TECHNOLOGIA ROBÓT KOLEJOWYCH

4. Konserwacja i naprawy bieżące podtorza

1. Oczyszczanie torowiska, usuwanie roślinności
2. Umocnienie skarp i rowów
3. Drenaż torowiska i skarp
4. Zabudowa warstwy ochronnej na torowisku

dr inż. Jarosław Zwolski

Literatura

1. Esveld C., Modern railway track, MRT Productions, 2001
2. Grulkowski S., Kędra Z., Koc W.: Drogi szynowe, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, 2013.
3. „Warunki techniczne utrzymania podtorza kolejowego Id - 3” (D-4). Dyrekcja Generalna PKP. Załącznik do Zarządzenia nr 76 Zarządu PKP z 4 listopada 1996 r. (Biul. PKP nr 25 z 1996 r., poz. 75), ze zmianami wprowadzonymi zarządzeniem nr 122 Zarządu PKP z 29 sierpnia 2000 r. oraz w 2003 r. i 2004 r. przez Biuro Dróg Kolejowych PLK.
4. Wytyczne projektowania wzmocnień torowisk wykonywanych maszyną AHM 800R PL. Praca CNTK, temat nr 4108/11, Warszawa 2005
5. Kiszka P.: Kompleksowe badania stanu technicznego podtorza i podłoża kolejowego. wykorzystanie profilowania georadarowego w korelacji z klasycznymi badaniami geotechnicznymi. Międzynarodowa konferencja naukowo-techniczna „Problemy modernizacji i naprawy podtorza kolejowego”, Żmigród, 2008
6. www.geo-radar.pl
7. www.geospectrum.pl
8. http://railwaysubstructure.org/
9. Edel R.; Odwodnienie dróg kolejowych w Niemczech. Forum Odwodnienie 2014
10. Materiały firm: Dolkom, Keller, Menard, Maccaferri, Soley, Soletanche, Geobud
11. Bogdaniuk B., Towpik K., Budowa, modernizacja i naprawy dróg kolejowych, Warszawa, 2010



Konserwacja podtorza

Konserwacja podtorza – usuwanie niewielkich odkształceń i uszkodzeń oraz częściowej wymianie zużytych lub uszkodzonych części elementów podtorza

1. Dla torowiska:
   - Usuwanie zastoisk wody
   - Niszczenie roślinności trwałej na ławach
2. Dla skarp i ław nasypów i przypór:
   - Usuwanie zastoisk wody
   - Usuwanie zanieczyszczeń urządzeń odwadniających
   - Wykonywanie innych prac konserwacyjnych
3. Dla odwodnień wgłębnych:
   - Uzupełnianie brakujących pokryw studziennych, zastawek itp.
   - Wykonywanie innych prac o charakterze konserwacyjnym i zapobiegawczym,
4. Dla budowli wzmacniających i ochronnych:
   - Spoinowanie wykruszonych połączeń kamiennych i ceglanych murów oporowych, podporowych, okładzin, opasek brzegowych
   - Zabezpieczanie miejsc przesiąkania wody i podmyć,
   - Częściowa wymiana zbutwiałych lub uszkodzonych części konstrukcji drewnianych.

Źródło: [3]

Naprawy bieżące

Naprawa bieżąca oprócz robót konserwacyjnych obejmuje:

1. Dla torowiska:
   - Ścinanie i wyrównywanie ław z wyprofilowaniem spadku,
   - Usuwanie spękań (tamponaż szczelin).
2. Dla skarp i ław nasypów i przekopów:
   - Usuwanie następstw rozmyć, zalań, rozwiań itp.
   - Usuwanie zanieczyszczeń,
   - Naprawa i uzupełnianie odarniowania, bruku itp.
3. Dla odprowadzenia wód powierzchniowych:
   - Udrożenienie rowów i przepustów, naprawa i uzupełnianie wzmocnień dna i skarp w urządzeniach odwadniających wodę (rowy, kanały),
   - Przygotowanie podtorza i innych budowli znajdujących się w jego obrębie do przejęcia wód wiosennych i powodziowych,
   - Wykonywanie innych prac zabezpieczających i naprawczych.
4. Dla odwodnień wgłębnych:
   - Oczyszczanie, spulchnianie lub wymiana gruntu nad drenami,
   - Wykonywanie innych prac zabezpieczających i naprawczych.
5. Dla budowli wzmacniających i ochronnych:
   - Uzupełnianie oblicowania ścian (pojedynczych kamieni, płyt, cegieł)
   - Wypełnianie pęknięć w ścianach.

Źródło: [3]

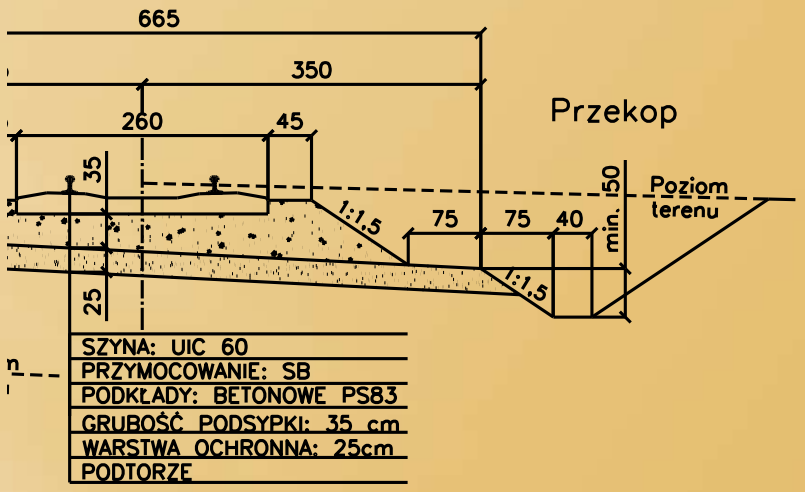
Metody napraw

Najczęściej stosowane metody usuwania uszkodzeń:

1. Wykonanie dodatkowego drenażu:
    - sączki poprzeczne między podkładami,
    - drenaż skarpowy,
    - drenaż przyporowy,
    - drenaż głęboki,
    - zarurowanie rowu.
2. Wykonanie dodatkowego elementu skarpy:
    - wykonanie warstwy ochronnej,
    - poszerzenie ławy torowiska,
    - zmniejszenie pochylenia skarpy,
    - wykonanie zabezpieczenia powierzchniowego,
    - wykonanie przypory, konstrukcji oporowej.

Oczyszczenie i reprofilacja rowu nieumocnionego







Wyprofilowanie rowu bocznego do kształtu przewidzianego przekrojem normalnym można wykonać koparką dwudrogową z odpowiednim wyposażeniem.

Oczyszczenie i ścięcie ławy torowiska



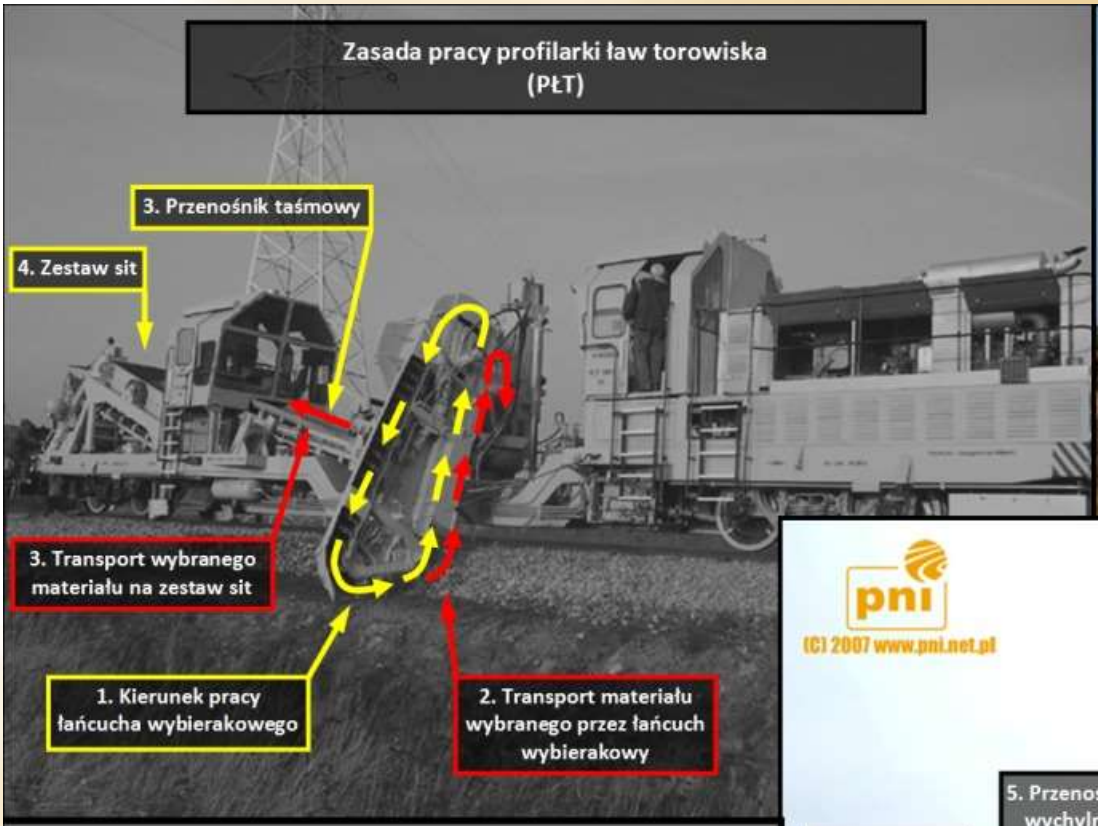
Oprofilowanie ławy torowiska można wykonać koparką dwudrogową
z odpowiednim wyposażeniem.

