

# HYDROIZOLACJE ZBIORNIKÓW WODNYCH

## *OFERTA HANDLOWA*

Firmy



**Punkt sprzedaży**

**Ul. Bydgoska 57 86-032 Niemcz**  
**Tel/fax: (52)37-54-129 50160274**

[www.agdar.pl](http://www.agdar.pl)

**e-mail:** [biuro@agdar.pl](mailto:biuro@agdar.pl)

## Wprowadzenie

Podręcznik ten zawiera informacje dotyczące systemów hydrotechnicznych opartych na standardowej geomembranie EPDM grubości 1,07 mm. Oprócz informacji ogólnych na temat zastosowania membrany, podręcznik podaje informacje dotyczące przygotowania terenu budowy i robót ziemnych.

W pierwszej chwili projektowanie i wykonawstwo w budownictwie wodnym może wydawać się bardzo proste. Jeżeli jednak wykonawca i projektant nie wezmą pod uwagę wszystkich czynników dotyczących projektowania i instalacji, to podczas robót mogą pojawić się poważne problemy.

Ogólnie rzecz biorąc w przypadku prostych przedsięwzięć, projekt może być przygotowany przez inwestora lub wykonawcę. W przypadku większych zbiorników wodnych, projektowanie jest o wiele bardziej złożone i wykonawca powinien opracować projekt wspólnie ze specjalistą budownictwa wodnego.

Pierwsza część tego podręcznika może być wykorzystana przez wykonawcę w celu opracowania projektu. Specjalista budownictwa wodnego powinien odpowiedzieć na pytania dotyczące: robót ziemnych, drenażu, ochrony membrany, itp.

Jeśli jest to niezbędne, to należy przed rozpoczęciem robót wykonać badania geologiczne i geotechniczne, badania te powinny wyjaśnić następujące kwestie:

- rodzaj zalegających gruntów,
- wysokość i zmiany poziomu wód gruntowych,
- obecność gazów w gruncie (torf, materia organiczna),
- ryzyko nierównomiernego osiadania (grunty wulkaniczne, nasypy niekontrolowane,...),
- ryzyko erozji wewnętrznej (grunty krasowe, wyrównanie wgłębień odpadkami,...).

Aby osiągnąć stabilność podłoża i trwałą wodoszczelność należy zawsze stosować się do zasad mechaniki gruntów. Tematy te zostaną opisane w pierwszej części tego podręcznika.

Druga część podręcznika dotyczy instalacji membrany - systemu hydrotechnicznego.

Ta część opisuje przygotowanie placu budowy, zagęszczanie gruntu, układanie drenażu, instalację membrany, klejenie, łączenie, wykonywanie detali, itp.

## Zastosowania

Zalecenia podane w poniższym opracowaniu odnoszą się głównie do zbiorników wody nieprzeznaczonej do picia.

Są to następujące rodzaje zbiorników:

- Stawy rolne i rybne,
- Kanały irygacyjne,
- Sadržawki dekoracyjne,
- Zbiorniki przeciwpożarowe
- Zbiorniki naturalnego lub powietrznego uzdatniania wody,
- Zbiorniki na gnojówkę,
- Itp.

Folia EPDM może być również stosowana w innych przypadkach, takich jak uszczelnianie wałów, nabrzeży, wysypisk śmieci, itd. Folia EPDM może być stosowana jako izolacja na powierzchni i jak i pod ziemią.

Folia EPDM nie należy stosować tam, gdzie ciśnienie działające od spodu może zniweczyć właściwe funkcjonowanie izolacji oraz tam, gdzie EPDM może wejść w kontakt z substancjami chemicznymi, które mogą uszkodzić membranę (ropa naftowa i jej produkty, smary, tłuszcze, stężone środki chemiczne, itp.).

## Wybór miejsca budowy

Na etapie wyboru miejsca budowy należy wziąć pod uwagę kilka elementów, które wpłyną na długotrwałe, bezproblemowe użytkowanie budowli wodnej. Wybór miejsca budowy powinien być dokonany przez inżyniera specjalistę, ponieważ jest tutaj wymagana znajomość mechaniki gruntów.

Poniżej wymieniono i opisano parametry, które należy wziąć pod uwagę w momencie wyboru miejsca budowy.

### WŁAŚCIWOŚCI GRUNTU

Aby zapewnić stabilność gruntu we wszystkich warunkach wszelkie roboty muszą być wykonane zgodnie z zasadami mechaniki gruntów.

Należy znać właściwości, przenikalność i grubość warstw zalegających pod warstwą wodoszczelną. Poniższa tabela umożliwia wykonawcy zapoznanie się z ewentualnymi zagrożeniami.

RODZAJ GRUNTU	RYZYO	ROZWIĄZANIE
- Grunt ściśliwy (torf, piasek drobny, itp.)	- Wydzielanie się gazu - Ciśnienie pod membran - Osiadanie - Możliwość konsolidacji gruntów wypełniających	- Drenaż gazowy - Pochyłość terenu musi być dostosowana do instalacji drenażowej odprowadzającej gaz - Właściwe zagęszczenie
- Grunt zawierający substancje organiczne (np. miejsca po starych stawach przemysłu cukierniczego i papierniczego)	- Fermentacja, - Ciśnienie pod membran (bąble gazu)	- Drenaż gazowy
- Grunty narażone na niebezpieczeństwo erozji wewnętrznej (wypełnienia w gruncie w formie odpadków, gruntów wapiennych, skał gipsowych)	- W razie przecieku przechowywany płyn może rozpuścić grunt, - Zawał spowodowany wypłukaniem gruntu przez wodę	- Zmiana miejsca budowy lub dobre rozeznanie geologiczne w celu zlokalizowania wypełnień w gruncie - Zagęszczanie specjalistyczne lub podwójna warstwa wodoszczelna
- Grunty wulkaniczne (miękkie ropy, ściśliwe namuły)	- Zdolność absorpcji - Nierównomierne osiadanie powodujące rozrywanie membrany w miejscach klejenia.	- Warstwa pośrednia - Specjalny drenaż i specjalistyczne zagęszczanie wokół detali

### POZIOM WODY GRUNTOWEJ

Jeżeli poziom wody gruntowej wypada wyżej niż dno projektowanego zbiornika, roboty izolacyjne mogą być niemożliwe. Woda gruntowa może powodować powstawanie i oddziaływanie ciśnienia na dno zbiornika (od spodu).

Powyższa sytuacja może również wystąpić w przypadku podniesienia się poziomu wody gruntowej, dlatego w trakcie badań geotechnicznych należy ustalić poziom wody gruntowej (zarówno poziom średni jak i poziom maksymalny).

Jeżeli poziom wody gruntowej przekroczy poziom ułożenia membrany, to może dojść do jej uniesienia, jak i uszkodzenia drenażu gazowego. W tym przypadku potrzebne jest zastosowanie odpowiedniego systemu drenującego pod folię oraz balastu na górze folii.

