Załącznik do uchwały Nr 1085/2025 Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. z dnia 16 grudnia 2025 r.

PKP POLSKIE LINIE KOLEJOWE S.A.

Warunki techniczne utrzymania podtorza kolejowego Id-3

Tekst jednolity uwzględniający zmiany wprowadzone:

1) uchwałą Nr 1091/2023 Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. z dnia 5 grudnia 2023 r.;
2) uchwałą Nr 1085/2025 Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. z dnia 16 grudnia 2025 r.

Warunki będą obowiązywały zgodnie z postanowieniami uchwały Nr 1085/2025 Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. z dnia 16 grudnia 2025 r.

Właściciel: PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.

Autor: PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Centrala
Biuro Dróg Kolejowych
ul. Targowa 74, 03-734 Warszawa
tel. (22) 473 20 40
www.plk-sa.pl, e-mail: ilk@plk-sa.pl

Wydawca: PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Centrala
Biuro Standaryzacji
ul. Targowa 74, 03-734 Warszawa
tel. (22) 473 26 14
www.plk-sa.pl, e-mail: ist@plk-sa.pl

Wszelkie prawa zastrzeżone
Modyfikacja, wprowadzanie do obrotu, publikacja, kopiowanie i dystrybucja
w celach komercyjnych, całości lub części warunków,
bez uprzedniej zgody PKP Polskie Linie Kolejowe S.A – są zabronione

Spis Treści

POSTANOWIENIA WPROWADZAJĄCE 6
Rozdział 1. Określenia 7
§ 1. Określenia dotyczące podtorza 7
§ 2. Określenia dotyczące gruntów, badań i projektowania 10
§ 3. Określenia dotyczące utrzymania podtorza 14
Rozdział 2 15
§ 4. Podtorze i jego elementy 15
Rozdział 3. Wymagania techniczne dla podtorza 18
§ 5. Wymagania ogólne 18
§ 6. Kształt i wymiary podtorza 18
§ 7. Wytrzymałość, trwałość i jednorodność podtorza 22
§ 8. Materiały do budowy i naprawy podtorza 23
§ 9. Wymagania dotyczące górnej części podtorza 25
§ 10. Wymagania dotyczące pokryć ochronnych torowisk 27
§ 11. Wymagania dotyczące odwodnienia podtorza 31
§ 12. Wymagania dotyczące robót ziemnych 32
§ 13. Wymagania dotyczące ochrony środowiska 34
Rozdział 4. Wymagania techniczne dla odwodnień 35
§ 14. Wymagania ogólne 35
§ 15. Odwadnianie podtorza na szlakach i stacjach 39
§ 16. Zasady stosowania urządzeń odwadniających 41
Rozdział 5. Podtorze na odcinkach szczególnych 44
§ 17. Podtorze na gruntach ściśliwych i słabonośnych 44
§ 18. Podtorze na gruntach pęczniejących 45
§ 19. Podtorze na odcinkach z naturalnymi pustkami w podłożu 45
§ 20. Podtorze na terenach szkód górniczych 46
§ 21. Podtorze na terenach zalewowych oraz przy ciekach i zbiornikach wodnych 46
§ 22. Podtorze po powodzi 47
§ 23. Podtorze przy obiektach inżynieryjnych 48
§ 24. Odwadnianie murów, ścian oporowych oraz umocnień głębokich rowów 48
§ 25. Odwadnianie skarp podtorza 49
§ 26. Odwadnianie torowisk linii eksploatowanych 52
§ 27. Podtorze w rejonach przejazdów 52
§ 28. Podtorze pod rozjazdami 53
§ 29. Odwadnianie hamulców torowych 53
§ 30. Podtorze w rejonach technicznej obsługi maszyn i sprzętu do utrzymania dróg kolejowych 54

§ 31. Podtorze w rejonach likwidowanych żurawi wodnych....54
§ 32. Odwadnianie urządzeń srk....54
§ 33. Odwadnianie tuneli, budynków i innych budowli punktowych....55
§ 34. Odwadnianie placów....55
Rozdział 6. Utrzymanie podtorza i jego naprawy....56
§ 35. Postanowienia ogólne....56
§ 36. Nadzór....56
§ 37. Przeglądy....57
§ 38. Konserwacja....63
§ 39. Remonty....63
§ 40. Modernizacja (przebudowa i rozbudowa)....64
§ 41. Planowanie remontów podtorza....65
§ 42. Dokumentacja eksploatacyjna i remontowa....67
§ 43. Organizacja i sposób wykonywania konserwacji i remontów....68
Rozdział 7. Modernizacja podtorza (przebudowa i rozbudowa)....69
§ 44. Postanowienia ogólne....69
§ 45. Rozpoznanie podtorza na odcinkach z wadami i zagrożeniami....70
§ 46. Rozpoznanie stanu podłoża podkładów....71
§ 47. Rozpoznanie stanu odwodnienia....75
§ 48. Dokumentacja z badań....75
§ 49. Projektowanie i wykonanie robót....76
§ 50. Kontrola jakości robót....78
Rozdział 8. Kontrola robót....81
§ 51. Postanowienia ogólne....81
§ 52. Kontrola warunków ochrony środowiska naturalnego....81
§ 53. Kontrola jakości materiałów i prefabrykatów....81
§ 54. Kontrola robót pomiarowych....83
§ 55. Kontrola prac przygotowawczych....84
§ 56. Kontrola wykonania przekopów, wykopów, ukopów, nasypów, odkładów....87
§ 57. Kontrola prawidłowości usytuowania, kształtu geometrycznego oraz dokładności wykończenia budowli ziemnych....92
§ 58. Kontrola wykonania warstw ochronnych torowiska....96
§ 59. Kontrola robót odwodnieniowych....99
Rozdział 9. Odbiory robót....111
§ 60. Postanowienia ogólne....111
§ 61. Rodzaje odbiorów....111
§ 62. Warunki odbioru....113
§ 63. Tryby przeprowadzania odbiorów....114

§ 64. Dokumentacja z odbiorów....118
Rozdział 10. Warunki bezpieczeństwa przy utrzymaniu podtorza....119
§ 65. Postanowienia ogólne....119
§ 66. Warunki bezpieczeństwa pracy....120
§ 67. Koordynacja prac....123
POSTANOWIENIA KOŃCOWE....123
Załącznik 1 Sprawdzanie różnoziarnistości, mrozoodporności i stabilności mechanicznej gruntów (N)....124
Załącznik 2 Oznaczanie modułu odkształcenia podtorza przy użyciu płyty statycznej (N)....127
Załącznik 3 Oznaczanie wilgotności i zagęszczenia gruntów metodami wzorcowymi (N)....132
Załącznik 4 Procedury kontroli zagęszczenia gruntów metodami wskaźnikowymi (I) 156
Załącznik 5 Zastosowanie geosyntetyków (I)....159
Załącznik 6 Wymagania dla geosyntetyków (N)....164
Załącznik 7 Wymiarowanie warstw ochronnych torowisk (N)....168
Załącznik 8 Określanie grubości warstw filtracyjnych układanych na skarpach i stokach (N)....181
Załącznik 9 Konstrukcje ciągów odwadniających naziemnych (N)....183
Załącznik 10 Przykłady korytek odwodnieniowych (I)....187
Załącznik 11 Konstrukcje ciągów odwadniających podziemnych (N)....189
Załącznik 12 Budowa odwodnieni (N)....197
Załącznik 13 Konstrukcje odbiorników niewielkich ilości wód (N)....201
Załącznik 14 Zabezpieczanie sieci odwodnieniowej przed mrozem (N)....202
Załącznik 15 Wzmocnienia i obudowy skarp (I)....205
Załącznik 16 Przykłady odcinków przejściowych pomiędzy podtorzem gruntowym i obiektami inżynieryjnymi (I)....210
Załącznik 17 Wady podtorza i zalecenia dotyczące jego utrzymania (N)....212
Załącznik 18 Przyczyny złego stanu drenaży (I)....263
Załącznik 19 Karta pomiarów diagnostycznych podtorza (I)....264
Załącznik 20 Karta ewidencyjna słabego (zagrożonego) miejsca w podtorzu (N)....267
Załącznik 21 Protokół z przeglądu okresowego podtorza (N)....272
Załącznik 22 Wzory protokołów z odbiorów i sprawdzeń (N)....274
Załącznik 23 Pociąg do napraw podtorza – PNP (I)....298
Załącznik 24 Utrzymanie roślinności (N)....304
Załącznik 25 Wybrane przepisy i normy związane (N)....306

Objaśnienia: N - załącznik normatywny, i - załącznik informacyjny

POSTANOWIENIA WPROWADZAJĄCE

1. Niniejsze warunki techniczne dotyczą podtorza na kolejach normalnotorowych użytku publicznego zarządzanych przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., na których eksploatowana jest nawierzchnia konwencjonalna (szyny, podkłady, podsypka) w następujących warunkach:
   - prędkości pociągów pasażerskich $v \leq 250$ km/h i pociągów towarowych $v \leq 120$ km/h,
   - naciski osi taboru nie większe niż 221 kN (22,5 t), z dopuszczeniem na danej linii do 5% przewozów z naciskami nie przekraczającymi 245 kN (25,0 t).
2. Warunki techniczne określają warunki utrzymania podtorza, zasady sprawowania nadzoru, wykonywania przeglądów, planowania i wykonywania napraw, a także kontroli jakości i wykonywania robót.
3. Dla podtorza eksploatowanego przed wejściem w życie niniejszych Warunków technicznych utrzymania podtorza kolejowego Id-3 dopuszcza się do czasu przeprowadzenia remontu lub modernizacji stosowanie wymagań obowiązujących poprzednio przepisów, pod warunkiem zapewnienia bezpieczeństwa ruchu i uzyskania wymaganych dla danej linii kolejowej parametrów techniczno-eksploatacyjnych.
4. Zlecenia przyjęte przez Wykonawców przed wejściem w życie niniejszych Warunków technicznych mogą być realizowane według dotychczasowych wymagań. Decyzje o zmianach pierwotnych założeń podejmuje Zleceniodawca, uwzględniając skutki techniczne i finansowe tych zmian.
5. Warunki techniczne utrzymania podtorza kolejowego są realizacją postanowień:
   1) ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (tekst jednolity D.U. 2006.156.1118 z późniejszymi zmianami),
   2) ustawy z dnia 28 marca 2003 r. o transporcie kolejowym (tekst jednolity D.U. 2007.16.94 z późniejszymi zmianami),
   3) rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 10 września 1998 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle kolejowe i ich usytuowanie (D.U. 1998.151.987).
6. Pod pojęciem "organ upoważniony" rozumie się PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.

Rozdział 1. Określenia

§ 1. Określenia dotyczące podtorza

1. Podtorze - kolejowa budowla ziemna wraz z urządzeniami ją zabezpieczającymi, ochraniającymi i odwadniającymi, podlegająca oddziaływaniom eksploatacyjnym, wpływom klimatycznym oraz wpływom podłoża gruntowego zalegającego bezpośrednio pod podtorzem i w najbliższym jego otoczeniu (zob. rys. 1).
2. Torowisko - powierzchnia górnej części podtorza, na której ułożona jest nawierzchnia kolejowa (zob. rys. 1).
3. Pokrycie ochronne torowiska - jedno- lub wielowarstwowe wzmocnienie lub odwodnienie górnej części podtorza, stosowane gdy grunty tej części nie stanowią dostatecznie trwałego podparcia dla nawierzchni kolejowej (zob. rys. 1).
4. Warstwa ochronna torowiska - pokrycie ochronne torowiska w postaci warstwy odpowiednio dobranego gruntu (np. warstwa ochronna filtracyjna, szczelna itp.).
5. Odwadnianie - zabezpieczanie przed napływem wód i niszczącym ich działaniem oraz zbieranie i odprowadzanie wód, w celu zapewnienia ciągłej sprawności eksploatacyjnej drogi kolejowej.
6. Odwodnienie tymczasowe (robocze) - odwodnienie umożliwiające wykonanie właściwych prac (np. budowę odwodnienia trwałego).
7. Odwadnianie powierzchniowe (drenowanie powierzchniowe) - usuwanie zagrożeń powodowanych przez wody powierzchniowe za pomocą odpowiedniego kształtowania, uszczelniania i wzmacniania terenu i powierzchni budowli, odprowadzania wód drenażami naziemnymi i podziemnymi płytkimi (zakładanymi w strefie przemarzania gruntu), odcinania dopływu wód przy użyciu pokryć szczelnych.
8. Odwadnianie głębokie (drenowanie głębokie) - usuwanie zagrożeń powodowanych przez wody gruntowe płynące, stagnujące i kapilarne za pomocą drenaży głębokich niezamarzających zimą (niekiedy drenaże te służą również do odprowadzania wód powierzchniowych oraz odcinania dopływu tych wód przy użyciu ścianek szczelnych, ekranów zapobiegających filtracji, itp.).
9. Drenaż - urządzenie odwadniające, umożliwiające zebranie i szybkie (najczęściej grawitacyjne) odprowadzenie wód wzdłuż ustalonej trasy do sieci odprowadzającej lub bezpośrednio do odbiornika. Do drenaży zalicza się:
   - drenaże liniowe naziemne (np. rowy, rynny, wały odprowadzające),
   - drenaże liniowe podziemne (np. sączki, ciągi drenarskie rurowe),

- drenaże płytowe (np. warstwy filtracyjne).
  Stosuje się również konstrukcje pośrednie (np. sączki skarpowe, drenaże punktowe, przyporowe) oraz drenaże pionowe, w których dominuje pionowy kierunek przepływu wód.

10. Rów - drenaż liniowy naziemny w postaci nieobudowanego lub obudowanego wykopu zlokalizowanego najczęściej wzdłuż budowli (zob. rys. 8), chroniącego ją przed dopływem wód powierzchniowych i odprowadzającego te wody (np. rów przy przekopie lub przy nasypie). Ponadto stosuje się:
    - rowy odwadniające tereny przyległe do budowli,
    - rowy regulacyjne przy obiektach przeprowadzających wody pod liniami kolejowymi,
    - rowy służące wyłącznie do odprowadzania wód,
    - rowy tymczasowe, likwidowane po zakończeniu robót.
11. Próg - obudowa rowu w postaci poprzecznej ścianki, umożliwiającej likwidację wyrw i wyboi, umocnienie dna i skarp oraz ustalenie dna rowu na projektowanej wysokości. w celu zmniejszenia spadków rowu i zatrzymania procesu erozji stosuje się również progi z krawędziami przelewowymi umieszczonymi ponad dnem rowu.
12. Stopień - obudowany uskok dna rowu umożliwiający zmniejszenie prędkości wód przepływających rowem.
13. Kaskada - grupa stopni na krótkim odcinku rowu.
14. Rynna - drenaż naziemny najczęściej w postaci monolitycznego koryta, stosowanego zamiast rowu w przypadku potrzeby zapewnienia szczelności rowu, trudności w budowie lub utrzymaniu umocnienia rowu itp.
15. Bystrotok - rynna z dużym podłużnym spadkiem, w której przepływ wód odbywa się bez odrywania się jej strumienia od dna cieku.
16. Wał odprowadzający - nasyp z gruntu, tworzący wraz z terenem naziemny ciek, chroniący podobnie jak rów budowlę przed dopływem wód powierzchniowych i odprowadzający te wody, stosowany, gdy budowa rowu mogłaby spowodować zmniejszenie stateczności podtorza.
17. Drenaż zupełny - drenaż podziemny obniżający poziom wód gruntowych do stropu znajdującej się pod nim warstwy gruntu mało przepuszczalnego; wykorzystywany m.in. do odcinania dopływu wód gruntowych (zob. rys. 6, por. drenaż niezupełny).
18. Drenaż niezupełny (zawieszony) - drenaż podziemny odprowadzający wody jedynie z górnej części warstwy wodonośnej tj. obniżający poziom wód gruntowych na chronionym terenie (por. drenaż zupełny).

19. Drenaż skarpowy punktowy - drenaż podziemny w postaci rurowych lub bezrurowych drenów, zakładanych w skarpowej części budowli, zwykle prostopadle do jej obrysu w planie, umożliwiających odprowadzenie wód z korpusu budowli.
20. Drenaż skarpowy przyporowy ("rigole") - drenaż podziemny w części skarpowej budowli pozwalający nie tylko osuszyć tę część, ale także zwiększyć jej stateczność dzięki częściowej lub ciągłej wymianie gruntu (zob. rys. 12).
21. Sączek skarpowy - drenaż podziemny płytki w skarpowej części budowli, kanalizujący spływ wód i zapobiegający w ten sposób rozmywaniu skarpy przez wody opadowe lub niewielkie ilości wód gruntowych wypływających na jej powierzchnię (zob. rys. 11).
22. Sączek poprzeczny - drenaż podziemny płytki, prostopadły do osi toru. stosowany na liniach eksploatowanych w celu odprowadzenia wód z zagłębień torowiska, np. niecek, koryt (zob. rys. 13). Sączki poprzeczne stosuje się również do polepszania działania drenażu płytowego.
23. Sączek podłużny (wcinka podłużna) - drenaż podziemny, zazwyczaj bezrurowy, stosowany najczęściej przy nowobudowanym nasypie w celu ułatwienia odpływu wód z przewilgoconych bagiennych gruntów podłoża nasypu i przyspieszenia w ten sposób konsolidacji tych gruntów.
24. Sączek pionowy - drenaż pionowy bezrurowy, zbierający wody i umożliwiający ich dopływ do warstw przepuszczalnych, przyspieszający w ten sposób konsolidację przewilgoconych spoistych lub organicznych gruntów budowli lub jej podłoża.
25. Zbieracz - element rurowy sieci odprowadzającej wody z drenaży podziemnych (zob. rys. 10).
26. Kolektor - element rurowy odprowadzający wody ze zbieraczy do odbiornika naturalnego lub sztucznego albo miejskiej sieci deszczowej lub kanalizacyjnej (zob. rys. 10).
27. Galeria - drenaż podziemny o przekroju poprzecznym przełazowym, wykonany w wykopie o głębokości większej od 5 m.
28. Sztolnia - galeria wybudowana sposobem tunelowym (zob. galeria).
29. Przekrój przełazowy - przekrój poprzeczny poziomego lub o niewielkim spadku elementu prowadzącego wody o wymiarach umożliwiających wejście człowieka; do najmniejszych przekrojów przełazowych należą przekroje o średnicach wynoszących co najmniej 1,0 m oraz inne przekroje o wymiarach w świetle równych co najmniej 0,8 x 1,3 m.
30. Studzienka drenarska - element podziemny rurowej sieci drenarskiej, służący do łączenia, kontroli i oczyszczania drenaży i ciągów odprowadzających wody, a niekiedy także do wentylacji i wytracania energii płynących w nich wód (zob. rys. 10 i 11-4).