Oczyszczenie i ścięcie ławy torowiska



Profilarka ław torowiska umożliwia:
- ścinanie ław torowiska
- wybieranie i oczyszczanie tłucznia zalegającego na ławie torowiska
- wybieranie i oczyszczanie tłucznia z pryzmy tłuczniowej od czół podkładów
- wybieranie i usuwanie usypów zalegających na ławach torowiska

Prędkość pracy maszyny dochodzi do 350 m/h, szerokość ścinania ławy 0.6 – 1.0 m, głębokość do 0.6 m.







Zdjęcia pochodzą ze stron internetowych:

Przedsiębiorstwa Robót Torowych
„TORREMS" Spółka z o.o.

www.torrems.pl

oraz

Przedsiębiorstwa Napraw Infrastruktury Sp. z o.o.

www.pni.net.pl

Usuwanie roślinności ze skarp

Usuwanie roślinności powinno być przeprowadzone aby zapobiegać zanieczyszczaniu podsypki humusem i utrzymywaniu w niej wilgoci, co wpływa niekorzystnie na nawierzchnię (korozja elementów stalowych, biodegradacja podkładów drewnianych).







Oprysk przeciwko wegetacji



Źródło: Metodyka badania stanu technicznego opryskiwaczy montowanych na pojazdach kolejowych, Artur Godyń





- opryskuje się dawką herbicydu 100-800 l/km (szer. oprysku > 5 m)
- regulacja dawki do prędkości - ciśnieniem cieczy
- prędkość robocza na torach szlakowych: 30-40 km/h
- szerokość belki ma nie przekraczać skrajni toru (< 4,40 m)

Usuwanie roślinności ze skarp, karczowanie drzew



Usuwanie drzew i krzaków powinno być przeprowadzone w strefie 15 m od osi toru ze względów bezpieczeństwa. Pozbawienie skarp naturalnego systemu umocnienia i osuszania może jednak doprowadzić do erozji skarpy. Powierzchnia skarpy po karczowaniu powinna zostać wygładzona, żeby w zagłębieniach nie stała woda. Karpinę czasem jednak warto zostawić na skarpach, aby do czasu zarośnięcia trawą trzymała grunt systemem korzeniowym.

Umocnienie skarpy przez obsianie mieszanką traw

Humusowanie składa się z następujących czynności:

1. Dogęszczenie powierzchni skarpy,
2. Rowkowanie. Rowki powinny być poziome lub pod kątem 30 - 40° o głębokości od 3 do 5 cm. Odstępy między rowkami powinny wynosić od 0,5 do 1,0 m.
3. Naniesienie warstwy humusu (około 10-15 cm) na powierzchnię skarpy, zabronowanie (grabienie) oraz dogęszczenie (moletowanie)
4. Wysianie mieszanki traw w ilości 6 kg/1000 m^2 skarpy,
5. Pielęgnacja (nawadnianie, nawożenie, koszenie)

Moletowanie – proces umożliwiający dogęszczenie ziemi urodzajnej i wytworzenie bruzd, wykonywany np. za pomocą walca o odpowiednio ukształtowanej powierzchni np. ryflowanego lub obciągniętego siatką

Mulczowanie – naniesienie na powierzchnię gruntu ściółki (np. sieczki, strużyn, trocin, torfu) z lepiszczem w celu tymczasowej ochrony przed wysychaniem i erozją.

Nasiona, a potem siewki, powinny mieć zapewnioną odpowiednią temperaturę otoczenia, dostęp światła i dostatek wody. Średnia temperatura otoczenia w okresie wschodów nie powinna być niższa niż 5°C. Temperatura gleby w okresie kiełkowania powinna wynosić 16 do 28 °C. Najbardziej sprzyjający termin siewu przypada wiosną (maj) i późnym latem (sierpień oraz pierwsza połowa września).

Zabudowa umocnienia skarpy (obsianie mieszanką traw, hydroobsiew)

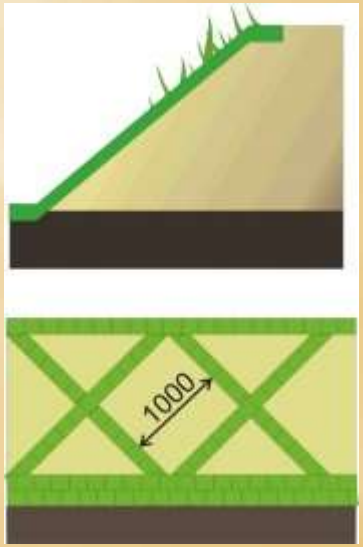
Hydroobsiew - nowoczesna technologia polegająca na natryskowym nakładaniu warstwy mieszaniny nasion traw wraz ze wszystkimi niezbędnymi do skiełkowania i początkowego wzrostu składnikami, czyli wodą, hydrożelem, nawozem, mulczem celulozowym oraz substancjami zabezpieczającymi glebę przed erozją.



Zabudowa umocnienia skarpy (darniowanie)



1. Powierzchnię skarpy należy zagęścić, wyrównać i zagrabić
2. Pasy darni należy równo przyciąć i układać wzdłuż wyznaczonych linii co 1 m
3. Darń należy docisnąć do podłoża – dobry kontakt korzeni z ziemią
4. Regularnie zraszać darń
5. Pierwsze koszenie najszybciej po 10 dniach





Zabudowa umocnienia skarpy biowłókniną





http://www.geokrata-geokrata.pl





Biowłóknina – mata z włókna bawełnianego lub bawełnopodobnego, wykonana techniką włókninową z równomiernie rozmieszczonymi w czasie produkcji nasionami traw i roślin motylkowatych, służąca do umacniania i zadarniania powierzchni

Zabudowa umocnienia skarpy biowłókniną





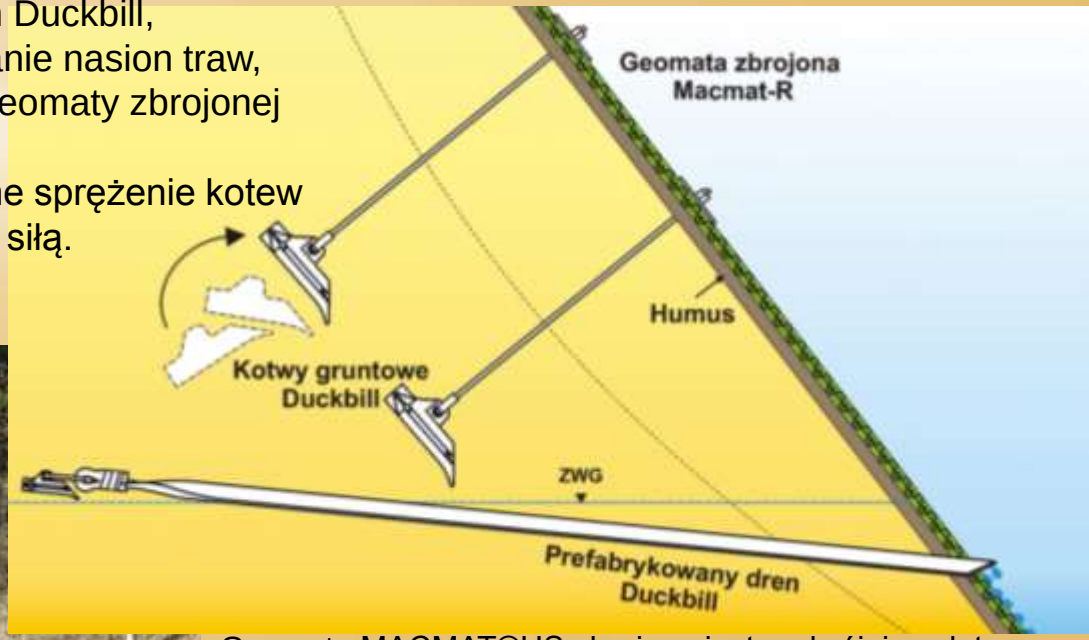


Po dokładnym zakotwieniu wszystkich sekcji GEOKRATY z biowłókniną BIOKONCEPT należy wypełnić jej komórki humusem a następnie obficie zrosić wodą. Humus winno się nakładać z minimalnym naddatkiem powyżej górnej krawędzi GEOKRATY

