

**Rogal, Robert / Roznerska, Maria /
Mowińska, Julia**

**Zastosowanie włókien Firet Coremat do
wykonania podłoży zastępczych dla
przenoszonych malowideł ściennych,
sgraffit i mozaik**

Acta Universitatis Nicolai Copernici. Zabytkoznawstwo i Konserwatorstwo 34 (357),
369-393

2005

Artykuł został opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach
dozwolonego użytku.

*Instituť Zabytkoznawstwa i Konserwatorstwa UMK
Zakład Konserwacji Malarstwa i Rzeźby Polichromowanej*

Robert Rogal, Julita Mowińska, Maria Roznerska

ZASTOSOWANIE WŁÓKNIN FIRET COREMAT DO WYKONANIA PODŁOŻY ZASTĘPCZYCH DLA PRZENOSZONYCH MALOWIDEŁ ŚCIENNYCH, SGRAFFIT I MOZAIK

Zarys treści. W artykule omówiono rozwój podłóży zastępczych dla przenoszonych dekoracji ściennych. Przedstawiono możliwości zastosowania poliestrowych włóknin Firet Coremat jako cienkowlarstwowego materiału rdzeniowego w podłóżach o konstrukcji przekładkowej. Scharakteryzowano materiały i sposób ich użycia oraz porównano właściwości tradycyjnych podłóży z nowymi propozycjami. Przedstawiono przykłady zastosowania nowych podłóży.

Jedną z technik konserwatorskich służących zachowaniu malowideł ściennych, sgraffit i mozaik jest ich przenoszenie. Zabieg ten może wiązać się ze zmianą miejsca ekspozycji dekoracji i zmianą podłóża konstrukcyjnego¹.

Pierwsze zabiegi przenoszenia dekoracji ściennych pojawiły się w starożytnym Rzymie². Stosowano do tego celu metodę *stacco a masello*³, używaną powszechnie do XIX wieku i sporadycznie w wieku XX (fot. 1). Polegała ona na wycięciu malowidła wraz z zaprawą i murem lub z częścią muru. Na początku XVIII wieku weszła w użycie metoda *stacco*, polegająca na oddzieleniu malowidła

¹ Zmiany te nie zawsze są warunkiem koniecznym, ponieważ w niektórych wypadkach po przeprowadzeniu prac konserwatorskich dekoracji i/lub podłóża może nastąpić ich ponowne połączenie.

² Wówczas raczej nie kierowano się względami konserwatorskimi, lecz chęcią posiadania malowideł jako dekoracji pomieszczeń mieszkalnych.

³ Nazwy technik przenoszenia malowideł ściennych, tj. *stacco a masello*, *stacco*, *strappo*, pochodzą z języka włoskiego i określają miejsce, w którym następuje oddzielenie dekoracji od podłóża. Określenia te są wprowadzone do międzynarodowego słownictwa konserwatorskiego i nie mają polskich odpowiedników.



Fot. 1. Rzymskie malowidło ścienne przeniesione metodą *stacco a masello*, Aleksandria, Muzeum Grecko-Rzymskie (fot. R. Rogal)

wraz z zaprawą lub z częścią zaprawy (fot. 2), a w XX wieku asortyment metod przenoszenia wzbogaciła metoda *strappo* (fot. 3), za pomocą której odrywano jedynie warstwę malarską, ewentualnie wraz z pobiałą⁴. Metody *stacco* i *strappo* stosowane są do dnia dzisiejszego. Wymienione metody przenoszenia malowideł ściennych były modyfikowane i adaptowane do przenoszenia innego rodzaju dekoracji, takich jak sgraffita i mozaiki.

Dekoracje ścienne po oddzieleniu od podłoża są poddawane odpowiednim zabiegom konserwatorskim, po czym powinny być ponownie ekspozowane. W wyborze miejsca ekspozycji, pierwotnym lub wtórnym, najważniejsze są względy bezpieczeństwa obiektu. W każdym wypadku dekoracja ścienna musi posiadać odpowiednio stabilne podłoże konstrukcyjne. Transfery przeznaczone do ekspozycji muzealnej powinny posiadać podłoża umożliwiające ich przemieszczanie. Takie podłoża nazywane są ruchomymi podłożami zastępczymi⁵. Transfery zdjęte metodą *stacco a masello* posiadają część podłoża macierzystego, które po odpowiednim zabezpieczeniu mogą w dalszym ciągu spełniać swoją funkcję. Malowidła przeniesione metodami *stacco* lub *strappo*, ze względu na

⁴ W przypadku malowideł wykonanych na pobiale metodę tę wykorzystuje się też do zdjęcia obu tych warstw.

⁵ Nazewnictwo podłoży wynikające z ich funkcji podaje za: M. Ostaszewska, *Przenoszenie malowideł ściennych w Polsce*, Biblioteka Muzealnictwa i Ochrony Zabytków, seria B, t. LV, Warszawa 1979.



Fot. 2. Renesansowe malowidło przeniesione metodą *stacco* i osadzone w zaprawie gipsowej, Bolonia, Pinacoteca Nazionale (fot. R. Rogal)



Fot. 3. Polichromia z Cassa Maffei w Cremonie przeniesiona metodą *strappo* na podłoże zastępcze, Londyn, Victoria and Albert Museum (fot. R. Rogal)

niewielką grubość warstw i kruchość materii, wymagają osadzenia na odpowiednich podłożach zastępczych. Jeżeli dekoracja ścienna ma powrócić na macierzyste podłoże, czyli ścianę, sufit lub sklepienie, a w wypadku mozaik również podłogi, to istnieją dwie możliwości postępowania. Pierwsza polega na ponownym połączeniu dekoracji z murem w sposób trwały za pomocą odpowiedniego spoiwa. Rozwiązanie to, korzystne ekonomicznie, nie spełnia warunku odwracalności zabiegu lub go poważnie utrudnia. Druga możliwość polega na zastosowaniu tzw. podłoża pośredniego⁶ ułatwiającego transport i montaż oraz zapewniającego odwracalność zabiegu. Dekoracja jest osadzana na półsztywnym lub sztywnym podłożu i dopiero wówczas przytwierdzana do ściany. Ponieważ połączenie transferu z podłożem murowanym jest punktowe, pozwala to na pozostawienie wolnej przestrzeni pomiędzy nimi i zapewnienie przeniesionemu malowidłu odpowiedniej izolacji i wentylacji (fot. 4). Podłoże półsztywne, którym może być np. metalowa siatka połączona z odwrociem płata, uzyskuje właściwą stabilność dopiero po przytwierdzeniu do ściany. Jako sztywne podłoża stosowane są różnego rodzaju płyty. Są to typowe ruchome podłoża wykorzystywane jako nośniki transferów w ekspozycji muzealnej.