31. Studzienka chłonna - sztuczny zbiornik w postaci obudowanego drenu pionowego, umożliwiającego odprowadzenie wód do znajdujących się niżej gruntów przepuszczalnych.
32. Basen retencyjny - sztuczny zbiornik, stosowany wtedy, gdy nie ma możliwości odprowadzenia wód do odbiorników naturalnych, kanalizacji miejskiej lub niżej znajdujących się gruntów przepuszczalnych (ubytek wód ze zbiornika następuje wskutek parowania, niekiedy również wsiąkania).
33. Pokrycie filtracyjne - pokrycie ochronne w postaci warstwy lub powłoki z przepuszczalnego materiału (gruntu, włókniny) służące do zbierania i odprowadzania wód do drenaży liniowych (zob. rys. 8d i 9).
34. Pokrycie szczelne - pokrycie ochronne w postaci mało przepuszczalnej lub szczelnej warstwy albo powłoki, zapobiegającej infiltracji wód powierzchniowych w grunty.

§ 2. Określenia dotyczące gruntów, badań i projektowania

1. Podłoże gruntowe - grunt lub układ warstw gruntów, stanowiący podparcie budowli lub konstrukcji (np. podłoże podkładów, podłoże nasypu).
2. Podłoże podkładów - ułożone w odpowiedni sposób materiały (najczęściej grunty), stanowiące podparcie podkładów; zazwyczaj podłoże podkładów składa się z warstwy podsypki, pokrycia ochronnego oraz rodzimego lub nasypowego gruntu podtorza.
3. Zlewnia - obszar, z którego wody spływają do urządzenia odwadniającego.
4. Sufozja - niszcząca działalność wód przepływających w gruntach, polegająca na wypłukiwaniu, a niekiedy także ługowaniu cząstek gruntu, prowadząca do zamulania się (kolmatacji) pokryć filtracyjnych i zasypek drenów, uszkodzeń skarp przez wypływające wody, przebić hydraulicznych itp.
5. Kolmatacja - uszczelnienie materiału (warstwy filtracyjnej, geowłókniny) w wyniku zamulenia.
6. Przebicie hydrauliczne - nagła utrata stateczności gruntu (najczęściej nasypu lub jego podłoża) w wyniku działania ciśnienia przepływającej wody; przebiciom hydraulicznym sprzyja m.in. sufozja, powodująca wymywanie drobnych cząstek gruntu i zwiększenie prędkości przepływu wód.
7. Geotekstylia (materiały geotekstylne) - materiały z tworzyw sztucznych stosowane do wzmocnienia (zbrojenia) podtorza, zapobiegania mieszaniu się różnych gruntów (separacji) i jako elementy filtracyjne. Najczęściej stosuje się materiały płaskie (np. geowłóknina, geotkanina, geosiatka, geokompozyt), rzadziej przestrzenne, takie jak georuszt lub typu geoweb (zob. zał. 5).

8. Grunt makroporowaty - grunt o porowatej strukturze, wytworzonej najczęściej wskutek nawiania przez wiatr i luźnego ułożenia ziaren a następnie spojenia ich węglanem wapnia $CaCO_3$; przykładem gruntu makroporowatego może być less lub less ilasty.
9. Grunt zapadowy - grunt makroporowaty o strukturze łatwo ulegającej zmianie pod wpływem zawilgocenia, dla którego osiadanie nieuszkodzonej próbki pod obciążeniem 0,2 MPa wynosi co najmniej od 1%.
10. Grunt pęczniejący - grunt, dla którego pęcznienie nieuszkodzonej próbki jest większe niż 3%.
11. Grunt tiksotropowy - grunt, który po zawilgoceniu łatwo upłynnia się pod wpływem drgań (np. pył).
12. Metoda wzorcowa ("metoda bezpośrednia") - podstawowa metoda badania (metoda odniesienia); wyniki uzyskane z badania metodą wzorcową są ostateczne (rozstrzygające) i mogą być służyć do projektowania oraz oceny przydatności mniej dokładnych metod wskaźnikowych (np. rozpoznanie geotechniczne podtorza poprzez wiercenia, określenie zagęszczenia gruntu wg zał. 3).
13. Metoda wskaźnikowa ("metoda pośrednia") - metoda badania inna niż wzorcowa, mniej wiarygodna, lecz szybsza, tańsza, mniej pracochłonna, możliwa do zastosowania w danych warunkach, pozwalająca ograniczyć liczbę badań metodami wzorcowymi (np. wstępne rozpoznanie podtorza przy użyciu georadaru, makroskopowa ocena gruntu wg zał. 7, ocena zagęszczenia gruntu za pomocą płyty do próbnych obciążeń wg zał. 4).
14. Badanie makroskopowe - wskaźnikowe określenie cech gruntu bez użycia specjalnej aparatury badawczej, polegające na ocenie rodzaju i stanu gruntu na podstawie jego wyglądu, wyników z próby wałeczkowania i rozmakania w wodzie oraz reakcji gruntu z kwasem solnym (zob. zał. 7).
15. Profil geotechniczny - graficzne lub tabelaryczne zestawienie wyników rozpoznania geotechnicznego z pojedynczego wyrobiska badawczego (np. otworu wiertniczego), zawierające co najmniej grubości warstw poszczególnych gruntów, miejsca pobrania próbek gruntów, wyniki badań makroskopowych tych gruntów oraz nawiercone i ustalone poziomy wód.
16. Przekrój geotechniczny - graficzne zestawienie profili geotechnicznych wzdłuż pewnego ciągu (np. w poprzek równi stacyjnej), z pokazaniem prawdopodobnego układu warstw gruntów pomiędzy profilami, zwierciadeł wód itp., ew. również elementów podtorza lub innych elementów infrastruktury kolejowej (zob. profil geotechniczny).
17. Poziom projektowy - poziom na którym wykonuje się badania górnych warstw podtorza, zależny od celu badań (poziom, który uznaje się za torowisko) - zob. rys. 15.

18. Próbka gruntu NU - próbka gruntu pobrana w sposób zapewniający zachowanie naturalnego uziarnienia (próbki NU pobiera się do badań makroskopowych ze wszystkich warstw).
19. Próbka gruntu NW - próbka gruntu pobrana w sposób zapewniający zachowanie naturalnej wilgotności (zazwyczaj próbki NW pobiera się do w celu kontroli wyników badań makroskopowych wykonywanych w terenie).
20. Próbka gruntu NNS - próbka gruntu pobrana w sposób zapewniający zachowanie naturalnej (nienaruszonej) struktury, mogąca służyć do oznaczania wszystkich właściwości gruntu.
21. Próbka wody WG - próbka wody gruntowej, pobieranej zazwyczaj wtedy, gdy podejrzewa się że może być ona agresywna w stosunku do betonu lub stali.
22. Poziom wody PWN, PWS, PWW - odpowiednio poziom wody niskiej, średniej i wysokiej.
23. Stopień zagęszczenia gruntu I_d - miara zagęszczenia gruntu niespoistego; w praktyce stopień zagęszczenia szacuje się najczęściej na podstawie oporów przy wierceniu lub wbijaniu (badanie to traktuje się jako wskaźnikowe). Por. wskaźnik zagęszczenia gruntu
24. Wskaźnik zagęszczenia gruntu I_s - wzorcowa miara zagęszczenia gruntu, będąca stosunkiem gęstości szkieletu badanego gruntu ρ_s do maksymalnej gęstości szkieletu tego gruntu ρ_{ds} uzyskanej w wyniku zagęszczania gruntu w znormalizowanych badaniach Proctora (zob. zał. 3) - por. stopień zagęszczenia gruntu.
25. Wilgotność optymalna gruntu w_{opt} - wilgotność, przy której zagęszczany grunt uzyskuje maksymalną gęstość objętościową szkieletu gruntowego ρ_{ds} w znormalizowanych badaniach Proctora. Wilgotność optymalna zależy m.in. sposobu zagęszczania (zob. zał. 3).
26. Moduł odkształcenia gruntu E_g, E_1, E_2 - nośność gruntu (jednorodnego podłoża gruntowego) określona przy drugim statycznym obciążeniu tego gruntu sztywną okrągłą płytą o średnicy 0,3 m (por. moduł odkształcenia podłoża).
27. Moduł odkształcenia podłoża E_o, E_e, E_{v2} ("moduł ekwiwalentny") - nośność podłoża gruntowego (układu warstw gruntów) określona przy drugim statycznym obciążeniu sztywną okrągłą płytą o średnicy 0,3 m wg zał. 2.
    W przypadku podłoża jednorodnego (podłoża nieuwarstwionego) moduł ten jest jednocześnie modułem odkształcenia gruntu (por. moduł odkształcenia gruntu).
28. Moduł odkształcenia torowiska projektowy ("moduł obliczeniowy") - moduł odkształcenia podtorza na poziomie torowiska, przyjęty przy wymiarowaniu (obliczaniu) jego wzmocnienia (zob. tab. 5).

29. Wskaźnik odkształcenia podłoża gruntowego I_o - wskaźnikowa miara zagęszczenia gruntów podłoża, będąca ilorazem modułu odkształcenia podłoża przy drugim i pierwszym statycznym obciążeniu podłoża sztywną okrągłą płytą o średnicy 0,3 m (zob. zał. 2).

30. Dynamiczny moduł odkształcenia podłoża E_d - moduł odkształcenia podłoża zmierzony przy użyciu płyty dynamicznej, tzn. przy uderzeniu (badanie wskaźnikowe).

31. Kalifornijski wskaźnik nośności podłoża CBR - wskaźnikowa miara nośności podłoża wyrażona w procentach nośności materiału wzorcowego. Badanie CBR polega na określeniu głębokości wciśnięcia w grunt znormalizowanego trzpienia, np. wg normy ASTM D 1883-67, BS 1377:1975, NF P 94 078-2.

32. Stopień plastyczności gruntu I_L - miara konsystencji gruntu spoistego określana najczęściej makroskopowo (wskaźnikowa metoda wałeczkowania) w trakcie wykonywania wyrobisk badawczych, rzadziej dokładnie metodami laboratoryjnymi.

33. Cząstki drobne - cząstki gruntu o wymiarach równych i mniejszych od 0,06 mm.

34. Średnica cząstek d_x - średnica cząstek lub ziaren gruntu, których wraz z mniejszymi jest x% masy gruntu; na przykład d_{60} = 3 mm oznacza, że 60% masy gruntu stanowią ziarna i cząstki równe lub mniejsze niż 3 mm. Średnicę d_x odczytuje się z krzywej uziarnienia gruntu.

35. Zawartość cząstek z_x - zawartość w gruncie cząstek lub ziaren mniejszych od x; na przykład $z_{0,02}$ = 10% oznacza, że zawartość cząstek lub ziaren o wymiarach równych i mniejszych od 0,02 mm wynosi 10%. Zawartość z_x odczytuje się z krzywej uziarnienia gruntu.

36. Wskaźnik różnoziarnistości gruntu U - miara nachylenia krzywej uziarnienia gruntu niespoistego, określająca możliwość jego zagęszczenia i odporność na drgania:

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}}$$ (zob. średnice cząstek gruntu d_x)

37. Wskaźnik wygięcia krzywej uziarnienia gruntu C - miara wygięcia krzywej uziarnienia gruntu niespoistego, określająca możliwość jego zagęszczenia i odporność na drgania:

$$C = \frac{(d_{30})^2}{d_{10} \cdot d_{60}}$$ (zob. średnice cząstek gruntu d_x)

38. Współczynnik Los Angeles LA - miara odporności kruszywa na mechaniczne rozdrabianie; współczynnik LA określa się znormalizowaną metodą Los Angeles (kruszywo jest rozdrabniane przez stalowe kule w obracającym się bębnie) - zob. PN-EN 1097-2:2000.

§ 3. Określenia dotyczące utrzymania podtorza

1. Utrzymanie podtorza - działania mające na celu zachowanie podtorza w stanie gwarantującym bezpieczną eksploatację nawierzchni kolejowej.
2. Konserwacja podtorza - drobne prace mające na celu zapobieżenie szybkiemu zużyciu eksploatowanego podtorza (zob. § 38).
3. Remont podtorza - prace mające na celu przywrócenie w całości lub części pierwotnej zdolności użytkowej podtorza (przy zachowaniu dotychczasowych prędkości, nacisków osi i natężeń przewozów) - zob. § 39.
4. Modernizacja podtorza (przebudowa i rozbudowa) - prace mające na celu przystosowanie podtorza do wyższych niż dotychczasowe parametrów techniczno-eksploatacyjnych (np. prędkości, nacisków osi taboru, natężeń przewozów) - zob. § 40.

Rozdział 2.

§ 4. Podtorze i jego elementy

1. Podtorze jest częścią obiektu inwentarzowego - drogi kolejowej (rodzaj 221 - według klasyfikacji rodzajowej środków trwałych) każdej oddzielnej linii w granicach danej jednostki administracyjnej.
2. Elementami podtorza (rys. 1) są:
   1) nasypy i przekopy wraz ze wzmocnieniami, urządzeniami ochronnymi i zabezpieczającymi,
   2) przypory wraz z ich wzmocnieniami i urządzeniami zabezpieczającymi,
   3) urządzenia odwadniające.
3. Granicami elementów są:
   1) dla nasypów i przekopów - znaki kilometrowe i hektometrowe,
   2) dla przypór - fizyczne granice elementów,
   3) dla urządzeń odwadniających:
      na szlaku - znaki kilometrowe i hektometrowe;
      na stacji - granice poszczególnych urządzeń stanowiących całość funkcjonalną.
4. Mury oporowe o powierzchni widocznej mniejszej niż 20 m^2 zalicza się - w zależności od ich zlokalizowania w przekroju poprzecznym podtorza - odpowiednio do nasypów, przekopów lub przypór.
5. Elementami nasypu są:
   1) korpus nasypu (grunt ponad podłożem geologiczno-gruntowym)
   2) torowisko stanowiące powierzchnię podtorza ograniczoną górnymi krawędziami nasypu,
   3) skarpy i ławy skarpowe z umocnieniami.
6. Elementami przekopu są:
   1) torowisko wraz z górnymi warstwami podłoża,
   2) skarpy i ławy skarpowe z umocnieniami.
7. Elementami przypory są:
   1) korpus przypory (grunt lub inny materiał ponad podłożem geologiczno-gruntowym),
   2) ława przypory stanowiąca górną powierzchnię przypory, ograniczoną górnymi krawędziami przypory,

3) skarpy i ławy skarpowe z umocnieniami.

8. Elementami odwodnienia podtorza są:

   1) drenaże liniowe naziemne,

   2) drenaże liniowe podziemne do odwodnienia powierzchniowego i głębokiego wraz z siecią odprowadzającą i urządzeniami pomocniczymi,

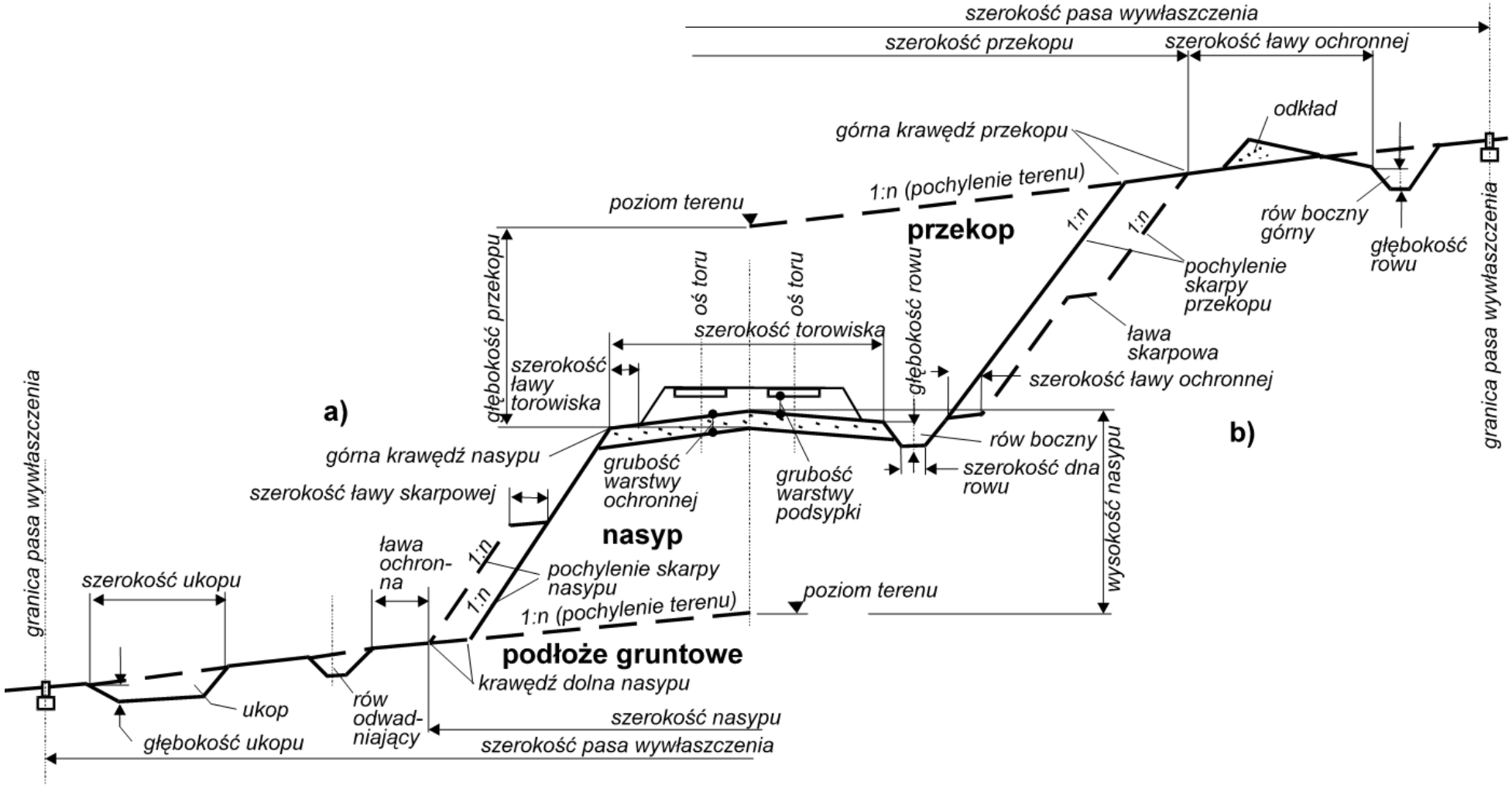
   3) drenaże skarpowe,

   4) drenaże płytowe,

   5) drenaże pionowe,

   6) urządzenia specjalne i pomocnicze.

9. Elementy nie wymienione w ust. 5, 6, 7 i 8, lecz ochraniające, zabezpieczające, wzmacniające lub współpracujące z podtorzem, zalicza się do takiego elementu podtorza, który przez swą funkcję lub lokalizację jest z nim związany.
   Na przykład ochronę przeciwlawinową podtorza znajdującą się poza podtorzem zalicza się do przekopu, nasypu, przypory, odwodnienia.