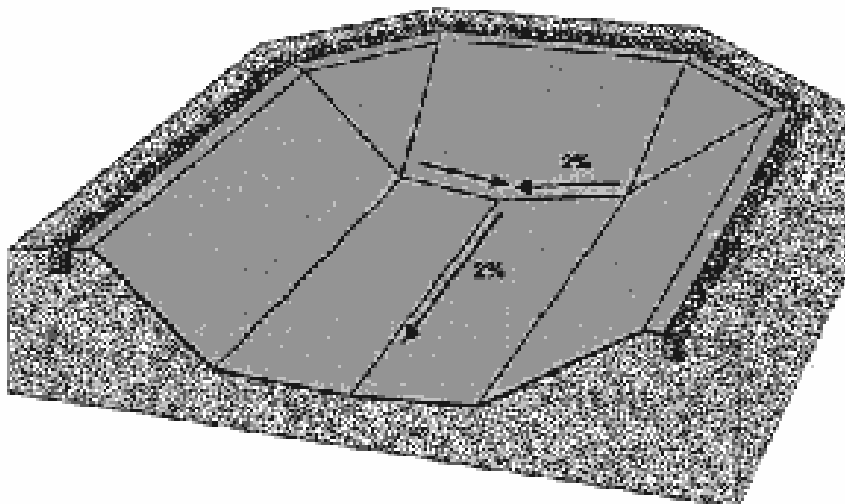
## Geometria robót

### DNO

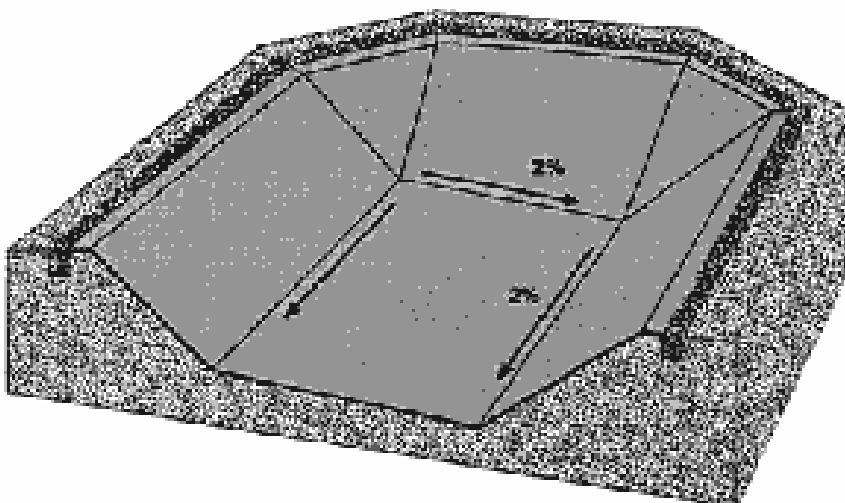
Spadek 2% jest zalecany w celu:

- właściwego działania sytemu drenującego
- łatwego czyszczenia placu budowy
- łatwego utrzymania i konserwacji zbiornika

Spadki są istotne w przypadku zbiorników o dużej powierzchni. Spadki powinny uwzględniać obliczone osiadania.



Rys. 1 Spadek dna



Rys. 2 Spadek dna

### NACHYLENIE SKARP

Stabilność skarp jest zagadnieniem geotechnicznym. Obecność wody gruntowej i właściwości gruntu odgrywają dużą rolę w stabilności skarpy. Folia EPDM nie może być stosowana w celu stabilizowania skarpy.

Obliczenia stabilności skarpy powinny uwzględniać:

- stabilność systemu drenującego i innych warstw pomiędzy dnem zbiornika,
- konsekwencje szybkiego opróżniania zbiornika,
- konsekwencje ewentualnego przecieku,
- stabilność warstwy ochronnej membrany (jeśli taka warstwa występuje),
- łatwość instalacji.

Jeżeli obliczenia stabilności nie były wykonywane, wykonawca powinien przyjąć minimalne nachylenia 2:1, jeżeli wysokość skarpy (powyżej podstawy zbiornika) wynosi od 5 do 10 m.

Wartości podane w poniższej tabeli należy traktować jako informacyjne. Wartości te uwzględniają właściwości gruntu. Ze względu na wcześniej wspomniane powody wartości poniższe powinny być traktowane z dużą ostrożnością.

<b>RODZAJ GRUNTU</b>	<b>NACHYLENIE</b>
Grunt gliniasty	2,5:1
Grunt gliniasto-plastyczny	2-3:1
Piasek, żwir	2:1
Grunt skalisty	1,5:1

## **KORONA SKARPY**

Korona skarpy powinna mieć minimalną szerokość:

- 1,0 m - w przypadku mocowania systemu na koronie,
- 3,0 m - jeżeli po koronie skarpy, podczas budowy lub w czasie eksploatacji, będą poruszać się pojazdy lub inne maszyny.

Jeżeli nie można osiągnąć takiej szerokości korony, to należy zastosować inną metodę mocowania.

Zaleca się zastosowanie lekkiego spadku (1%) na zewnątrz zbiornika.

## **MAKSYMALNA DŁUGOŚĆ ZBIORNIKA**

Fale generowane przez wiatr lub łodzie oddziałują na skarpy. Im większa długość zbiornika w kierunku przeważających wiatrów i bardziej stromy brzeg skarpy, tym większe będzie oddziaływanie fal.

Oddziaływanie fal może być zredukowane przez:

- budowanie mniejszych, ale głębszych zbiorników wodnych,
- wybór innego kształtu zbiornika - krótsze boki w kierunku przeważających wiatrów,
- budowa kilku mniejszych stawów zamiast jednego dużego.

Stosownie do wysokości fal, właściwości gruntu i nachylenia skarpy zaleca się:

- właściwą ochronę folii w zależności od nachylenia skarpy (beton, żwir),
- właściwe mocowanie folii,
- właściwe zagęszczenie gruntu.

## **MAKSYMALNY POZIOM WODY**

Im wyższy poziom wody w zbiorniku tym większe ciśnienie. Wyższe jest ryzyko osiadania gruntu i uszkodzenia folii.

Pomimo wysokiej elastyczności folii EPDM, wgłębienia w gruncie mogą spowodować perforację membrany, szczególnie, gdy grunt zawiera gruby żwir. Aby uniknąć takiej sytuacji należy ułożyć drobnoziarnistą warstwę podkładową (poduszka piaskowa) lub geowłókninę.

## **Przygotowanie gruntu**

### **GRUNT RODZIMY**

Podłoże (warstwa gruntu wchodząca w bezpośredni kontakt z folią) powinno być czyste i równe, bez grudek i zagłębień. Warstwa stykowa powinna kompensować różnice osiadania gruntu i umożliwiać instalację systemu drenującego.

Podłoże może być przygotowywane na różne sposoby:

- po usunięciu żwiru i otoczków oraz roślinności podłoże należy wygładzić i zagęścić,
- stosowania warstw wypełniających o odpowiednim uziarnieniu (piasek, grunt stabilizowany, ...).

## **Roślinność**

Przed rozpoczęciem zagęszczania należy usunąć wszystkie rośliny, nie usunięcie roślin mogłoby spowodować tworzenie się gazów i późniejsze osiadanie podłoża. Tam, gdzie możliwe jest ponowne pojawienie się roślin (np. w miejscu kotwienia) zalecamy stosowanie środków chwastobójczych.

Środki chwastobójcze nie mogą zawierać substancji, które mogłyby naruszyć strukturę chemiczną folii.

## **Zagęszczanie**

Warstwa gruntu leżąca pod membraną powinna być optymalnie zagęszczona (95% optimum Proctor'a), grunt należy zagęszczać mechanicznie lub w sposób naturalny.

Zagęszczanie korony nasypu musi być wykonywane ze szczególną uwagą.

Uwaga: Wartość optimum Proctor'a odpowiada stanowi równowagi gruntu między konsolidacją i spęcznieniem.

## **Geowłóknina**

Zaleca się układanie geowłókniny między podłożem i folią EPDM. Układanie geowłókniny na skarpach jest konieczne, gdyż ułożenie na skarpie poduszki piaskowej jest często bardzo trudne. W zależności od rodzaju gruntu można stosować geowłókniny o masie od 200 do 400 g/m<sup>2</sup>.

Tam, gdzie geowłóknina ma spełniać rolę drenażu należy sprawdzić jej przenikalność. W takich przypadkach należy stosować geowłókniny drenujące igłowane PE lub PP.