Zabudowa umocnienia skarpy geomatą zbrojoną

Standardowa naprawa skarpy prowadzona jest według następującej procedury:

- profilowanie powierzchni skarp,
- udarowe wbijanie kotew Maccaferri Duckbill za pomocą młota hydraulicznego (ręcznego lub na ramieniu maszyny),
- wstępne sprężenie kotew do projektowanej nośności (powodujące obrót stopy kotwiącej w gruncie),
- udarowe wbijanie drenów prefabrykowanych Duckbill,
- rozłożenie 5–10 cm warstwy humusu i wysianie nasion traw,
- rozłożenie na zabezpieczanej powierzchni geomaty zbrojonej MACMAT®HS,
- montaż podkładek dociskających i ostateczne sprężenie kotew poprzez dokręcenie nakrętek z odpowiednią siłą.

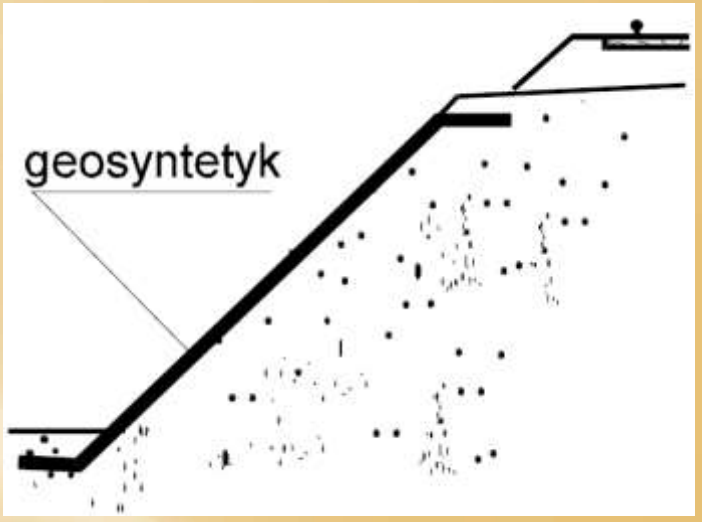




Geomata MACMAT®HS zbrojona jest podwójnie splataną siatką stalową o wytrzymałości do 160 kN/m. Kotwy Duckbill składają się ze stopy kotwiącej, pręta nośnego, specjalnej stalowej podkładki dostosowanej do geomaty i nakrętki. Nośność pojedynczej kotwy wynosi do kilku ton (~60 kN). Dreny prefabrykowane Duckbill wykonane są z geokompozytu drenażowego o odpowiednich parametrach mechaniczno-hydraulicznych i stopy Duckbill (instalowane są przy użyciu tego samego sprzętu co kotwy).

Zabudowa umocnienia skarpy z zastosowaniem geokraty



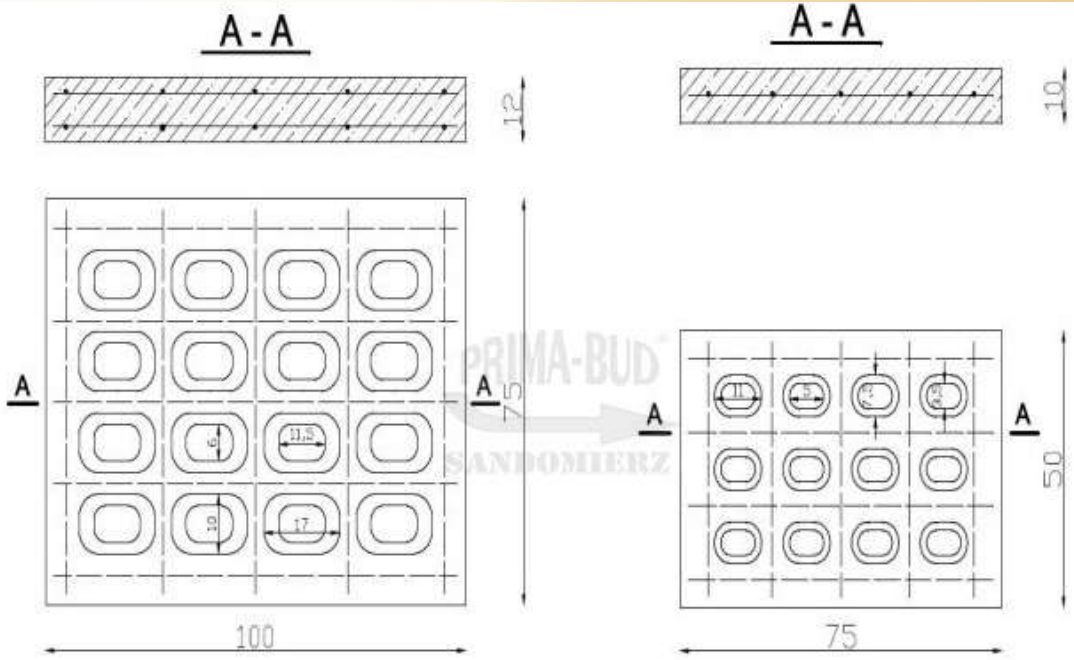




1. Geokrata musi zostać zakotwiona na górnej krawędzi skarpy, a na całej powierzchni rozpostarta na skarpie i zastabilizowna szpilkami stalowymi.
2. Wypełnieniem geokraty może być kamień łamany lub ziemia urodzajna + obsiew trawą.

Zabudowa umocnienia skarpy z zastosowaniem elementów prefabrykowanych

Płyta ażurowa YOMB (JOMB)



Rys. Płyta JOMB 100x75x12
podwójnie zbrojona

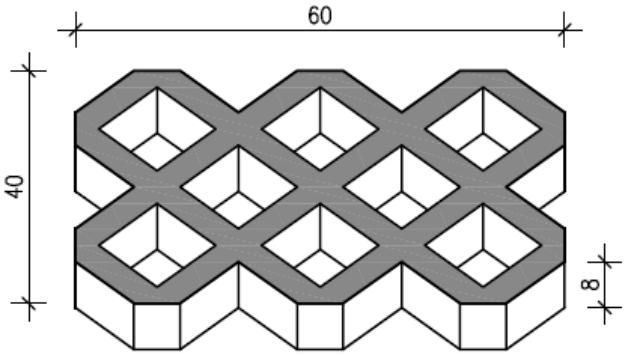
Rys. Płyta JOMB 75x50x10
pojedynczo zbrojona



Płyta ażurowa MEBA



płyta ażurowa skarpowa
60x40x8 cm



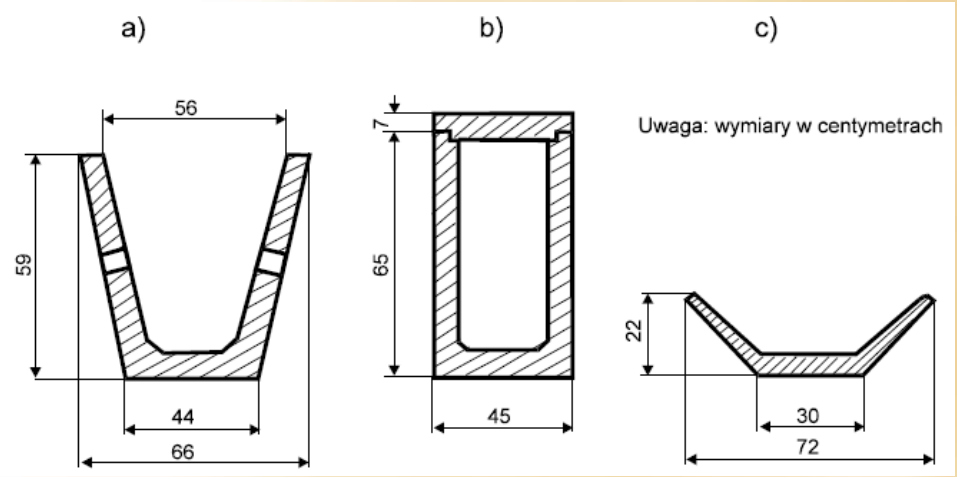
Zabudowa umocnienia skarpy z zastosowaniem elementów prefabrykowanych