Podłoże dla przenoszonych dekoracji ściennych powinno spełniać wymagania związane z budową umieszczonej na nim dekoracji oraz z warunkami, w jakich będzie ekspozowane. Pierwszy warunek związany jest z wielkością, ciężarem, kształtem i formą przestrzenną dekoracji. Wymagania drugiej grupy dotyczą odporności podłoża na zmiany wilgotności i temperatury, odporności na światło, odporności mikrobiologicznej, a także spełnienia wymagań związanych z montażem⁷. Dodatkowe warunki stawiane podłożom dotyczą względów ekonomicznych i możliwości samodzielnego wykonania.

Do wykonania podłoży zastępczych dla przenoszonych dekoracji ściennych wykorzystywano różne materiały, które często łączono ze sobą. Jednym z pierwszych wykorzystywanych nośników były płótna napinane na odpowiednich krosnach. O sztywności takiego podobrazia decydował sposób mocowania do krosien. Podstawową wadą samego płótna był brak stałego naprężenia wynikający ze zmieniających się warunków wilgotnościowych⁸. Niedoskonałość tę próbowano likwidować przez zastosowanie dodatkowych konstrukcji

⁶ Ibidem, s. 40–41.

⁷ Jeżeli malowidło ma być wmontowane w ścianę, tak aby jego lico było zrównane z otoczeniem, wskazane jest, aby jego podłoże miało możliwie najmniejszą grubość.

⁸ O tego typu podłożach piszą m.in.: P. Mora, L. Mora, P. Philippot, *Conservation of wall paintings*, London 1984, s. 269; J. Makarewicz, *Malowidła ściennie, ich konserwacja i restauracja*, [w:] *Pamiętnik I Zjazdu Miłośników Ojczystych Zabytków*, seria B, t. 11, Warszawa 1965, s. 228; W. Wagner, *Przenoszenie malowideł ściennych na podłoża zastępcze. Próby wykonane w Istituto Centrale del Restauro w Rzymie*, Biblioteka Muzealnictwa i Ochrony Zabytków, seria B, t. XI, Warszawa 1965, s. 228; idem, *Przenoszenie na płótno fragmentu malowidła z połowy XV w. w kościele pw. św. Mikołaja w Brzegu*, *Ochrona Zabytków*, 2, 1963, s. 65–69; H. Jędrzejewska, *Konserwacja dwóch malowideł ściennych z Faras*, *Rocznik Muzeum Narodowego w Warszawie*, Warszawa 1965, s. 222.



Fot. 4. Malowidła Andrea Mantegny przeniesione na wtórne podłoże zamontowane z zapewnieniem dystansu od ściany, Padwa, Eremitani (fot. R. Rogal)

usztywniających odwrotnie oraz systemów wielopunktowych połączeń⁹ (fot. 5).



Fot. 5. Fresk z warsztatu Rafaela przeniesiony na płótno w 1858 r. Paryż, Louvre (fot. R. Rogal)

Do wykonania podłoży stosowano również materiały mineralne w postaci wylewanych zapraw wapienno-piaskowych, gipsowych (fot. 6), a nawet betonowych (fot. 7). Zaprawy takie były zbrojone elementami metalowymi, drewnianymi i pakułami¹⁰. Wykazywały one podobieństwo do naturalnych nośników dekoracji ściennych, ale bardzo duży ciężar ograniczał ich wielkość lub możliwość przemieszczania. Obecność soli rozpuszczalnych w wodzie w gipsie i cemencie stanowiła zagrożenie dla substancji zabytkowej (fot. 2). W pewnym okresie próbowano również wykorzystywać płyty eternitowe (masa cementowa z dodatkiem włókien azbestowych)¹¹, jak się później okazało – szkodliwe zarówno dla malowideł, jak i człowieka.

⁹ Piszą o tym: M. Ostaszewska, op. cit., s. 165; K. Dąbrowski, *Konserwacja we Włoszech (uwagi na podstawie podróży)*, Ochrona Zabytków, 3, 1956, s. 195.

¹⁰ O takich podłożach piszą m.in.: M. Ostaszewska, op. cit., s. 41, 93, 166–167, 205; K. Tiunin, *Rozdzielanie malowideł ściennych. Z prac konserwatorskich prowadzonych w Czerwińsku*, Ochrona Zabytków, 1, 1954, s. 46.

¹¹ T. Schneider, *Methoden der Freskonbertragung in Italien*, Maltechnik, 1, 1962, s. 14; A. del Serria, L. Tintori, *Nuove metodologie nel distacco degli affreschi*, Firenze 1976, s. 158.



Fot. 6. Malowidło koptyjskie przeniesione na podłoże gipsowe, Aleksandria, Muzeum Grecko-Rzymskie (fot. R. Rogal)



Fot. 7. Mozaika przeniesiona na podłoże betonowe, Akwileja, Museo Paleocristiano (fot. R. Rogal)

Materiałem często stosowanym w przeszłości do budowy podłóży było drewno i jego pochodne, jak płyty pilśniowe, wiórowe (fot. 8), paździerzowe i sklejki¹². Podłóża wykonane z tych materiałów są stosunkowo ciężkie i nieodporne na działanie wilgoci. Wady płyt z materiałów drewnopochodnych starano się zniwelować przez laminowanie ich powierzchni¹³.



Fot. 8. Średniowieczne malowidło ściennie przeniesione na podłóże z płyty wiórowej, Florencja, San Miniato al Monte (fot. R. Rogal)

Wśród materiałów wykorzystywanych do budowy podłóży były również metale i ich stopy. Metalowe siatki były stosowane do wykonania półsztywnych podłóży pośrednich¹⁴. Elementy metalowe w formie ram, listew, prętów itp. pełniły funkcje konstrukcyjne i wzmacniające w podłóżach budowanych z innych materiałów. Rzadziej wykonywano podłóża z blach (fot. 9), które zazwyczaj były bardzo ciężkie i nieodporne na korozję. W nowoczesnych podłóżach wykorzystywane są elementy konstrukcyjne i montażowe wykonane ze stopów metali lekkich i stali nierdzewnych.

¹² O takich podłóżach piszą m.in. H. Jędrzejewska, op. cit., s. 221–222; M. Ostaszewska, op. cit., s. 42; B. Marconi, *O sztuce konserwacji*, Warszawa 1982, s. 132.