Rys. 1. Elementy podtorza kolejowego: a - w nasypie, b - w przekopie

Rozdział 3. Wymagania techniczne dla podtorza

§ 5. Wymagania ogólne

1. Podtorze należy projektować, budować i utrzymywać tak, aby:
    1) było dostatecznie wytrzymałe i trwałe oraz stanowiło stateczną i jednorodną podstawę dla nawierzchni kolejowej linii o określonych parametrach eksploatacyjnych,
    2) w występujących warunkach klimatycznych i eksploatacyjnych nie ulegało nadmiernym trwałym i sprężystym odkształceniom, zagrażającym bezpieczeństwu ruchu, bądź też stwarzającym potrzebę zbyt częstych napraw nawierzchni,
    3) koszty budowy i eksploatacji były możliwie małe, bez pogarszania walorów użytkowych,
    4) zapewniona była możliwość łatwego, także zmechanizowanego, prowadzenia robót podtorzowych oraz innych robót wykonywanych w jego obrębie (robót nawierzchniowych, trakcyjnych, teletechnicznych itp.),
    5) budowla i jej utrzymanie nie powodowały nadmiernych zakłóceń w krajobrazie i środowisku naturalnym.
2. Wymagania te spełnia się poprzez:
    1) stosowanie odpowiednich materiałów oraz właściwe ich ułożenie, zagęszczenie i odwodnienie,
    2) nadanie budowli odpowiedniego kształtu wynikającego z przepisów i warunków miejscowych,
    3) niedopuszczanie do wystąpienia w eksploatacji podtorza warunków gorszych niż założone na etapie projektowania, tzn. właściwe konserwowanie oraz wykonywanie wszystkich niezbędnych napraw i modernizacji budowli,
    4) przestrzeganie obowiązujących przepisów dot. ochrony środowiska.

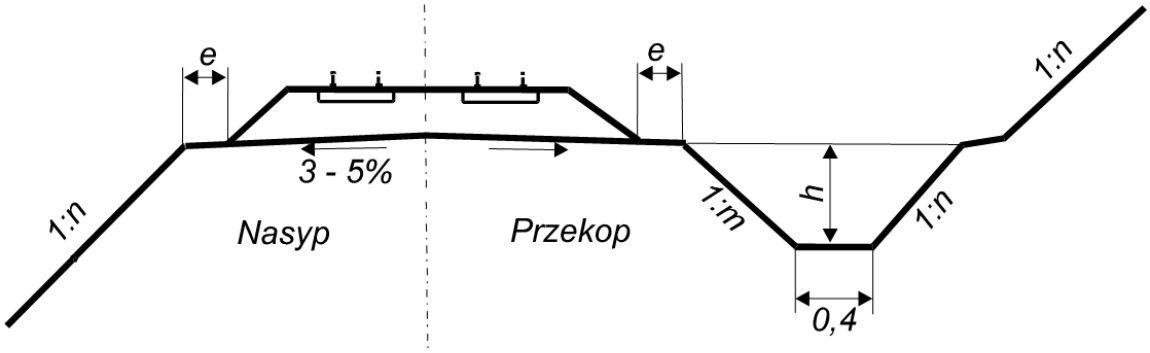
§ 6. Kształt i wymiary podtorza

1. Wymiary geometryczne podtorza dostosowuje się do wymagań eksploatacyjnych z zachowaniem warunków obowiązującej skrajni budowli, przy czym:
    1) ze względu na przewidywany zasięg maszyn do napraw podtorza, budowle i urządzenia podziemne, z wyjątkiem urządzeń przeznaczonych do bezpośredniego współdziałania z torem, nie mogą wchodzić w obrys skrajni budowli ograniczonej liniami pionowymi w odległościach po 2,2 m od osi toru w obie strony i linią poziomą na głębokości poniżej główki szyny 1,5 m,

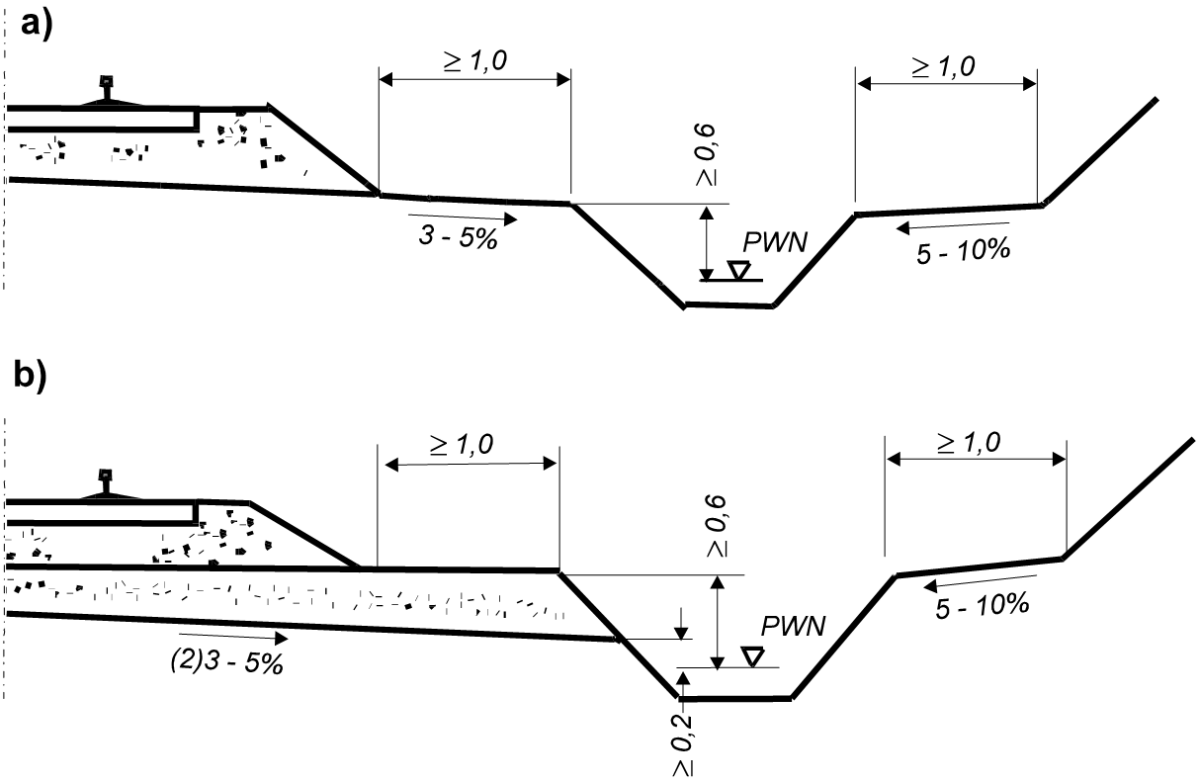
2) usytuowanie budowli i urządzeń podziemnych w podtorzu (np. kabli) nie może zmniejszać stateczności podtorza oraz drożności urządzeń odwadniających,

3) na ławach torowisk na szlakach nie należy zabudowywać kanałów kablowych.

2. Przykładowy przekrój poprzeczny podtorza na szlaku pokazano na rys. 2, natomiast przekroje poprzeczne na stacjach ilustrują rys. 3 i 9.



Rys. 2. Przekrój poprzeczny podtorza na szlaku: h – głębokość rowu (zob. zał. 9), m – współczynnik zależny od rodzaju gruntu i znaczenia linii (zob. zał. 9), n – współczynnik zależny od rodzaju gruntu (zob. tab. 2), e – szerokość ławy torowiska (zob. tab. 1)



Rys. 3. Przekroje poprzeczne podtorza w rejonach rowów bocznych na stacjach: a) podtorze bez pokrycia ochronnego torowiska, b) podtorze z warstwą filtracyjną

3. Torowisko powinno być wykonane ze spadkami poprzecznymi 3 - 5%, przy czym na równiach stacyjnych podtorze pod warstwą ochronną filtracyjną może mieć spadki zmniejszone do 2%.
4. Szerokość torowiska uzależniona jest:
   1) na prostej – od kategorii linii, rodzaju nawierzchni, skrajni oraz wymaganej szerokości ławy torowiska,
   2) na łuku – dodatkowo od wielkości przechyłki oraz poszerzenia skrajni zależnego od promienia łuku poziomego i przechyłki, w tym również od zróżnicowania przechyłek w łukach zewnętrznych i wewnętrznych.
5. Szerokość torowiska powinna umożliwiać:
   1) ułożenie nawierzchni kolejowej z międzytorzem odpowiednim dla danej prędkości oraz zabudowę wymaganych urządzeń,
   2) uzyskanie ław torowisk o szerokościach nie mniejszych niż podane w tab. 1, uwzględniających wymagane poszerzenia na łukach poziomych.

Tablica 1 Minimalne szerokości ław torowisk

v_{max} [km/h]	Szerokość e [m]	
	podtorze nowobudowane (dobudowywane) i modernizowane	podtorze eksploatowane
$v_{max} \leq 80$	0,60	0,35
$80 > v_{max} \leq 120$		0,40
$120 > v_{max} \leq 160$		0,50
$160 > v_{max} \leq 250$		0,60

6. Przejście z przekroju poprzecznego torowiska na szlaku do przekroju poprzecznego jak na stacji musi być uzyskane stopniowo na długości nie mniejszej niż 5 m, w odległości min. 5 m przed stykiem przediglicowym rozjazdu wejściowego na stację, przewidywanego dla układu docelowego torów na tej stacji.
7. Skarpy podtorza muszą mieć kształty i nachylenia zapewniające stateczność skarp i całej budowli; szczególnej analizy wymagają skarpy o wysokościach większych od:
   1) 12 m – w gruntach kamienistych, żwirowych, pospółkach,
   2) 8 m – w gruntach piaszczystych i piaszczysto-gliniastych,

3) 6 m – w gruntach gliniastych i ilastych oraz na obszarach objętych eksploatacją górniczą i terenach osuwiskowych.
Dla skarp o wysokościach mniejszych można przyjmować typowe nachylenia 1: n według tab. 2.

8. Powierzchnie skarp podtorza powinny być umocnione roślinnością lub obudowane.
Zasady kształtowania roślinności w przekroju poprzecznym drogi kolejowej podano w zał. 24, natomiast przykłady umocnień i obudów skarp - w zał. 15.

Tablica 2 Typowe nachylenia skarp podtorza

Rodzaje budowli	Rodzaje gruntów	Współczynniki nachylenia n
1	2	3
Nasypy	Piaski gliniaste drobne i pylaste	1,5 - 1,8 1,7 - 1,8 [1)]
	Grunty kamieniste, żwiry, piaski grube i średnie, pospółki	1,5 - 1,8
	Odłamki skalne odporne na wietrzenie	1,3 -1,7 [2)]
	Piaski bardzo drobne równoziarniste (w tym piaski wydmowe)	2,0
Przekopy	Grunty piaszczyste i piaszczysto – gliniaste, kamieniste, żwirowe, pospółki	1,5 - 1,7 [3)]
	Grunty spoiste	1,5 - 2,0 [4)]
	Lessy w rejonach bardzo suchych	0,1 - 0,5 [5)]
	Skały odporne na wietrzenie (lite i mało spękane)	0,2 - 1,0 [6)]
	Skały łatwo wietrzejące	0,5 - 1,5

(większe wartości współczynników n przyjmuje się dla linii dla dużych prędkości)

Objaśnienia:

[1)] w rejonach nadmiernie zawilgoconych

[2)] mniejsze wartości stosuje się przy układaniu pasmami (szczególnie w częściach krawędziowych); w przypadku głazów konieczne mogą być półki lub mury podporowe

[3)] mniejsze wartości stosuje się dla gruntów suchych gliniastych, scementowanych piasków itp. (np. przy głębokości przekopu do 8 m – 1,25; przy głębokościach większych – 1,5)

[4)] zależnie od głębokości przekopu i właściwości gruntów

[5)] należy sprawdzić stateczność w warunkach nawodnienia

[6)] przy podstawie każdego stopnia skarpy konieczna jest osłona przed kamieniami oraz półka o szerokości ok. 1/3 tego stopnia

§ 7. Wytrzymałość, trwałość i jednorodność podtorza

1. Podtorze należy projektować przy założeniu trwałości równej 100 lat, przy czym jeśli podtorze ma spełniać funkcje wymagające trwałości większej, np. funkcje hydrotechniczne, to należy to uwzględnić.
2. Współczynniki pewności F dot. stateczności podtorza i jego elementów (określone na podstawie właściwości gruntów) powinny wynosić co najmniej:
   1) 2,0 - dla podtorza nowobudowanego i dobudowywanego
   2) 1,5 - w eksploatacji
   3) 1,3 - bezpośrednio po naprawie podtorza
3. W przypadku oceny stanu podtorza istniejącego należy przyjmować, że współczynniki pewności F wynoszą:
   1) 1,00 - jeśli występują oznaki ruchu osuwiskowego
   2) 0,95 - gdy zachodzi ruch osuwiskowy lub nastąpiło już obsunięcie
4. Prognoza osiadań budowanego lub dobudowywanego podtorza powinna obejmować wartości osiadań w eksploatacji oraz ocenę możliwości usuwania skutków tych osiadań poprzez regulację położenia toru (ocena wg PN-81/B-03020).
   Jeśli nie określono innych wymagań, dopuszczalne różnice osiadań torowiska należy przyjmować równe 4 mm/rok na długości 30 m lub 10 mm/rok na długości 200 m.
   Jeśli przyjęte wymagania nie mogą być spełnione, należy zastosować odpowiednie wzmocnienie podtorza lub podłoża.
5. W celu zmniejszenia różnic osiadań torowiska i zapewnienia stopniowej zmiany sztywności podtorza przy obiektach inżynieryjnych należy stosować odcinki przejściowe (zob. § 23 oraz zał. 16); wymaganie to dotyczy:
   1) podtorza nowobudowanego dla prędkości większych od 120 km/h,
   2) podtorza dostosowywanego (modernizowanego) do prędkości większych od 160 km/h,
   3) podtorza eksploatowanego, w którym występują nadmierne "efekty progowe".

§ 8. Materiały do budowy i naprawy podtorza

(wymagania podane w tym paragrafie nie dotyczą górnych warstw podtorza)

1. Grunty stosowane do budowy i naprawy powinny umożliwić uzyskanie modułów odkształcenia podtorza nie mniejszych niż:
   1) 45 MPa w przypadku gruntów spoistych,
   2) 60 MPa w przypadku gruntów piaszczystych i żwirowych.
2. Grunty do budowy lub naprawy podtorza klasyfikuje się wg tab. 3.

Tablica 3 Klasyfikacja jakości gruntów

Rodzaje gruntów		Klasy jakości
1		2
0.1	Grunty organiczne	QS0
0.2	Grunty podatne (mało wytrzymałe) zawierające ponad 15% cząstek drobnych, przewilgocone lub nie dające się zagęścić	
0.3	Grunty tiksotropowe [a)]	
0.4	Grunty zawierające materiały rozpuszczalne (np. sól kamienna, gips)	
0.5	Grunty zanieczyszczone (np. odpady przemysłowe) - wg tab. 4	
0.6	Materiały wymieszane z organicznymi [a)]	
0.7	Grunty plastyczne zawierające ponad 15% cząstek drobnych, zapadowe lub pęczniejące	
1.1	Grunty zawierające ponad 40% cząstek drobnych (z wyjątkiem gruntów 0.2 i 0.7)	QS1
1.2	Skały bardzo podatne na wietrzenie, np.: - bardzo rozdrobniona kreda o gęstości $\rho < 1{,}7$ t/m^3 - margiel - zwietrzały iłołupek	
1.3	Grunty zawierające 15 do 40% cząstek drobnych (z wyjątkiem gruntów 0.2 i 0.7)	QS1 [b)]
1.4	Skały umiarkowanie podatne na wietrzenie, np.: - mało rozdrobniona kreda o gęstości $\rho < 1{,}7$ t/m^3 - niezwietrzały iłołupek	
1.5	Skały miękkie, np. skały o współczynniku Los Angeles LA > 40	
2.1	Grunty zawierające 5 do 15% cząstek drobnych, z wyjątkiem gruntów zapadowych	QS2 [c)]

Rodzaje gruntów		Klasy jakości
1		2
2.2	Grunty o jednorodnym uziarnieniu (U < 6) zawierające mniej niż 5% cząstek drobnych, z wyjątkiem gruntów zapadowych	
2.3	Skały o średniej twardości, np. o współczynniku Los Angeles 30 > LA ≤ 40	
3.1	Grunty dobrze uziarnione (U ≥ 6) zawierające mniej niż 5% cząstek drobnych	QS3
3.2	Skały twarde o współczynniku Los Angeles LA ≤ 30	

Objaśnienia:

[a)] w przypadku trwałego zabezpieczenia przed zawilgoceniem, można zaliczyć do klasy QS1

[b)] w przypadku dobrych warunków geologicznych i hydrologicznych, można zaliczyć do klasy QS2

[c)] w przypadku dobrych warunków geologicznych i hydrologicznych, można zaliczyć do klasy QS3

3. Zależnie od klas jakości podanych w tab. 3, grunty do budowy nasypów dzieli się na:

   1) grunty, które mogą być wykorzystane po uprzedniej analizie zachowania się nasypów w eksploatacji lub specjalnych zabiegach uzdatniających (grunty te nie są przydatne do budowy górnych części podtorza w przekopach) - 0.1 - 0.7, 1.1 (uplastycznione) i 1.2

   2) grunty, które mogą być stosowane w pewnych warunkach (np. po przesuszeniu, w niskich nasypach, zabezpieczone warstwą lepszych gruntów lub układane na przemian z innymi gruntami - 1.1 (nieuplastycznione), 1.2, 1.3 -1,5, 2,1 i 2.2

   3) grunty, które mogą być stosowane bez ograniczeń - 2.3, 3.1 i 3.2.

4. Do budowy górnych części podtorza w nasypach i przekopach przydatne są materiały stosowane do budowy nasypów, z wyjątkiem klasy 0.1 - 0.7, 1.2, a także 1.1 jeśli grunt ten jest plastyczny. Materiały stosowane w tych częściach powinny być odporne na mróz.

5. Dolne warstwy nasypów na terenach zawilgoconych należy budować z materiału filtracyjnego wybranego z gruntów klasy QS3 o grubości warstwy równej co najmniej 0,5 m, stosując w razie potrzeby odpowiednie drenaże zapobiegające dopływowi wód do podstawy nasypu (odpływ wód z warstwy filtracyjnej może być polepszony przez zastosowanie materiału geotekstylnego).

6. Odpady i materiały z recyklingu, takie jak odsiewki, kamień dołowy, żużle wielkopiecowe, popioły lotne i paleniskowe oraz gruz, mogą być stosowane po stwierdzeniu, że spełniają wszystkie wymagania dotyczące podtorza i środowiska naturalnego oraz że mogą współpracować z elementami infrastruktury kolejowej. Orientacyjne przydatności materiałów podano w tab. 4.