## **PODŁOŻA TWARDE (BETON, GRUNTY STABILIZOWANE, ...)**

Na podłożach twardych takich jak beton, zawsze należy stosować geowłókninę, chyba, że membrana jest klejona całą powierzchnią do podłoża. Na podłożach bitumicznych (asfaltobeton, grunty stabilizowane emulsją bitumiczną) należy stosować geowłókniny o masie min. 300 g/m<sup>2</sup>.

## **GRUNT WOKÓŁ KONSTRUKCJI BETONOWYCH**

Folia mocowana do konstrukcji betonowych musi przenieść naprężenia powodowane przez ruchy gruntu.

Zagęszczanie gruntu wokół konstrukcji betonowych musi być prowadzone ze szczególną uwagą, ma to na celu ograniczenie osiadania do minimum.

Grunt wypełniający, układany wokół konstrukcji betonowej, musi być zagęszczony do wartości 95% optimum Proctora.

## **BADANIE GRUNTU**

Należy sprawdzić jakość gruntu i powierzchni, ma to na celu określenie kroków przygotowawczych, które należy wykonać przed ułożeniem membrany.

## **System odwodnieniowy**

Lokalne warunki gruntowe decydują o tym, czy konieczne będzie zastosowanie warstwy drenującej.

Jeżeli ciecz może doprowadzić do destabilizacji gruntu, należy ograniczyć ilość wody w gruncie. Cel ten można osiągnąć za pomocą systemu drenującego, podwójnego systemu wodoszczelnego z warstwą drenującą między membranami lub przez pokrycie korony skarpy folią, co zabezpieczy przed infiltracją i zalewaniem.

Obecność gruntów gliniastych ogranicza przenikalność gruntu. W takim przypadku zalecane jest zastosowanie systemu drenującego pod folią.

## KRYTERIA STOSOWANIA

Stosowanie systemu drenującego nie jest konieczne, jeśli przepuszczalność warstwy przewyższa od 4 do 10 m/s lub, gdy nie przewiduje się podciśnienia. W wielu przypadkach system drenujący pozwala na szybkie wykrycie ewentualnych przecieków.

Drenaż wodny/gazowy jest zawsze wymagany w następujących przypadkach:

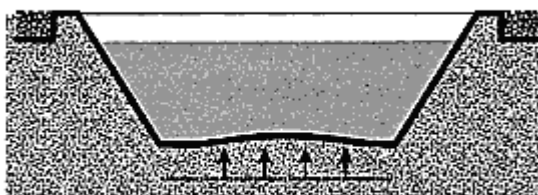
- gdy możliwy jest ruch wody pod folią w gruntach, w których może wystąpić erozja (grunty krasowe, ...),
- grunty zawierają substancje organiczne,
- skarpy zbudowane są z gruntów gliniastych (stabilność podczas opróżniania, ...),
- gdy oczekiwane są zmiany poziomu wód gruntowych,
- w zbiorniku składowane są substancje organiczne lub mogące zanieczyścić środowisko.

Poniższe rysunki podsumowują podstawowe przypadki ciśnienia mogącego wystąpić pod folią.



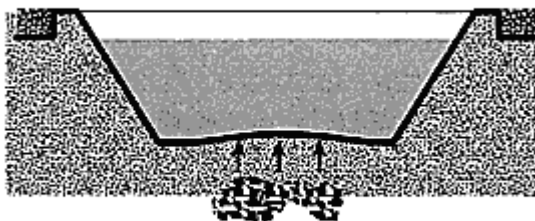
Rys. 3.1

Obecność warstwy nieprzepuszczalnej powoduje osuwanie się skarp.



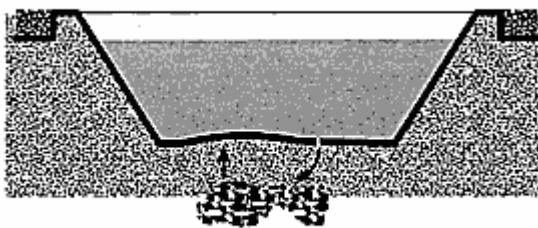
Rys. 3.2

Podnoszenie się poziomu wody gruntowej powoduje unoszenie hydroizolacji dna.



Rys. 3.3

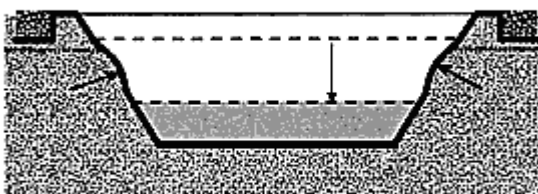
Rozkład substancji organicznych.



Rys. 3.4  
Obecność materii organicznej i przecieki.



Rys. 3.5  
Poziom wody gruntowej jest wyższy od poziomu wody w zbiorniku.



Rys. 3.6  
Nagła zmiana poziomu wody w zbiorniku

### Rys. 3: PRZYPADKI CIŚNIENIA POD DNEM ZBIORNIKA

#### **DRENAŻ WODNY**

Drenaże wodny i gazowy są często ze sobą powiązane. Z tego względu, zalecamy lekkie nachylenie ( $\pm 1\%$ ) dna w kierunku skarpy.

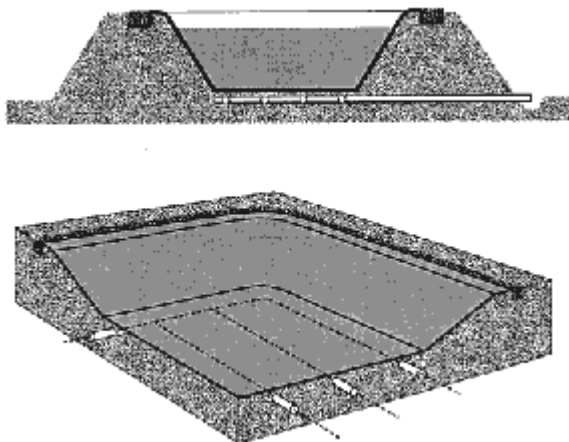
Wodę można odprowadzić w jeden z następujących sposobów:

- warstwa materiału przepuszczalnego o minimalnej grubości 100 mm,
- przepuszczalny materiał drenażowy (geowłóknina),
- siatka rowków drenujących przykrytych przepuszczalną geowłókniną lub cienką warstwą przepuszczalną.



Aby zabezpieczyć system przed zapychaniem się, należy zainstalować filtr naturalny lub syntetyczny między gruntem i warstwą drenującą. Należy przestrzegać zasad użytkowania filtra.

Woda powinna być zbierana przez sieć rur głównych, umieszczonych w najniższych punktach zbiornika. W przypadku większych budowli wodnych zalecamy stosowanie wydzielonych obszarów sieci drenującej, umożliwi to łatwą lokalizację ewentualnego przecieku.



RYS. 4: DRENAŻ WODNY

Wielkość i spadek w systemie drenującym zależy od następujących czynników:

- dopuszczalnego tempa przecieku,
- tempa przepływu wody spoza zbiornika,
- dopuszczalnego ciśnienia pod folią,
- ewentualnych awaryjnych wycieków.

W przypadku mniejszych obiektów, zalecamy stosowanie rurek drenujących o średnicy 60 mm. W przypadku większych obiektów należy dokładnie obliczyć rozmiar i gęstość sieci, a także ciśnienie ssące.