¹³ J. E. Dutkiewicz, *Odkrycie i konserwacja malowideł z XIV–XV w. w prezbiterium kościoła w Olkuszu*, *Ochrona Zabytków*, 1964, 3, s. 16; W. Ślesiński, *Konserwacja zabytków sztuki. Malarstwo sztalugowe i ściennie*, Warszawa 1989, s. 164.

¹⁴ M. Schuster-Gawłowska, *Przeniesienie malowidła ściennego z kamienicy przy ul. Kanonicznej 23 w Krakowie na ruchome podobrazie*, *Ochrona Zabytków*, 1963, 3, s. 48–49; P. Mora, L. Mora, P. Philippot, op. cit., s. 268; J. Makarewicz, op. cit., s. 108; H. Grzesikowa, op. cit., s. 228.



Fot. 9. Podłóże metalowe, Akwileja, Museo Paleocristiano (fot. R. Rogal)

Reasumując można stwierdzić, że pierwsze podłóża zastępcze wykonywane dla przenoszonych dekoracji ściennych wykazywały pewne podobieństwo do tradycyjnych podobrazí stosowanych w malarstwie. Miały one wspólną wadę: ze stosowanych materiałów trudno było zbudować dowolnej wielkości lekkie, przenośne podłóże odzwierciedlające rozbudowaną przestrzennie powierzchnię, charakterystyczną dla wielu dekoracji ściennych. Realizację tego celu w dużym stopniu ułatwiło zastosowanie tworzyw sztucznych, które do celów konserwatorskich zostały zaadaptowane z dynamicznie rozwijających się gałęzi przemysłu.

Do budowy nowoczesnych nośników dla przenoszonych dekoracji ściennych obecnie najczęściej stosuje się polimery konstrukcyjne¹⁵. Najszerze zastosowanie mają żywice chemoutwardzalne: nienasycone żywice poliestrowe i żywice epoksydowe. W wyniku nasycenia nimi materiałów włóknistych, najczęściej szklanych, otrzymuje się laminaty — wytrzymałe materiały kompozytowe. Łatwość wykonania laminatów, ich wysokie parametry wytrzymałościowe oraz duża odporność na działanie typowych czynników niszczących sprawiły, że

¹⁵ Ich właściwości omawiają m.in.: D. Żuchowska, *Polimery konstrukcyjne*, Warszawa 1995; A. P. Wilczyński, *Polimerowe kompozyty włókniste. Własności, struktura, projektowanie*, Warszawa 1996; J. Ciabach, *Właściwości żywic sztucznych stosowanych w konserwacji zabytków*, Toruń 1992; W. Parczewski, *Tworzywa sztuczne w architekturze*, Warszawa—Poznań 1977; T. Broniewski, A. Iwasiewicz, J. Kapko, W. Płuczek, *Metody badań i ocena właściwości tworzyw sztucznych*, Warszawa 1970.

takie kompozyty szybko znalazły zastosowanie jako nośnik dla przenoszonych dekoracji ściennych¹⁶. Do zalet podłoży wykonanych z takich materiałów należy korzystny stosunek wytrzymałości mechanicznej do ciężaru i grubości oraz możliwości odtworzenia przestrzennej formy oryginalnego podłoża. Podłoża z kompozytów syntetycznych stosowano w postaci jednorodnych płyt (fot. 10), które często usztywniano od odwrocia, lub stanowią one element bardziej złożonych konstrukcji.

Drugą ważną grupą żywic sztucznych wykorzystywanych do budowy podłoży zastępczych są żywice ekspandowane, które po spienieniu i polimeryzacji tworzą porowate tworzywa. Podstawową zaletą sztywnych pianek jest możliwość ich wykorzystania do budowy podłoży o dowolnych kształtach i niewielkiej masie. Ponieważ nie posiadają one dużej wytrzymałości mechanicznej, zazwyczaj nie są stosowane samodzielnie, lecz występują jako element konstrukcji złożonych (fot. 11). Wiele cennych właściwości wykazuje sztywna pianka poliuretanowa¹⁷, czasami stosowano piankę polistyrenową¹⁸, we Włoszech popularna była pianka z polichlorku winylu¹⁹.

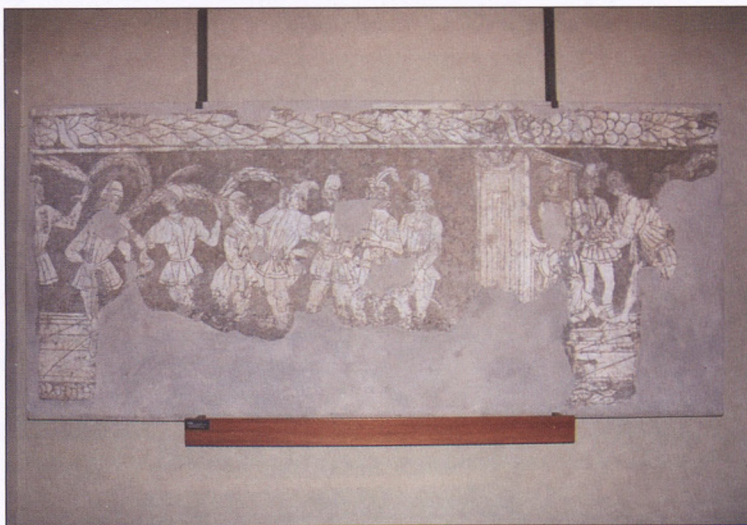
Właściwości mechaniczne podłoży wynikają z zastosowanych materiałów i konstrukcji. Budowę podłoży można porównać do typowych przekrojów kształtek, takich jak: płaskownik, teownik, ceownik, dwuceownik (tworzący rurę o przekroju prostokąta) i dwuteownik. Listwy o wymienionych profilach różnią się między sobą wytrzymałością mechaniczną oraz masą. Podobne zależności występują w płytach pełniących funkcję podłoży zastępczych. Jak wiadomo, płaskownik ma najmniejszą wytrzymałość na zginanie. Jego budowie odpowiada płyta wykonana z jednolitego materiału. W celu jej usztywnienia na odwrociu montowano listwy, obramienia, kratownice. Wówczas powstawała konstrukcja odpowiadająca konstrukcji teownika lub ceownika. Jeszcze sztywniejsze podłoże można otrzymać przez umieszczenie kratownicy pomiędzy dwiema płytami. W ten sposób powstała konstrukcja skrzynkowa odpowiadająca