Tablica 4 Przydatność materiałów odpadowych do budowy podtorza

Przeznaczenie	Materiały
1	2
Dolne warstwy nasypów (głębokość do 1,2 m poniżej torowiska)	- żużle wielkopiecowe i inne metalurgiczne ze starych hałd - żużle wielkopiecowe z nowego studzenia i mieszaniny popiołowo-żużlowe, gdy wbudowywane są w miejscach suchych lub izolowane są od wody - iłołupki przywęglowe przepalone i nieprzepalone - odsiewki kamienne albo odsiewki kamienne gliniaste w przypadku gdy zwierciadło wody gruntowej znajduje się na głębokości większej od kapilarności biernej materiału
Górne warstwy nasypów (do głębokości 1,2 m od torowiska)	- żużle wielkopiecowe oraz inne metalurgiczne drobnoziarniste i nierozpadowe - iłołupki przywęglowe przepalone zawierające mniej niż 15 % ziarn mniejszych od 0,075 mm - odsiewki kamienne albo odsiewki kamienne gliniaste stabilizowane chemicznie (cement, wapno, itp.)

7. Przy poszukiwaniu materiałów do budowy lub naprawy podtorza należy w pierwszej kolejności rozważyć przydatność materiałów miejscowych (w tym gruntów odzyskanych z przekopów, gruntów uzdatnionych oraz odsiewek i istniejącej podsypki), w następnej kolejności odpadów przemysłowych, na końcu zaś gruntów z dodatkowych ukopów.

§ 9. Wymagania dotyczące górnej części podtorza

1. Górną część podtorza (torowisko), na której jest ułożona nawierzchnia, należy projektować przy założeniu jej trwałości równej 20 - 50 lat, zależnie od parametrów eksploatacyjnych linii.
2. Górna część podtorza musi charakteryzować się wystarczającą:
   1) wytrzymałością doraźną (nośnością i sztywnością),

2) wytrzymałością eksploatacyjną (trwałością),

3) jednorodnością.

3. Nośność i sztywność górnej części podtorza (torowiska) powinna być taka, aby:

1) w żadnym punkcie przekroju poprzecznego górnej części nie wystąpiły podczas eksploatacji siły przekraczające naprężenia dopuszczalne dla wbudowanych gruntów (zob. wymiarowanie w zał. 7),

2) *uchylony*[(1)].

4. Trwałość górnej części podtorza zapewnia się przez wbudowanie gruntów lub innych materiałów:

1) dostatecznie trwałych, tzn.:

a) odpornych na wodę, tzn. nie zawierających substancji rozpuszczalnych, np. soli,

b) o zawartości części organicznych nie większej niż 0,2%,

c) o zawartości siarczanów nie większej niż 0,2%.

2) dobrze uziarnionych, tzn. dobrze zagęszczających się i nie ulegających rozgęszczeniu pod wpływem drgań (zob. zał. 1),

3) niewysadzinowych (zob. zał. 1),

4) stabilnych mechanicznie na stykach poszczególnych warstw, tzn. nie mieszających się z innymi przylegającymi materiałami – warunek ten musi być spełniony zwłaszcza dla styku z podsypką, natomiast nie wymaga się jego spełnienia dla styków z materiałami o trwałej strukturze, które nie ulegają sufozji, np. grunt stabilizowany (zob. zał. 1),

5) odpowiednio wodoprzepuszczalnych - wskaźnik wodoprzepuszczalności k_{10} dla gruntu znajdującego się bezpośrednio pod podsypką powinien wynosić:

a) $\geq 1 \times 10^{-4}$ m/s - gdy grunt warstwy ochronnej musi przepuszczać wody opadowe (np. warstwa filtracyjna na równi stacyjnej),

b) $< 1 \times 10^{-6}$ m/s - gdy konieczne jest zapobieżenie infiltracji wód opadowych w grunty podtorza (torowisko musi być wtedy dostatecznie utwardzone i wyprofilowane z nachyleniami poprzecznymi w kierunku drenażu),

6) uniemożliwiających migrację drobnych cząstek z podtorza w podsypkę (wymaganie to spełniają materiały zawierające 10 - 20% ziaren mniejszych od 0,2 mm).

5. W przypadku linii nowobudowanych i przystosowywanych do prędkości v ≥ 160 km/h oraz wzmacniania torowisk przy użyciu specjalistycznych maszyn (np. AHM 800-R), zaleca się stosowane materiałów spełniających również dodatkowe wymagania podane w zał. 23.
6. W celu zapewnienia jednorodności podparcia podkładów (m.in. jednakowej podatności torowiska i grubości warstwy podsypki), konstrukcje górnych części podtorza powinny być jednakowe na całych szlakach lub grupach stacyjnych - zmiany konstrukcji dopuszcza się w przypadku:
   1) skomplikowanych warunków hydrologiczno – geologicznych,
   2) torów lub ich odcinków o wyraźnie odmiennych funkcjach,
   3) napraw podtorza.

   Konieczne zmiany konstrukcji wprowadza się skokowo na międzytorzach oraz stopniowo na długości toru (zob. § 10, p. 7).

§ 10. Wymagania dotyczące pokryć ochronnych torowisk

1. Jeśli wymagania dotyczące górnych części podtorza wg § 9 nie są spełnione, zabezpiecza się je jedno- lub wielowarstwowymi pokryciami ochronnymi, umożliwiającymi spełnienie tych wymagań.
2. Pokrycia ochronne torowisk należy stosować również wtedy, gdy wymagania dla górnych warstw są spełnione, ale pokrycie pozwoli polepszyć stan innego elementu podtorza, np. uniemożliwi dopływ wód opadowych do głębiej położonych warstw gruntów spoistych.
3. Z wyjątkiem sytuacji wymienionych w p. 2, pokryć ochronnych torowisk nie należy stosować na odcinkach, na których konieczne jest wcześniejsze zwiększenie stateczności całej budowli (np. wzmocnienie odkształcającego się nasypu lub jego podłoża) lub planowane są roboty, w wyniku których pokrycia mogłyby ulec zniszczeniu (np. zabudowa kabli).
4. Konstrukcje pokryć ochronnych (np. warstw ochronnych) na liniach eksploatowanych ustala się zależnie od miejscowych warunków wodno-gruntowych i eksploatacyjnych - pokrycia ochronne mogą być stosowane m.in. w celu:
   1) zwiększenia nośności podtorza, polepszenia rozkładu sił, zmiany jego sztywności,
   2) polepszenia dynamicznych parametrów podtorza,
   3) polepszenia warunków filtracji na styku podtorza z podsypką,
   4) zabezpieczenia gruntów podtorza przed wodą, erozją lub mrozem,
   5) odprowadzenia wód opadowych.

5. Grubości typowych warstw ochronnych torowisk dla podtorza nowobudowanego i dobudowywanego podano w tab. 6, natomiast wymiarowanie warstw ochronnych przedstawiono w zał. 7.

Tablica 6 Grubości typowych warstw ochronnych torowisk podtorza nowo budowanego i dobudowywanego

Klasa gruntu podtorza	Minimalna grubość warstwy [m]
QS1	0,50
QS2	0,35
QS3	0,30 *)

*) w przypadku podtorza ze skał oraz wtedy, gdy górna część podtorze nie spełnia wszystkich wymagań

6. Zasadniczo, pokrycia ochronne wykonuje się z gruntów mineralnych, takich jak pospółki, żwiry, piaski, oraz kruszyw takich jak niesort kamienny, kliniec, grys, uwzględniając poniższe zasady:
   1) w przypadku dużych grubości warstw gruntowych lub braku odpowiednich materiałów, można stosować grunty stabilizowane różnymi spoiwami (cement, wapno, bitum, żywice itp.),
   2) cienkie pokrycia przepuszczalne (np. geowłókniny, geosiatki) oraz nieprzepuszczalne (np. folie, powłoki bitumiczne) stosuje się jako elementy wzmocnień i zabezpieczeń wielowarstwowych, pozwalające zmniejszyć grubości potrzebnych podbudów i spełnić określone wymagania, a także zapobiegawczo w naprawach podtorza,
   3) materiały odpadowe mogą być stosowane pod warunkiem spełnienia wszystkich wymagań dla materiałów przydatnych do budowy warstw ochronnych torowisk.
7. Konstrukcje pokryć ochronnych torowisk powinny spełniać następujące wymagania:
   1) ze względów wykonawczych i eksploatacyjnych te same materiały powinny być układane na jak najdłuższych odcinkach, najlepiej na całych liniach,
   2) długość odcinków, na których układane są pokrycia, powinna być większa od długości odcinków, na których występują niekorzystne warunki wodno-gruntowe (pokrycie pod rozjazdem układa się na długości 4÷6 m większej od jego długości, w rejonie podejścia do mostu na długości 15÷25 m; pod stykiem szynowym na długości 2÷6 m),
   3) długości odcinków przejściowych między podtorzem istniejącym i podtorzem modernizowanym lub naprawianym nie mogą być mniejsze niż 10 m, przy czym muszą spełniać również wymaganie:

$$L \geq \frac{\Delta E}{2{,}5}$$

gdzie:

L – długość odcinka przejściowego, m

∆E – orientacyjna różnica ekwiwalentnych modułów odkształceń na poziomie torowiska na styku odcinków, MPa

4) pokrycie układa się na całej szerokości torowiska, układanie na szerokości mniejszej jest uzasadnione jedynie w przypadku stosowania specjalistycznych maszyn lub dużych kosztów (konieczne jest wówczas zapewnienie dobrego spływu wód opadowych z torowiska),

5) wody z pokryć ochronnych należy odprowadzać na skarpy nasypów, do rowów bocznych, drenażu wgłębnego, przy czym krawędzie pokryć nie mogą znajdować się niżej niż 0,15 m ponad dnem rowu lub poziomem wody innego odbiornika,

6) powierzchnia podtorza przed ułożeniem pokrycia musi być wyprofilowana z odpowiednim spadkiem w kierunku drenażu lub krawędzi torowiska; spadek taki jest wymagany również dla pokryć (z wyjątkiem pokryć przepuszczalnych na równiach stacyjnych),

7) spadek poprzeczny torowiska (górnej powierzchni warstwy ochronnej) na szlakach linii eksploatowanych zaleca się przyjmować równy 3 - 4%; spadek ten zwiększa się do 5% na odcinkach:

   a) z odsłanianymi gruntami spoistymi,

   b) na których konieczne jest zapobieżenie infiltracji wód opadowych w grunty podtorza,

8) ze względu na dokładność robót nie należy stosować warstw przepuszczalnych cieńszych od 0,15 m i warstw nieprzepuszczalnych cieńszych od 0,10 m (grubość ta może być zmniejszona do 0,06 m w przypadku warstw bitumicznych),

9) pokrycia nieprzepuszczalne muszą być jednorodne i zupełnie szczelne,

10) wszystkie pokrycia ochronne należy układać na takiej głębokości, aby nie uległy uszkodzeniu w czasie pracy maszyn torowych; można przyjmować, że grubość warstwy podsypki lub gruntu nad pokryciem nie powinna być mniejsza od grubości belki podtorowej oczyszczarki tłucznia (zazwyczaj 0,2 m) zwiększonej o:

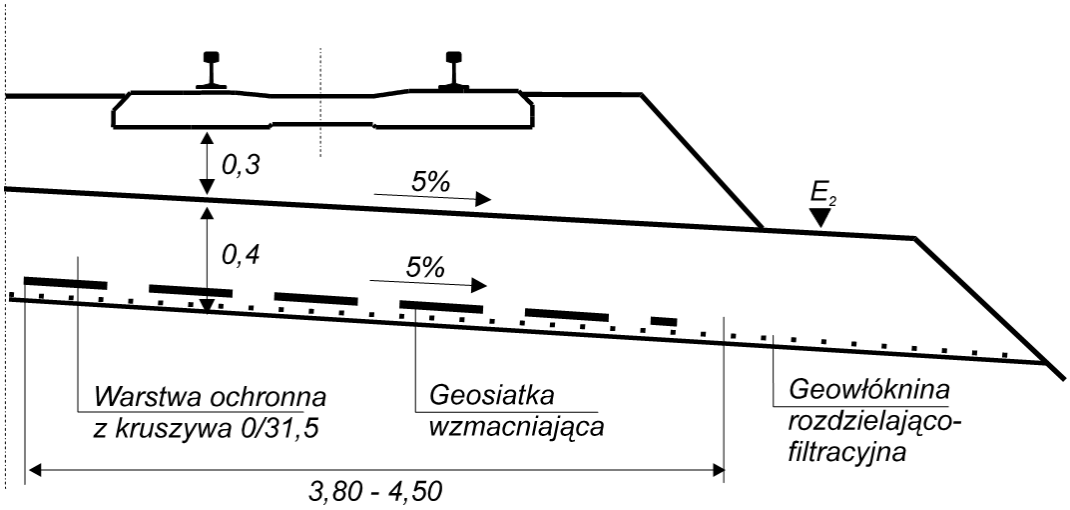
   a) 0,05 m – dla warstw z gruntów mineralnych, gruntów stabilizowanych i odsiewek,

   b) 0,05 ÷ 0,08 m - dla pokryć z geowłóknin i pap,

c) 0,10 m - dla warstw i powłok bitumicznych oraz płyt betonowych.

8. Przy stosowaniu geowłóknin i geotkanin należy uwzględniać następujące zasady:
   1) geowłókniny i geotkaniny rozdzielające układa się pod warstwami ochronnymi wtedy, gdy materiał tych warstw nie spełnia wymagań na styku z gruntem podtorza,
   2) w przypadku zawilgoconych przekopów zaleca się ułożenie geowłókniny rozdzielająco-filtracyjnej na całej szerokości torowiska (rys. 4).
   3) przy wymiarowaniu wzmocnień torowisk nie zaleca się uwzględniania wzmacniającego działania geowłóknin i geotkanin,
   4) stosowane geowłókniny i geotkaniny powinny być możliwie małościśliwe, gdyż duże ich podatności mogą utrudnić zagęszczenie warstwy ochronnej i uzyskanie dostatecznej nośności torowiska bezpośrednio po robotach.
9. Geosiatki zbrojące (wzmacniające) stosuje się uwzględniając następujące wymagania:
   1) zbrojenie (wzmocnienie) warstwy ochronnej geosiatką stosuje się, gdy:
      a) grubość potrzebnej warstwy ochronnej przekracza 0,40 - 0,45 m,
      b) konieczne jest zmniejszenie łącznej grubości podbudowy, np. ze względu na lokalne warunki wodno-gruntowe,
      c) celowe jest zastosowanie warstwy ochronnej o jednakowej grubości na dłuższym odcinku,
   2) zasadniczo, geosiatkę układa tylko w strefie obciążeń eksploatacyjnych, tzn. na szerokości 3,80 - 4,20 m (rys. 4),
   3) w przypadku przewidywanych osiadań torowiska nie należy stosować wypukłych załomów geosiatki,
   4) wymiary oczek geosiatki powinny być dobrane tak, aby występowało klinowanie się w nich ziaren kruszywa (zob. zał. 6) - z tego również względu wskazane jest układanie geosiatki w warstwie kruszywa na poziomie 0,05 - 0,10 m powyżej spodu warstwy,
   5) grubość warstwy kruszywa układanego na geosiatce nie powinna być mniejsza od 0,20 m (jeśli obliczona grubość jest mniejsza, to należy ją zwiększyć) i nie większa niż 0,30 m w przypadku warstw ze żwirów i pospółek oraz 0,50 m w przypadku warstw z kruszywa łamanego (jeśli grubość potrzebnej podbudowy jest większa, to należy ułożyć następną geosiatkę i kolejną warstwę kruszywa),
   6) zakładki przy łączeniu geosiatek nie powinny być mniejsze niż 0,50 ÷ 0,80 m w przypadku słabego podłoża oraz ok. 0,40 m w przypadku podłoża wytrzymałego.

10. Wszystkie materiały na pokrycia ochronne torowisk dobiera się na podstawie odpowiednich atestów lub wyników szczegółowych badań; stosowane grunty powinny spełniać minimalne wymagania podane w §9, natomiast geosyntetyki - wymagania podane w zał. 6.



Rys. 4. Wzmocnienie torowiska z użyciem materiałów geotekstylnych (przykład)

§ 11. Wymagania dotyczące odwodnienia podtorza

1. Odwadnianie należy traktować jako jeden z podstawowych sposobów zwiększania stateczności podtorza i wytrzymałości gruntów w czasie budowy i eksploatacji, jak również zapewnienia odpowiednich warunków pracy budowli i urządzeń znajdujących się w podtorzu.
2. Odwodnienie podtorza oraz znajdujących się w nim budowli i urządzeń powinno polegać na:
   1) właściwym ułożeniu przepuszczalnych i nieprzepuszczalnych gruntów w budowli wraz z nadaniem im odpowiedniego kształtu - zob. § 12,
   2) zastosowaniu niezbędnych urządzeń odwadniających (zbierających i odprowadzających wody powierzchniowe i podziemne oraz chroniących podtorze przed podtopieniem oraz niszczącym działaniem wód sąsiadujących cieków i zbiorników) - zob. rozdz. 4.
3. Sposoby odwadniania oraz stosowane w tym celu konstrukcje dobiera się na podstawie wyników badań i analiz, biorąc pod uwagę przewidywaną skuteczność odwodnienia w danych warunkach, jego koszty, możliwości technologiczne, materiałowe i utrzymaniowe, wpływ na środowisko itp.
4. Beton do produkcji prefabrykowanych elementów odwodnieniowych z betonu zbrojonego powinien spełniać następujące minimalne wymagania:

1) wytrzymałość na ściskanie po 28 dniach powinna odpowiadać co najmniej klasie C30/37 zgodnie z normą PN-EN 12390-3:2002,

2) nasiąkliwość wagowa betonu nie może przekraczać 5% zgodnie z normą PN-EN 13369:2005,

3) stopień mrozoodporności betonu powinien odpowiadać co najmniej klasie F150 zgodnie ze specyfikacją techniczną wyrobu.

5. Roboty odwodnieniowe (układanie przewodów rurowych) należy wykonywać wg zał. 12 i ogólnych zasad podanych w normie BN-75/8846-01 i BN-80/8939-17.

§ 12. Wymagania dotyczące robót ziemnych

1. Grunty i inne materiały należy wbudowywać w podtorzu w taki sposób, aby

   1) nasypy nie powodowały spiętrzeń wód i nie mogły się w nich lub przy nich zbierać wody opadowe oraz wody spływające z przyległego terenu,

   2) możliwe było odprowadzenie - a w razie potrzeby także przepuszczenie - niewielkich ilości wód opadowych spływających po powierzchni terenu lub podtorza,

   3) niemożliwa była infiltracja wód opadowych i podziemnych w podtorze (np. podsiąkanie),

   4) zapewniony był odpływ wód znajdujących się w podtorzu.

2. W przypadku niespełnienia tych wymagań należy przewidzieć odpowiednie urządzenia odwadniające.

3. Roboty ziemne należy wykonywać wg zasad ogólnych podanych w BN-88/8932-02 oraz PN-B-06050:1999 i PN-S-02205:1998, tak aby uzyskać:

   1) projektowane wymiary podtorza z tolerancjami podanymi w rozdziale dot. kontroli robót,

   2) wymagane wskaźniki zagęszczenia I_s podane w rozdziale dot. kontroli robót.

4. Grubości jednorazowo układanych warstw gruntów i innych materiałów powinny być dostosowane do używanego sprzętu zagęszczającego (najczęściej do 0,45 m).