### **DRENAŻ GAZOWY**

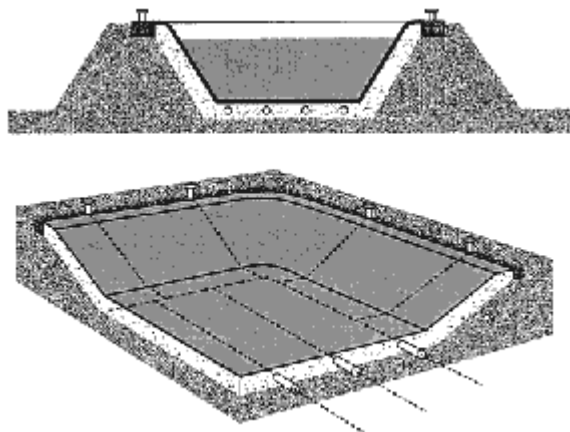
W gruntach słabo przepuszczalnych zaleca się stosowanie rur perforowanych o średnicy 40 do 80 mm, ułożonych w rozstawie co 20 m. Jeżeli spodziewane jest występowanie gazu pod ciśnieniem, rozstaw rur powinien wynosić 10 m.

Pomiędzy rurami należy ułożyć piasek (lub podobny materiał) lub przepuszczalny materiał geosyntetyczny. Jako alternatywę można zastosować płaski drenaż syntetyczny.

Nie można dopuścić do kontaktu folii EPDM z powierzchnią cierną systemu drenującego.

Otwory wentylacyjne są zawsze umieszczone w najwyższych punktach skarpy i powinny być zakryte daszkiem.

Drenaż gazowy powinien być tak zaprojektowany, aby niemożliwe było jego zalanie. Wszystkie systemy odprowadzające gazy powinny być zespolone z systemami odprowadzającymi wodę.



RYS. 5: DRENAŻ GAZOWY

## Folia.

### DANE TECHNICZNE

Folia EPDM wykonana jest z gumy syntetycznej. Arkusze folii dostarczane są w rolkach o długości około 3,20 m i średnicy od ,40 do 0,70 m (zależnie od szerokości dostarczanego arkusza).

Pojedyncze arkusze mogą mieć następujące wymiary:

- szerokość (m) 3.05; 6.10; 9.15; 12.20 i 15.25,
- długość (m) 30.50; 45.75 lub 61.00,
- grubość (mm) 1.07

### TRANSPORT I PRZECHOWYWANIE

Należy zachować szczególną ostrożność podczas transportu, ładowania i rozładowywania rolek folii. Nieuwaga może spowodować uszkodzenie folii. Rolki muszą być składowane na płaskiej i czystej powierzchni, wolnej od ostrych krawędzi.

Folia EPDM nie wymaga szczególnej ochrony przed czynnikami atmosferycznymi. Jednakże, wszystkie akcesoria muszą być przechowywane w suchym i ciepłym miejscu (od 10°C do 25°C) oraz muszą być chronione przed warunkami pogodowymi.

### MOCOWANIE FOLII

Folia powinna być przymocowana do podłoża tak, aby nie ześlizgiwała się ze skarpy i nie była podrywana przez wiatr.

W zależności od sytuacji folia może być mocowana na różne sposoby: na górze skarpy, u podstawy skarpy lub na platformie pośredniej.

### MOCOWANIE GÓRNE

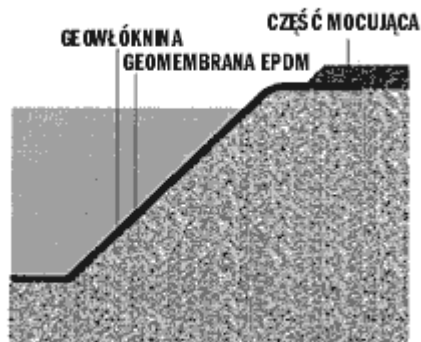
Polega na zakopaniu końca membrany w rowie lub przyciśnięciu membrany balastem. Wymiary rowu zależą od wymaganych sił mocujących. Dla gruntu spoistego, minimalny przekrój rowu to 0,40 x 0,40 m. Ponadto, wymiary przekroju rowu zależą od odległości (L) między miejscami mocowania folii, odległości od miejsca mocowania i poziomu wody, prędkości wiatru, itp.

Folia powinna być założona na dnie rowu na min. 300 mm.

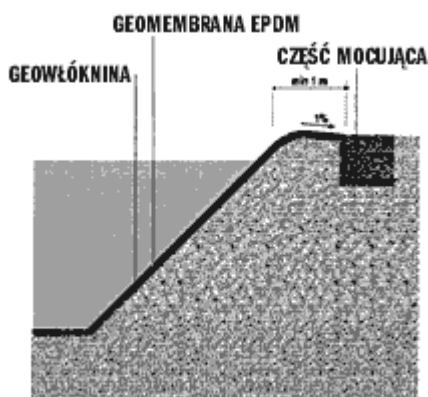
Poniższa tabela podaje kilka użytecznych wartości przekroju rowu w zagęszczonym gruncie gliniastym.

DŁUGOŚĆ SKARPY (m)	PRZEKRÓJ ROWU (m <sup>2</sup> )	
	Niska lub średnia wartość wiatru (<100 km/h)	Wysoka prędkość wiatru (>100 km/h)
< 3	0,16	0,16
3 - 5	0,16	0,16
5 - 15	0,16	0,25
15 - 40	0,25	0,36
> 40	>0,36	>0,49

Jako alternatywę można stosować balastowanie. Należy przeprowadzić badania, aby ustalić podatność balastu na erozję (patrz rysunki).



Rys. 6: Mocowanie za pomocą balastu



Rys. 7: Mocowanie w rowie

## MOCOWANIE POŚREDNIE

Jeżeli skarpa jest wysoka, może wystąpić konieczność mocowania pośredniego, ten sposób mocowania ma wyrównać ruchy membrany. W takim przypadku można stosować balast.

Platforma pośrednia powinna być usytuowana na skarpie tak, aby nie zakłócić stabilności skarpy. Membrany może być zamocowana za pomocą balastu lub przez zakopanie.

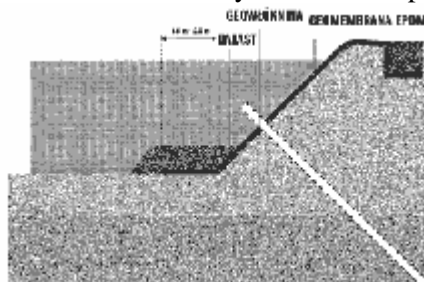
Każda platforma, na której zastosowano rowy mocujące, wymaga zastosowania systemu drenującego.



Rys. 8: Mocowanie pośrednie

## MOCOWANIE U PODSTAWY SKARPY

Jeżeli na dnie zbiornika zalega grunt o wystarczającej nieprzepuszczalności (głina, warstwa geologiczna nieprzepuszczalna, ...), to mocowanie na dnie zbiornika wystarcza dla zapewnienia wodoszczelności.

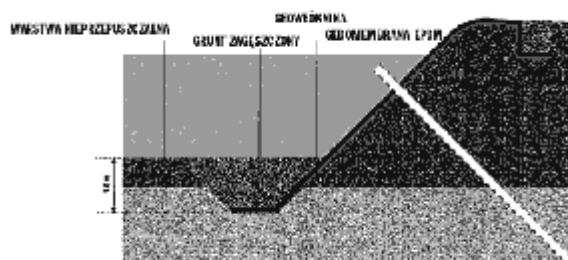


Rys. 9: Mocowanie u podstawy z zastosowaniem balastu

Bardziej praktycznym rozwiązaniem jest wykopanie rowu u podstawy skarpy, rów powinien mieć głębokość 1 m. Jeżeli nieprzepuszczalna warstwa gruntu jest usytuowana głęboko, to możliwe jest przedłużenie membrany tak, aby strata wody była na dopuszczalnym poziomie. Jako alternatywę, można przedłużyć membranę do warstwy nieprzepuszczalnej.