¹⁶ A. Guzik, *Konstrukcje przekładkowe (sandwich) jako podłoża dla przeniesionych malowideł ściennych*, [w:] *Wybrane problemy i nietypowe rozwiązania w transferze malowidła ściennego*, Kraków 1992; P. Mora, L. Mora, P. Philippot, op. cit., s. 273; H. Grzesikowa, op. cit., s. 229; J. Josefik, *Übertragung einer Wandmalerei in Husopeče*, *Maltechnik*, 1, 1965, s. 7–18; U. Baldini, P. Pogetto, *Firenze restaura*, Firenze 1972, s. 107–108; G. Rossi, *Die Restaurierung des Pieta – Freskos von Masolino aus Emploi*, *Maltechnik*, 2, 1987, s. 9–16; M. Ostaszewska, *Przeniesienie na nowe podłoże gotyckich malowideł ściennych z kamienicy przy ul. Mikołajewskiej 2 w Krakowie*, Biblioteka Muzealnictwa i Ochrony Zabytków, Warszawa 1992, s. 101–129.

¹⁷ O jej wykorzystaniu do budowy podłoży dla przeniesionych dekoracji ściennych piszą m.in.: J. Kostow-Benczew, *Wykonanie podłoża z tworzywa porowatego dla przeniesionego malowidła ściennego*, *Ochrona Zabytków*, 4, 1972, s. 291–293; S. Blackshaw, H. Cheetham, *Foaming epoxy resin – a useful mounting medium for conservation*, *Studies in Conservation*, 1982, s. 70–74; R. Rogal, *Transfer renesansowego sgraffita z zamku Dewinów-Bibersteinów w Żarach. Część II*, AUNC, Zabytkoznawstwo i Konserwatorstwo XXXII, Toruń 2002, s. 109–126.

¹⁸ M. Ostaszewska, *Przenoszenie...*, s. 43.

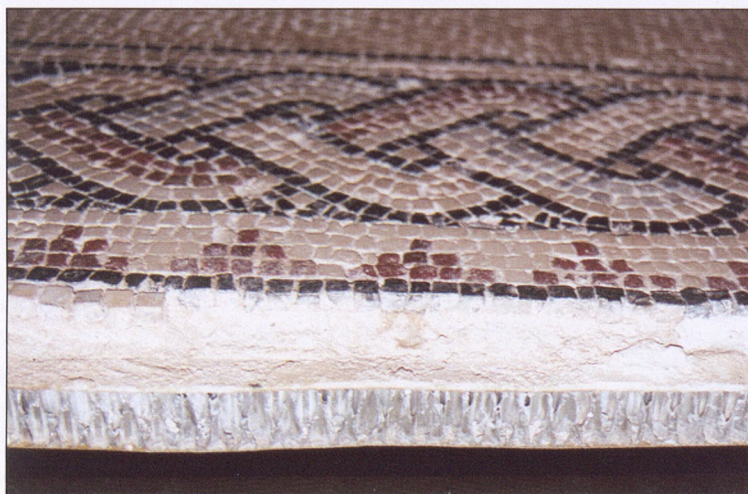
¹⁹ P. Mora, L. Mora, P. Philippot, op. cit., s. 275.



Fot. 10. Sgraffito przeniesione na płytę z laminatu, Prado, Galeria Comunale (fot. R. Rogal)



Fot. 11. Podłóże z tworzywa piankowego, Rawenna, Muzeum Narodowe Starożytności (fot. R. Rogal)



Fot. 12. Mozaika umieszczona na podłożu przekładkowym z rdzeniem z aluminiowego „plastra miodu”, Rawenna, Muzeum Narodowe Starożytności (fot. R. Rogal)

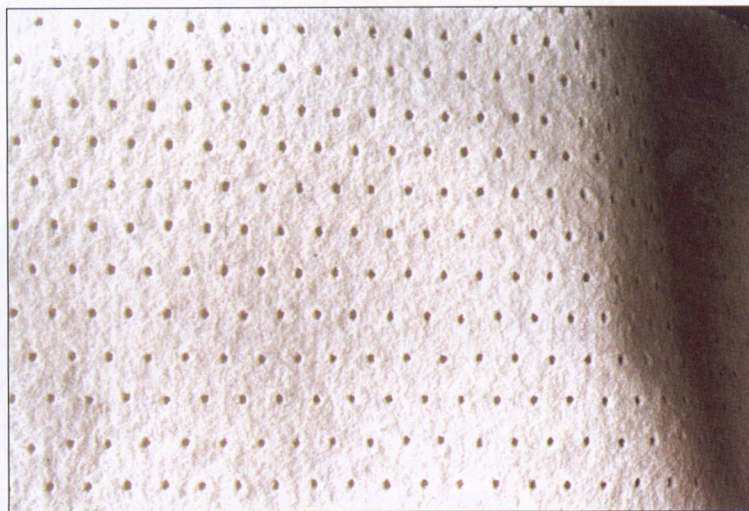
profilowi dwuteownika lub dwuceownika²⁰. Pierwsze konstrukcje skrzynkowe, wykonane z drewna, były jeszcze stosunkowo grube i ciężkie. Tych wad miały być pozbawione nośniki nowej generacji – konstrukcje przekładkowe, często określane angielskim wyrazem *sandwich*. Nowoczesne, lekkie podłoża przekładkowe składają się z cienkościennych warstw zewnętrznych (nazywanych okładzinami, okładkami lub pokryciami), połączonych w sposób trwały z grubszą warstwą środkową (określaną najczęściej jako rdzeń, czasami międzywarstwa, wypełniacz lub szkielet). Cechą charakterystyczną płyt o konstrukcji przekładkowej jest odpowiednie wykorzystanie indywidualnych cech różnych materiałów stosowanych do budowy poszczególnych elementów tych konstrukcji. W ten sposób optymalnie wykorzystywany jest podział pracy między okładzinami a rdzeniem. Obciążenia, którym podlega płyta, w głównej mierze przenoszone są przez okładziny. One stanowią zasadniczy element pracujący, przejmujący naprężenia normalne (ściskające i rozciągające)²¹. Powinny być wykonane z materiałów o wysokich właściwościach mechanicznych, tj. cechujących się wysokim współczynnikiem sprężystości podłużnej E (tzw. moduł Younga). Rdzeń zapewnia stałą odległość między okładzinami, usztywnia

²⁰ Przykładem konstrukcji skrzynkowej jest podłoże wykonane na początku lat sześćdziesiątych dla jednego z malowideł z Faras, patrz: H. Jędrzejewska, op. cit.

