

1. Propozycje prac naprawczych w strefie podwórza

Przedstawiona w Ekspertyzie technicznej analiza wraz z oceną stanu istniejącego jednoznacznie wskazuje, że należy obiekt poprawnie zabezpieczyć hydroizolacyjnie. Jedyną możliwą metodą, która to gwarantuje to usunięcie wszystkich warstw w strefie podwórza aż do poziomu monolitycznej żelbetowej płyty nośnej stropu nad piwnicą, a następnie wykonanie poprawnej warstwy hydroizolacyjnej i odtworzenie pozostałych poprawnie zaprojektowanych warstw wierzchnich.

Poprawne wykonanie hydroizolacji możliwe jest tylko po rozebraniu wszystkich warstw do poziomu monolitycznej żelbetowej płyty nośnej stropu nad piwnicą, a następnie zrealizowanie kolejnych poniższych etapów prac. Aby mieć gwarancję szczelności i trwałości zaproponowanych rozwiązań naprawczych należy oprzeć się na materiałach jednego systemodawcy, ewentualnie stosować systemy kompatybilne w niektórych warstwach. Wszystkie prace należy prowadzić w temperaturze $> 5^{\circ}\text{C}$ i przy wilgotności $< 90\%$ oraz w dni bezdeszczowe.

1.1. Przygotowanie podłoża betonowej żelbetowej płyty stropowej nad piwnicą

Obecnie nawierzchnia podwórza wykonana jest z betonowej kostki brukowej. Sama jakość i stan nawierzchni nie stanowi problemu natomiast wykonane odkrywki oraz wizja lokalna w pomieszczeniach piwnicznych świadczą o tym, że źródłem przecieków wody opadowej do piwnicy jest niewłaściwie dobrana i źle wykonana izolacja wodoszczelna pod nawierzchnią. Odkrywki wskazują, że izolacja to nie połączone poprawnie ze sobą dwie warstwy papy modyfikowanej, jedna to papa dachowa wierzchniego krycia, a druga niskiej jakości papa podkładowa, nawet wspomaganie luźno ułożonymi warstwami folii PE nic nie dało, co w kontekście bardzo licznych przejść rurowych oraz źle obrobionych styków płyty stropowej ze ścianami nie mogło stanowić skutecznego zabezpieczenia. W związku z tym podstawową pracą naprawczą powinno być wykonanie odpowiedniej warstwy przeciwwodnej. Niestety wykonanie nowej, skutecznej powłoki wodoszczelnej nad stropem piwnicznym wiąże się z koniecznością rozebrania całej nawierzchni, aż do poziomu stropu nad piwnicą.

1.1.1. Prace przygotowawcze

Pierwszym etapem prac będzie rozebranie nawierzchni z kostki betonowej, usunięcie podbudowy oraz wszystkich warstw izolacji, a także zużytą izolację termiczną, której fragmenty odkryto podczas wykonywania odkrywek. Po usunięciu wszystkich opisanych warstw nastąpi odkrycie żelbetowej konstrukcji stropu nad piwnicą, które umożliwi dokładną ocenę stanu technicznego płyty stropowej i jakości podłoża betonowego pod przyszłą hydroizolację. Skuteczne ułożenie nowej warstwy izolacyjnej musi być wykonane na nośnym, równym i odpowiednio wyprofilowanym podłożu. Dlatego integralnym elementem prac będzie właściwe przygotowanie podłoża do nałożenia warstwy naprawczo-wyrównawczej. Przygotowanie podłoża betonowego powinno być odpowiednie do wymaganego stanu podłoża oraz do stanu konstrukcji tak, aby możliwe było właściwe zastosowanie wyrobów i systemów naprawczych. Powinno ono być przeprowadzone w taki sposób, aby umożliwić wykonanie ochrony lub naprawy zgodnie z PN-EN 1504 „Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych. Definicje, wymagania, sterowanie jakością i ocena zgodności” część 1÷10. Wymagania dotyczące przygotowania podłoża podaje pkt. 7 oraz załącznik A7 (zatytułowany „Przygotowanie podłoża”) normy PN-EN 1504-10:2005 oraz podają wytyczne producenta materiałów naprawczych. Ponieważ prawidłowe nałożenie membrany wodoszczelnej wymaga równego, nośnego, uszorstnionego podłoża oraz wolnego od dziur, dużych porów i raków, dlatego przed nałożeniem warstwy naprawczo-wyrównawczej należy przeprowadzić uszorstnienie i oczyszczenie podłoża betonowego.

Zgodnie z pkt. 7.2.3 oraz A.7.2.3 normy PN-EN 1504-10:2005 uszorstnianie stosuje się w celu powierzchniowego usunięcia betonu do głębokości 15 mm, co powoduje również ukształtowanie się tekstury powierzchni dobrze łączącej się z nową warstwą. Zaleca się aby krawędzie były uszorstnione w stopniu wystarczającym do zapewnienia przyczepności przez mechaniczne skotwienie pomiędzy materiałem oryginalnym a naprawczym.

W omawianym przypadku, zgodnie z A.7.2.1. normy PN-EN 1504-10:2005, jako metody uszorstniania proponuje się zastosować frezowanie za pomocą lekkiej frezarki lamelowej wraz ze zmyciem wodą pod ciśnieniem. Zgodnie z A.7.2.1. normy PN-EN 1504-10:2005 stosuje się oczyszczanie strumieniem wody o niskim ciśnieniu, do około 180 bar, a gdy należy ograniczyć ilość wody, do 600 bar. Po oczyszczeniu podłoża wytrzymałość powierzchni na odrywanie musi być zgodna z wymaganiami zawartymi w odpowiednich normach technicznych.

Po oczyszczeniu podłoża pod przyszłe metody naprawcze musi ono (zgodnie z pkt. 7.2.2 oraz A.7.2.2 normy PN-EN 1504-10:2005) spełnić następujące wymagania:

- podłoże powinno być wolne od pyłu, luźnych fragmentów materiału, zanieczyszczenia powierzchni oraz materiałów zmniejszających przyczepność lub uniemożliwiających zwilżenie przez materiały naprawcze,
- oczyszczone podłoże powinno być chronione przed dalszym zanieczyszczeniem, z wyjątkiem sytuacji, gdy oczyszczenie jest przeprowadzane bezpośrednio przed zastosowaniem materiału ochronnego lub naprawczego.