5. Wymiary największych ziaren wbudowywanego materiału należy uzależniać od stosowanego sprzętu do rozścielania i zagęszczania; w przypadku sprzętu typowego wymiary ziaren materiału nie powinny przekraczać połowy grubości układanej warstwy oraz:

   1) 0,60 m - w przypadku korpusu nasypu,

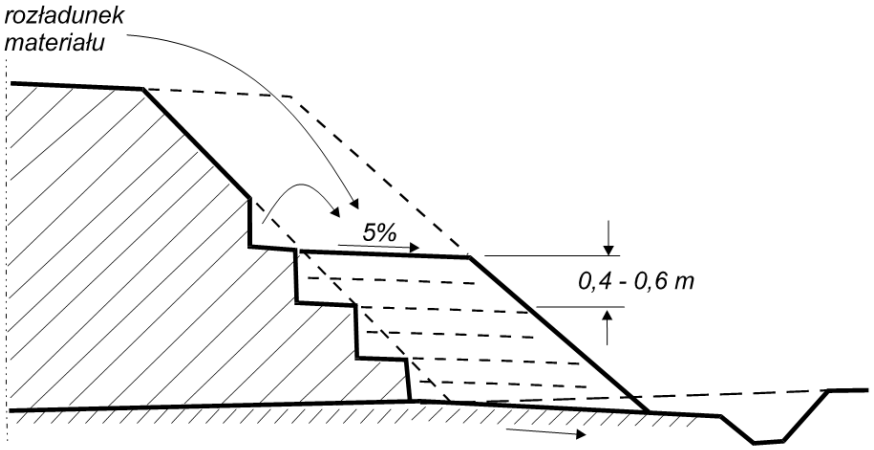
   2) 0,20 m - w przypadku górnych części podtorza (nie dotyczy to pokryć ochronnych torowisk),

3) 0,10 m - przy obiektach.

6. Materiał wbudowywany przy obiektach musi być odporny na osiadanie (np. grunt klasy QS3), układany powinien być cienkimi warstwami i zagęszczany małymi zagęszczarkami, tak by uniknąć uszkodzeń obiektu.

7. Przy budowie nasypu na zboczu ze spadkiem większym niż 1 : 5 względem osi podłużnej nasypu, na zboczu należy wyciąć stopnie o wysokości 0,5÷1,0 m, szer. 1÷2,5 m i spadkach górnych powierzchni ok. 4% w kierunku zgodnym ze spadkiem zbocza.

8. Poszerzenia istniejących nasypów należy wykonywać w sposób gwarantujący właściwe połączenie części dobudowanych z częściami istniejącymi (schodkowo) i uniemożliwiający tworzenie się zastoisk wód opadowych, zarówno przy nasypach, jak i w ich wnętrzach (odpowiednie spadki i wodoprzepuszczalności gruntów) - rys. 5.



Rys. 5. Poszerzanie nasypu z jednoczesnym schodkowaniem istniejącej skarpy (przykład)

9. W przypadku budowy podtorza w niekorzystnych warunkach wodno-gruntowych zaleca się rozważyć następujące metody wzmocnień:

   1) nasypy:

      a) wymiana gruntu podłoża nasypu (technika ta może być stosowana tylko przy niewielkiej grubości wymienianej warstwy),

      b) konsolidacja gruntu podłoża nasypu przez wstępne przeciążenie podłoża nasypem,

      c) zabudowa pionowych drenów lub pali,

      d) osłona podtapianej skarpy narzutem kamiennym lub innym wzmocnieniem z filtrem pośrednim.

   2) przekopy:

a) zabezpieczenie gruntów wrażliwych na mróz lub wodę warstwą ochronną z gruboziarnistego materiału,

b) odpowiednie odwodnienie (drenaż u podstawy skarpy, drenaż odcinający lub rów, warstwa filtracyjna itp.).

Oprócz wymienionych mogą być stosowane także inne metody (zmniejszenie nachylenia skarpy, gwoździowanie, ścianki wspornikowe lub kotwione itp.).

§ 13. Wymagania dotyczące ochrony środowiska

1. Budowa oraz utrzymanie podtorza, w tym odwodnienia, nie mogą być uciążliwe dla środowiska naturalnego; ochrona środowiska polega przede wszystkim na:
   1) zapobieganiu niszczeniu terenów rolnych i leśnych oraz terenów użytkowanych w inny sposób,
   2) możliwie małym ingerowaniu w warunki życia ludzi, zwierząt, roślin,
   3) zapobieganiu zanieczyszczeniom wód powierzchniowych i gruntowych,
   4) stosowaniu stref ochronnych w pobliżu miejsc czerpania wody pitnej, terenów zdrojowych, rezerwatów itp.,
   5) zapobieganiu naruszeniu istniejących stosunków wodnych.
2. Przy budowie i modernizacji podtorza na terenach niezurbanizowanych należy w szczególności każdorazowo rozważyć celowość:
   1) budowy odpowiednich przejść dla zwierząt,
   2) zastąpienia w przekopach rowów bocznych drenażami wgłębnymi lub rowami krytymi, ułatwiającymi migrację drobnych zwierząt, ale nie utrudniającymi utrzymania odwodnienia.

Rozdział 4. Wymagania techniczne dla odwodnień

§ 14. Wymagania ogólne

1. Urządzenia odwadniające muszą spełniać następujące warunki:

   1) muszą być skuteczne, tzn. chronić drogę i urządzenia kolejowe przed zalaniem i w dostatecznym stopniu zmniejszać wilgotność gruntów podtorza:

      a) krawędź torowiska przy ciekach i zbiornikach wodnych oraz na terenach zalewowych musi znajdować się na rzędnej H nie niższej niż:
      $H=H_w+h_f+0,6$
      gdzie:
      H_w – rzędna stuletniej wysokiej wody; w przypadku zbiornika spiętrzającego przyjmuje się rzędną wody tysiącletniej, m
      h_f – wysokość fal wg danych hydrologicznych; fal nie uwzględnia się, jeśli ciek lub zbiornik ma szerokość nie większą od 50 m, a obliczenia wykonuje się dla wody stuletniej, m

      b) powinny dostatecznie obniżać poziom wód gruntowych i zapewniać szybki spływ wód opadowych z podtorza:

      - obniżone poziomy wód przyjmuje się równe co najmniej 1,5 m w przypadku linii modernizowanych i nowobudowanych oraz równe co najmniej 1,2 m od główek szyn na liniach eksploatowanych, nie płyciej jednak niż 0,5 m poniżej wszystkich instalacji elektrycznych,

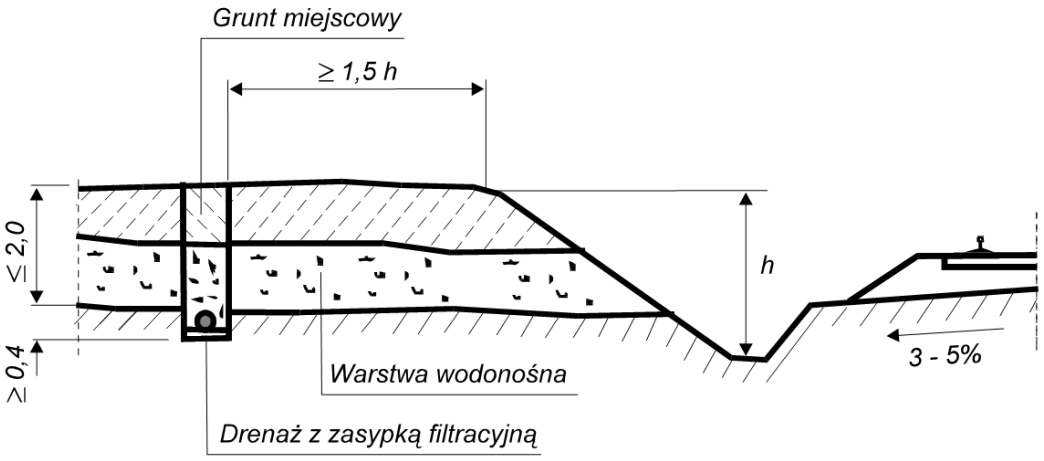
      - współczynnik c określający czas spływu wód opadowych warstwami filtracyjnymi układanymi pod podsypką określa wzór:

        $$c = \frac{l}{ki10^6}$$

        gdzie:
        l - długość najdłuższej trasy przepływu wody w warstwie filtracyjnej, m
        k – współczynnik wodoprzepuszczalności materiału warstwy filtracyjnej, m/s
        i – spadek trasy przepływu wody, tzn. spadek dolnej powierzchni warstwy filtracyjnej (części jedności)
        Współczynnik c nie może być większy od:
        c = 1,0 – dla warstw układanych w rejonach hamulców torowych,
        c = 1,5 – dla warstw układanych w rejonach rozjazdów, urządzeń srk i automatyki,
        c = 2,5 – dla pozostałych warstw filtracyjnych.

   2) nie mogą niekorzystnie wpływać na stateczność podtorza, sąsiadujących budowli i urządzeń (zob. § 66 oraz zał. 9, 11 i 12); w szczególności:

a) drenaż podziemny głęboki przy przekopie, odcinający lub zmniejszający dopływ wód gruntowych, należy stosować według zasad pokazanych na rys. 6 (na rysunku pokazano drenaż zupełny odcinający dopływ).



Rys. 6. Drenaż podziemny zupełny przy przekopie (przykład)

b) rowy przy przekopach można lokalizować w strefie teoretycznego klina odłamu gruntu tylko po stwierdzeniu, że grunt w tej strefie jest zwarty, a skarpa stateczna (zob. zał. 9),

c) umocnienia rowów muszą być szczelne na odcinkach, na których wody infiltrujące z rowów mogłyby zmniejszyć stateczność podtorza (dotyczy to m.in. rowów w gruntach w rejonach osuwisk i rowów przy przekopach),

3) muszą być dostatecznie odporne na najczęściej występujące oraz przewidywane czynniki destrukcyjne, takie jak: obciążenia, woda, mróz, chemikalia, agresywne wody, zanieczyszczenia stałe itp., tzn.:

a) przewody rurowe muszą spełniać wymagania wytrzymałościowe,

b) na skrzyżowaniach z torami, drogami itp. zbieracze i kolektory umacnia się przez obetonowanie lub umieszcza się je w osłonie żelbetowej albo stalowej, tak aby były one dostatecznie zabezpieczone przed oddziaływaniami eksploatacyjnymi,

c) sieć odprowadzającą znajdującą się lokalnie w strefie przemarzania gruntów należy zabezpieczyć przed mrozami wg zał. 14,

d) przy całkowitych wypełnieniach przekrojów ciągów, prędkości przepływu wód nie mogą być większe od prędkości, przy których następuje rozmywanie cieków lub niszczenie ich obudów, oraz mniejsze od 0,30 m/s, tj. prędkości przy której następuje zamulanie; wyjątek stanowią:

- rowy, dla których można przyjmować minimalne prędkości przepływu wg tab. 15 w rozdziale dotyczącym kontroli robót,

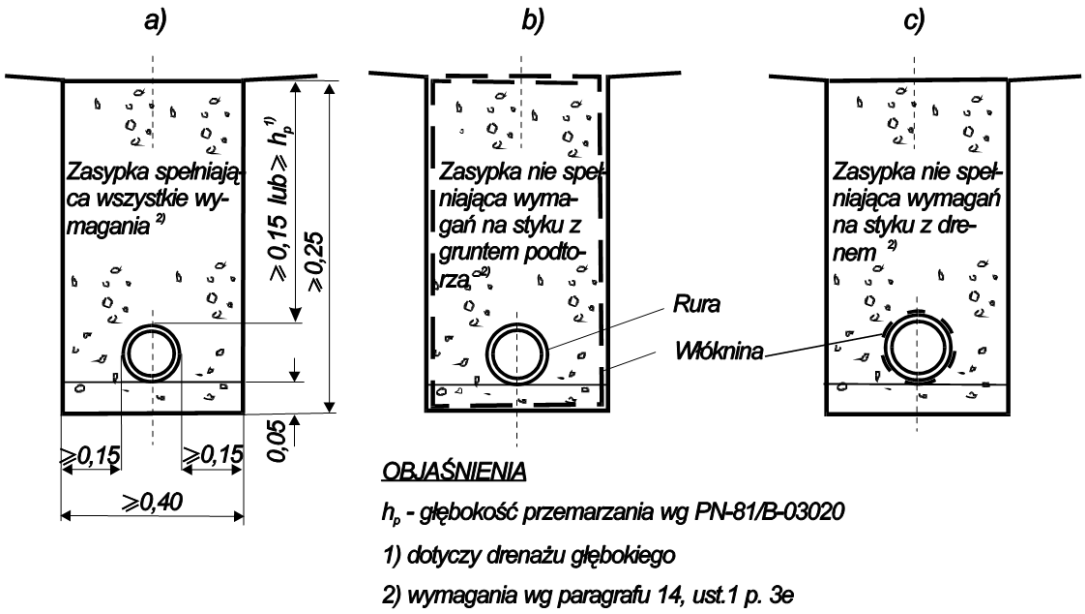
- rowy boczne przecinające linie wododziałowe, dla których dopuszcza się na krótkich odcinkach spadki od linii wododziałowych równe 0,1%,
- poprzeczne koryta w rejonach hamulców, dla których dopuszcza się spadki równe 0,5%,
- lokalne drenaże rurowe na liniach eksploatowanych (np. odprowadzające wody z rozjazdów), dla których dopuszcza się spadki 0,5%,

e) elementy zbierające wodę (dreny, korytka) należy zabezpieczyć przed zamuleniem zasypką filtracyjną z gruntu, kruszywa lub materiału odpadowego; zasypka ta (rys. 6 i 7):

- musi być odporna na mróz (zob. zał. 1),
- musi być dostatecznie przepuszczalna; wymaganą wodoprzepuszczalność zasypki określa warunek:
  $k_{10} \geq 1 \cdot 10^{-4}$, m/s
  gdzie: k_{10} - wskaźnik wodoprzepuszczalności materiału określony metodami terenowymi lub wg PN-55/B-04492.
- nie może w czasie eksploatacji ulegać rozkładowi lub scementowaniu powodującemu zauważalne zmniejszenie wodoprzepuszczalności materiału,
- na styku z gruntem podtorza musi spełniać warunek stabilności filtracji (stabilności mechanicznej) podany w zał. 1.
  Jeśli warunek ten nie jest spełniony, to zasypkę od gruntu należy oddzielić dodatkową warstwą umożliwiającą spełnienie warunku (np. geowłókniną filtracyjną wg zał. 6),
- na stykach z elementami drenarskimi (z wyjątkiem elementów porowatych) musi spełniać wymaganie:

  $2d_{50} > e$
  gdzie:
  d_{50} - średnica ziaren zasypki filtracyjnej, przy której masa ziaren mniejszych w zasypce wynosi 50%,

  e - średnica otworu lub szerokość szczeliny w elemencie drenarskim (dla rur drenarskich układanych "na styk" przyjmuje się e = 1 mm, dla korytek układanych w rowach e = 2 mm).
  Jeśli wymaganie to nie jest spełnione, to elementy drenarskie zabezpiecza się geowłókniną filtracyjną lub dodatkową warstwą gruntu umożliwiającego spełnienie tego wymagania.



Rys. 7. Przekroje poprzeczne drenaży rurowych: a - drenaż z jednorodną zasypką z gruntu, b - drenaż z zasypką kamienną i wykopem wyłożonym włókniną, c - drenaż z rurą zabezpieczoną włókniną

4) nie mogą utrudniać eksploatacji i utrzymania drogi kolejowej, w tym przy użyciu maszyn torowych (zob. § 6, p. 1),

5) górne części studzienek znajdujących się na drogach, dojściach, międzytorzach oraz w rejonach wykorzystywanych do codziennej pracy umieszcza się równo z powierzchnią podsypki, terenu, drogi itp. Studzienki w takich miejscach muszą mieć dostatecznie wytrzymałe pokrywy lub być zabezpieczone odpowiednimi obudowami (zob. zał. 11),

6) nie mogą stwarzać zagrożenia dla środowiska naturalnego, np. odprowadzać lub umożliwiać przenikanie zanieczyszczonych wód do warstw wodonośnych,

7) muszą być proste w budowie i utrzymaniu,

8) do zbierania i odprowadzania wód powinny wykorzystywać tylko siły grawitacji (nie dotyczy to odwodnień roboczych i tymczasowych).

2. Budowę podziemnych drenaży bez studzienek dopuszcza się na krótkich odcinkach (np. na długości peronu) pod warunkiem:

   1) spełnienia wszystkich wymagań zapewniających sprawne funkcjonowanie drenażu, oraz

   2) uzyskania zgody upoważnionego organu.

3. Pokrycia ochronne układane pod podsypką w celu odprowadzenia lub niedopuszczenia wód (warstwy filtracyjne) muszą również spełniać wymagania materiałowe dla górnych części podtorza, przy czym:

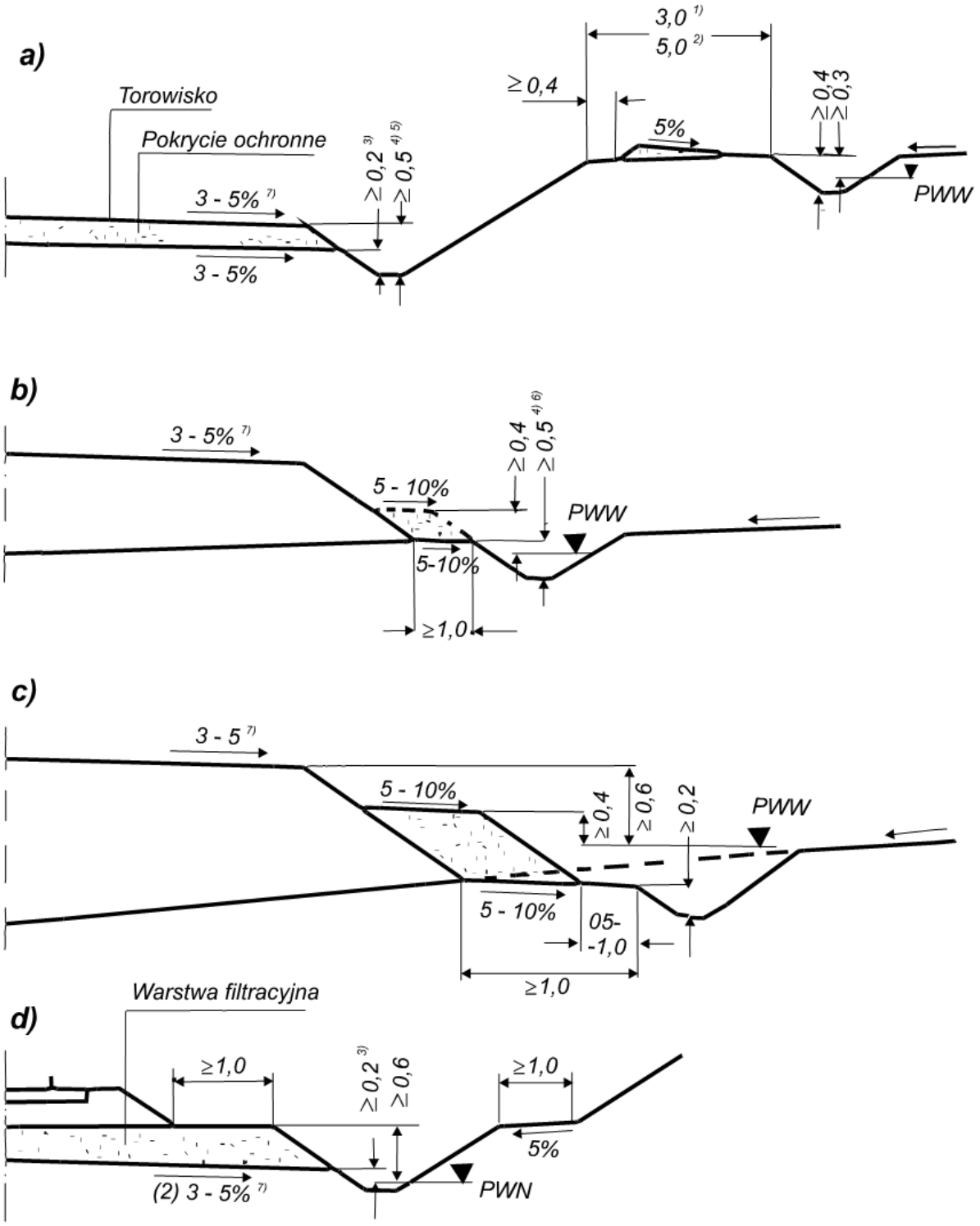
1) grubości warstw filtracyjnych na ławach torowisk na gruntach nieprzepuszczalnych i słabo przepuszczalnych ze względu na rozmywanie nie mogą być mniejsze od 0,15 m w przypadku warstw z piasków średnich oraz 0,10 m w przypadku warstw z pospółek,

2) grunty podtorza wyjątkowo wrażliwe na wodę należy zabezpieczać pokryciami ochronnymi szczelnymi (stosowanie takich pokryć uzasadnione jest wtedy, gdy poziom wód gruntowych musi być obniżony do głębokości co najmniej 2 m mierzonej od główki szyny).