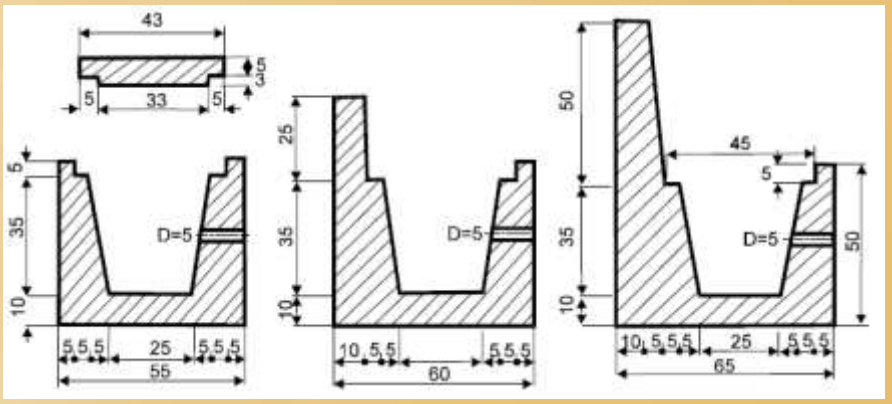


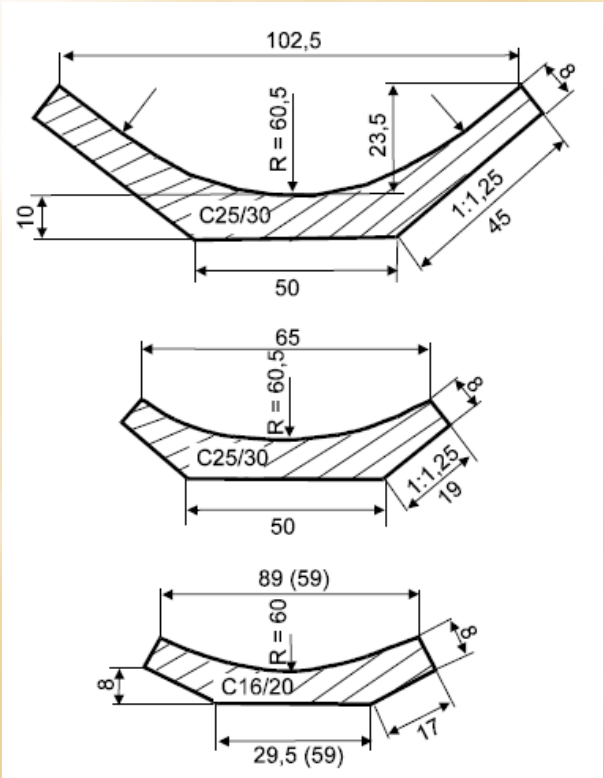
1. Podłoże, na którym układane będą elementy prefabrykowane, powinno być zagęszczone do wskaźnika Is ≥ 1,0.
2. Rozłożyć podsypkę cementowo-piaskową 1:4. Grubość podsypki powinna wynosić po zagęszczeniu 3-5 cm.
3. Elementy betonowe układa się około 1,5 cm wyżej od projektowanego poziomu, ponieważ po procesie ubijania podsypka zagęszcza się.
4. Po ułożeniu prefabrykaty należy ubić za pomocą zagęszczarki wibracyjnej (płytowej) z osłoną z tworzywa sztucznego. Wymienić elementy pęknięte.
5. Szerokość spoin pomiędzy elementami betonowymi powinna wynosić 3-5 mm. Po ułożeniu elementów betonowych, spoiny należy wypełnić zaprawą cementowo-piaskową (30 MPa).
6. Powierzchnię umocnienia polać wodą i utrzymać w wilgotności przez 1 dobę.
7. Humus wymieszać z nasionami traw 130 kg/m^3 humusu i wypełnić otwory płyty.



Zabudowa rowu korytkami









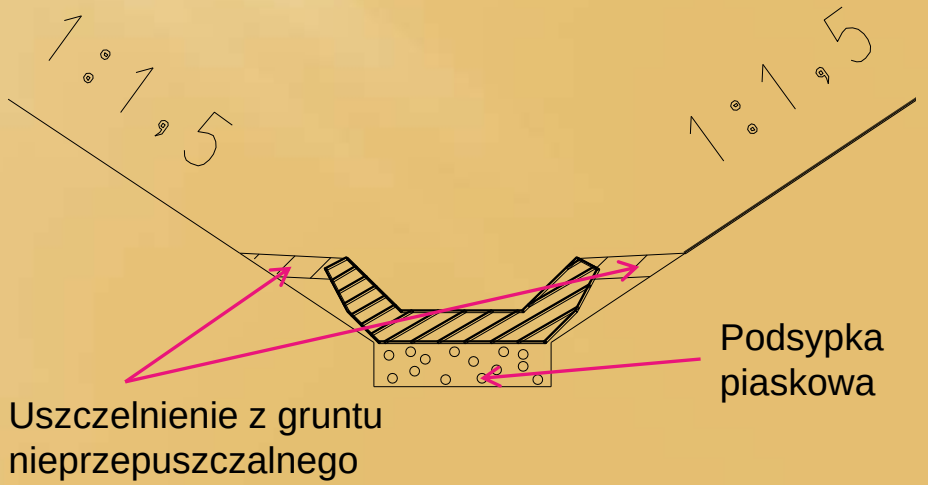
Korytka powinny uniemożliwić uwięźnięcie małych zwierząt

Zabudowa rowu korytkami



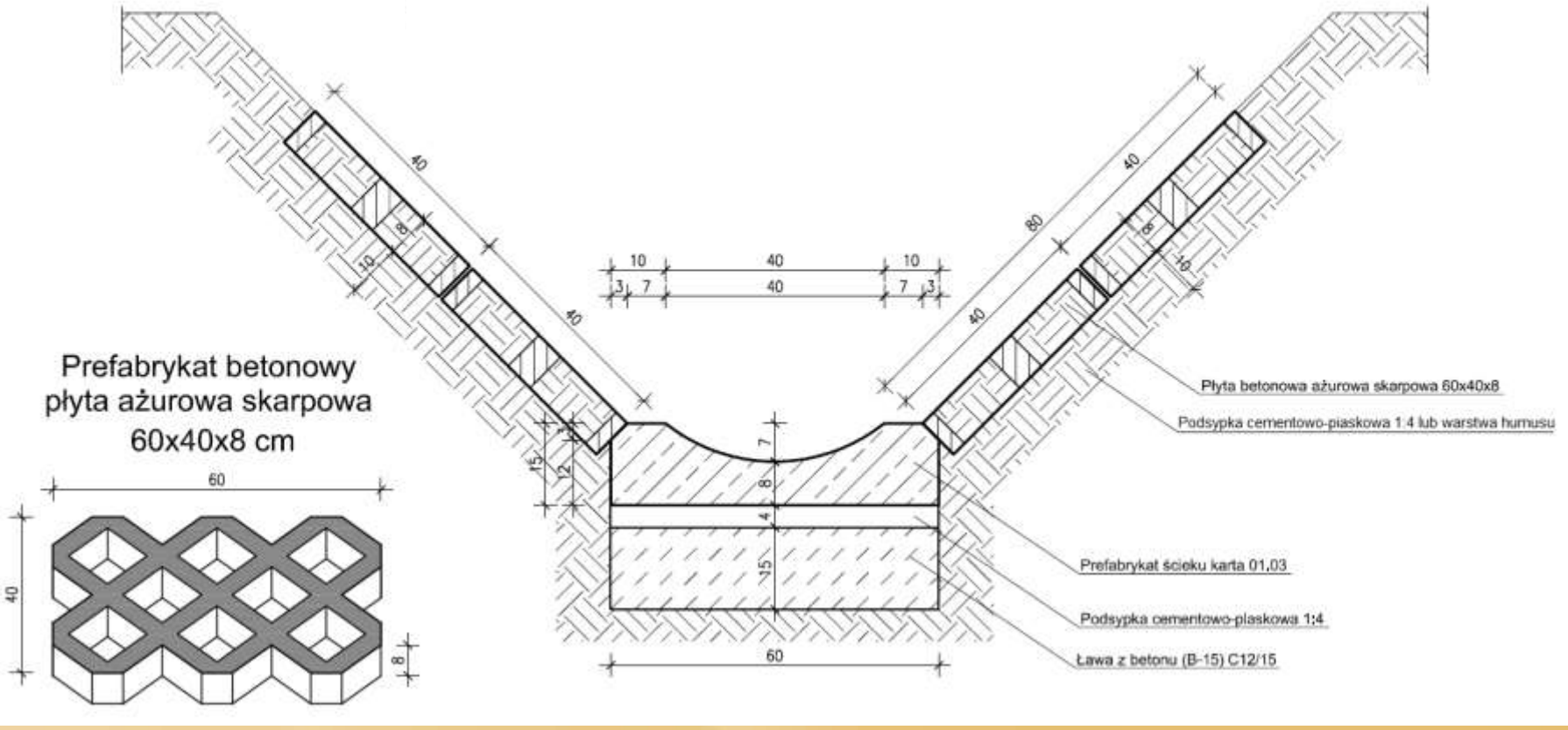






Zabudowa rowu korytkami i skarp elementami prefabrykowanymi typu ażurowego (MEBA, YOMB)