W zależności od miejsca usytuowania warstwy nieprzepuszczalnej, mocowanie może być wykonany w sposób podany na rysunku poniżej.

W przypadku mocowania u podstawy skarpy, projektant musi sprawdzić stabilność skarpy przed rozpoczęciem wykonywania rowu.



Rys. 10: Mocowanie u podstawy skarpy w rowie.

## OCHRONA GEOMEBRANY EPDM

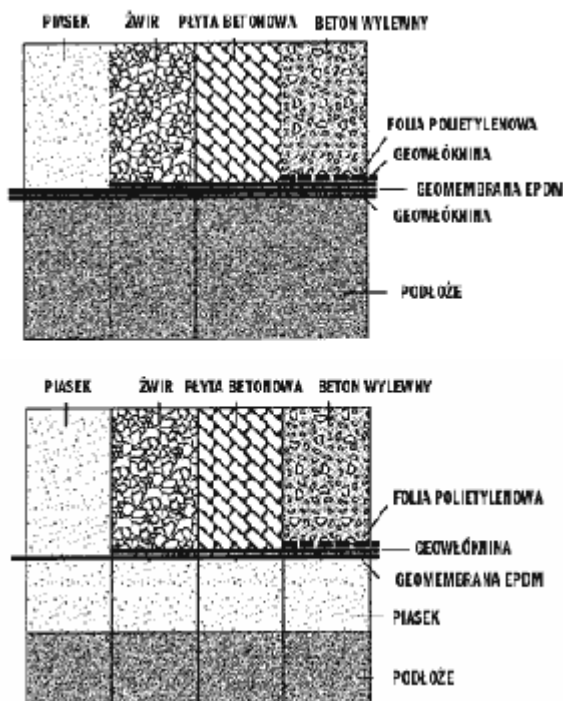
W szczególnych warunkach pracy, będzie wymagana ochrona folii EPDM. Poniższa tabela przedstawia zalecenia dotyczące niekorzystnych wpływów zewnętrznych.

CZYNNIK DESTRUKCYJNY	ZALECENIA
Wiatr	- balast na dnie (w przypadku tymczasowego opróżniania) - odpowiedni przekrój rowów mocujących
Fale	- ochrona mechaniczna skarp zależna od pochylenia (pokrycie głazami, płyty betonowe, beton lany)
Obiekty pływające (pnie, łodzie)	- małe zbiorniki: czyszczenie - duże zbiorniki: ochrona
Lód	- mechaniczna ochrona skarp (gruba warstwa lodu)
Zwierzęta (gryzonie)	- drabiny
Gorące płyny	- ochrona mechaniczna tam, gdzie folia jest wystawiona na działanie płynów, których temperatura przewyższa 82°C
Pracujące pojazdy	- ochrona membrany posypką piaskową (min. 20 cm) - rampy dojazdowe
Lokalne turbulencje o prędkości wody przekraczającej 1m/s (mieszadła wewnętrzne)	- ochrona za pomocą balastu
Bezpieczeństwo	- ogrodzenie

**Folię można ochraniać w następujący sposób:**

### PODKŁAD:

- podsypka piaskowa (minimalna grubość: 200 mm) ochrona za pomocą geowłókniny nie jest wymagana,
- żwir (minimalna grubość: 200 mm) wymagana ochrona za pomocą geowłókniny min. 200 g/m<sup>2</sup>,
- elementy prefabrykowane (płyty) wymagana ochrona za pomocą geowłókniny min. 300 g/m<sup>2</sup>.



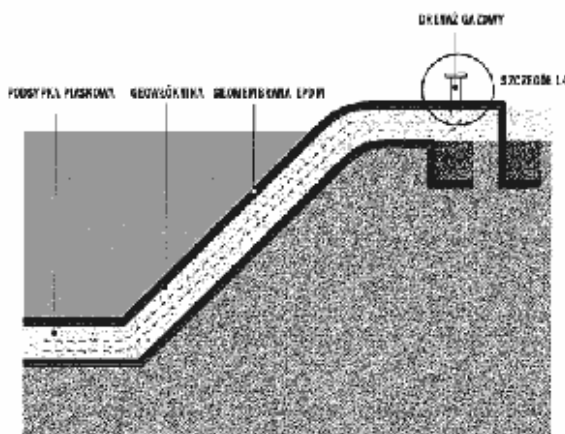
Rys. 11: Ochrona folii EPDM

## SKARPY:

- Pokrycie gładzi: Rozwiązanie to może być stosowane dla nachylenia skarpy 3:1. Wymagane jest zastosowanie warstwy pośredniej (geowłóknina + podsypka piaskowa) o minimalnej grubości 200 mm. Grubość warstwy pokrycia zależy od sił działających na skarpy.
- Płyty prefabrykowane: Należy ułożyć geowłókninę i przeprowadzić obliczenia stabilności skarpy.
- Wylewana warstwa betonowa: Należy ułożyć geowłókninę i przeprowadzić obliczenia stabilności skarpy.

## PODWÓJNA WARSTWA WODOSZCZELNA

W niektórych przypadkach konieczne jest zastosowanie podwójnej warstwy wodoszczelnej z systemem drenującym. W takim przypadku wymagane są badania specjalne. Podwójną warstwę wodoszczelną stosuje się w przypadku występowania gruntów niestabilnych (krasowych) i zbiorników, w których konieczne jest monitorowanie wycieków.



Rys. 12: Podwójna warstwa wodoszczelna

## SZCZEGÓŁY

### WIADOMOŚCI OGÓLNE

Jeśli jest to możliwe, to należy unikać docinania folii. Jednakże w niektórych przypadkach, takich jak narożniki ścian betonowych, obróbki rur, itp., nacięcia folii EPDM ułatwią instalacje.

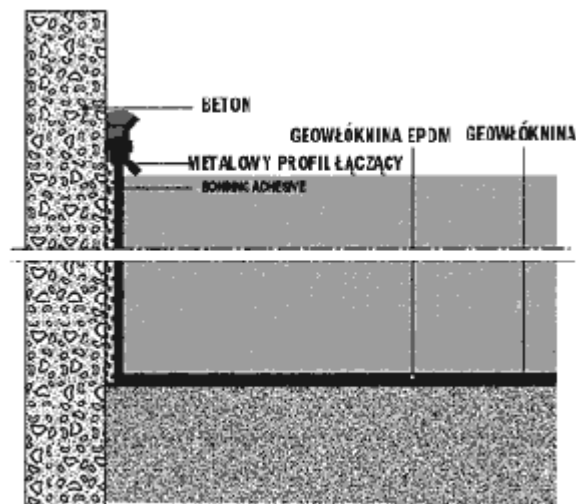
W takich przypadkach należy stosować taśmę obróbkową z niewulkanizowanej folii EPDM i fabrycznie przylaminowanej taśmy klejącej oraz systemowy środek gruntujący. (patrz rys. 21).

### OBRÓBKI ŚCIAN (BETONOWYCH, MUROWANYCH, ...)

Połączenia folii z betonem lub murem powinny odpowiadać następującym zasadom:

- grunt wokół elementów betonowych powinien być zagęszczony,
- powierzchnia styku powinna być gładka, czysta i wolna od grudek zaprawy przewyższających 5 mm.,
- membrana powinna być w pełni klejona do ściany przy pomocy kleju Bonding Adhesive,
- narożniki powinny być obróbkowane za pomocą taśmy obróbkowej z niewulkanizowanej folii EPDM,
- połączenie membrany ze ścianą powinno być tak wykonane, aby niemożliwa była infiltracja cieczy,
- folia powinna być na końcu zamocowana przy pomocy listwy wykończeniowej i odpowiednich łączników (w rozstawie 200 mm).