4. W przypadku długich zlewni, spływ wód opadowych zaleca się określać metodą natężeń granicznych, pozwalającą zmniejszyć przekroje poprzeczne projektowanych ciągów odwadniających (w metodzie tej przyjmuje się, że natężenie miarodajnego opadu odpowiada czasowi spływu wody z najdalszego punktu zlewni, oraz że natężenie każdego opadu zależy od czasu jego trwania, np. długie opady mają mniejsze natężenie).

§ 15. Odwadnianie podtorza na szlakach i stacjach

1. Zasadniczo, podtorze należy odwadniać powierzchniowo, tzn. kształtując odpowiednio jego powierzchnie i stosując w miarę potrzeby pokrycia filtracyjne i szczelne oraz rowy i płytkie drenaże podziemne.
2. Spływ wód powierzchniowych z podłoża podkładów na szlakach zapewnia się stosując poprzeczne spadki torowisk w kierunku skarp, bocznych rowów lub drenaży podziemnych. Jeśli możliwości takich nie ma, stosuje się przekrój poprzeczny podtorza jak na równi stacyjnej. (zob. rys. 8 i 9).
3. Spływ wód powierzchniowych z równi stacyjnych zapewnia się przy użyciu drenażu płytowego, tj. nadanie powierzchniom gruntu podtorza spadków poprzecznych, ułożenie warstw filtracyjnych i odprowadzenie przy użyciu tych warstw wód do drenaży zewnętrznych (np. rowów) i drenaży podziemnych wewnętrznych rozmieszczonych na co 2 ÷ 4 międzytorzu (zob. rys. 9 i 10).
4. Pozostałe powierzchnie podtorza (z wyjątkiem skarp) profiluje się ze spadkami poprzecznymi równymi 5 - 10% w kierunku możliwego spływu wód. Dotyczy to także powierzchni odsadzek, ław ochronnych i powierzchni gruntów mało przepuszczalnych, znajdujących się pod gruntami przepuszczalnymi, m.in. warstwami filtracyjnymi, nasypami z przepuszczalnych gruntów itp.



Rys. 8. Przekroje poprzeczne podtorza w rejonach rowów: a - przekop na szlaku, b – nasyp na szlaku, c - nasyp na terenie zalewowym, d - równia dużej stacji w przekopie

Objaśnienia:

[1)] w przypadku spoistych gruntów podtorza

[2)] w przypadku niespoistych gruntów podtorza

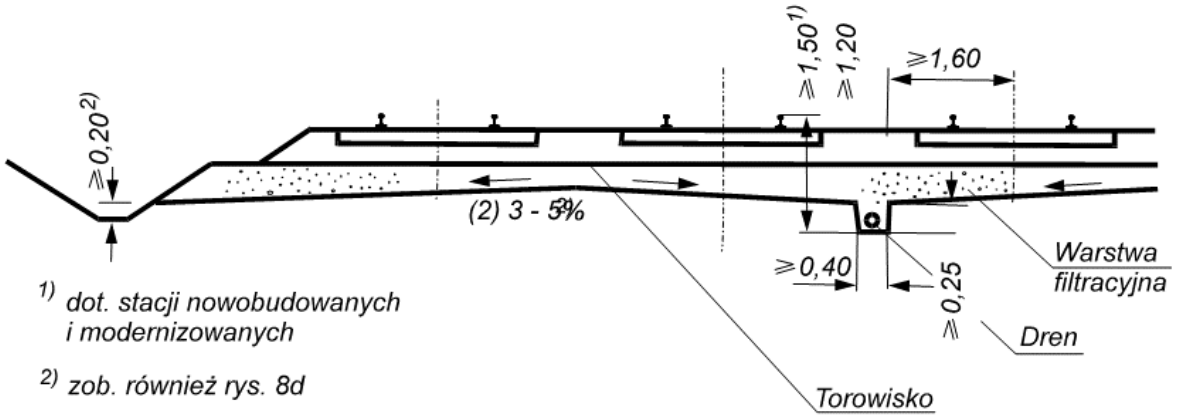
[3)] w przypadku stosowania warstwy filtracyjnej lub sączków

[4)] na liniach znaczenia miejscowego można zmniejszyć do 0,4 m

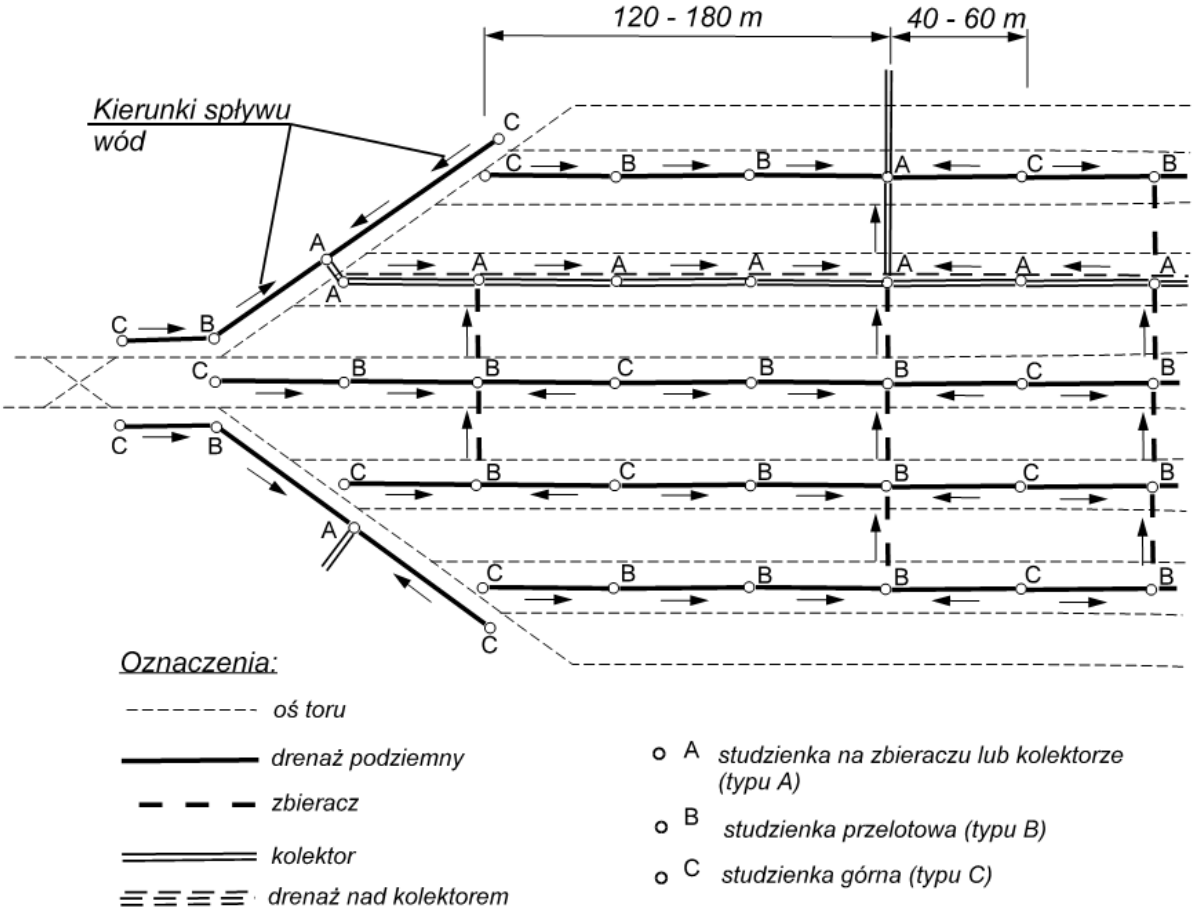
[5] w rejonach wododziałów można zmniejszyć do 0,2 (bez zmiany odległości rowu od krawędzi torowiska)

[6] można zmniejszyć do 0,2 pod warunkiem wykonania zasypki pokazanej na rys. b

[7] można zmniejszyć do 1% pod warunkiem trwałej stabilizacji gruntu



Rys. 9. Kształtowanie podtorza w przekroju poprzecznym na stacji



Rys. 10. Schematyczny plan sieci odwodnieniowej na stacji (przykład)

§ 16. Zasady stosowania urządzeń odwadniających

1. Rowy stosuje się do zbierania i odprowadzania wód powierzchniowych:

   1) we wszystkich przekopach,

2) przy górnych krawędziach przekopów od strony napływających wód,

3) przy nasypach o wysokości do 0,6 m,

4) przy nasypach od strony dopływających wód,

5) w celu przeprowadzenia wód powierzchniowych przez stację lub odprowadzenia ich poza podtorze,

6) w celu niewielkiego obniżenia poziomu wód gruntowych.

2. Przy stosowaniu rowów należy uwzględniać następujące zasady:

   1) na liniach nowobudowanych i przystosowywanych do v > 160 km/h rowy boczne powinny być:

      a) obudowane (na pozostałych liniach obudowa rowów jest zalecana ze względów utrzymaniowych),

      b) budowane z odsadzką od strony skarpy o szerokości minimum 0,2 m lub zastępowane drenażem podziemnym,

   2) jeżeli rowy zmniejszają stateczność podtorza, można zastąpić je wałami odprowadzającymi (np. przy przekopach) lub drenażami podziemnymi (np. przy nasypach),

   3) rowy o spadkach większych niż 10% należy wyposażać w progi, stopnie, kaskady, studnie wodospadowe albo zastępować je bystrotokami.

3. Drenaż płytowy należy traktować jako podstawowy rodzaj odwodnienia powierzchniowego równi stacyjnych.

4. Drenaż podziemny płytki (zamarzający zimą) stosuje się zamiast rowów, gdy budowa rowów nie jest wskazana ze względów eksploatacyjnych.
   Drenaż taki należy traktować jako podstawowe odwodnienie powierzchniowe szerokich równi stacyjnych i rozmieszczać na 2 - 4 międzytorzu także wtedy, gdy grunty podtorza są przepuszczalne.
   Stosowania drenażu można zaniechać tylko w przypadku wyjątkowo korzystnych warunków wodno-gruntowych.

   W uzasadnionych przypadkach zamiast płytkiego drenażu podziemnego można stosować rowy kryte.

5. Drenaż podziemny głęboki (nie zamarzający zimą) stosuje się tylko wtedy, gdy wody gruntowe niekorzystnie wpływają na podtorze lub wbudowane w nim urządzenia, i wód tych nie można odprowadzić za pomocą urządzeń odwodnienia powierzchniowego, np.:

1) gdy warstwy wodonośne są nachylone w stronę przekopu i zalegają nie głębiej niż 2 m od powierzchni terenu (jeśli głębokość zalegania tych warstw jest większa, należy stosować raczej drenaż punktowy lub przyporowy),

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 inżynieryjnych.

6. Drenaż pionowy odprowadzający wody do innych warstw stosuje się, gdy:

1) konieczne jest osuszenie przewilgoconych gruntów zalegających na dużych głębokościach,

2) odwadniane grunty mają liczne przewarstwienia lub grunty warstw przypowierzchniowych są mniej przepuszczalne niż warstw znajdujących się głębiej,

3) konieczne jest znaczne czasowe obniżenie wód gruntowych.

Rozdział 5. Podtorze na odcinkach szczególnych

§ 17. Podtorze na gruntach ściśliwych i słabonośnych

1. Przy budowie podtorza na gruntach ściśliwych i słabonośnych, takich jak torfy, błota, uplastycznione gliny, należy przewidywać:
   1) całkowitą lub częściową wymianę ściśliwych gruntów,
   2) wzmocnienie podłoża kolumnami lub palami (np. kamiennymi, piaskowymi, cementowo-wapiennymi, stalowymi, betonowymi lub geotekstylnymi),
   3) dynamiczne zagęszczenie gruntów podłoża, dociążenie podłoża z jednoczesnym polepszeniem odpływu wód,
   4) ograniczenie obciążenia podłoża poprzez zastosowanie do budowy lekkich materiałów.
2. Konieczne również może okazać się zastosowanie płyt, warstw lub zbrojeń wyrównujących rozkład sił działających na podłoże.
3. Konsolidację przewilgoconych gruntów podłoża można przyspieszać za pomocą sączków podłużnych i pionowych (zaleca się je stosować pod nadzorem specjalistów, gdyż w większości przypadków niezbędna jest ocena możliwości uzyskania dostatecznego zagęszczenia gruntów, ciągła kontrola tempa konsolidacji gruntów, stateczności budowli itp.):
   1) sączki podłużne (wcinki) stosuje się najczęściej przy nasypach budowanych na zwartych torfach o miąższości warstwy do 5 m. Wcinki o szerokości ok. 2 m wykonuje się po obu stronach nasypu i od razu wypełnia się je piaskiem,
   2) sączki pionowe (piaskowe, żwirowe, kartonowe, jutowo - piaskowe itp.) odprowadzające wodę do specjalnie ułożonych warstw filtracyjnych lub niżej znajdujących się gruntów przepuszczalnych stosuje się najczęściej w celu:
      a) osuszenia podłoży wysokich nasypów ($h \geq 15$ m) posadowionych na gruntach organicznych o miąższości warstw 5 - 20 m (dla umożliwienia wykonania robót i ułatwienia odpływu wód teren pokrywa się 1 - 2 m warstwą filtracyjną z piasku albo żwiru; wody z sączków można odprowadzać do niżej znajdujących się warstw gruntu),
      b) odprowadzenia wód z przewilgoconych spoistych gruntów nasypów i ich podłoży do niżej znajdujących się gruntów przepuszczalnych.
4. Dolne warstwy nasypów z gruntów spoistych na zawilgoconym podłożu powinny być wykonane z gruntów dobrze przepuszczalnych.

5. W przypadku odkształceń istniejących nasypów na słabym podłożu należy rozważyć zastosowanie następujących metod wzmacniania:
    a) nasypy niskie (< 6 m):
        - całkowita wymiana gruntu (konieczne usunięcie toru),
        - wymiana części gruntu nasypu na materiał lżejszy (konieczne usunięcie toru),
        - wymiana gruntu przy nasypie na materiał bardziej wytrzymały (konieczne ograniczenia eksploatacyjne lub wstrzymanie ruchu),
        - budowa przypór.
    b) nasypy wysokie:
        - budowa przypór,
        - palowanie terenu przy nasypie,
        - palowanie podłoża poprzez nasyp ze zwieńczeniem pali odpowiednią warstwą albo płytą.

§ 18. Podtorze na gruntach pęczniejących

1. Podtorze na gruntach pęczniejących w strefie wpływu sezonowych zmian poziomów wód należy projektować z uwzględnieniem wyników szczegółowych badań zachowania się gruntów w przewidywanych warunkach eksploatacji (pęcznienie próbek o nienaruszonej i naruszonej strukturze przy różnych obciążeniach i wilgotnościach).
2. W przypadku występowania gruntów pęczniejących w górnych warstwach podtorza należy rozważyć:
    1) zastąpienie ich innymi gruntami,
    2) stabilizację miejscowych gruntów (np. wapnem),
    3) zapewnienie niezmiennej wilgotności gruntów (odprowadzenie wód podziemnych, zabezpieczenie przed wodami infiltracyjnymi).

§ 19. Podtorze na odcinkach z naturalnymi pustkami w podłożu

1. W przypadku pustek naturalnych, spowodowanych przez wodę w złożach gipsu, soli, wapienia lub kredy, należy określić zasięg zagrożonego odcinka na podstawie map geologicznych, zdjęć z powietrza, badań sejsmicznych, grawimetrycznych, elektrooporowych, georadarowych, wierceń itp.
2. Likwidacja wady polega najczęściej na:

1) wykonaniu otworów i wypełnieniu pustek metodą iniekcji (iniektowany materiał nie może osiadać i być zbyt wodoprzepuszczalny, górna część pustki musi być wypełniona materiałem odpornym na wodę),

2) uregulowaniu stosunków wodnych na odcinku występowania wady.

3. W niektórych przypadkach konieczne jest przesunięcie trasy kolejowej lub wykonanie specjalnych podbudów.

§ 20. Podtorze na terenach szkód górniczych

1. Budowa i utrzymanie podtorza na terenach szkód górniczych zależy od rodzaju występujących lub prognozowanych deformacji podłoża.

2. W przypadku deformacji ciągłych w postaci regularnych niecek obniżeniowych, utrzymanie podtorza powinno obejmować (deformacje takie występują wtedy, gdy eksploatacja górnicza odbywa się odpowiednio głęboko - w warunkach Zagłębia Śląsko-Dąbrowskiego z reguły przy głębokościach większych niż 50 m):

1) analizę archiwalnej dokumentacji górniczej,

2) prognozowanie i pomiary osiadań podtorza na poszczególnych odcinkach,

3) planowe (zapobiegawcze) zwiększanie wysokości nasypów i ich wzmacnianie.