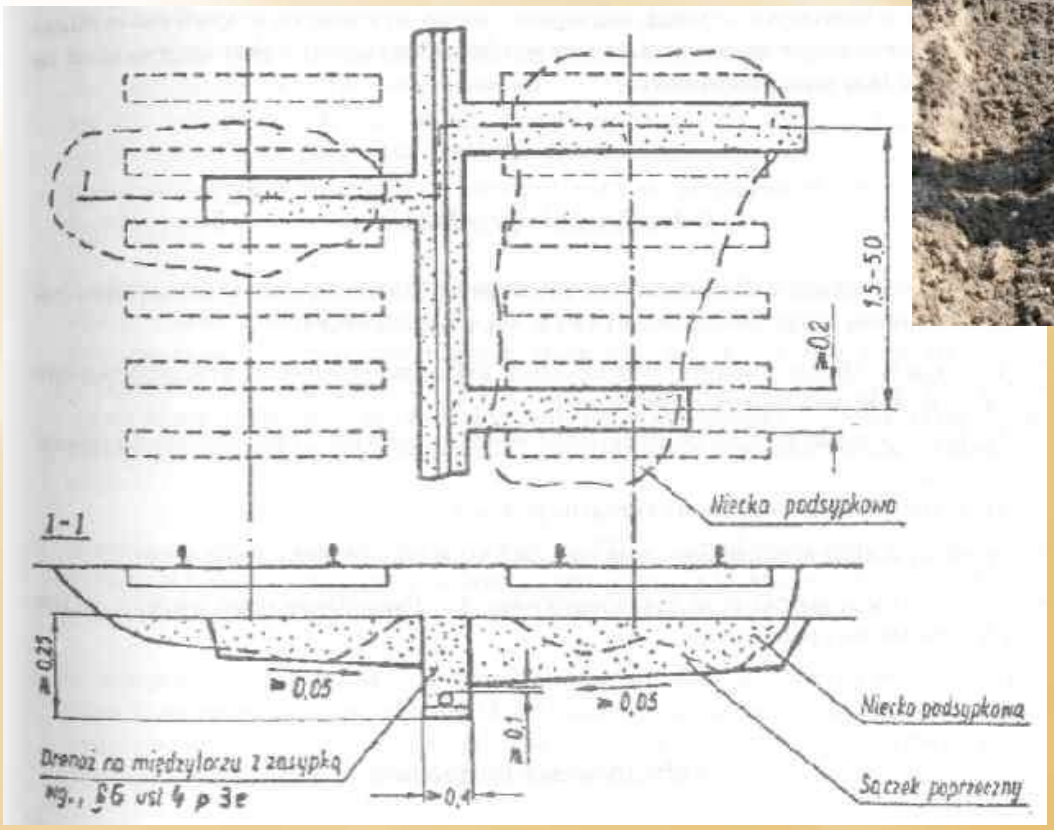




Wcinka (drenaż poprzeczny) między podkładami



Źródło: [3]

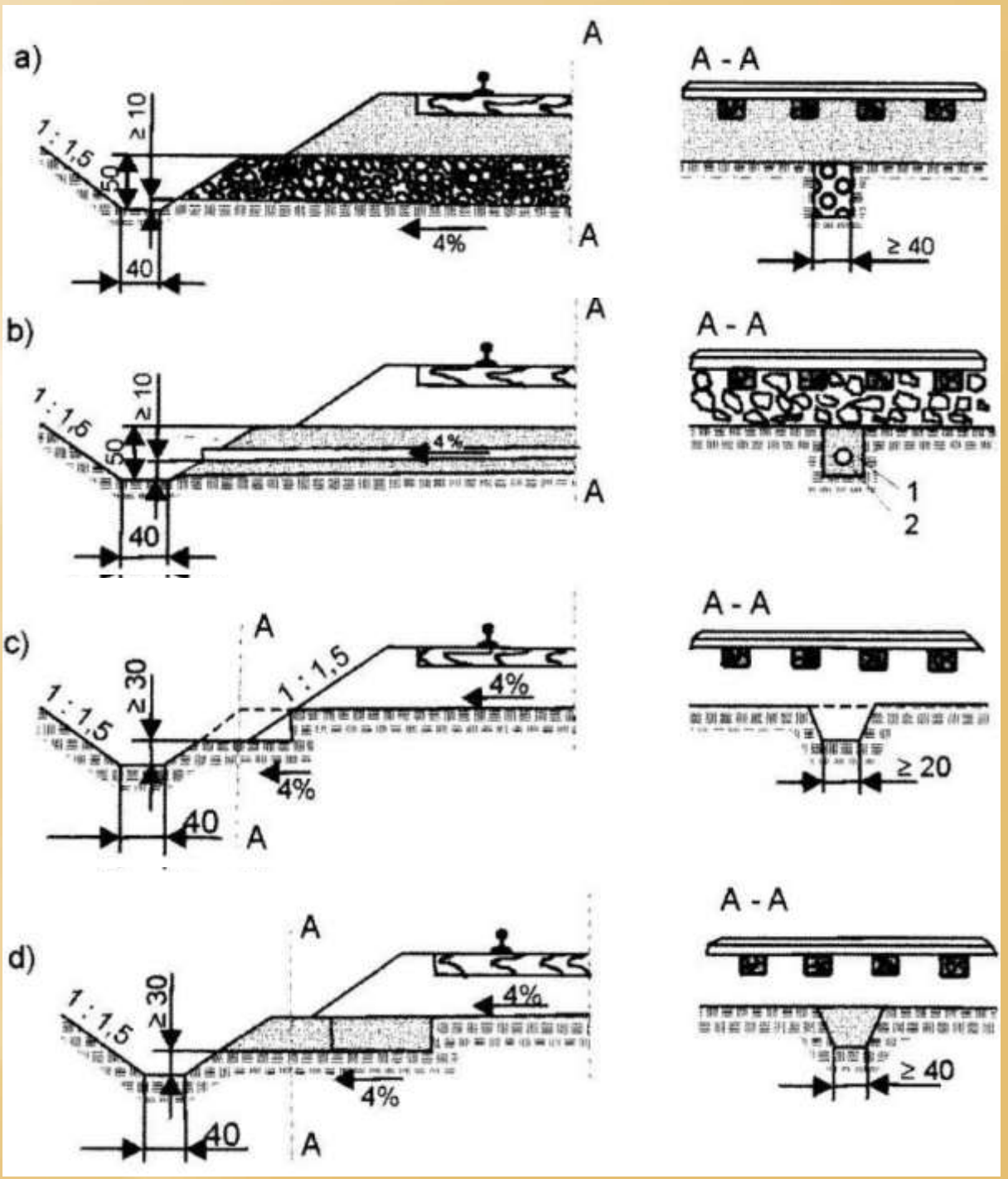




Drenaż powierzchniowy torowiska

Odwodnienie podtorza drenażem powierzchniowym:

a) poprzeczny drenaż bezrurowy,
b) poprzeczny drenaż rurowy z zasypką filtracyjną (1-dren ϕ 100, 2-zasypką),
c) wcinka co 5 m,
d) sączek co 5 m