1.1.2. Wymiana przejść rurowych

Przed przystąpieniem do zasadniczych prac naprawczych i zabezpieczających należy wymienić wszystkie uszkodzone lub wątpliwe przejścia rurowe umieszczone w stropie. Należy prawidłowo osadzić również nowe przejścia, które niezbędne będą do odprowadzenia wody deszczowej z nowej instalacji odwadniającej (koryta liniowe), a także przechodzące przez strop rury spustowe.

1.1.3. Naprawa i wyrównanie przygotowanego podłoża betonowego

Z uwagi na powłokowy charakter zaproponowanej membrany wodoszczelnej podłoża betonowe przeznaczone do zabezpieczenia powinno być równe, nośne bez dużych porów i raków. Do reprofilacji podłoża zaleca się stosowanie gruboziarnistej zaprawy polimerowo-cementowej klasy R2 do R4, równocześnie spełniającej następujące wymagania (wg PN EN 2006:2014): XC 1-4, XF 1-4, XD 1-3, XS 1-3. Zaprawa ma mieć charakter uniwersalnej zaprawy polimerowo-cementowej o szerokim zakresie stosowania od 6 do 100 mm. Materiał musi posiadać Deklarację Właściwości Użytkowych do PN EN 1504-3.

Warstwa szepna

W przypadku nakładania zaprawy naprawczo-wyrównawczej metodą ręczną konieczne jest stosowanie warstwy szepnej na bazie szlamu polimerowo-cementowego o niskim module sprężystości. Przed nałożeniem warstwy szepnej oczyszczone podłoże należy zwilżyć wodą do stanu matowo-wilgotnego. Przygotowaną warstwę szepną nakładamy na wilgotne podłoże przy pomocy pędzla jedną warstwą w ilości ok. 1,0 do 1,5 kg/m². Zastosowany materiał musi posiadać Deklarację Właściwości Użytkowych do PN EN 1504-7.

Reprofilacja podłoża

Z uwagi na typ membrany wodoszczelnej, która wymaga równego podłoża bez raków, kawern i dużych nierówności, należy przeprowadzić pełną reprofilację podłoża. Jak już wspomniano powyżej zaleca się stosowanie zaprawy polimerowo-cementowej spełniającej następujące wymagania (wg PN EN 2006:2014): XC 1-4, XF 1-4, XD 1-3, XS 1-3. Zaprawa ma mieć charakter uniwersalny o zakresie stosowania 6 do 100 mm. Zaprawę można nakładać ręcznie, ale zaleca się aplikację przy pomocy pompy natryskowej. Przy nakładaniu za pomocą pompy natryskowej nie stosuje się żadnej warstwy szepnej. Przy drobnych naprawach ręcznych stosujemy warstwę szepną. W obu przypadkach podłoże przed aplikacją należy starannie zwilżyć wodą. Jeżeli stosujemy warstwę szepną to zaprawę наносimy na świeżą warstwę szepną. Po nałożeniu zaprawę wstępnie zagładzamy pacą. Jeżeli wymagana jest większa równość możemy po wstępnym podwiązaniu zaprawy dotrzeć ją gąbką lub rajberką. Zaprawę należy pielęgnować tradycyjnie (woda + folia) lub chemicznie (akrylowe, samoczynnie utleniające się dyspersje pielęgnacyjne ograniczające parowanie) przez ok. 3 doby od ułożenia. Zaprawą musi posiadać Deklarację Właściwości Użytkowych do PN EN 1504-3

1.2. Wykonanie właściwej wodoszczelnej hydroizolacji

Wykonanie właściwej, wodoszczelnej powłoki izolacyjnej należy wykonać z dwuskładnikowej, nie zawierającej bitumów ani rozpuszczalników lotnych, elastycznej oraz wodoszczelnej membrany polimerowej z wypełniaczem mineralnym takiej, która w sposób bezpieczny i wystarczający połączy się z przyszłym betonem nawierzchniowym tworząc jeden kompozyt i da pewne połączenie aż do stropu piwnicy. Materiał tego typu wykazuje odporność na parcie wody wstecznej oraz dużą odporność mechaniczną na przebicie, odrywanie i rozdzieranie. Materiał stosowany do wykonania membrany wodoszczelnej powinien być certyfikowany i powinien posiadać następujące parametry techniczne

Przygotowane, naprawione i wyrównane podłoże betonowe powinno być:

- suche lub ewentualnie matowo-wilgotne,
- nośne,
- wolne od wszelkich substancji, które mogą mieć działanie rozdzielcze.

Przechodzące przez podłoże rury z tworzyw sztucznych lub stali ewentualnie inne elementy z tworzyw sztucznych lub stali, do których ma przylegać membrana izolacyjna

muszą być dokładnie oczyszczone ze wszelkich nalotów lub rdzy, a następnie odtłuszczone i dodatkowo uszorstnione za pomocą papieru ściernego lub szlifierki.

Właściwą i wodoszczelną powłokę izolacyjną proponuje się wykonać z dwóch warstw elastycznej membrany polimerowo - mineralnej o łącznej grubości po wyschnięciu 2,5 mm (zużycie: $2 \times 1,65 \text{ kg/m}^2 = 3,30 \text{ kg/m}^2$ /2,5 mm suchej warstwy lub 2,8 mm w stanie mokrym), w odstępie czasowym pomiędzy 1 i 2 warstwą izolacji ok. 4 godzin przy temp. 23°C , jednak nie wcześniej niż po zmianie koloru z jasno na ciemno zielony. Zlecany materiał to dwuskładnikowa, nie zawierająca bitumów ani rozpuszczalników lotnych, elastyczna i wodoszczelna zaprawa polimerowa z wypełniaczem mineralnym. Wykazuje odporność na parcie wody wstecznej oraz dużą odporność mechaniczną na przebicie, odrywanie i rozdzieranie. Materiał ten jest certyfikowany wg PN EN 1504-2 i posiada:

- odporność na przenikanie CO_2 $S_D > 50 \text{ m}$,
- przepuszczalność pary wodnej klasa III,
- podciąganie kapilarne wody $w < 0,1 \text{ kg/m}^2 \text{ h}^{0,5}$,
- przyczepność $> 0,8 (0,5) \text{ N/mm}^2$.

Materiał jest certyfikowany również wg EN 14891 i posiada:

- przyczepność początkową $\geq 0,5 \text{ N/mm}^2$,
- przyczepność po kontakcie z wodą $\geq 0,5 \text{ N/mm}^2$,
- przyczepność po kontakcie z wodą wapienną $\geq 0,5 \text{ N/mm}^2$,
- przyczepność po starzeniu termicznym $\geq 0,5 \text{ N/mm}^2$,
- przyczepność po obciążeniu mrozem i solami odladzającymi $\geq 0,5 \text{ N/mm}^2$,
- mostkowanie rys $\geq 0,75 \text{ mm}$.