²¹ Naprężenia normalne to naprężenia lub jego składowe działające prostopadle do danej powierzchni.

je, zabezpiecza przed wyboczeniem, przejmuje naprężenia ścinające (rozwarstwiające)²². Powinien być lekki, o dostatecznie dużym współczynniku odkształcenia postaciowego G (tzw. moduł Kirchoffa). Zależnie od materiału, z którego jest wykonany, może bardziej lub mniej współpracować z okładzinami przy przenoszeniu przez nie obciążeń normalnych. Część naprężeń ścinających mogą przejść obramienia wzdłuż płyty.

Okładzinami nowoczesnych podłoży są najczęściej laminaty epoksydowo- lub poliestrowo-szklane. Ich wytrzymałość zależy od wielu czynników, np. od rodzaju żywicy, rodzaju włókien, sposobu ułożenia włókien, stopnia i równomierności przesylenia włókien żywicą oraz od całkowitej grubości laminatów. Rdzeniem płyty o konstrukcji przekładkowej może być sztywna pianka lub wypełniacz w formie plastra miodu (*honey comb*) (fot. 10). Właściwości rdzenia zależą m.in. od rodzaju materiału, jego grubości, w wypadku pianek od ich gęstości, a w wypadku wypełniaczy w formie plastra miodu – od wielkości komórek, grubości ich ścianek i precyzji połączenia z okładzinami.



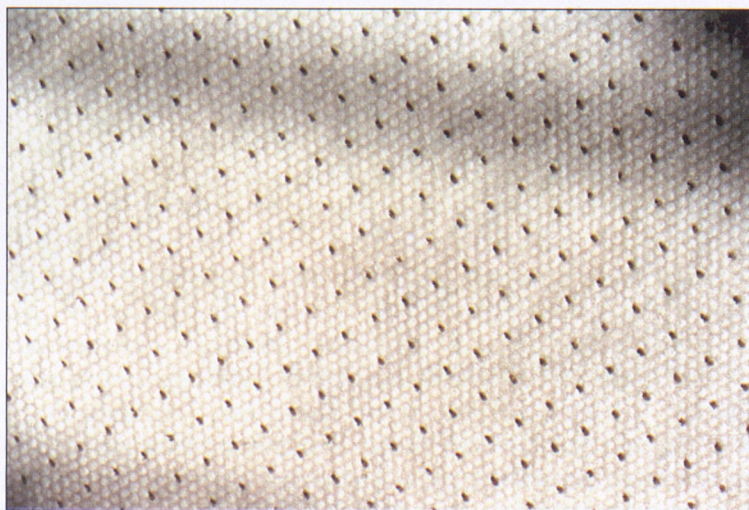
Fot. 13. Powierzchnia Firet Corematu XX (fot. R. Rogal)

Wydaje się, że poszukiwania jeszcze lepszych podłoży dla przenoszonych dekoracji ściennych powinny pójść w kierunku połączenia możliwości łatwego wykonania płyt o dowolnej, wymaganej formie przestrzennej z optymalną minimalizacją grubości płyty, przy zachowaniu wymaganej sztywności. Do

²² Naprężenia ścinające (styczne) to naprężenia lub jego składowe działające stycznie do danej płaszczyzny.

wykonania płyt o konstrukcji przekładkowej mogą być stosowane coraz nowocześniejsze i doskonalsze materiały. Poprawę parametrów mechanicznych okładzin można uzyskać przez zastosowanie bardzo wytrzymałych, ale w dalszym ciągu bardzo kosztownych włókien węglowych i aramidowych. Nowym interesującym materiałem do budowy rdzeni, dużo tańszym od wspomnianych włókien, są maty Firet Coremat, stosowane w skutnictwie do produkcji kadłubów sportowych łodzi.

Maty Firet Coremat, produkowane przez holenderską firmę Lantor BV wykonane są z włókniny poliestrowej połączonej z mikrokuleczkami (40 μm średnicy) z tworzywa piankowego. Aby uzyskać sztywny materiał rdzeniowy, nasycy się je żywicą poliestrową lub epoksydową z dodatkiem styrenu, w sposób identyczny jak przy produkcji okładzin z mat szklanych. Po utwardzeniu żywicy Firet Coremat posiada lepsze właściwości mechaniczne od sztywnych pianek poliuretanowych, ale nie jest tak twardy jak laminaty zbrojone włóknem szklanym. Spoiwo Firet Corematu szybko rozpuszcza się w styrenie, dzięki czemu można je do pewnego stopnia kształtować. Daje to możliwości budowania podłoży dla dekoracji zdjętych z powierzchni sferycznych lub ze ścian o nierównej powierzchni. Po utwardzeniu żywicy uzyskujemy jednorodny materiał kompozytowy o gęstości względnej ok. 0,6 g/cm^3 . Wzmocniony żywicą Firet Coremat jest materiałem rdzeniowym, ponieważ w jego wnętrzu powstają mosty żywiczne łączące okładziny konstrukcji przekładkowej. Istnieją dwa



Fot. 14. Powierzchnia Firet Corematu XM (fot. R. Rogal)

rodzaje Firet Corematu oznaczone symbolami XX (fot. 13) i XM. Pierwszy rodzaj jest wypełniony w 50% mikrokuleczkami i wymaga o 40% mniej żywicy w porównaniu z laminatem szklanym. Typ XX występuje w grubościach 1–5 mm. Wersja XM (fot. 14) jest wypełniona mikrokuleczkami w 55%, co jeszcze bardziej ogranicza niezbędną ilość żywicy. Ten rodzaj maty występuje w grubościach 2–4 mm. Firet Coremat XM posiada specjalną budowę powodującą, że po nasyceniu i utwardzeniu żywicą wewnątrz maty powstaje sztywna konstrukcja o budowie plastra miodu. Obie maty posiadają otwory ułatwiające odpowietrzanie w trakcie nasycania żywicą.