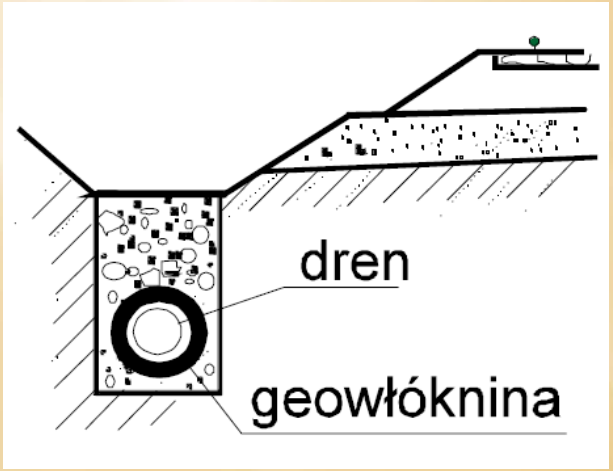


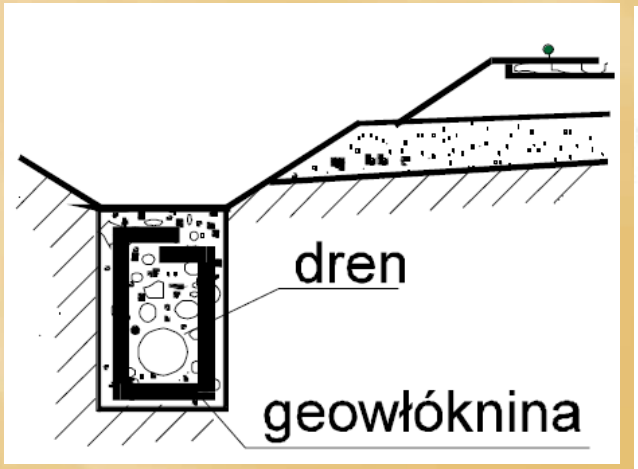
Źródło: [11]

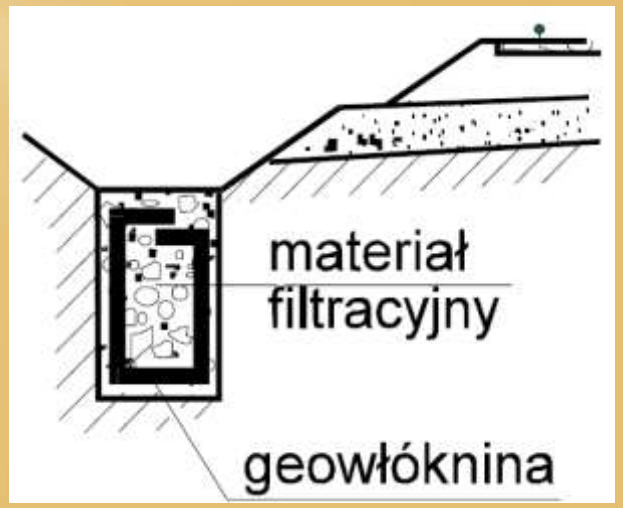
Zarurowanie rowu, zamiana rowu na drenaż podziemny



drenaż kamienny
(tzw. francuski)



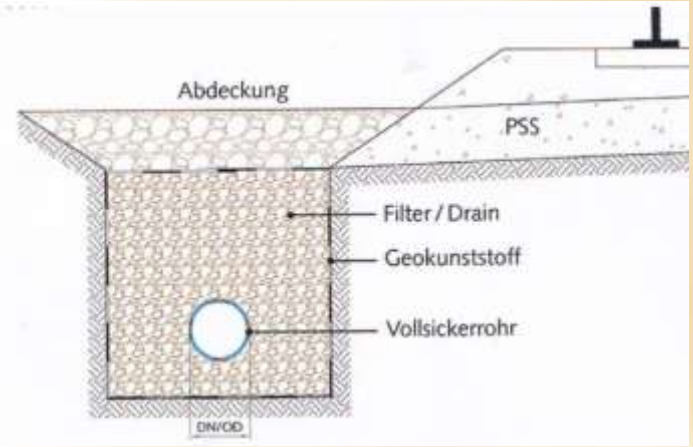




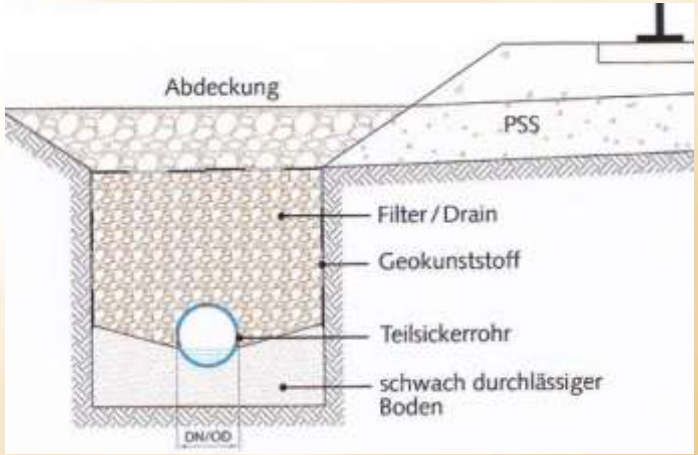
drenaż rurowy

Źródło: [3]

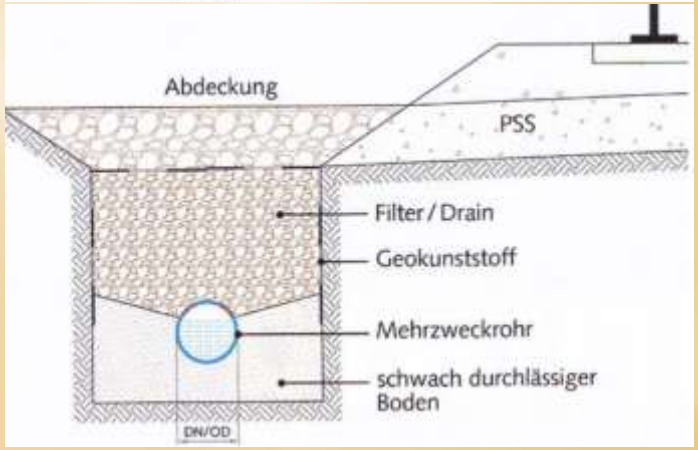
Zarurowanie rowu, zamiana rowu na drenaż podziemny



Drenaż pełny



Drenaż częściowo chłonny



Drenaż częściowy wielofunkcyjny

Źródło: [9]

Zarurowanie rowu, zamiana rowu na drenaż podziemny






Kolejność robót:

1) wykonanie wykopu wąskoprzestrzennego,
2) wyścielenie dna i ścian geowłókniną drenującą z naddatkiem na zawinięcie,
3) instalacja studni rewizyjnych i zbiorczych,
4) wykonanie podsypki piaskowej pod drenami i instalacja drenów i drenokolektorów

Zarurowanie rowu, zamiana rowu na drenaż podziemny







Kolejność robót:

5) tam gdzie drenaż jest zaprojektowany głęboko należy zastosować zabezpieczenie ścian wykopu,
6) zasypanie drenu kruszywem lub materiałem przepuszczalnym,
7) zawinięcie geowłókniny i ułożenie podsypki pod korytka.

Zarurowanie rowu, zamiana rowu na drenaż podziemny

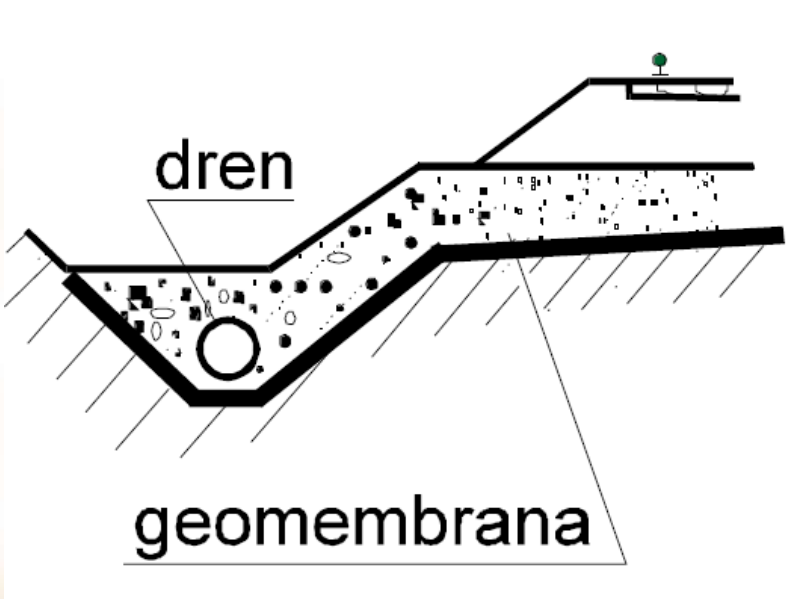






8) wykończenie studni, wykonanie wylotów do rowu otwartego,
9) ułożenie rowu z korytek na podsypce z uszczelnieniem krawędzi materiałem nieprzepuszczalnym,
10) detal wylotu korytek do studni rewizyjnej drenażu