Alternatywnie proponuje się powłokę izolacyjną wykonać na bazie elastycznego dwuskładnikowego uszczelniającego szlamu polimerowo – cementowego posiadającego zdolność mostkowania zarysowań.

1.2.1. Szpachla drapana

Przed nałożeniem właściwej membrany izolacyjnej całą powierzchnię, zarówno poziomą jak i pionową, należy wstępnie pokryć szpachlą wypełniającą (tzw. szpachlówką drapaną) na bazie tego samego materiału (Rys. 1).



Rys. 1. Przygotowanie materiału i wykonanie szpachli drapanej

Ściany murowane należy wstępnie zagruntować wodną dyspersją akrylową a następnie wyrównać (wypełnić spoiny) zaprawą z materiału używanego jako docelowa izolacja z dodatkiem ok. 30% piasku kwarcowego o uziarnieniu 0,8–1,2 mm. Podłoże pod wykonanie szpachli wypełniającej należy starannie zwilżyć do stanu matowo-wilgotnego. Szpachlę wypełniającą wykonuje się również z docelowego materiału izolacyjnego przez jego wtarcie w podłoże za pomocą pacy stalowej gładkiej. Zużycie zaprawy izolacyjnej do wykonania szpachli drapanej to 0,5 do 1,2 kg/m².

1.2.2. Nałożenie pierwszej warstwy zaprawy hydroizolacyjnej

Nałożenie pierwszej, właściwej warstwy izolacyjnej możemy wykonywać, gdy szpachlówka drapana jest już dostatecznie związana tzn. dotykowo-sucha, przeciętnie jest to po ok. 3 do 4 godzinach, ale lepiej jest stosować kontrolę wzrokową, czyli poczekać aż kolor pierwszej warstwy zmieni się na całej powierzchni z jasno zielonego w ciemno zielony. Materiał powinien być nakładamy równą warstwą o grubości ok. 1,5 mm (zużycie ok. 2,0 kg/m²) metodą ręczną przy pomocy pacy stalowej gładkiej (Rys. 2.) lub metodą natryskową przy pomocy pompy do natrysku gęstych izolacji (Rys. 3).



Rys. 2. Nakładanie techniką ręczną przy pomocy pacy stalowej gładkiej z wygładzeniem przy pomocy pędzla



Rys. 3. Nakładanie natryskiem bezpowietrznym

Nakładanie natryskowe zawsze daje lepiej zagęszczone warstwy oraz zapewnia wnikanie materiału w pory, szczeliny, styki i inne trudno dostępne miejsca.

W celu mechanicznego wzmocnienia membrany w świeżą, pierwszą warstwę zaprawy, wklejamy siatkę z włókna szklane. Siatka dostarczana jest w rolkach o szerokości 1

m i długości 50 m. Gramatura siatki to 70 g/m². Na stykach siatki należy stosować zakład o szerokości 100 mm.

1.2.3. Pachwiny, narożniki i wzmocnienie przejść instalacyjnych

W miejscach występowania narożników wklęsłych oraz narożników wypukłych, a także wokół przejść rurowych, należy zastosować dodatkowe wzmocnienie za pomocą specjalnej taśmy typu dichtband.

Taśma powinna być poprzecznie elastyczną, polietylenową taśmą uszczelniającą, dwustronnie powlekaną włókniną do stosowania w systemie z izolacjami zespolonymi oraz reaktywnymi. Taśma ma następujące parametry techniczne:

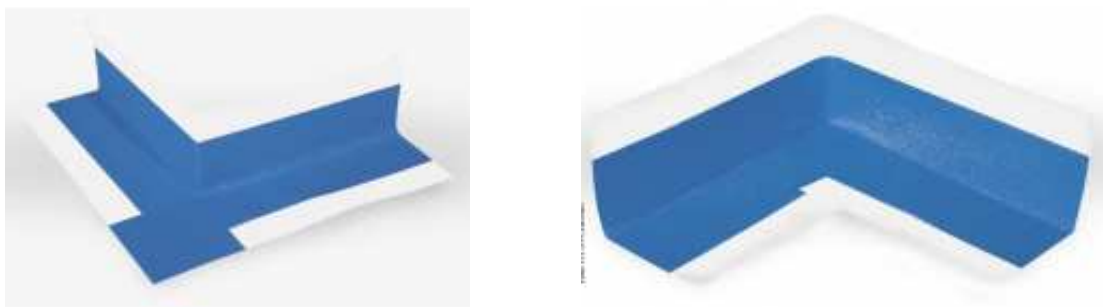
- szerokość	120 mm,
- grubość	0,7 mm,
- ciężar	44 g/m,
- rozciąganie poprzeczne do 25%	0,30 N/mm,
- rozciąganie poprzeczne do 50%	0,41 N/mm,
- odporność na działanie wody pod ciśnieniem	> 1,5 barów.

Taśmę wkleja się tak jak siatkę pomiędzy dwie warstwy hydroizolacji polimerowo-cementowej powłoki izolacyjnej (Rys. 4).



Rys. 4. Wklejanie taśmy

W przypadku narożników wklęsłych i wypukłych można również używać gotowych profili wykonanych z materiału analogicznego to surowca, z którego wykonano taśmy (Rys. 5).

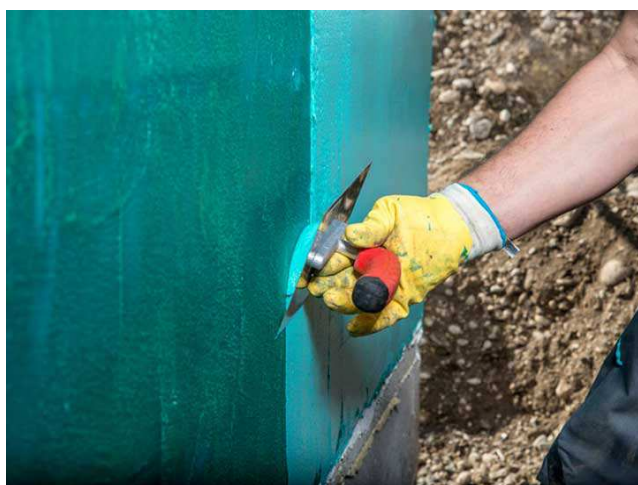


Rys. 5. Profile wykonane z taśmy

W przypadku przejść instalacyjnych należy stosować specjalne manczety wykonane z materiału analogicznego do materiału taśmy. Manczety produkowane są najczęściej w dwóch wymiarach: 120 x 120 mm oraz 625 x 625 mm. Manczety 120 x 120 wykorzystuje się do przejść rurowych o średnicy do 80 mm (otwór docina się na budowie) a manczety 625 x 625 do przejść o większych średnicach aż do 500 mm. Taśmę, narożniki oraz manczety wklejamy w pierwszą warstwę zaprawy izolacyjnej i przykrywamy drugą.