3. W przypadku gwałtownych deformacji nieciągłych w postaci lokalnych lejów, zapadlisk i progów, jakie mogą wystąpić w wyniku reaktywacji starych wyrobisk, należy stosować środki takie same jak w przypadku pustek naturalnych. Ponadto, w celu zapewnienia bezpieczeństwa ruchu, należy rozważyć celowość wprowadzenia na zagrożonych odcinkach:

1) ograniczeń eksploatacyjnych,

2) systemów sygnalizujących powstanie zapadliska i uniemożliwiających ruch na zdeformowanym odcinku toru,

3) zabezpieczeń konstrukcyjnych, umożliwiających przejęcie obciążenia w przypadku utraty podparcia podkładów.

4. Przy konstruowaniu odwodnień na terenach szkód górniczych należy uwzględniać przewidywane deformacje oraz skutki tych deformacji.

§ 21. Podtorze na terenach zalewowych oraz przy ciekach i zbiornikach wodnych

1. Krawędź torowiska na terenach zalewowych oraz przy ciekach i zbiornikach wodnych musi znajdować się co najmniej na rzędnej H podanej w § 14.

2. Skarpy nasypów zabezpiecza się przed niszczącym działaniem płynących wód, fal, lodu, a korpusy nasypów przed nadmierną infiltracją i przebiciami hydraulicznymi.
   W tym celu od strony napływających wód najczęściej buduje się przypory albo szczelne umocnienia skarp i uszczelnienia podłoży nasypów. Natomiast po przeciwnych stronach nasypów w strefach wypływów wód stosuje się skarpy o zmniejszonych do 1:2,5 pochyleniach, przepuszczalne przypory, warstwy filtracyjne (zob. zał. 8), drenaże obniżające poziom przenikających wód oraz inne konstrukcje zapobiegające wypływom wód na powierzchnie skarp i obciążające skarpy oraz podłoża nasypów.
   Odpowiednie w danych warunkach zabezpieczenia dobiera się na podstawie obliczeń krzywych depresji oraz oceny stateczności gruntów przez które przepływa woda.
3. Nasypy pełniące rolę wałów przeciwpowodziowych muszą odpowiadać wymaganiom obowiązującym w budownictwie hydrotechnicznym.

§ 22. Podtorze po powodzi

1. Postępowanie po powodzi zależy od rodzaju występujących uszkodzeń podtorza. Najczęściej stwierdza się uszkodzenia takie, jak ubytki podtorza, uszkodzenia obiektów inżynieryjnych, zanieczyszczenia torowiska i urządzeń odwadniających, uplastycznienie gruntów spoistych i rozgęszczenie gruntów niespoistych, powstałe w wyniku:
   1) podtopień i rozmyć przez wody przelewające się przez torowisko (na terenach nizinnych),
   2) utrudnień w odpływie wód powodowanych przez nasypy, zwłaszcza w miejscach zlikwidowanych lub uszkodzonych obiektów inżynieryjnych (np. przepustów) lub niszczącego działania wód na nasypy spełniające funkcje wałów przeciwpowodziowych (na terenach górskich i podgórskich).
2. Ogólna kolejność działań w takich przypadkach powinna być następująca:
   1) odprowadzenie wód,
   2) ocena zniszczeń oraz stateczności podtorza,
   3) rekonstrukcja podtorza i wykonanie zabezpieczeń (zwłaszcza dolnych części nasypów),
   4) oczyszczenie urządzeń odwadniających i torowiska,
   5) stopniowe wznawianie eksploatacji z jednoczesną kontrolą zachodzących odkształceń (przed wznowieniem eksploatacji wskazany jest jak najdłuższy okres stabilizacji podtorza i - jeśli to możliwe - dogęszczenie jego gruntów).

§ 23. Podtorze przy obiektach inżynieryjnych

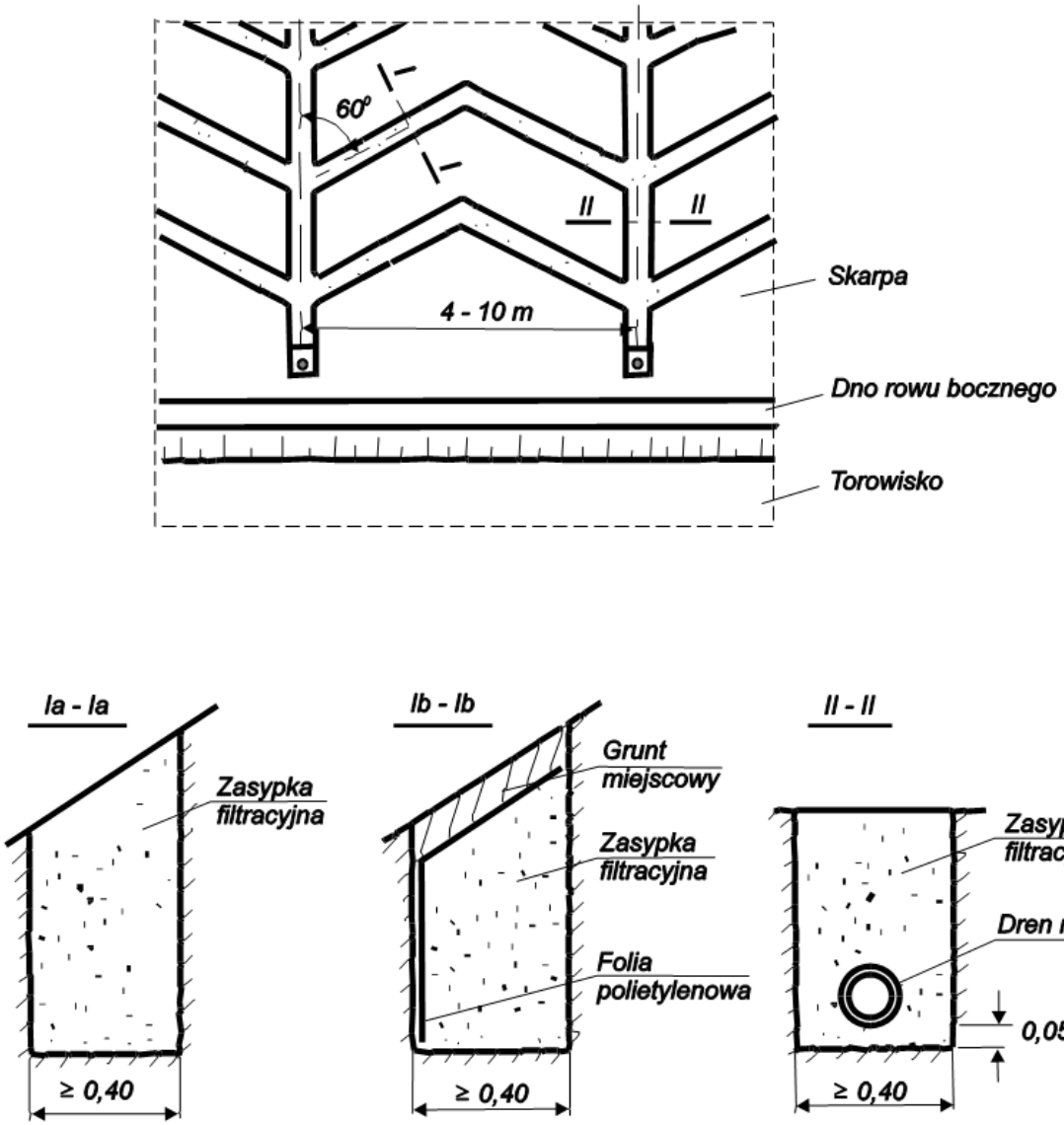
1. Odcinki przejściowe pomiędzy podtorzem i obiektami inżynieryjnymi stosuje się w przypadkach wymienionych w § 7, p. 5; konstrukcje tych odcinków powinny uwzględniać:
   1) rodzaj obiektu inżynieryjnego (otwarty, zamknięty, wiszący, na palach itp.),
   2) możliwości wykonawcze (m.in. możliwość wykonania robót na linii istniejącej, możliwość odpowiedniego zagęszczenia materiału przy obiekcie),
   3) prędkość pociągów,
   4) wysokość nasypu,
   5) dopuszczalne w eksploatacji różnice osiadań obiektu i podtorza przy obiekcie,
   6) odwodnienie przy obiekcie.
2. Materiał podtorza na odcinkach przejściowych powinien łatwo zagęszczać się i być przydatny do ulepszania cementem.
3. Przykładowe konstrukcje odcinków przejściowych przy obiektach inżynieryjnych przestawiono w zał. 16 (skuteczność działania tych konstrukcji może być zwiększana przez zastosowanie mat wibroizolacyjnych na obiektach).
4. Oczyszczanie podsypki i inne prace nawierzchniowe powinny być wykonywane na całym planowanym odcinku, w tym także na długości odcinków przejściowych

§ 24. Odwadnianie murów, ścian oporowych oraz umocnień głębokich rowów

1. Wody spoza murów i ścian odprowadza się rurami rozmieszczonymi w odstępach nie większych niż 5 m, przy czym:
   1) wody wyciekające z tych rur nie mogą spływać na powierzchnię budowli (rury muszą wystawać co najmniej 0,05 m),
   2) wystające części budowli muszą mieć kapinosy.
2. Wody spoza szczelnych umocnień głębokich rowów odprowadza się otworami o średnicach wynoszących co najmniej 0,1 m, rozmieszczonymi co 1,5 ÷ 2,0 m w środkowych i co 2,0 ÷ 5,0 m w końcowych częściach przekopów. Otwory wykonuje się ze spadkami równymi 4%. Wloty otworów zabezpiecza się odpowiednimi filtrami, zaś wyloty umieszcza się co najmniej 0,15 m ponad dnem rowu.

§ 25. Odwadnianie skarp podtorza

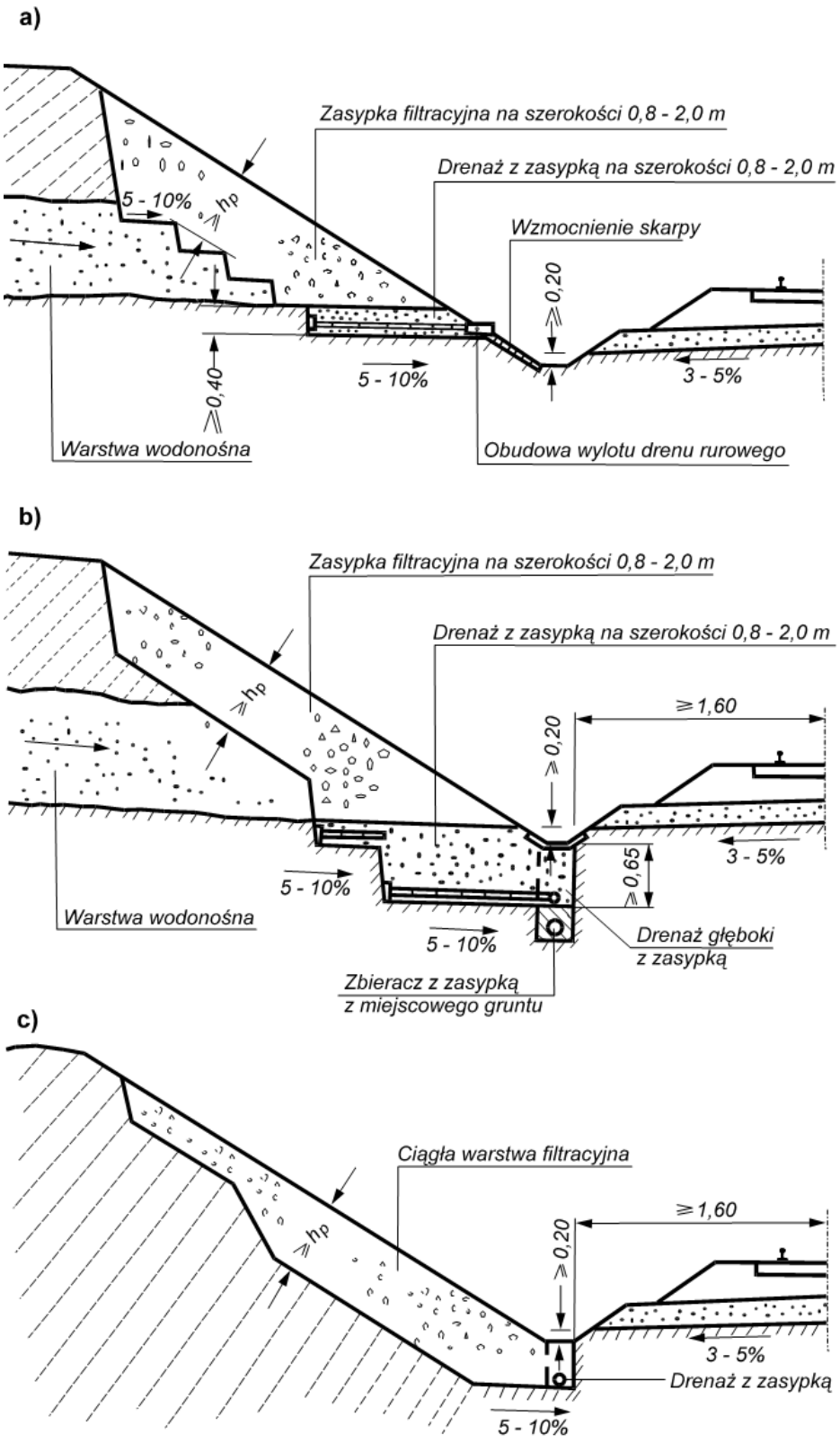
1. W przypadku erozji skarp i występowania płytkich wyłuszczeń gruntu wskutek spływu wód opadowych i nieznacznych wypływów wód gruntowych oraz przemarzania gruntów, stosuje się drenaż skarpowy płytki (sączki skarpowe) równomiernie rozłożony na zagrożonej powierzchni (zob. rys. 11).
2. W przypadku ogólnego zawilgocenia skarp, np. przez wody gruntowe wypływające z grubych warstw wodonośnych albo z licznych cienkich warstw i występowania z tego powodu usuwisk gruntów na skarpach, stosuje się drenaż skarpowy przyporowy (rigole) - zob. rys. 12.
3. W przypadku znacznych wypływów wód z wyraźnych warstw wodonośnych stosuje się:
   1) drenaż podziemny głęboki przy przekopie, na skarpie przekopu lub też pod rowem bocznym, odcinający lub zmniejszający dopływ wód gruntowych (wskazany jest drenaż zupełny odcinający dopływ - zob. rys. 6),
   2) drenaż skarpowy punktowy bezrurowy lub rurowy, np. zakładany przy użyciu przebijaków pneumatycznych kret (powierzchnię skarpy pod wylotami drenów należy wtedy zabezpieczyć przed rozmyciem).
4. Jeśli ilości wypływających wód są bardzo duże, albo konieczne jest ich zebranie z wnętrza górotworu, należy rozważyć celowość budowy sztolni lub galerii.



Rys. 11. Sączki skarpowe (przykłady)

Uwagi:

- przekrój poprzeczny Ib-Ib zaleca się stosować w sączkach o dużych spadkach, przy czym folię można zastąpić 0,15 m warstwą gliny
- zasypka filtracyjna powinna spełniać wymagania podane w § 14, ust. 1 p. 3e



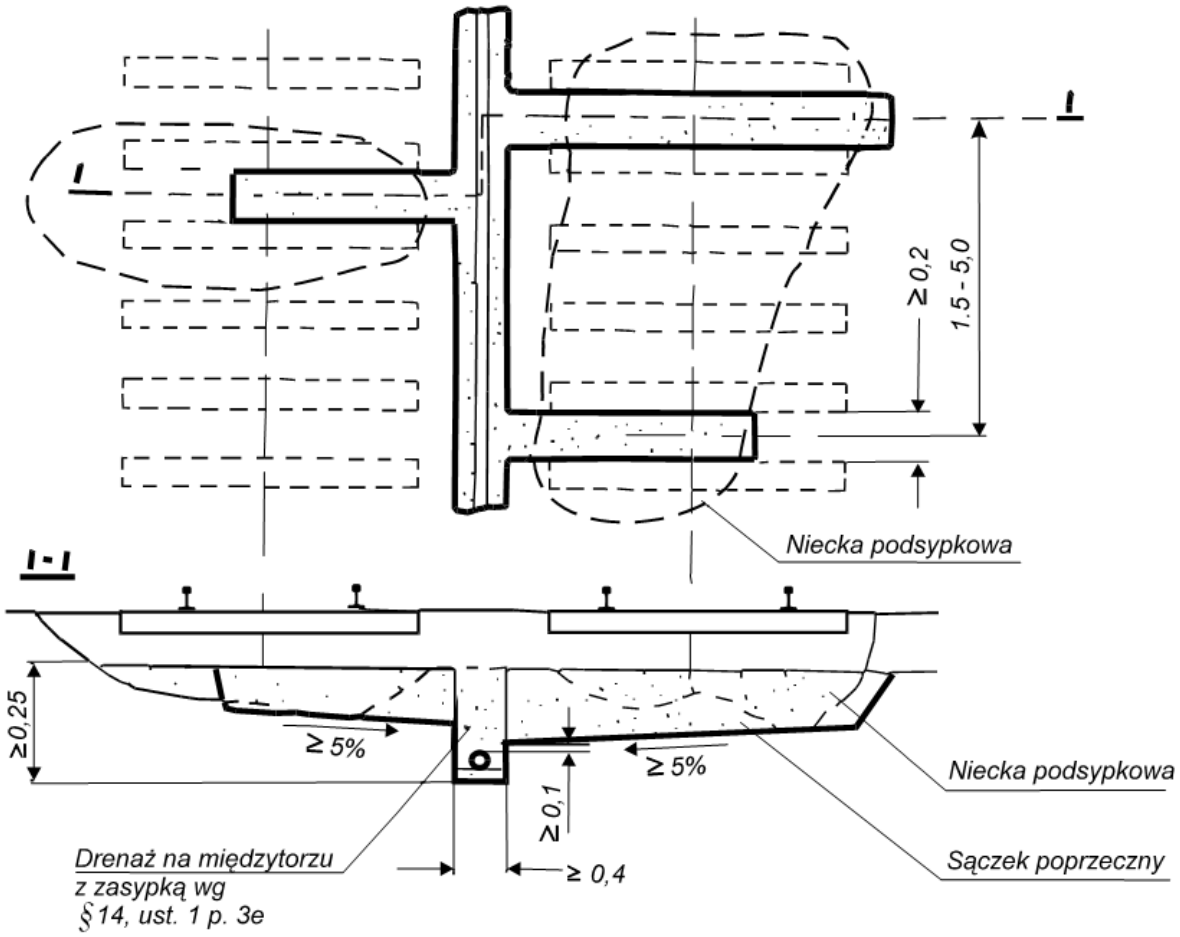
Rys. 12. Drenaże skarpowe przyporowe (przykłady)

Uwagi:

- h_p oznacza głębokość przemarzania gruntów wg normy PN-81/B-03020
- zasypka drenażu powinna spełniać wymagania podane w § 14, ust. 1 poz. 3e

§ 26. Odwadnianie torowisk linii eksploatowanych

1. Jeśli torowisko jest odkształcone i nie przewiduje się jego profilowania lub ułożenia odpowiedniego pokrycia ochronnego, wodę z zagłębień można odprowadzić za pomocą sączków poprzecznych sięgających najniższych punktów tych zagłębień (rys. 13).
2. Wyloty sączków umieszcza się co najmniej 0,2 m ponad dnem rowu lub co najmniej 0,1 m ponad górną powierzchnią rury drenażu wbudowanego na międzytorzu.