Pomiędzy folią EPDM i ścianą należy umieścić systemowy uszczelniacz silikonowy, zgodnie z rysunkiem przedstawionym poniżej.

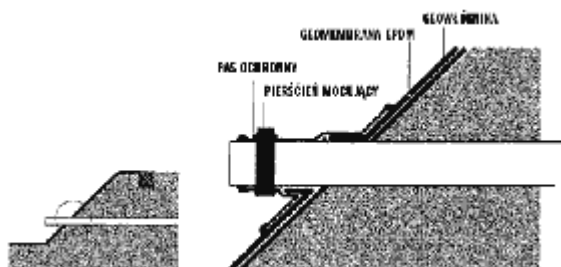


Rys. 13: Połączenia ze ścianą betonową lub murowaną

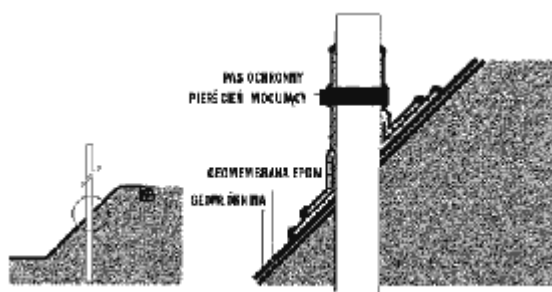
## OBRÓBKI RUR OKRĄGLYCH

Obróbki rur okrągłych powinny być wykonywane z zastosowaniem taśmy obróbkowej z niezwulkanizowanej folii EPDM, w następujący sposób:

- rura powinna być sztywno zamocowana, a temperatura rury nie może przekroczyć 80°C,
- w membranie należy wyciąć okrągły otwór o połowę mniejszy od przekroju rury,
- arkusz folii EPDM należy naciągnąć na obrabianą rurę,
- folia EPDM wokół rury zostanie wzmocniona za pomocą dwóch łatek z taśmy obróbkowej, trzecia łatka uczelni połączenie folii z obrabianą rurą.
- koniec obróbki zostanie mechanicznie zamocowany przy pomocy taśmy metalowej ze stali nierdzewnej.



Rys. 14: Obróbka rury z końcem dostępnym

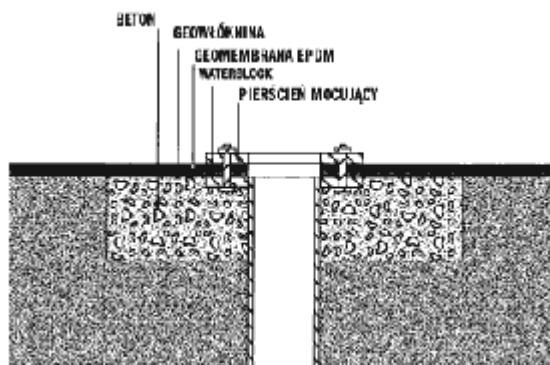


Rys. 15: Obróbka rury z końcem niedostępnym

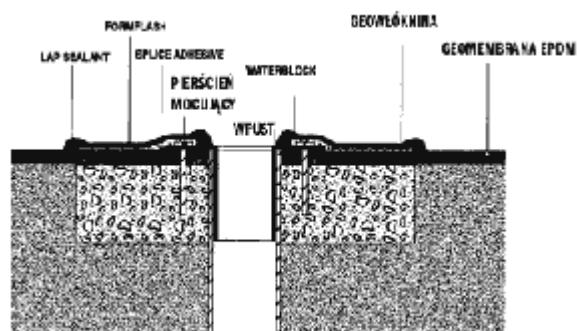
## SPUST ZBIORNIKA

W miejscu spuszczenia wody folia powinna być mocowana mechanicznie. Tego typu obróbki wymagają ułożenia podkładu betonowego w miejscu mocowania spustu.

Uszczelniacz silikonowy powinien być umieszczona między folią i betonem.



Rys. 16: Spust z kołnierzem mocującym



RYS. 17: Spust z rurą wpuszczaną



## Roboty ziemne

### KSZTAŁTOWANIE TERENU

Kształtowanie terenu może być wykonane na kilka sposobów:

- usunięcie gruntu rodzimego,
- dowóz gruntu (kształtowanie skarp),
- rozwiązywanie mieszane, część gruntu jest wykopywana i przesuwana na boki tworząc skarpy.

### PRZYGOTOWANIE PODŁOŻA

Grunt zalegający bezpośrednio pod folią powinien być zagęszczony do wartości 95% optimum Proctora. Zagęszczenie może być osiągnięte metodą naturalną lub mechaniczną. Podłoże powinno być zagęszczane warstwami o miąższości 200 do 500 mm, za pomocą ubijaków wibracyjnych lub walców drogowych. Po zagęszczaniu można zastosować preparaty chwastobójcze.

Warstwa podkładowa nie może zawierać żadnych sterczących elementów o średnicy przewyższającej 5 mm. Po usunięciu kamieni i pniaków, itp., podłoże będzie właściwie przygotowane. Jeśli podłoże składa się z gruntów piaszczystych lub gliniastych, to membrana może być układana bezpośrednio na takiej powierzchni. W większości przypadków, wymagana jest dodatkowa warstwa materiału ziarnistego (piasek, grunt spoisty) i/lub warstwa geowłókniny o masie min. 300 g/m<sup>2</sup>. Na skarpach i podłożu chropowatym (beton, mur), należy ułożyć geowłókninę o minimalnej gramaturze 300 g/mm<sup>2</sup>.

### INSTALACJA DRENAŻU

Rurki drenażowe są układane w rowkach, rowki powinny mieć lekkie nachylenie. Rurki nie mogą być uszkodzone lub spłaszczone podczas robót ziemnych (ruch maszyn budowlanych, zagęszczanie). Każda rurka powinna być chroniona przez geowłókninę, której zadaniem jest także ochronienie folii. Typ geowłókniny należy tak dobrać, aby unikać zapychania się systemu drenażowego.

### RÓW KOTWIĄCY I PLATFORMA SKARPY

Rów kotwiący powinien być wykopany wokół całej konstrukcji. Wykopany grunt może być składany obok rowu, na zewnątrz od zbiornika. Rów należy wykopać w takiej odległości, aby zabezpieczyć koronę skarpy przed osunięciem (patrz zalecenia w rozdziale 1). Aby ograniczyć naciągnięcie folii krawędź korony nasypu powinna być zaokrąglona (promień krzywizny 300 do 500 mm). Korona skarpy powinna być ostrożnie zagęszczana i mieć lekki spadek 1% na zewnątrz zbiornika.

### ZAGĘSZCZANIE WOKÓŁ KONSTRUKCJI BETONOWYCH

Aby uniknąć nierównomiernego osiadania grunt powinien być zagęszczany warstwami, każda warstwa musi być zagęszczona do 95% wartości optimum Proctor'a.

### PRZEWODY

Wszystkie przewody muszą być ułożone przed układaniem i zagęszczaniem gruntu.

### KONTROLA ROBÓT ZIEMNYCH

Wykonawca hydroizolacji powinien sprawdzić czy roboty ziemne zostały wykonane właściwie. Wykonawca powinien sporządzić plan klejenia arkuszy na budowie. Wybór wielkości arkuszy EPDM będzie zależeć od tego planu. Stan powierzchni musi zostać skontrolowany i każda nierówność powinna zostać usunięta. Wszystkie korekty powinny być wykonane przed rozpoczęciem robót izolacyjnych

## Roboty izolacyjne

### UKŁADANIE GEOWŁÓKNINY

Geowłóknina powinna być układana z zakładem 300 mm. Aby zapobiec podnoszeniu geowłókniny przez wiatr, należy ją tymczasowo obciążyć za pomocą worków z piaskiem lub opon.