1.2.4. Nałożenie drugiej warstwy zaprawy hydroizolacyjnej

Po nałożeniu pierwszej warstwy zaprawy izoalcyjnej, wtopieniu siatki oraz wklejeniu taśm, czekamy aż zaprawa dostatecznie zwiąże. Sygnalizacją dostatecznego związania zaprawy jest zmiana jej koloru z jasno zielonego w ciemno zielony. Zaprawa musi być stabilna i dodatkowo sucha. Po związaniu pierwszej warstwy zaprawy przystępujemy do nałożenia drugiej warstwy zaprawy. Zaprawę nakładamy w sposób i w ilości analogicznej do warstwy pierwszej (Rys. 6).



Rys. 6. Nakładanie drugiej warstwy izolacyjnej

1.3. Montaż i podłączenie nowych koryt i wpustów odwadniających

Przewiduje się wprowadzenie jednego lub dwóch koryt odwodnienia liniowego. Jednakże ostateczny dobór koryta powinien być wykonany do szczegółowych obmiarów i planowanych ilościach spływu wody deszczowej. Elementy systemu liniowego odwodnienia powinny być mocowane do drugiej warstwy izolacyjnej i dodatkowo zabezpieczone również tym preparatem.

1.4. Wykonanie nowej nawierzchni z betonu posadzkowego

W związku z tym, że grubość warstw zewnętrznych ułożonych na stropie nad piwnicą jest nieduża (w granicach 10-13 cm) i ze względu na wyjątkową nieszczelność materiałów chodnikowych, takich jak kostka betonowa, płytki chodnikowe itp., należy zastosować specjalnie dobraną i wyprofilowaną nawierzchnię z betonową.

Po wykonaniu izolacji przeciwwodnej, montażu liniowych odwodnień oraz ułożeniu pasm warstwy drenażowej z geowłókniny o gęstości min. 300g/m^2 wokół liniowych odwodnień, należy przystąpić do wykonania betonu posadzkowego. Beton posadzkowy musi spełniać następujące wymagania:

- beton mrozoodporny,
- klasa C30/37 zgodnie z PN-EN 206:2014,
- klasa ekspozycji: XF4, XD2, XC4, XM1,
- wskaźnik $W/C \leq 0,5$,
- ilość cementu $\leq 30\text{kg/m}^3$,
- konsystencja K3, opad stożka Abramsa 13-15cm.

W celu ograniczenia skurczu w mieszance betonowej należy zastosować dodatkowe zbrojenie przeciwskurczowe z włókien fibrylowanych w ilości 1kg/m^3 mieszanki betonowej.

W pierwszym etapie należy ułożyć zbrojenie z siatki zgrzewanej Ø8 o wymiarach oczka 15x15cm i otulinie od spodu 4cm. Otulina zostanie zapewniona przez ułożenie zbrojenia na betonowych trapezowych podkładkach. Zakład siatek betonowych: 35cm (dwa oczka siatki). Następnie przewiduje się wykonanie nawierzchni o grubości 10-13cm ze spadkiem 0,8-1,5%. Podawanie mieszanki betonowej powinno odbywać się za pomocą pompy samochodowej, rurociągu lub wózków transportowych, tacek. Do kształtowania płaszczyzny wskazane jest wykorzystanie stojaków traconych z ułożonym na nich przesuwany kątownikiem spełniającym rolę prowadnic. Zagęszczenia betonu należy dokonać za pomocą

łaty wibracyjnej (pływającej) a w miejscach trudnodostępnych za pomocą wibratorów wgłębnych.

Bezpośrednio po wbudowaniu mieszanki betonowej, powierzchnię wygładzić za pomocą pacy i tzw. lizaka. Dopuszcza się wstępne zatarcie mechaniczne, szczególnie w miejscach spadków kopertowych. Przewiduje się ukształtowanie płaszczyzn powierzchni o pochyleniu w jednym kierunku. W związku z tym zaleca się je wykonywać za pomocą uprzednio ustawionych prowadnic. W odpowiednim momencie powinno się wykonać tzw. szczotkowanie powierzchni w celu uzyskania szorstkiej faktury betonu. Kierunek ryflowania, w miarę możliwości w kierunku spadku, aby umożliwić łatwiejszy spływ wody. Po zakończeniu czynności szczotkowania należy wykonać aplikację metodą natrysku preparatu woskowego, odcinającego parowanie wody z mieszanki.

Nawierzchnia powinna spełniać parametry równości określone normą DIN 18202 tabela 3 wiersz 3.

1.5. Nacięcie i wypełnienie dylatacji

1.5.1. Nacięcie szczelin dylatacyjnych

Po 24 do 48 godzinach od wykonania nowej płyty betonowej należy naciąć dylatacje skurczowe przy pomocy piły diamentowej do betonu na głębokość 1/3 grubości płyty. Szerokość nacięcia 3-4,5mm. Najwcześniej po 7 dniach, poszerzyć górą do 8mm, na głębokość 25mm. Sfazować krawędzie szczeliny na głębokość 3mm. Odległości między szczelinami nie powinny przekraczać 4,5m. Wypełnienie szczelin dylatacyjnych przy pomocy wodoszczelnego kitu elastycznego powinno nastąpić w możliwie najpóźniejszym terminie z uwagi na długotrwały przebieg procesów skurczowych.

1.5.2. Wypełnienie szczelin i styków

Do wypełniania szczelin dylatacyjnych należy stosować trwale elastyczny, dwuskładnikowy kit na bazie kauczuku poliuretanowego, który jest trwale odporny na działanie ścieków.