W celu porównania właściwości podłoży, w których zastosowano włókninę Firet Coremat, z innymi dotychczas stosowanymi podłożami wykonano badania na oznaczenie cech wytrzymałościowych przy zginaniu. Badania przeprowadzono według Polskich Norm dotyczących Tworzyw Sztucznych PN – 79 C – 89027. Badaniu poddano następujące próbki:

1. Płyta przekładkowa, rdzeń z pianki polistyrenowej wysokości 1 cm, 2 okładziny z maty szklanej o gramaturze 450, nasycone Epidianem 53 z utwardzaczem Z 1 i przyklejone do rdzenia Epidianem 5 z utwardzaczem Z 1.
2. Płyta przekładkowa, rdzeń z kostek z pianki polistyrenowej wysokości 1 cm, 2 okładziny z maty szklanej o gramaturze 450, nasycone Epidianem 53 z utwardzaczem Z 1 i przyklejone do rdzenia Epidianem 5 z utwardzaczem Z 1.
3. Płyta przekładkowa, rdzeń z pianki poliuretanowej o wysokości 1 cm, 2 okładziny z maty szklanej o gramaturze 450, nasycone Epidianem 53 z utwardzaczem Z 1.
4. Płyta przekładkowa, rdzeń z aluminiowego *honey comb* o wysokości 1 cm, 2 okładziny z maty szklanej o gramaturze 450, nasycone Epidianem 53 z utwardzaczem Z 1.
5. Płyta przekładkowa, rdzeń z aluminiowego *honey comb* o wysokości 1 cm, wypełnionego sztywną pianką poliuretanową, 2 okładziny z maty szklanej o gramaturze 450, nasycone Epidianem 53 z utwardzaczem Z 1.
6. Płyta przekładkowa, rdzeń z Firet Corematu XX o wysokości 5 mm, 2 okładziny z maty szklanej o gramaturze 450, rdzeń i okładziny nasycone Epidianem 53 z utwardzaczem Z 1.
7. Płyta przekładkowa, 2 rdzenie z Firet Corematu XX o wysokości 5 mm, 3 okładziny z maty szklanej o gramaturze 450, rdzeń i okładziny nasycone Epidianem 53 z utwardzaczem Z 1.
8. Płyta przekładkowa, 3 rdzenie z Firet Corematu XX, wewnętrzny rdzeń o wysokości 5 mm, pozostałe o wys. 2 mm, 4 okładziny z maty szklanej o gramaturze 450, rdzeń i okładziny nasycone Epidianem 53 z utwardzaczem Z 1.
9. Płyta wiórowa o wysokości 1,1 cm.

Ponieważ wysokość płyt przygotowanych do badań była zróżnicowana, wycięto próbki o różnej długości i szerokości zgodnie z zależnościami określonymi w Normie PN-79 C-89027. Do badań wytrzymałościowych przygotowano po 3 próbki, średnią ich wymiarów i ciężaru zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Parametry próbek

Nr próbki	Wysokość h (cm)	Szerokość b (cm)	Długość l (cm)	Długość pomiarowa próbki l_r (cm)	Ciężar (g)
1	1,2	1,6	22,0	16,5	15,3
2	1,2	1,6	22,0	16,5	17,7
3	1,3	1,5	22,0	16,5	18,0
4	1,2	1,9	22,0	19,0	18,5
5	1,3	1,9	22,0	19,0	23,5
6	0,7	1,5	12,0	10,5	9,2
7	0,8	1,6	14,1	10,5	19,0
8	1,3	1,9	24,0	19,0	51,7
9	1,1	1,6	22,0	16,5	30,5

BADANIA WYTRZYMAŁOŚCIOWE*

Najlepsze wyniki osiągnęły podłoża z rdzeniem ze styropianu, dobre wyniki uzyskały podłoża z rdzeniem z *honey combem*, najmocniejsze okazały się podłoża z rdzeniami z Firet Corematu (fot. 15).

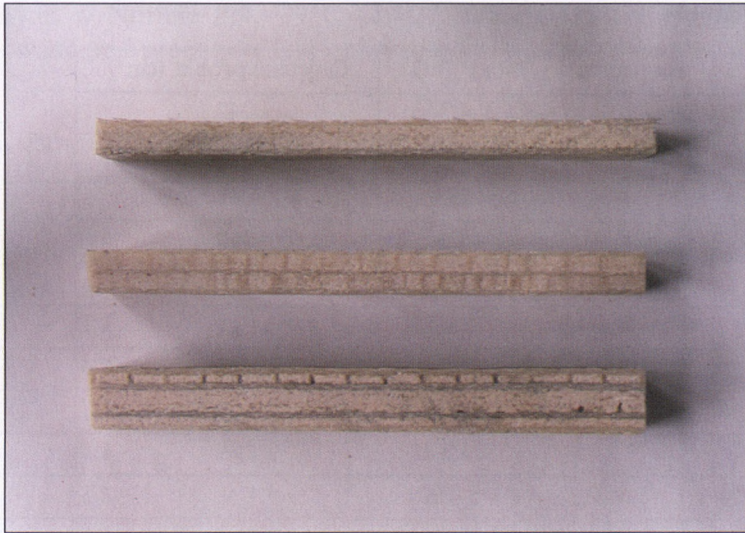
* Badania wykonano na Wydziale Budownictwa Akademii Techniczno-Rolniczej w Bydgoszczy, na maszynie ZD 10/90 prod. VEB, THURINGEN INDUSTRIEWERK RAVENSTEIN, wyniki pochodzą z pracy magisterskiej J. Mowińskiej, Podłoża zastępcze do transferów malowideł ściennych, napisanej w 2000 r. w Zakładzie Konserwacji Malarstwa i Rzeźby Polichromowanej IZK UMK w Toruniu pod kier. prof. dr M. Roznerskiej, z udziałem mgr. R. Rogala.

Tabela 2. Badanie wielkości siły (P), która powoduje złamanie lub naruszenie struktury próbki

Nr próbki	Siła P (kG)	Objętość próbki (cm ³)
1	4,7	42
2	6,9	42
3	18,0	43
4	48,0	50
5	48,0	54
6	32,0	13
7	62,0	18
8	87,0	59
9	12,3	39

Tabela 3. Badanie naprężenia niszczącego podczas zginania oraz wytrzymałości doraźnej na zginanie

Nr próbki	Naprężenia niszczące podczas zginania σ (kG/cm ²)	Wytrzymałość doraźna na zginanie R_g (kG/cm ²)
1	50,7	50
2	74,7	74
3	176,6	176
4	506,6	500
5	430,1	426
6	700,0	686
7	957,0	954
8	779,6	772
9	158,4	157



Fot. 15. Próbkki podłoży zastępczych z rdzeniem z Firet Corematu (fot. R. Rogal)

Największą wytrzymałością na zginanie długotrwałe i wytrzymałością doraźną na zginanie wykazują się próbki z rdzeniem z Firet Corematu. Najmniejszą wytrzymałość mają podłoża o rdzeniu piankowym.

