głównych.

Wnioski

Przeprowadzona analiza oraz własne doświadczenia uzasadniają sformułowanie następujących wniosków i zaleceń:

1) analiza wielokryterialna MCE może ułatwić inwestorowi proces wyboru technologii wykonania pokrycia dachowego przez wskazanie wariantu optymalnego, tj. takiego, który uwzględni wiele kryteriów oceny, zapewniając zachowanie określonych standardów bezpieczeństwa, jakości i estetyki;

2) wspomaganie procesu decyzyjnego przez zastosowanie analizy MCE umożliwia wykorzystanie kryteriów o charakterze mierzalnym (dane ilościowe) i niemierzalnym (dane jakościowe), a tym samym pozwala na bezpośrednie porównanie zadanych kryteriów i proponowanych rozwiązań;

3) wykorzystując metodę MCE, należy zwrócić uwagę na konieczność dokonania dokładnej analizy i oceny ważności poszczególnych kryteriów i wyboru kluczowych aspektów przez grono ekspertów; konieczność zdefiniowania kryteriów oceny, ustalenie grupy kryteriów, ich ocena i przypisanie im wag wymaga zaangażowania specjalistów (ekspertów) związanych z daną branżą;

4) istotną wadą analizy MCE jest trudność określenia współczynników wagowych, szczególnie w przypadku dużej liczby zupełnie odmiennych kryteriów;

5) przedstawione w artykule porównanie potwierdza przydatność analizy wielokryterialnej do oceny różnych wariantów rozwiązań pokrycia dachowego, ale podejście to może być z powodzeniem zastosowane do analizy innych zagadnień z praktyki inżynierskiej; szczególną zaletą metody jest jej prostota;

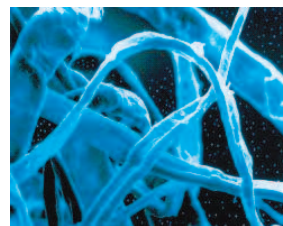
6) przedstawiona analiza potwierdza długookresowe korzyści inwestora i/lub użytkownika obiektu, wynikające z zastosowania pokrycia wykonanego z membrany EPDM;

7) niezależnie od rodzaju zastosowanej technologii, obok istotnych dla inwestora aspektów finansowych, pokrycie dachowe musi spełniać wszystkie stawiane mu wymagania, a zatem powinno charakteryzować się odpowiednią odpornością na oddziaływanie środowiska zewnętrznego, właściwą odpornością mechaniczną oraz całkowitą szczelnością wszystkich połączeń powłoki wraz z elementami towarzyszącymi. Oznacza to, że wykonanie i eksploatacja pokrycia i obróbek stropodachu musi być w pełni zgodne z wytycznymi producenta danego systemu. Przedstawiona analiza MCE zakłada, że w każdym przypadku pokrycie dachowe będzie eksploatowane w sposób prawidłowy i cyklicznie poddawane pracom związanym z utrzymaniem – zgodnie z zaleceniami producenta.

Literatura

- [1] Marcinkowski R, Banach M. Harmonogramowanie robót budowlanych na podstawie danych kosztorysowych. *Przegląd Budowlany* 2015; 86, 10: 24–30.
- [2] Wysocki RK. Efektywne zarządzanie projektami, VII. Onepress, 2018. Dostęp: 1 lipiec 2022. [Online]. Dostępne na: <https://www.empik.com/efektywne-zarzadzanie-projektami-wysocki-robert-k,p1203453011,ksiadzka-p>.
- [3] Byrdy C. Pokrycia dachów płaskich. *Inżynier Budownictwa*. 2013. <https://inzynierbudownictwa.pl/pokrycia-dachow-plaskich/> (dostęp 1 lipiec 2022).
- [4] Jaworski KM. Metodologia projektowania realizacji budowy, II. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN, 2009. Dostęp: 1 lipiec 2022. [Online]. Dostępne na: <http://styczna.pl/metodologia-projektowania-realizacji-budowy-p-1116.html>.
- [5] Książek M. Analiza porównawcza wybranych metod wielokryterialnych oceny przedsięwzięć inwestycyjnych. *Budownictwo i Inżynieria Środowiska*. 2011; 4: 555 – 561.
- [6] Szafranko E. Możliwości zastosowania metod analizy wielokryterialnej przy doborze rozwiązań materiałowo-technologicznych w konstrukcjach budowlanych. *Materiały Budowlane* 2015. DOI: 10.15199/33.2015.05.17.
- [7] Szafranko E. Analiza wielokryterialna jako narzędzie definiowania czynników doboru rozwiązań materiałowo-konstrukcyjnych wariantów projektów inwestycyjnych. *Izolacje*. 2017; 9. Dostęp: 1 lipiec 2022. [Online]. Dostępne na: <http://yadda.icm.edu.pl/yadda/element/bwmeta1.element.baztech-d7ca27c1-b2ca-49d8-a52d-11c8b0ad0417>.
- [8] Matkowski Z, Adamowski J. Materiały do wykonywania warstw hydroizolacyjnych w dachach płaskich. *Izolacje*. 2016; 4. Dostęp: 1 lipiec 2022. [Online]. Dostępne na: <http://yadda.icm.edu.pl/yadda/element/bwmeta1.element.baztech-92d63dcd-cd2b-448f-9d60-d671344c501f>.
- [9] Informacja o stawkach robocizny kosztorysowej oraz cenach pracy sprzętu budowlanego IRS 2 kw. 2022. Ośrodek Wdrożeń Ekonomiczno-Organizacyjnych Budownictwa PROMOCJA Sp. z o.o., Sekocenbud, Warszawa, Zeszyt 23/2022. Dostęp: 1 lipiec 2022. [Online]. Dostępne na: <https://www.sekocenbud.pl/sklep/sprzedaz-wysylkowa/sekocenbud-informacje-cenowe/informacje-kwartalne-rms/informacja-o-stawkach-robocizny-kosztorysowej-oraz-cenach-pracy-sprzetu-budowlanego-irs-2-kw-2022.html>.
- [10] Informacja o cenach materiałów budowlanych IMB 2 kw. 2022. Ośrodek Wdrożeń Ekonomiczno-Organizacyjnych Budownictwa PROMOCJA Sp. z o.o., Sekocenbud, Warszawa, Zeszyt 20/2022. Dostęp: 1 lipiec 2022. [Online]. Dostępne na: <https://www.sekocenbud.pl/sklep/sprzedaz-wysylkowa/sekocenbud-informacje-cenowe/informacje-kwartalne-rms/informacja-o-cenach-materialow-budowlanych-imb-2-kw-2022.html>.
- [11] Apollo M, Siemaszko A, Miszewska E. The selected roof covering technologies in the aspect of their life cycle costs. *Open Eng*. 2018; 1: 478 – 483, doi: 10.1515/eng-2018-0053.

Przyjęto do druku: 01.08.2022 r.



ARBOCEL – The Power of Reinforcement

– wyjątkowe włókna na bazie celulozy, redukujące ilość powstających rys/mikropęknięć i spękań tynków, szpachli i farb



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@jrs.pl