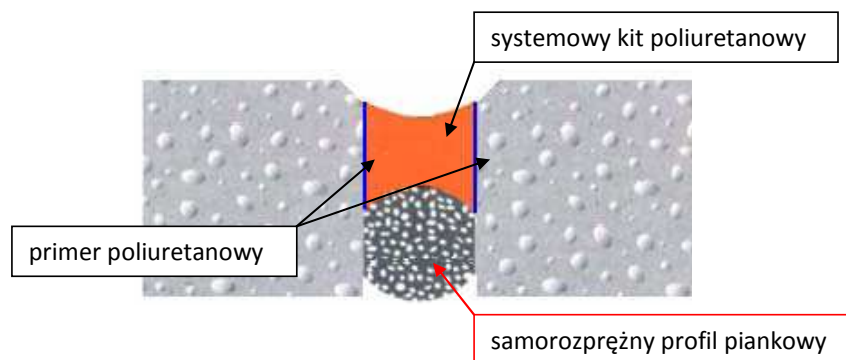
Wymagania jakościowe dla tego kitu to:

- trwale odporny na działanie ścieków,
- wytrzymałość na rozciąganie $\geq 0,30$ MPa,
- wydłużenie względne do zerwania ≥ 400 %,

- twardość Shore'a ≥ 20 ,
- ZWG $\geq 20\%$.

Układanie uszczelnienia należy wykonać w następujących etapach (Rys. 7):

- oczyszczenie mechaniczne krawędzi i ścianek dylatacji lub szczeliny,
- osadzenie samo rozprężnego profilu piankowego uszczelniającego dylatację o średnicy od 25 do 50% większej od szerokości dylatacji na głębokości równej szerokości dylatacji,
- zagruntowanie ścianek dylatacji za pomocą primiera poliuretanowego dla podłoża mineralnych,
- wypełnienie przygotowanej szczeliny dylatacyjnej za pomocą chemoodpornego, trwale elastycznego kitu poliuretanowego spełniającego wymagania z p. 1.2.
- wypełnienie masą trwale plastyczną tak, aby utworzył się menisk wklęsły,
- głębokość w szczelinie masy trwale plastycznej powinna wynosić tyle, co szerokość szczeliny.



Rys. 7. Poprawne i trwałe wypełnienie szczeliny dylatacyjnej

Na styku nawierzchni odwodnień liniowych należy założyć trwale elastyczną taśmę z kauczuku polisulfidowego.

Wymagania jakościowe dla tej taśmy to:

- zalecana szerokość min. 100 mm,
- trwale odporny na działanie soli, opadów, mrozu i światła,
- wytrzymałość na rozciąganie ≥ 15 MPa,
- wydłużenie względne do zerwania ≥ 400 %.

Układanie uszczelnienia należy wykonać w następujących etapach:

- oczyszczenie mechaniczne krawędzi dylatacji pasem o szerokości równej szerokości taśmy,

- nakładanie na przyklejoną powierzchnię taśmy specjalnego kleju polisulfidowego , dwoma pasami o szerokości 20 mm po lewej i prawej stronie taśmy, pozostawiając środkowy pas o szerokości 60 mm wolny od kleju; warstwa kleju o grubości ok 1 mm,
- powierzchnie betonu przeznaczone do naklejenia taśmy powlec cienką warstwą kleju polisulfidowego, również dwoma pasami z pozostawionym środkowym pasem o szerokości 60 mm.

1.6. Impregnacja podnosząca wodoszczelność betonu, jego mrozoodporność i odporność na działanie soli odladzających

Dla podniesienia odporności nawierzchni betonowej na działanie mrozu i soli odladzających zaleca się impregnację podłoża za pomocą wodnej dyspersji żywicy epoksydowej. Materiał stosowany do impregnacji powinien mieć niską lepkość (300 mPas), stosunkowo niską gęstość ($1,1 \text{ g/cm}^3$) wysoką paroprzepuszczalność (klasa II) i wysoką wodoszczelność wyrażoną niską absorpcją kapilarną $< 0,1 \text{ kg/m}^2\text{h}^{0,5}$.

Materiał należy nanieść na czystą i suchą powierzchnię betonu za pomocą rakli gumowej z lekkim naddatkiem tak, aby materiał mógł nasączyć podłoże. Po 5 minutach zgarniamy nadmiar materiału za pomocą miękkiej pacy gumowej, a powierzchnie wyrównujemy wałkiem welurowym.

2. Propozycje prac naprawczych w strefie piwnicy

Na skutek długotrwałego działania wody opadowej przeciekającej przez strop do wnętrza piwnicy oraz z powodu klimatu występującego w zawilgoconych pomieszczeniach piwnicy strop ulega ciągłej korozji. W wielu miejscach pręty utraciły otulinę i podlegają intensywnej korozji, a w niektórych są już prawie przekorodowane. Występują liczne i rozległe wysolenia oraz rozluźnienie i odspojenia powierzchniowej warstwy betonu. Liczne, niezabezpieczone przejścia rurowe również wpływają na stan stropu. Wizualnie strop wykazuje uszkodzenia, które kwalifikują go do natychmiastowego i kompleksowego remontu.

2.1. Prace przygotowawcze

Bardzo ważnym elementem skutecznej i trwałej naprawy stopu jest właściwe jego przygotowanie. Przygotowanie podłoża betonowego i zbrojenia powinno być odpowiednie do wymaganego stanu podłoża oraz do stanu konstrukcji tak, aby możliwe było właściwe zastosowanie wyrobów i systemów naprawczych. Powinno ono być przeprowadzone w taki sposób, aby umożliwić wykonanie ochrony lub naprawy zgodnie z PN-EN 1504 „Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych. Definicje, wymagania, sterowanie jakością i ocena zgodności” część 1÷10. Wymagania dotyczące przygotowania podłoża podaje pkt. 7 oraz załącznik A7 (zatytułowany „Przygotowanie podłoża”) normy PN-EN 1504-10:2005 oraz podają wytyczne producenta materiałów naprawczych.

Przed przystąpieniem do zasadniczych prac naprawczych i zabezpieczających należy usunąć fragmenty betonu, zapraw lub tynków zgodnie z zaleceniami pkt. 7.2.4 oraz A.7.2.4. normy PN-EN 1504-10:2005. Słaby, uszkodzony i zniszczony beton, zaprawy lub tynk a tam gdzie to konieczne, także beton nieuszkodzony należy usunąć zgodnie z zasadą i metodą wybraną z ENV 1504-9.