Znając objętość próbki i jej masę na podstawie tabeli 1 można obliczyć, ile waży 1 cm^3 każdej próbki, a tym samym obliczyć przypuszczalną masę płyty o dowolnej wielkości. Dokonując porównania między płytami o wymiarach np. $1,5 \times 2 \text{ m}$, wykonanymi na wzór próbek można zaobserwować różnice w ciężarze i grubości między nimi. Podłoże z pojedynczym rdzeniem z Firet Corematu, o grubości zaledwie $0,7 \text{ cm}$, ważyć będzie przy tych rozmiarach niecałe 15 kg , a wykazuje bardzo dużą wytrzymałość mechaniczną. Podłoża z aluminiowym *honey comb* będą miały podobny ciężar, tj. 13 i 17 kg , jednak ich grubość będzie już większa: $1,2$ i $1,3 \text{ cm}$. Podobny ciężar i grubość będą miały podłoża z rdzeniem wykonanym z kostek ze sztywnych pianek, ale ich wytrzymałość mechaniczna jest kilkakrotnie niższa od wyżej opisanych.

W 2003 roku płyty przekładkowe z jednym rdzeniem z Firet Corematu znalazły zastosowanie jako podłoża pośrednie dla malowideł z Domu Sitt Wasilli w Kairze²³. Budowano je bezpośrednio na odwrociach transferów, co znacznie skróciło czas trwania prac. Jako rdzeń zastosowano Firet Coremat XX o grubości 4 mm . Do wykonania okładek użyto maty szklanej o gramaturze 400 . Wszystkie warstwy podłoża wzmocniono żywicą poliestrową (fot. 16).

²³ Prace wykonali dr R. Rogal (kier. zespołu), mgr M. Filip, mgr M. Żulichowski oraz konserwatorzy egipscy z firmy Egypt Heritage.



Fot. 16. Arabskie malowidła osadzone na podłozach z rdzeniami z Firet Corematu, Kair, Cytadela (fot. R. Rogal)

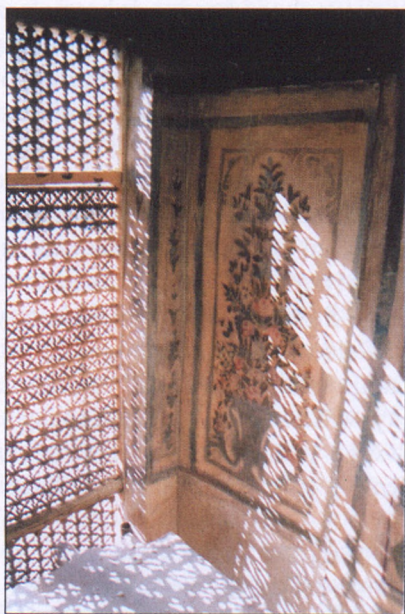
Dzięki przyjętej technologii uzyskano bardzo dobre połączenie płata z podłożem pośrednim, bez długotrwałego niwelowania nierówności łączonych powierzchni. Półsztywne podłoża umożliwiły dopasowanie transferów nierówności ścian, będąc równocześnie wystarczająco stabilnym nośnikiem w czasie transportu i montażu (fot. 17, 18)²⁴.

Większej sztywności wymagają tzw. ruchome podłoża zastępcze, umożliwiające częstą zmianę lokalizacji transferów. Stabilne podłoża są pożądane dla dekoracji o dużej powierzchni lub dużej masie, jak np. mozaiki (fot. 19). Wiadomo, że w konstrukcjach przekładkowych wartości te zwiększają się wraz ze wzrostem grubości płyty. Poszukiwane są podłoża sztywne, ale o relatywnie małej grubości, umożliwiającej bezproblemowy montaż przy zachowaniu jednolitej płaszczyzny lica transferu i ściany. W celu uzyskania podłoża o takich cechach wykonano płyty wielowarstwowe, posiadające dwa rodzaje rdzeni: wewnętrzny z aluminiowego plastra miodu i zewnętrzny z Firet Corematu (fot. 20). Wszystkie rdzenie występują między okładkami z maty lub tkaniny

²⁴ Większość malowideł z Domu Sitt Wasilli została zdjęta ze ścian przed 17 laty przez francusko-egipski zespół konserwatorski. Po latach płyty uległy pewnym odkształceniom. Powierzchnia ścian budynku zmieniła się w wyniku prac remontowych. Problematykę osadzania malowideł na macierzystym podłożu szerzej przedstawiono w: R. Rogal, M. Filip, Transfer i konserwacja malowideł ściennych z Domu Sitt Wasilli w Kairze. Oddano do druku w: Toruńskie Studia o Sztuce Orientu.



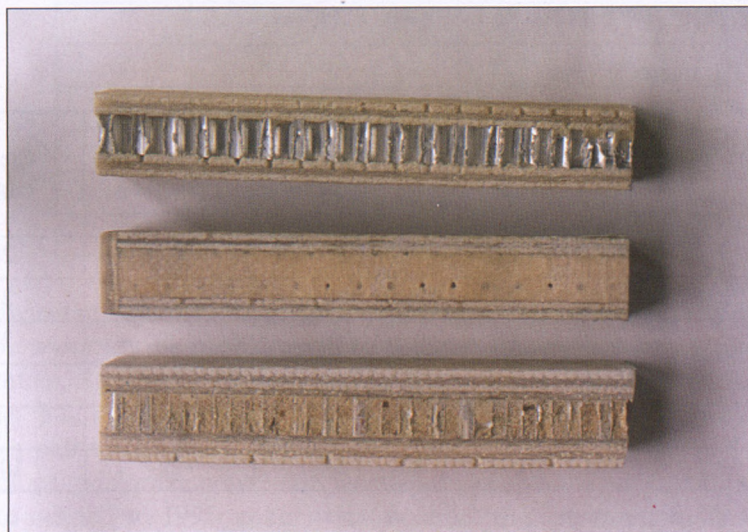
Fot. 17. Transfery malowideł Domu Sitt Wasilli w trakcie montażu, Kair, Dom Sitt Wasilli (fot. R. Rogal)



Fot. 18. Transfery malowideł Domu Sitt Wasilli po zamontowaniu i konserwacji, Kair, Dom Sitt Wasilli (fot. R. Rogal)



Fot. 19. Bizantyńska mozaika przeniesiona na stabilne, odpowiednio wzmocnione podłoże, Rawenna, Basilica di San Vitale (fot. R. Rogal)