Wykonanie szczelnego pokrycia torowiska



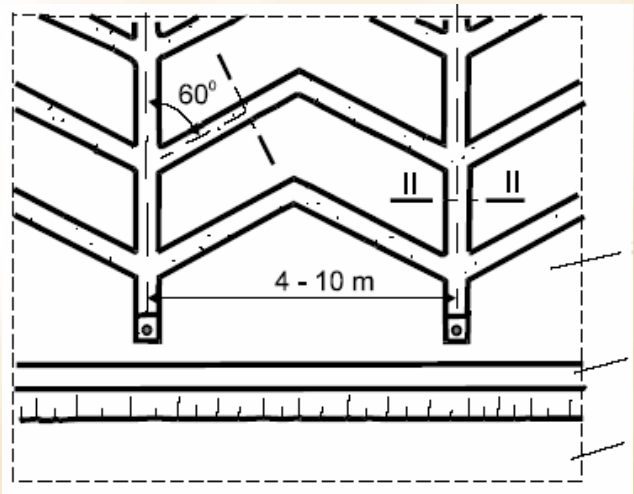


Podłoże, na którym ma być ułożona geomembrana, powinno być pozbawione ostrych elementów, odwodnione, uformowane i wyrównane. W przypadku, gdy nie można wyeliminować elementów, które mogą mechanicznie uszkodzić geomembranę, wykłada się pod geomembraną geowłókninę, stanowi ona warstwę ochronną.
Podczas montażu należy zwrócić szczególną uwagę na panujące warunki atmosferyczne:

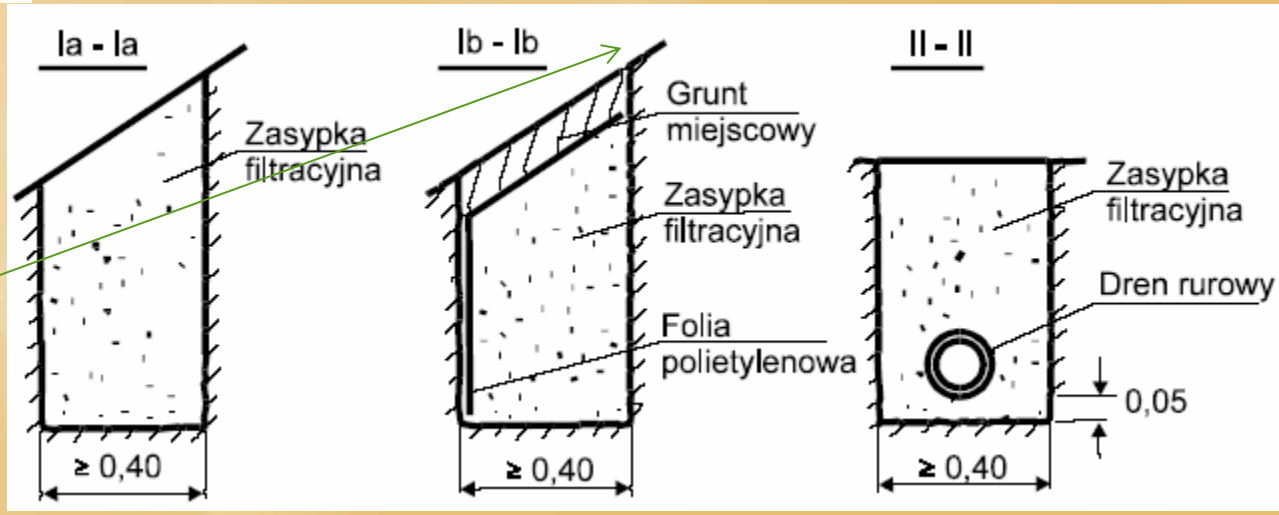
- Temperatura - zaleca się wykonywanie uszczelnień z geomembrany przy temperaturze powietrza od +5 do +30 stopni. Temperatura geomembrany w miejscach łączenia nie może być niższa niż +5 stopni.
- Wiatr - silny wiatr ma niekorzystny wpływ na układanie poszczególnych płatów geomembrany, wyrównywanie zakładek przy wykonywaniu spoin oraz na czystość łączonych powierzchni.
- Deszcz - zawilgocenie łączonych powierzchni stykowych wyraźnie wpływa na obniżenie jakości wykonywanych spoin, dlatego nie należy prowadzić prac montażowych podczas opadów deszczu lub mgły.

Wykonanie płytkiego drenażu skarpowego

Ten rodzaj drenażu jest stosowany równomiernie na całej zagrożonej powierzchni w przypadku erozji skarp i występowania płytkich wyłuszczeń gruntu wskutek spływu wód opadowych i nieznacznych wypływów wód gruntowych oraz przemarzania gruntów.



W przypadku stromych skarp



Wykonanie płytkiego drenażu skarpowego

1.



1. Wykonanie wykopów wzdłuż skarpy oraz wykopu wzdłuż osi toru, u podstawy skarpy.
2. Zasypka drenów materiałem przepuszczalnym.
3. Gotowy drenaż kamienny (francuski).

2.



3.



Wykonanie płytkiego drenażu skarpowego

1.



2.



1. Wybranie gruntu z koluwium.
2. Wykonanie wykopów wzdłuż skarpy i instalacja drenów w otulinie.
3. Zasypka drenów materiałem przepuszczalnym.
4. Gotowy drenaż

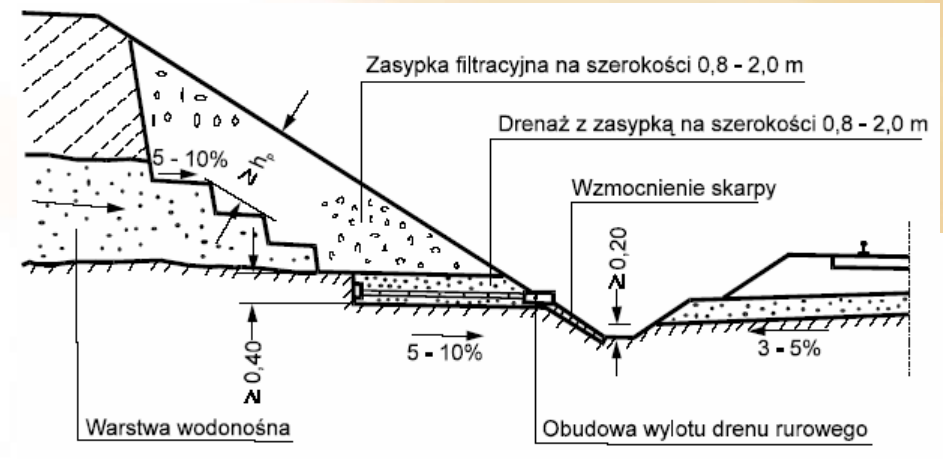
3.

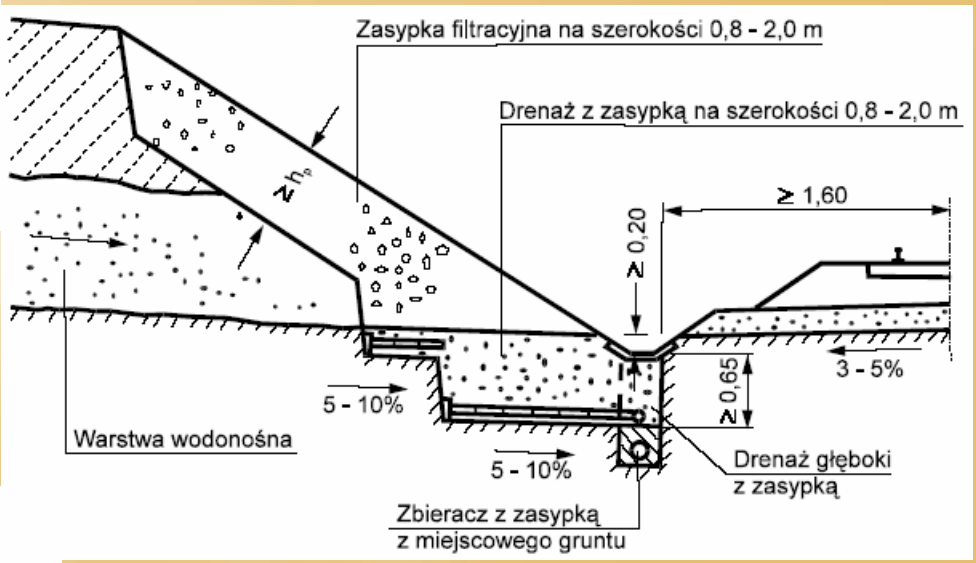


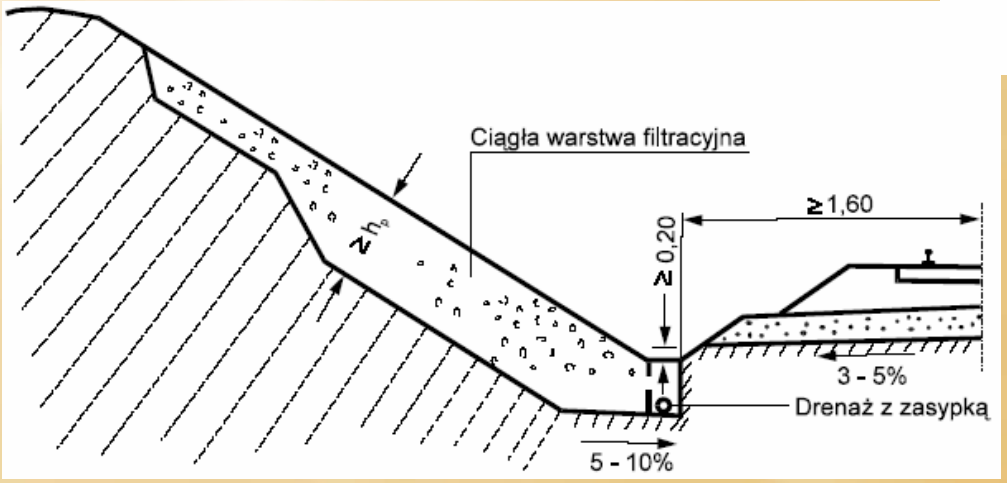
4.