Usuwanie fragmentów uszkodzonego betonu, luźnych lub głuchych zapraw i tynków (pkt. 7.2.4 oraz A.7.2.4 normy PN-EN 1504-10:2005) :

Podczas mechanicznego usuwania fragmentów betonu, zapraw lub tynku powinny być następujące wymagania:

- zasięg usuwania powinien być właściwy dla zasady i metody wybranej spośród podanych w ENV 1504-9,
- usuwanie powinno być ograniczone do minimum,
- usuwanie nie powinno zmniejszać strukturalnej integralności konstrukcji w sposób uniemożliwiający spełnienie przez nią założonych funkcji,
- zaleca się, aby krawędzie w miejscach usuwania betonu były przecięte pod kątem nie mniejszym niż 90° , aby uniknąć podcięcia i nie większym niż 135° , aby nie zmniejszyć możliwości odspojenia wraz z warstwą wierzchnią przyległego, nieuszkodzonego betonu.

Jeżeli podczas odkuwania odsłonięte zostaną pręty zbrojeniowe a na powierzchni prętów zbrojeniowych występuje korozja, konieczne może być zwiększenie głębokości usuwania betonu w celu odsłonięcia całego pręta, zależnie od specyfikacji naprawy. W celu możliwości właściwego zagęszczenia zaprawy naprawczej zaleca się, aby prześwit wokół zbrojenia i minimalna odległość między prętem zbrojeniowym, a pozostałym podłożem

wynosił co najmniej 15 mm lub odpowiadał maksymalnemu wymiarowi ziarna kruszywa materiału naprawczego powiększonemu o 5 mm, zależnie od tego, która z tych wartości jest większa. Zaleca się aby beton skażony chlorkami był usunięty do co najmniej 20 mm z każdej ze strony zbrojenia. W miejscach gdzie zbrojenie jest całkowicie skorodowane lub przekrój zbrojenia jest niewystarczający należy je usunąć i wstawić nowe pręty zbrojeniowe o równoważnym przekroju i połączyć je z odkrytymi końcówkami zbrojenia o wystarczającej jakości.

W omawianym przypadku stosuje się następujące metody usuwania betonu (zgodnie z A.7.2.1. normy PN-EN 1504-10:2005):

- klasyczne kucie ręczne,
- klasyczne kucie mechaniczne.

Uszorstnienie (zgodnie z pkt. 7.2.3 oraz A.7.2.3 normy PN-EN 1504-10:2005).

Uszorstnianie stosuje się w celu powierzchniowego usunięcia betonu do głębokości 15 mm. Powoduje ono również ukształtowanie się tekstury powierzchni dobrze łączącej się z nową warstwą zaprawy naprawczej, nakładaną lub natryskiwaną na oryginalny beton. Zaleca się aby krawędzie były uszorstnione w stopniu wystarczającym do zapewnienia przyczepności przez mechaniczne zakotwienie pomiędzy materiałem oryginalnym a naprawczym.

Stosuje się następujące metody uszorstniania (zgodnie z A.7.2.1. normy PN-EN 1504-10:2005):

- mechaniczne, przez młotkowanie i ścieranie,
- oczyszczanie strumieniowo-ścierne.

Optymalną metodą jest czyszczenie strumieniowo-ścierne, ale ze względu na charakter pomieszczenia jego wykonanie wymaga szczególnej ostrożności i staranności (foliowanie, plandekowanie z odciąganiem pyłu).

Przygotowanie zbrojenia

Przygotowanie zbrojenia powinno być zgodne z pkt. 7.3 normy PN-EN 1504-10:2005, tzn. przed zastosowaniem systemów ochronnych i naprawczych powinny zostać spełnione warunki dotyczące istniejącego i nowego zbrojenia, zgodnie ze specyfikacją oraz zasadą i metodą wybraną z ENV 1504-9. Zakres oczyszczania, nakładania powłoki, usuwania lub wymiany należy określić z uwzględnieniem ewentualnej potrzeby zapobiegania korozji oraz

potrzeby zapewnienia określonej przyczepności wyrobów i systemów naprawczych do zbrojenia. W miejscach gdzie zbrojenie jest całkowicie skorodowane lub przekrój zbrojenia jest niewystarczający należy je usunąć i wstawić nowe pręty zbrojeniowe o równoważnym przekroju i połączyć je z odkrytymi końcówkami zbrojenia o wystarczającej jakości.

Do metod naprawczych wymagających oczyszczenia odnoszą się następujące wymagania:

- należy usunąć rdzę, złuszczenia, zaprawę, beton, pył i inne materiały, niezwiązane i zmniejszające przyczepność lub uczestniczące w procesach korozyjnych,
- cała powierzchnia odsłoniętego zbrojenia powinna być jednolicie oczyszczona z wyjątkiem miejsc, gdzie jest to niewskazane ze względów konstrukcyjnych,
- oczyszczone podłoże powinno być chronione przed dalszym zanieczyszczeniem, z wyjątkiem sytuacji, gdy oczyszczenie jest przeprowadzane bezpośrednio przed zastosowaniem materiału ochronnego lub naprawczego,
- zbrojenie powinno być oczyszczane, tak aby nie spowodować jego uszkodzenia ani uszkodzenia lub zanieczyszczenia przyległego betonu i otoczenia,
- w miejscach gdzie zbrojenie jest całkowicie skorodowane lub przekrój zbrojenia jest niewystarczający należy je usunąć i wstawić nowe pręty zbrojeniowe o równoważnym przekroju i połączyć je z odkrytymi końcówkami zbrojenia o wystarczającej jakości.

W przypadku prętów zbrojeniowych po oczyszczeniu stopień czystości powinien wynosić $Sa2^{1/2}$.