### UKŁADANIE FOLII

Rolki folii powinny być rozłożone zgodnie ze sporządzonym wcześniej planem.

Układanie należy rozpocząć od pokrycia skarp.

Arkusze folii powinny być rozwijane z rowu mocującego w dół skarpy. Aby zabezpieczyć folię przed zsuwaniem się podczas rozwijania należy ją tymczasowo przymocować.

Podczas układania folii należy sprawdzić, czy nie przykrywamy kamieni i elementów o ostrych krawędziach.

Podczas układania arkuszy, należy unikać tworzenia się fałd geowłókniny. Folia powinna być unoszona na obwodzie, co umożliwi przesuwanie jej na tzw. poduszce powietrznej.

Nadmiar folii powinien być pozostawiony u podnóża skarpy, umożliwi to połączenie sąsiednich arkuszy. Na skarpach należy unikać poziomych łączeń folii.

Przed łączeniem arkuszy EPDM lub przed wykonywaniem obróbek należy pozostawić arkusze luźno rozłożone przez 30-45 minut, aby umożliwić relaksację folii.

### MOCOWANIE FOLII

Jeżeli po napełnieniu zbiornika oczekiwane są znaczne ruchy gruntu, to folia powinna być tymczasowo mocowana na koronie skarpy, mocowanie takie umożliwi ruchy folii bez tworzenia zbyt dużych naprężeń.

W pierwszym etapie folia jest częściowo obciążona w rowie, mocowanie końcowe jest wykonane w późniejszym czasie, ustabilizowaniu się podłoża.

Zbiornik powinien zostać wypełniony cieczą przed wypełnieniem i zagęszczeniem rowu kotwiącego. Wypełnienie rowu gruntem i zagęszczenie powinno być wykonane bez poddawania membrany naprężeniom, które mogą ją uszkodzić.

Aby podczas instalacji uniknąć unoszenia i przesuwania membrany, należy ją tymczasowo (lub na stałe) obciążyć. Obciążenie ułatwia operację klejenia. Jako balast mogą być używane worki z piaskiem, opony lub inne materiały które nie spowodują uszkodzenia folii.

### KLEJENIE SĄSIEDNICH ARKUSZY

Klejenie arkuszy powinno być wykonywane bezpośrednio po relaksacji folii.

Wszystkie arkusze powinny być układane bez fałd, nie należy naciągać folii, minimalne zakłady nie powinny być mniejsze niż 150 mm.

W przypadku mniejszych zbiorników, arkusze mogą być łączone na płaskiej powierzchni obok zbiornika.

W przypadku dużych zbiorników w miejscach klejenia należy układać pod folią płyty drewniane, kawałki izolacji lub arkusze laminowane. Po zakończeniu klejenia arkusze są wyciągane spod folii za pomocą liny.

Klejenie nie powinno być wykonywane w następujących przypadkach:

- opady śniegu,
- błoto w miejscu klejenia,
- kondensacja pary wodnej na podkładzie lub na folii,
- opady deszczu,
- zalanie wodą.

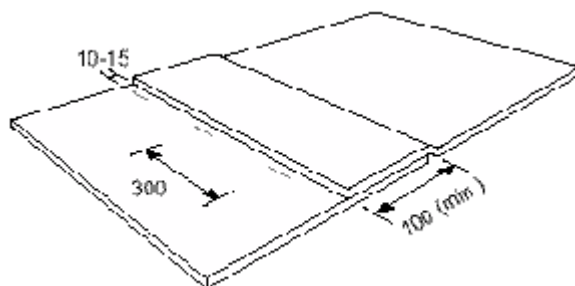
Dwa sąsiednie arkusze powinny być łączone za pomocą taśmy klejącej. Na następnych stronach zostaną przedstawione kolejne etapy klejenia.



Rys. 18: Klejenie folii EPDM

### KROK 1: UŁOŻENIE FOLII W ODPOWIEDNIM MIEJSCU

- Oba arkusze folii powinny być układane z wzajemnym zakładem na min. 150,0 mm (zaleca się 200 mm).
- Folia powinna leżeć płasko i bez naprężeń.
- Za pomocą markera należy zaznaczyć na dolnym arkuszu, miejsce ułożenia górnego arkusza.
- Linia powinna być naniesiona 10 do 20 mm od krawędzi górnego arkusza i powinna być powtarzana co metr.



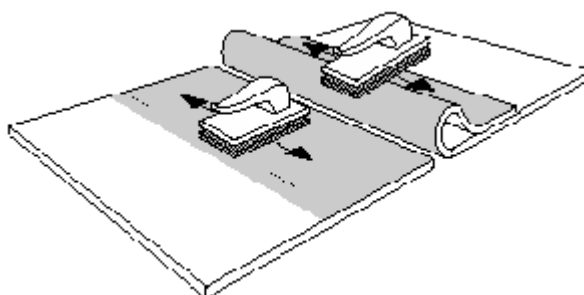
Rys. 19.1

### KROK 2: TYMCZASOWE PRZYKLEJANIE ZAKŁADU.

- Górną część arkusza odginamy, a odgięty zakład należy tymczasowo przykleić za pomocą systemowego środka gruntującego, podklejenie należy wykonywać co metr.
- W przypadku, gdy folia jest pokryta błotem lub brudem, obszar zakładu należy oczyścić za pomocą szmaty zamoczonej w zmywaczu do folii EPDM.

### KROK 3: GRUNTOWANIE PODŁOŻA

- Przed użyciem środka gruntującego należy go dobrze wymieszać, a ilość produktu wystarczającą do zagruntowania podłoża odlać oddzielnego pojemnika. Podkład musi być наносzony za pomocą odpowiedniej packi.



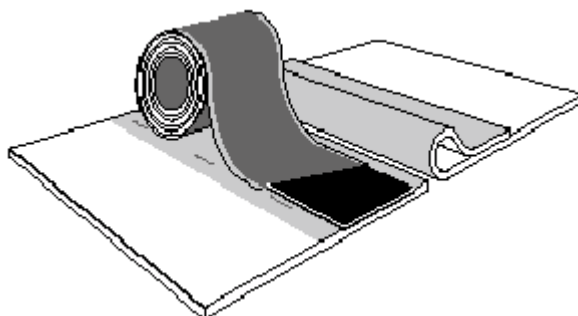
Rys. 19.2

- Środek gruntujący należy nanosić równomiernie wzdłuż klejonej powierzchni, podkład należy nanosić ruchami posuwisto zwrotnymi na obie klejone powierzchnie. Podkład powinien być наносzony do momentu, gdy powierzchnia stanie się ciemnoszara. Należy unikać powstania smug i mokrych plam. Namoczona packa pokrywa powierzchnię o długości 1,00 m i szerokości 100 mm (jedna strona zakładu).
- Packę należy zmieniać co 60 m lub wtedy, gdy podkład zaschnie na gąbce. Zużywane gąbki należy wyrzucać na końcu dnia roboczego.
- Dodatkowe gruntowanie jest wymagane w miejscach przecinania się połączeń fabrycznych i na powierzchniach pokrytych klejem.

- Obie strony klejonych powierzchni powinny być gruntowane w tym samym czasie, ma to na celu zapewnienie równego czasu wysychania.
- Podkład powinien całkowicie wyschnąć. Należy sprawdzić stan powierzchni dotykając ją czystym i suchym palcem (patrz szkic). Jeżeli środek gruntujący jest lepki ale nie odrywa się od powierzchni folii i nie brudzi palca, oznacza to iż powierzchnia jest gotowa do wklejenia taśmy klejącej. Czas wysychania zależy od warunków atmosferycznych (wilgotność względna, prędkość wiatru, temperatura...).