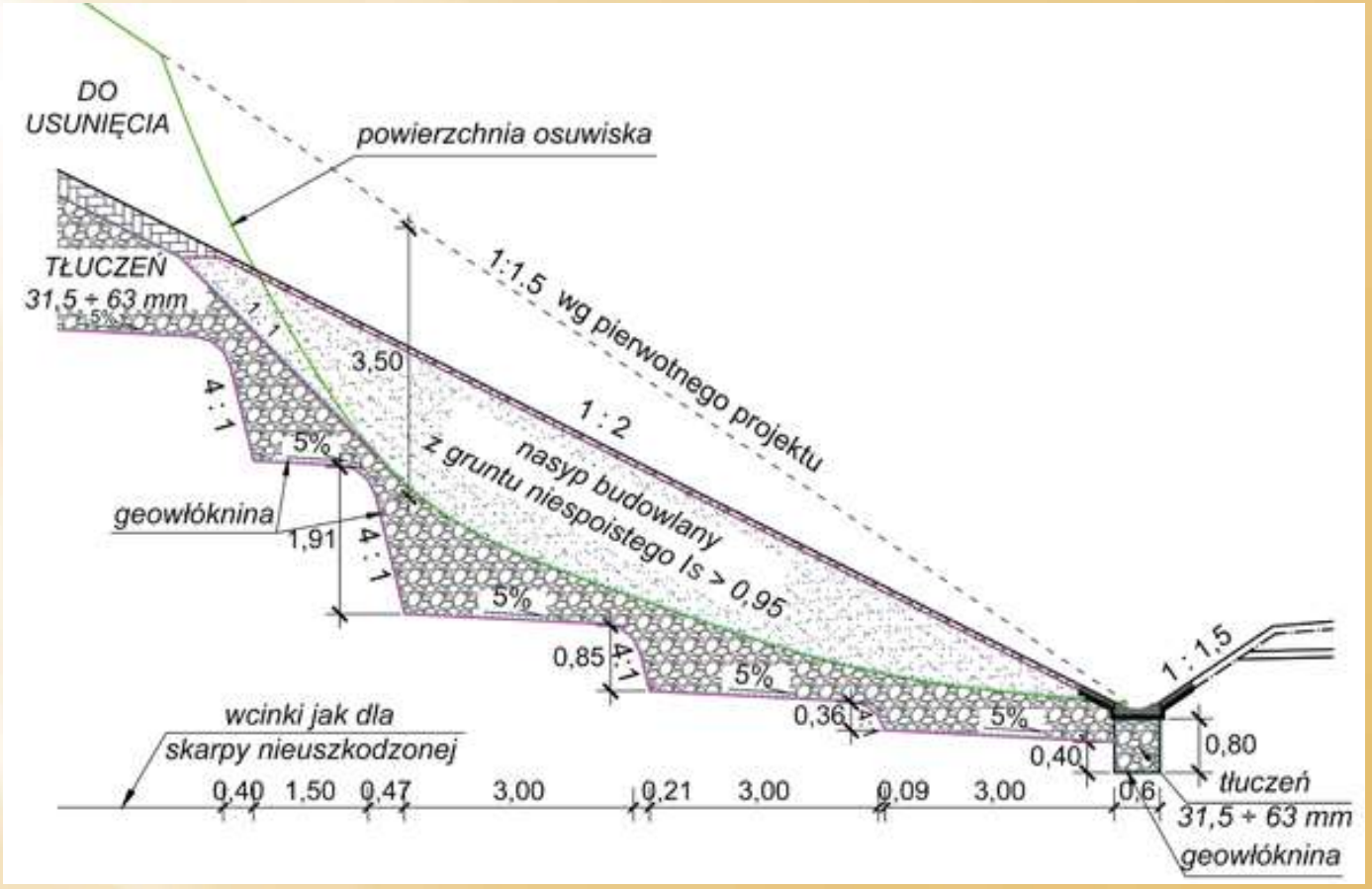
Wykonanie głębokiego drenażu skarpowego (przypory)







Wykonanie głębokiego drenażu skarpowego (przypory)



1. Wybranie gruntu z koluwium i zmniejszenie nachylenia skarpy.
2. Wykonanie drenażu u podstawy skarpy.
3. Wykonanie schodkowania skarpy i instalacja geowłókniny separacyjnej.
4. Wykonanie przypory – zasypka kamieniem łamanym (tu tłuczeń 31.5-63 mm).
5. Zabudowa korytek u podstawy skarpy.
6. Zasypka drenu materiałem przepuszczalnym do pochylenia 1:2.
7. Wykonanie zabezpieczenia powierzchniowego: geowłóknina z obsiewem trawą.

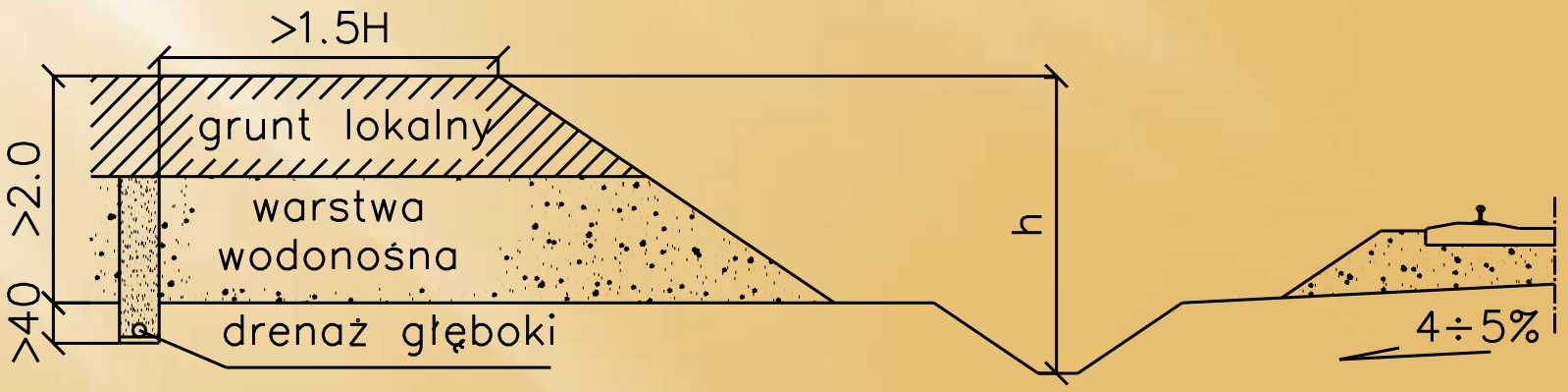
Wykonanie drenażu skarpowego z rygolami



Wykonanie głębokiego drenażu podziemnego

Ten rodzaj drenażu można zastosować w przypadku niekorzystnego wpływu wód gruntowych na funkcjonowanie podtorza kiedy wody te nie mogą być usunięte za pomocą odwodnienia powierzchniowego.

1. Gdy warstwy wodonośne są nachylone w stronę przekopu i zalegają nie głębiej niż 2 m poniżej terenu.
2. Gdy warstwy wodonośne prowadzą wodę pod nasyp.
3. Przy osuszaniu górnych warstw podtorza w celu zapobieżenia wysadzinom (drenaż umieszcza się wtedy pod rowem lub rów zastępuje się drenażem).
4. Przy osuszaniu terenów osuwiskowych.
5. Przy osuszaniu podłoży budynków i budowli inżynierskich.



Wykonanie drenażu przejazdu kolejowego