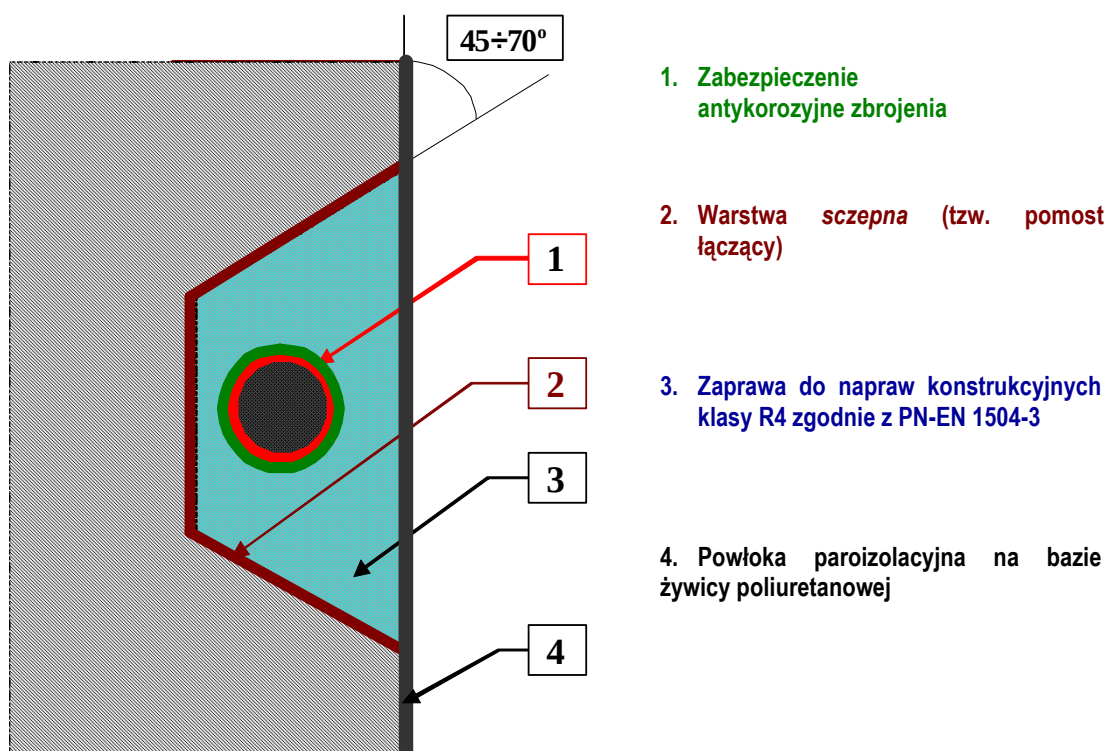
Stosuje się następujące metody czyszczenia zbrojenia (zgodne z pkt. 7.3 normy PN-EN 1504-10:2005)

- mechaniczne, przez szczotkowanie i szlifowanie, może i tak, ale w warunkach piwnicy pewnie nikt nie odważy się na strumieniowo-ścierne, czyli piaskowanie czy nawet hydro piaskowanie,
- oczyszczanie strumieniowo-ścierne.

Optymalną metodą jest czyszczenie strumieniowo-ścierne, ale ze względu na charakter pomieszczenia jego wykonanie wymaga szczególnej ostrożności i staranności (foliowanie, plandekowanie z odciąganiem pyłu).

2.2. Naprawa żelbetowej konstrukcji stropu

Schematyczny technologię naprawy żelbetowej konstrukcji nośnej stropu przedstawiono na Rys. 8.



Rys. 8. Schemat naprawy skorodowanego stropu i konstrukcji żelbetowej w piwnicy

2.2.1. Antykorozyjne zabezpieczenie prętów zbrojeniowych

Oczyszczone oraz odpowiednio odkute pręty zbrojeniowe należy zabezpieczyć przed działaniem korozji za pomocą środka polimerowo-cementowego wzbogaconego aktywnymi dodatkami antykorozyjnymi. Środek po przygotowaniu наносimy na pręty zbrojeniowe za pomocą pędzla w dwóch warstwach w odstępie czasowym min. 1 godziny. Ilość środka zależy od średnicy pręta. Materiał musi posiadać Deklarację Właściwości Użytkowych do PN EN 1504-7. Wykonanie prac (Rys. 9).



Rys. 9. Przykład antykorozyjnie zabezpieczania prętów zbrojeniowych

2.2.2. Warstwa szepna

W przypadku nakładania zaprawy naprawczej metodą ręczną konieczne jest stosowanie warstwy szepnej na bazie szlamu polimerowo-cementowego o niskim module sprężystości. Przed nałożeniem warstwy szepnej oczyszczone podłoże należy zwilżyć wodą do stanu matowo-wilgotnego. Przygotowaną warstwę szepną nakładamy na wilgotne podłoże przy pomocy pędzla jedną warstwą w ilości ok. 1,0 do 1,5 kg/m². W przypadku nakładania zaprawy naprawczej metodą natryskową nie stosuje się warstwy szepnej. Materiał musi posiadać Deklarację Właściwości Użytkowych do PN EN 1504-3. Wykonanie prac (Rys. 10).



Rys. 10. Przykład warstwy szepnej na przecie zbrojeniowym

2.2.3. Naprawa konstrukcji stropu

Z uwagi na stan stropu należy wykonać pełną naprawę konstrukcji za pomocą wysokiej jakości zaprawy polimerowo-cementowej klasy R4 wg PN EN 1504-3. Zalecane jest stosowanie zaprawy polimerowo-cementowej spełniającej następujące wymagania: XC 1-4, XF 1-4, XD 1-3, XS 1-3, XA 1-2 wg PN EN 2006:2014. Zaprawa ma mieć charakter uniwersalny o zakresie stosowania 6 do 100 mm. W przypadku ubytków bardzo głębokich zaprawę należy nakładać warstwami po 25 mm. Zaprawę można nakładać ręcznie, ale zaleca się aplikację przy pomocy pompy natryskowej. Przy nakładaniu za pomocą pompy nie stosuje się żadnej warstwy szepnej. Przy nakładaniu zaprawy metodą ręczną stosujemy warstwę

szepną (p. 2.2.2.) W obu przypadkach podłoże przed aplikacją należy starannie zwilżyć wodą. Jeżeli stosujemy warstwę szepną to zaprawę наносimy na świeżą warstwę szepną. Po nałożeniu zaprawę wstępnie zagładzamy pacą. Jeżeli wymagana jest większa równość możemy po wstępnym podwiązaniu dotrzeć ją gąbką lub rajberką. Jeżeli warunki tego wymagają (wysoka temperatura i bardzo niska wilgotność powietrza) zaprawę należy pielęgnować tradycyjnie (zraszanie wodą) lub chemicznie przez ok. 3 doby od ułożenia. Materiał musi posiadać Deklarację Właściwości Użytkowych do PN EN 1504-3. Wykonanie prac (Rys. 11).

Sposób naprawy dla całego ustroju posiada taki sam schemat technologiczny, słupy, podciągi, rygle i płyty naprawiamy tak samo o ile pozwala na to stan konstrukcji (Rys. 8). Jeżeli stan konstrukcji nie pozwala na przeprowadzenie klasycznej naprawy wchodzimy w zagadnienia wzmocnienia.