#### KROK 4: INSTALACJA TAŚMY

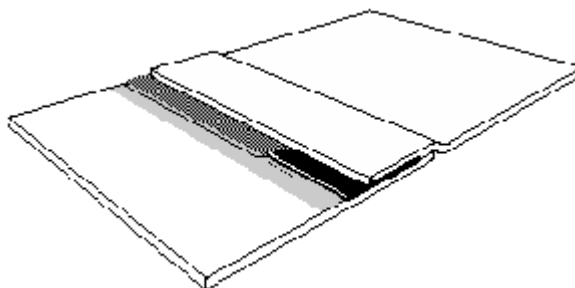
- Taśmę klejącą należy układać na dolnym arkuszu, wzdłuż wcześniej zaznaczonej linii.
- Natychmiast po ułożeniu taśmy należy ją dociskać za pomocą wałka silikonowego.



Rys. 19.3

#### KROK 5: SPRAWDZENIE UŁOŻENIA TAŚMY

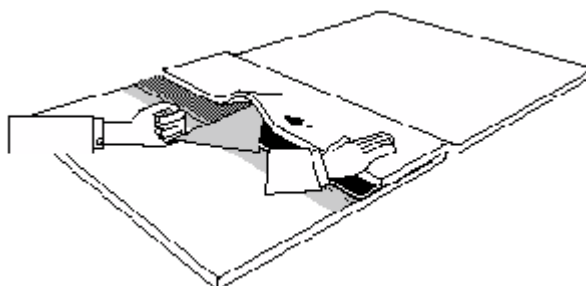
- Górną zakładkę folii odwijamy powrotem na powierzchnię folii. Wzdłuż całej długości połączenia papier ochronny na taśmie klejącej powinien wystawać poza krawędź folii na 10-20 mm.
- Jeżeli jest to konieczne należy przyciąć górny arkusz tak, aby osłonić krawędź taśmy klejącej.



Rys. 19.4

#### KROK 6: USUNIĘCIE PAPIERU OCHRONNEGO TAŚMY

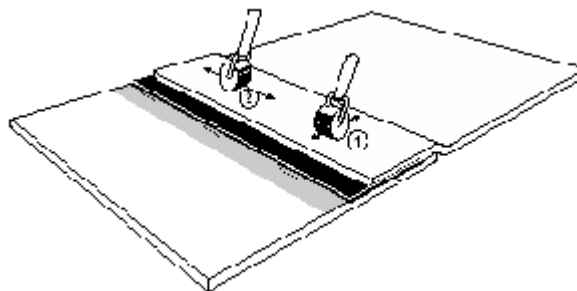
- Papier ochronny należy zerwać ciągnąc go pod kątem 45 stopni do taśmy i równoległe do powierzchni folii.
- Górna część arkusza powinna opaść swobodnie na odsłoniętą taśmę klejącą. Po usunięciu papieru zakład należy docisnąć na całej długości łączenia.



Rys. 19.5

## KROK 7: DOCISKANIE POŁĄCZEŃ

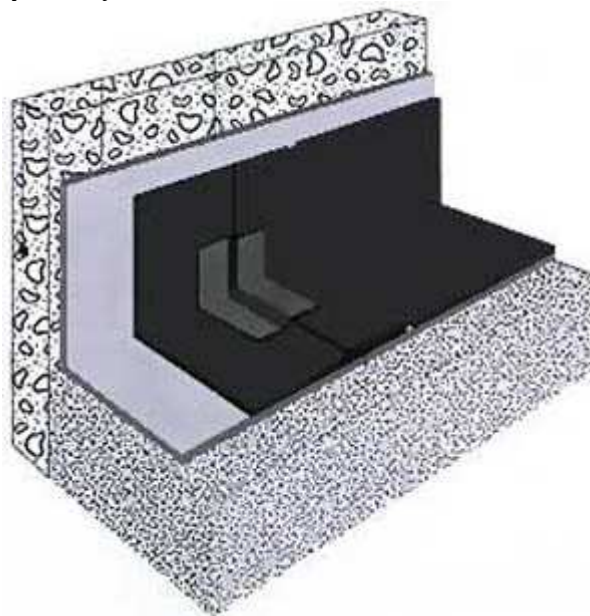
- Całą długość połączenia dociskamy za pomocą wałka silikonowego, najpierw prostopadle do połączenia, a następnie równoległe na całej jego długości.



Rys. 19.6

### ELEMENTY DODATKOWE:

- Gdy szew jest dłuższy niż długość taśmy, zakład sąsiednich taśm powinien wynosić minimum 25 mm. Na taki zakład наносimy uszczelniacz Lap Sealant na długości 100 mm.
- W miejscu przecięcia się dwóch połączeń na taśmę klejącą naklejamy łątkę z taśmy obróbkowej o wymiarach 23,0 x 23,0 cm.
- Łatkę z taśmy obróbkowej wklejamy w narożniku zmiany kąta nachylenia płaszczyzny o więcej niż 15° na sklejeniu dwóch arkuszy folii. Wymiar łatki to min. 15,0 x 15,0 cm.



Rys 20: Łatka w narożniku sklejenia na taśmę klejącą.

- Jeżeli warunki atmosferyczne są niesprzyjające (wilgotność, kondensacja pary wodnej na zagruntowanej powierzchni), to należy przerwać układanie taśmy klejącej.
- Należy unikać przesuwania folii w czasie (i w krótkim okresie po) układania taśmy klejącej Splice Tape.
- Niedopuszczalne jest układanie nadmiernej liczby arkuszy, należy ułożyć tylko tyle arkuszy, ile można skleić i zamocować w ciągu jednego dnia roboczego.

### NAROŻNIKI PRZY ŚCIANACH PIONOWYCH

W większości przypadków, nadmiar arkusza folii EPDM jest zaginany w narożniku. Jednak jeśli wysokości ścian przekraczają 50,0 cm to wymagane jest odcięcie nadmiaru folii EPDM co ułatwi pełne przyklejenie jej do ścian. W takiej sytuacji, narożnik powinien być uszczelniony za pomocą taśmy obróbkowej (patrz poniżej).



Rys. 21: OBRÓBKA NAROŻNIKÓW WEWNĘTRZNYCH

## **UTRZYMANIE I KONSERWACJA**

Zaleca się wykonywanie corocznej inspekcji folii, która może wykryć problemy wpływające na trwałość systemu. Inspekcja ograniczy koszty, które mógłby ponieść użytkownik w razie uszkodzenia hydroizolacji.

Zalecenia:

- wizualna inspekcja membrany, wszystkie sklejenia, połączenia i mocowania (przed napełnieniem zbiornika),
- monitorowanie poziomu wody,
- sprawdzenie wszystkich wywietrzników drenażu gazowego,
- unikanie przepełniania zbiornika,
- sprawdzanie składu chemicznego i temperatury cieczy wchodzącej w kontakt z folią,
- sprawdzenie elementów ochronnych folii, jeśli takowe występują.

## **BEZPIECZEŃSTWO**

Szczególną uwagę należy zwrócić na bezpieczeństwo ludzi przebywających na placu budowy, szczególnie jeśli zbiornik jest wykonywany blisko obszarów turystycznych.

Należy uwzględnić następujące środki ostrożności:

- drabiny lub liny,
- małe nachylenie skarp (<3:1),
- platformy pośrednie z ograniczoną głębokością zbiornika,
- ogrodzenie wokół zbiornika.