Fot. 20. Próbkki wielordzeniowych podłoży przeznaczonych dla ciężkich dekoracji ściennych (fot. R. Rogal)

szklanej wzmocnionej żywicą epoksydową. Do badań przygotowano następujące próbki²⁵:

1. Płyta przekładkowa, rdzeń z pianki polistyrenowej wysokości 2 cm, 2 okładziny z maty szklanej o gramaturze 450, nasycone Epidianem 53 z utwardzaczem Z 1 i przyklejone do rdzenia Epidianem 5 z utwardzaczem Z 1.
2. Płyta przekładkowa, rdzeń z pianki poliuretanowej wysokości 2 cm, 2 okładziny z maty szklanej o gramaturze 450, nasycone Epidianem 53 z utwardzaczem Z 1.
3. Płyta przekładkowa, rdzeń z pianki poliuretanowej o wysokości 2 cm, 2 okładziny z maty szklanej o gramaturze 450, nasycone Epidianem 53 z utwardzaczem Z 1.
4. Płyta przekładkowa, wielordzeniowa, wewnętrzny rdzeń z aluminiowego *honey comb* o wysokości 1 cm, 4 cztery rdzenie z Firet Corematu XX o grubości 2 mm (po dwa po obu stronach *honey comb*), pomiędzy rdzeniami okładziny z maty szklanej o gramaturze 450, nasyconej Epidianem 53 z utwardzaczem Z 1.
5. Płyta przekładkowa, wielordzeniowa, wewnętrzny rdzeń z aluminiowego *honey comb* o wysokości 1 cm, wypełniony sztywną pianką poliuretanową, cztery rdzenie zewnętrzne, pierwsze z Firet Corematu XX o grubości 2 mm, następne (zewnętrzne) z Firet Corematu XM o grubości 2 mm pomiędzy rdzeniami okładziny z maty szklanej o gramaturze 450, nasyconej Epidianem 53 z utwardzaczem Z 1.
6. Układ warstw jak w punkcie nr 5, powtórzony również na krawędziach próbek.

Tabela 4. Parametry próbek

Nr próbki	Wysokość h (cm)	Szerokość b (cm)	Długość l (cm)	Długość pomiarowa próbki l_r (cm)	Ciężar (g)
1	2,1	2,2	27	22	20
2	2,4	2,1	27	22	25,4
3	2,3	1,9	27	22	33,9
4	2	2	27	22	57
5	2,4	2,1	26,9	22	79,8
6	2,4	2	26,9	22	100,5

²⁵ Wymiary próbek dopasowano zgodnie z Normą PN-79 C-89027, wyniki są średnią pomiaru trzech próbek.

Tabela 5. Badanie wielkości siły (P), która powoduje złamanie lub naruszenie struktury próbki

Nr próbki	Siła P (kG)	Objętość próbki (cm ³)
1	2,4	125
2	13	136
3	11	118
4	108	108
5	151	136
6	207	129

Siła potrzebna do zniszczenia podłoży mających rdzenie ze sztywnej pianki poliuretanowej jest pięciokrotnie większa od podłoży z pianką polistyrenową. Podłoża wielordzeniowe z aluminiowym *honey comb* i matami Firet Coremat są kilkadziesiąt razy bardziej odporne na zniszczenie.

Tabela 6. Badanie naprężenia niszczącego podczas zginania oraz wytrzymałości doraźnej na zginanie

Nr próbki	Naprężenia niszczące podczas zginania σ (kG/cm ²)	Wytrzymałość doraźna na zginanie R_g (kG/cm ²)
1	8,2	8,16
2	35,7	35
3	36,2	36
4	446,6	445
5	413	412
6	592	596

Największą wytrzymałością na zginanie i wytrzymałością doraźną na zginanie wykazały się próbki podłoży wielordzeniowych z *honey comb* i Firet Corematem. Są wartości kilkunastokrotnie wyższe od podłoży z rdzeniami ze sztywnej pianki poliuretanowej i kilkadziesiątkrotnie wyższe do podłoży z pianką polistyrenową.

Podłoża wielordzeniowe odpowiadające próbkom nr 4 i 6 wykonano i zastosowano w 1995 roku jako nośniki dla przeniesionych dekoracji sgraffitowych z zamku Dewinów – Bibersteinów w Żarach²⁶ (fot. 21). Bardzo

²⁶ R. Rogal, op. cit.

duża wytrzymałość mechaniczna tych podłoży pozwala polecać je do transferów mozaik oraz innych dekoracji mających dużą masę.



Fot. 21. Renesansowe sgraffito przeniesione na wielordzeniowe podłoże z Firet Corematu (fot. R. Rogal)

PODSUMOWANIE

Rozwój podłoży zastępczych dla przenoszonych dekoracji ściennych przebiega w kierunku tworzenia płyt o złożonej konstrukcji, w których wykorzystywane są indywidualne cechy materiałów stosowanych do budowy poszczególnych elementów. W konstrukcjach wielowarstwowych przenoszenie naprężeń składowych jest dzielone na rdzenie i okładziny. Dzięki takiemu podziałowi pracy podłoża te wykazują dużą wytrzymałość mechaniczną przy minimalnej masie. Włókniny Firet Coremat wzmocnione żywicami chemo-utwardzalnymi są nowoczesnym materiałem rdzeniowym, który przejmuje naprężenia ścinające. Materiały te pozwalają na uzyskiwanie stosunkowo stabilnych podłoży o minimalnej grubości. Z Firet Corematu mogą być budowane zarówno podłoża półsztywne, jak i sztywne, dla lekkich malowideł przenoszonych metodą *strappo*, jak i ciężkich sgraffit i mozaik. Mogą one pełnić funkcję podłoży pośrednich lub ruchomych podłoży zastępczych. O ilości i grubości warstw takich podłoży decydują wielkość i masa dekoracji oraz

wymagania montażowe. Włókniny Firet Coremat dają możliwość łatwego wykonania podłóży o różnych kształtach i rozbudowanej przestrzennie powierzchni. Podłóży posiadające rdzenie z tego materiału mają odpowiednią elastyczność, zapewniającą bezpieczeństwo transferów w czasie transportu. Są łatwe do wykonania, te same materiały i narzędzia stosuje się do wzmocnienia rdzeni i okładzin. Maty Firet Coremat wykazują wysoką odporność na działanie niszczących czynników fizykochemicznych i biologicznych. Za ich stosowaniem przemawia też dostępność na polskim rynku i umiarkowana cena.