Rys. 11. Przykład nakładania warstwy naprawczej w postaci wysokiej jakości zaprawy polimerowo-cementowej

2.2.4. Paroizolacja

Ponieważ paroizolacja wykonywana będzie od spodu konstrukcji po jej naprawie oraz z powodu kształtu powierzchni stropu proponujemy wykonanie paroizolacji w postaci powłoki malarskiej z żywicy poliuretanowej o ograniczonej przepuszczalności pary wodnej. Materiał powinien spełniać następujące wymagania: opór wobec $\text{CO}_2 > 50 \text{ m}$, opór wobec pary wodnej klasa I, wodoszczelność w postaci absorpcji kapilarnej w $< 0,1 \text{ kg/m}^2\text{h}^{0,5}$, przyczepność do podłoża mineralnego $> 1,5(1,0) \text{ N/mm}^2$, elastyczność i zdolność mostkowania rys minimum klasa A3. Wstępnie gruntujemy podłoże za pomocą wodnej

dyspersji żywicy epoksydowej w ilości $0,2 \text{ kg/m}^2$ a po 12 do 24 godzinach наносimy dwie warstwy paroizolacji poliuretanowej w ilości $2 \times 0,3 \text{ kg/m}^2$ w odstępie 4 do 6 godzin. Sposób nakładania: ręcznie przy pomocy wałka welurowego (Rys. 12) lub natrysk przy pomocy pistoletu do farb gęstych (Rys. 13). Prace najlepiej wykonać na bazie dwuskładnikowej żywicy poliuretanowej.



Rys. 12. Przykład nakładania warstwy paroizolacji w postaci powłoki malarskiej przy pomocy wałka



Rys. 13. Przykład nakładania warstwy paroizolacji w postaci powłoki malarskiej przy pomocy natrysku

2.2.5. Izolacja termiczna

Na warstwie paroizolacji należy zastosować warstwę termoizolacji najlepiej na bazie płyt z pianki PIR. Dobór grubości oraz szczegółowy produkt zostanie dobrany po ustaleniu przez inwestora temperatury wewnętrznej w pomieszczeniach piwnicznych. Płyty termoizolacyjne należy przyklejać na malarską powłokę poliuretanową (taką samą jak w przypadku paroizolacji).

2.2.6. Tynk systemowy

Na warstwie termoizolacji należy nałożyć tynk cienkowarstwowy systemowy. Proponuje się tynk cienkowarstwowy mineralny, modyfikowany, wierzchni wg PN- EN 998-1. Charakteryzuje się wysoką przepuszczalnością pary wodnej i CO₂ i jest tynkiem systemowo hydrofobizowanym w zoptymalizowanej strukturze o fakturze baranka, w kolorze białym. Nakładany może być ręcznie lub maszynowo. Stosowany jest w zestawie z mineralną warstwą zbrojącą.

2.2.7. Powłoka malarska

Z uwagi na środowisko i klimat występujący w pomieszczeniach piwnicznych zalecane jest stosowanie wysokiej jakości powłok malarskich o wysokiej paroprzepuszczalności. Proponuje się zastosować tą samą powłokę, którą stosujemy jako paroizolację. Materiał spełnia następujące wymagania: opór wobec CO₂ > 50 m, opór wobec pary wodnej klasa I, wodoszczelność w postaci absorpcji kapilarnej w < 0,1 kg/m²h^{0,5}, przyczepność do podłoża mineralnego > 1,5(1,0) N/mm², elastyczność i zdolność mostkowania rys minimum klasa A3. Wstępnie gruntujemy podłoże za pomocą wodnej dyspersji żywicy epoksydowej w ilości 0,2 kg/m² a po 12 do 24 godzinach наносimy dwie warstwy paroizolacji poliuretanowej w ilości 2 x 0,3 kg/m² w odstępie 4 do 6 godzin. Sposób nakładania: ręcznie przy pomocy wałka welurowego (Rys. 12) lub natrysk przy pomocy pistoletu do farb gęstych (Rys. 13).

2.3. Antykorozyjne zabezpieczenie dźwigarów stalowych

2.3.1. Oczyszczenie i przygotowanie podłoża stalowego

Elementy stalowe (dźwigary) powinny być oczyszczone ze starych powłok malarskich oraz wszelkiego rodzaju nalotów oraz rdzy. Prace te można wykonać za pomocą szrotkowania lub szlifowania, ręcznego lub mechanicznego. Optymalną metodą jest czyszczenie strumieniowo-ściernie, ale ze względu na charakter pomieszczenia jego wykonanie wymaga szczególnej ostrożności i staranności (foliowanie, plandekowanie z odciąganiem pyłu). Po oczyszczeniu podłoże powinno posiadać stopień czystości St3 lub w przypadku metody strumieniowo-ścierniej Sa 2^{1/2}.

2.3.2. Dobór i wymagania wobec powłoki antykorozyjnej

Z uwagi na warunki panujące w środowisku piwnicznym zalecamy antykorozyjny system powłokowy bazujący na dwóch warstwach aktywnego środka gruntującego na bazie żywicy epoksydowej oraz jednej warstwy środka na bazie żywicy poliuretanowej. Zalecana grubość kompletnej powłoki > 240 µm. Ze względu na warunki środowiskowe powłoka ochronna powinna spełniać wg normy PN EN 12944-6 wymagania minimum kategorii C3, ale zaleca się powłoki spełniające wymagania kategorii C4.

2.3.3. Nakładanie powłoki antykorozyjnej

Gruntowanie

Bezpośrednio po oczyszczeniu powierzchnie przeznaczone do pokrycia powłoką antykorozyjną należy starannie zagruntować za pomocą specjalnej, zawierającej aktywne dodatki antykorozyjne, dwuskładnikowej, bezrozpuszczalnikowej żywicy epoksydowej. Grunt nakładamy przy pomocy wałka welurowego, pędzla lub metodą natryskową dwoma warstwami w odstępie czasowym 12 do 24 godzin przy zużyciu materiału na poziomie ok. 2 x 0,20 kg/m².

Warstwa wierzchnia

Po związaniu środka gruntującego ok. 12 godzin, ale nie później niż po do 24 godzinach możemy przystąpić do nakładania barwnej, poliuretanowej powłoki wierzchniej. Powłokę nakładamy za pomocą wałka, pędzla lub natrysku bezpowietrznego, jedną warstwą przy zużyciu materiału na poziomie 1 x 0,15 kg/m². Suchość dotykowa po 2 do 4 godzinach. Pełne obciążenie po 12 godzinach. Kolorystyka wg RAL.