Rys. 13. Sączki poprzeczne (przykład)

§ 27. Podtorze w rejonach przejazdów

1. Konstrukcja podtorza w rejonach przejazdów:
   1) nie powinna różnić się od konstrukcji podtorza na odcinkach przyległych i powinna spełniać wszystkie wymagania dla podtorza na szlaku lub równi stacyjnej,
   2) zapewniać odprowadzenie wód spod nawierzchni przejazdu i przepływ wód w ciągach odwodnieniowych wzdłuż toru (konstrukcja odwodnienia przejazdu powinna być zintegrowana z odwodnieniem drogi publicznej),
   3) powinna spełniać wymagania podane w § 13 ust. 13 p.1 Warunków technicznych utrzymania nawierzchni na liniach kolejowych Id-1 (D-1).

2. W przypadku dużego nasilenia ruchu na drodze publicznej lub nachylenia jej w kierunku toru należy dodatkowo stosować zabezpieczenie:
   1) przed spływem wody i błota z drogi na przejazd (np. poprzeczne koryta),
   2) przed przenikaniem do podsypki błota pomiędzy szynami i nawierzchnią na przejeździe (np. geowłóknina).
3. Przejazdy na liniach eksploatowanych odwadnia się w czasie napraw nawierzchni.
4. Oczyszczanie podsypki i inne prace utrzymaniowe powinny być wykonywane na całym planowanym odcinku, w tym także na długości przejazdów.

§ 28. Podtorze pod rozjazdami

1. Rozjazdy odwadnia się za pomocą warstw filtracyjnych, tak jak podtorze na stacjach.
2. Torowisko pod rozjazdami na podrozjazdnicach betonowych musi spełniać wymagania dla podtorza dla linii nowobudowanych.
3. Rozjazdy na liniach eksploatowanych odwadnia się w czasie ich wymiany. Jeśli nie przewiduje się wymiany rozjazdu, to wody z rejonu zwrotnicy (ew. także krzyżownicy) można odprowadzić przy użyciu sączków poprzecznych uzupełnionych rurami drenarskimi.
4. Oczyszczanie podsypki i inne prace utrzymaniowe muszą być wykonywane na całym planowanym odcinku, w tym także na długości rozjazdów.

§ 29. Odwadnianie hamulców torowych

1. Podtorze w rejonie ciężkiego, posadowionego na fundamencie hamulca odstępowego odwadnia się za pomocą drenażu podziemnego umieszczonego po obu stronach hamulca na długości równej dwukrotnej długości hamulca. Spadek drenażu powinien być zbliżony do podłużnego pochylenia toru hamulcowego.
2. Wody z wanny fundamentu hamulca typu ciężkiego odprowadza się do wydzielonej kanalizacji za pomocą wpustów ściekowych umieszczonych w najniższych punktach wanny.
3. W przypadku przewidywanego szybkiego uszczelnienia podsypki w rejonie hamulca usypami, do odprowadzenia wód opadowych można ponadto stosować poprzeczne koryta między podkładami. Koryta układa się ze spadkami równymi co najmniej 0,5% i odprowadza do zasypki drenaży, o których mowa w ust. 1. Rozmieszcza się je w odstępach nie większych niż 5 m i przykrywa płytami umożliwiającymi spływ wód.

4. Podtorze w rejonie hamulców torowych typu lekkiego (ETH) nie posiadających ławy fundamentowej odwadnia się tak, jak podtorze na stacji, przy czym dodatkowo zabezpiecza się je przed ewentualnym skażeniem olejem. w tym celu na wzmocnionym podłożu pod podsypką umieszcza się ekran wodoszczelny z folii zabezpieczonej włókniną (materiały te powinny być odporne na oleje). Zbierane wody opadowe odprowadza się osobną kanalizacją szczelną poprzez urządzenia umożliwiające zatrzymanie olejów i zanieczyszczeń.
5. Podtorze w rejonie hamulców typu lekkiego (ETH) z wbudowaną ławą fundamentową z chudego betonu odwadnia się jak wyżej, a oprócz tego na ławie betonowej po ułożeniu ekranu wodoszczelnego układa się sączki o średnicy nie mniejszej niż 0,15 m.
6. W przypadku występowania dużych wahań poziomu wód gruntowych w podłożu pod hamulcami torowymi typu lekkiego (ETH) należy w ich rejonie stosować odwodnienie opaskowe (obniżenie poziomu wód gruntowych poniżej poziomu górnej warstwy stabilizacyjnej) z odprowadzeniem poprzez urządzenia oczyszczające do odbiorników.

§ 30. Podtorze w rejonach technicznej obsługi maszyn i sprzętu do utrzymania dróg kolejowych

1. Podtorze w rejonach technicznej obsługi maszyn i sprzętu służącego do utrzymania dróg kolejowych powinno być należycie odwodnione i zabezpieczone przed infiltracją wód.
2. Wody i inne zanieczyszczenia odprowadza się przy użyciu osobnej kanalizacji poprzez zbiorniki i urządzenia umożliwiające zatrzymanie ciał stałych oraz usunięcie bądź zneutralizowanie substancji szkodliwych dla otoczenia.

§ 31. Podtorze w rejonach likwidowanych żurawi wodnych

1. Fundament likwidowanego żurawia wodnego powinien być rozebrany do głębokości co najmniej 0,5 m mierzonej od powierzchni torowiska.
2. Likwidacja żurawia powinna uwzględniać ew. potrzebę przeprojektowania istniejących urządzeń związanych z żurawiem (doprowadzeń i odprowadzeń wody do żurawia, drenaży podziemnych które odprowadzały wody do studni żurawia, itp.).

§ 32. Odwadnianie urządzeń srk

1. Urządzenia odwadniające podtorze muszą zapewniać dostateczne obniżenie poziomu wód gruntowych i odpowiednie działanie dławików torowych, napędów zwrotnicowych oraz obwodów torowych i zwrotnicowych (zob. § 14).

2. Odwodnienie pędni naziemnych zapewnia się prowadząc je w najwyżej położonych miejscach równi stacyjnej w krytych korytach ze spadkiem równym co najmniej 0,5%. Koryta powinny wystawać 0,05 m ponad podkłady. Odprowadzenie wód z koryt, jeśli warunki wodno-gruntowe tego wymagają, wykonuje się w odstępach nie większych niż 100 m. Rozwiązanie takie należy stosować, jeżeli nie pogarsza ono warunków spływu wód opadowych.
3. Obudowy podziemnych pędni wykonuje się ze szczelnych i dostatecznie wytrzymałych rur. Rury układa się ze spadkami, tak jak rury drenarskie.
4. Komory naprężaczy, kanały technologiczne zwrotni głównych i inne urządzenia odwadnia się stosując obwodowy drenaż podziemny, drenaż wewnętrzny oraz zewnętrzne lub wewnętrzne izolacje.

§ 33. Odwadnianie tuneli, budynków i innych budowli punktowych

Odwodnienie wykonuje się według zasad obowiązujących w budownictwie mostowo-kubaturowym.

§ 34. Odwadnianie placów

Place odwadnia się wg zasad stosowanych w kanalizacji miejskiej i na drogach publicznych.

Rozdział 6. Utrzymanie podtorza i jego naprawy

§ 35. Postanowienia ogólne

1. Utrzymanie podtorza stanowi integralną część utrzymania linii kolejowej i nie może być oddzielane od procedur utrzymania nawierzchni.
2. Podtorze (jego elementy) utrzymuje się w ciągu całego roku w celu zapewnienia nawierzchni odpowiednich warunków pracy i niedopuszczenia do powstawania w niej odkształceń groźnych dla eksploatacji i trwałości drogi kolejowej.
3. Utrzymanie podtorza polega na:
   1) nadzorze,
   2) przeglądach,
   3) konserwacji,
   4) remontach.
4. Roboty utrzymaniowe wykonuje się:
   1) w celu zapobieżenia zmianom warunków wodnych i gruntowych mogących niekorzystnie wpłynąć na stateczność lub trwałość podtorza,
   2) w przypadku wystąpienia oznak uszkodzeń lub starzenia się podtorza,
   3) gdy przewiduje się zwiększenie obciążeń podtorza (wzrost przewozów brutto, nacisków osi lub prędkości jazdy pociągów).
5. Wszystkie elementy podtorza utrzymuje się zgodnie z niniejszymi postanowieniami, jak również odpowiednimi normami i warunkami technicznymi.
6. Prace utrzymaniowe dot. podtorza i innych elementów drogi kolejowej nie mogą powodować zanieczyszczenia ław torowisk, skarp i urządzeń odwadniających (np. odsiewkami).
7. Podstawowe dane dotyczące konstrukcji i stanu podtorza powinny być archiwizowane i wykorzystywane w planowaniu długookresowej działalności w zakresie utrzymania.

§ 36. Nadzór

1. Nadzór nad utrzymaniem podtorza linii kolejowych w PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. sprawuje stosowne biuro w Centrali Spółki, zaś bezpośredni nadzór nad utrzymaniem podtorza sprawują odpowiednie komórki organizacyjne zakładów linii kolejowych.
2. Nadzór bezpośredni polega na kontroli, oględzinach, badaniach i ocenie stanu utrzymania, a celem jest wykrywanie i niedopuszczenie do powstania bądź rozwoju wad, uszkodzeń i zagrożeń w podtorzu lub poszczególnych jego elementach.

3. Nadzór bezpośredni wykonywany jest przez zespoły diagnostyczne i sekcje eksploatacji według zakresu obowiązków dla odpowiednich stanowisk oraz według niniejszych postanowień.

§ 37. Przeglądy

1. Przeglądy wykonuje się w celu ustalenia stanu i stopnia zużycia poszczególnych elementów podtorza oraz zakresu robót niezbędnych dla doprowadzenia ich do stanu umożliwiającego prawidłowe funkcjonowanie linii kolejowej.
2. System przeglądów podtorza obejmuje:
   1) oględziny,
   2) przeglądy bieżące,
   3) przeglądy okresowe,
   4) przeglądy specjalne.
3. Przeglądy mogą dotyczyć tylko podtorza lub wybranych jego elementów albo być wykonywane w ramach kompleksowych przeglądów nawierzchni i podtorza. Przeglądy okresowe i badawcze podtorza na liniach z prędkościami pociągów v > 160 km/h prowadzi się niezależnie od innych przeglądów.
4. Oględziny:
   1) oględziny obejmują wszystkie elementy podtorza na eksploatowanych liniach kolejowych ze szczególnym uwzględnieniem lokalizacji już wskazanych w kartach ewidencyjnych słabych (zagrożonych) miejsc w podtorzu (oględzin nie przeprowadza się na liniach wyłączonych z eksploatacji i z zawieszonym ruchem pociągów),
   2) celem oględzin jest sprawdzenie, czy stan podtorza nie stwarza zagrożenia dla bezpiecznej eksploatacji oraz stwierdzenie ewentualnych uszkodzeń elementów podtorza widocznych z poziomu szyn,
   3) oględziny polegają na sprawdzeniu:
      a) czy nie ma widocznych oznak zagrożeń podtorza i terenu w sąsiedztwie linii kolejowej (np. deformacje podtorza, wycieki wody, wykopy, odkłady),
      b) czy torowisko nie zostało podmyte lub rozmyte,
      c) czy rowy boczne nie zostały uszkodzone i czy ich drożność nie została zmniejszona,
      d) czy skarpy nasypów lub przekopów nie zostały uszkodzone i czy nie są narażone na osunięcie się,

e) czy nie ma innych oznak wskazujących na pogarszanie się stanu podtorza lub jego elementów,

4) oględziny podtorza wykonywane są w ramach czynności dozorowania, zgodnie z [Modułem D2] Diagnostyka – dozorowanie,

5) wyniki oględzin podtorza rejestrowane są zgodnie z [Modułem D2] Diagnostyka – dozorowanie,

6) analizę wyników oględzin przeprowadza zawiadowca ds. drogowych sekcji eksploatacji.

7) stwierdzenie nieprawidłowości musi spowodować niezwłoczne przekazanie informacji do właściwego inspektora diagnosty ds. nawierzchni i podtorza.

8) na podstawie analizy wyników oględzin inspektor diagnosta ds. nawierzchni i podtorza formułuje wnioski dotyczące:

a) wykonania dodatkowego przeglądu,

b) zarządzenia pomiarów i ewentualnego wprowadzenia ograniczeń w eksploatacji podtorza, wynikających z analizy danych w eksperckim systemie Diagnostyka Podtorza (zob. zał. 15).

5. Przegląd bieżący:

1) przeglądy bieżące obejmują wszystkie elementy podtorza na eksploatowanych liniach kolejowych (przeglądów bieżących podtorza nie przeprowadza się na liniach wyłączonych z eksploatacji i z zawieszonym ruchem pociągów),

2) celem przeglądu bieżącego jest wykrywanie oraz śledzenie wad, których rozwój mógłby uniemożliwiać funkcjonowanie linii kolejowej; zasadniczo wykonywany jest jako ocena wzrokowa, a pomiarami obejmuje się te elementy podtorza, które podczas przeglądu okresowego wykazywały nieprawidłowości,

3) podczas przeglądów bieżących należy zwracać szczególną uwagę na:

a) osiadania toru,

b) podmycia i rozmycia torowiska,

c) wycieki wody z podtorza i na przyległym terenie,

d) uszkodzenia skarp i rowów,

e) przedmioty, narzędzia i materiały, np. zmniejszające drożność rowów,

f) oznaki braku stateczności murów oporowych,

g) czystość wlotów i wylotów przepustów,

h) wypływy ze studzienek drenarskich, kanalizacji miejskiej i przemysłowej itp. na torowiska i skarpy,

i) zagrożenie stateczności podtorza i urządzeń odwadniających spowodowane przez składowane materiały, pozostawiony sprzęt inne przedmioty,

j) prace zagrażające budowli gruntowej, odwodnieniu toru, innym urządzeniom (np. wykopy),

k) oznaki deformacji podtorza i terenu w sąsiedztwie drogi kolejowej,

l) zwiększenie poziomów wód w rowach melioracyjnych, potokach, rzekach,

4) przeglądy bieżące wykonywane są przez inspektorów diagnostów ds. nawierzchni i podtorza z udziałem innych osób, których obecność dla prawidłowego realizowania przeglądu jest konieczna (np. kierownik prowadzący roboty mogące zagrozić podtorzu),

5) w razie stwierdzenia wad podtorza zagrażających bezpośrednio bezpieczeństwu prowadzenia ruchu - prowadzący przegląd musi podjąć odpowiednie działania zabezpieczające (osłonięcie przeszkody, wprowadzenie ograniczenia prędkości jazdy pociągów lub zamknięcia toru, powiadomienie przełożonego, kierownika jednostki na terenie której uszkodzenie to wystąpiło itp.),

6) wyniki przeprowadzonych przeglądów bieżących rejestruje się w protokóle z przeglądu bieżącego podtorza, w którym należy podać:

a) datę przeglądu oraz imię i nazwisko inspektora diagnosty ds. nawierzchni i podtorza,

b) wyszczególnienie i opis dostrzeżonych nieprawidłowości,

c) wyniki przeprowadzonych pomiarów w nawiązaniu do pomiarów wykonanych podczas poprzedniego przeglądu,

d) zalecenia odnośnie: warunków eksploatacji, konieczności wykonania robót oraz potrzeby wykonania dodatkowego przeglądu,

e) imiona, nazwiska i stanowiska służbowe innych osób biorących udział w przeglądzie.
W miarę konieczności do protokółu należy dołączyć szkice, zdjęcia itp.

7) odnotowanie przeglądu lub stwierdzenie wady w podtorzu nie zwalnia dokonującego oględzin lub przeglądu od podjęcia odpowiednich działań zapewniających bezpieczeństwo ruchu pociągów,

8) przeglądy bieżące wykonuje się między przeglądami okresowymi nie rzadziej niż 1 raz w roku, zgodnie z planem zatwierdzonym przez głównego inżyniera ds. nawierzchni i podtorza zespołu diagnostycznego,

9) przegląd bieżący może być przeprowadzany częściej niż podano w p. 8, np.:

   a) gdy wyniki oględzin podtorza wskazują na taką konieczność,

   b) po robotach, które mogły naruszyć elementy podtorza,

   c) po zjawiskach atmosferycznych lub zdarzeniach, mogących mieć wpływ na stan podtorza,

10) analizę wyników przeglądu bieżącego przeprowadza inspektor diagnosta ds. nawierzchni i podtorza. Na podstawie analizy wyników przeglądu bieżącego formułuje wnioski dotyczące:

   a) rodzaju i zakresu konserwacji podtorza,

   b) wykonania dodatkowych pomiarów w celu określenia warunków eksploatacji podtorza na podstawie wyników uzyskanych z eksperckiego systemu Diagnostyka Podtorza,

   c) wykonania dodatkowych przeglądów lub obserwacji.

11) wyniki analizy główny inżynier diagnosta ds. nawierzchni i podtorza przekazuje do sekcji eksploatacji oraz archiwizuje w celu wykorzystania przy planowaniu remontów.

6. Przegląd okresowy podtorza:

   1) przeglądem okresowym objęte jest podtorze zarówno na liniach kolejowych eksploatowanych, jak i wyłączonych z eksploatacji,

   2) przegląd okresowy podtorza ma za zadanie ustalenie rodzaju i wielkości wad, zakresu robót naprawczych, a następnie zakwalifikowanie podtorza do remontu i wskazanie pożądanej kolejności robót.
   Wykonywany jest jako ocena wzrokowa, natomiast wszystkie zauważone nieprawidłowości w elementach podtorza, nowe i zarejestrowane podczas poprzednich przeglądów, objęte są pomiarami.

   3) przeglądu okresowego dokonuje inspektor diagnosta ds. nawierzchni i podtorza oraz inne osoby, których obecność dla prawidłowego realizowania przeglądu jest konieczna (np. przedstawiciel właściciela rurociągu krzyżującego się z podtorzem),

   4) przegląd okresowy wykonuje się raz w roku na wiosnę, po roztopach i przejściu lodów oraz wód wiosennych, nie później niż do 15 maja i zgodnie z planem zatwierdzonym przez głównego inżyniera ds. nawierzchni i podtorza zespołu diagnostycznego,

5) stan poszczególnych elementów ustalony w toku przeglądu rejestruje się w protokóle przeglądu wg zał. 21,

6) klasyfikację wad podtorza i zalecenia dotyczące jego utrzymania zawarto w zał. 17,

7) dla podtorza, którego stan jest powodem wprowadzenia ograniczeń w eksploatacji linii kolejowej (ograniczenie prędkości, zmniejszenie nacisków osiowych, zamknięcie toru dla ruchu) lub istnieje podejrzenie ich wystąpienia – dodatkowo sporządza się „Kartę ewidencyjną słabego (zagrożonego) miejsca w podtorzu", którą uaktualnia się do momentu zlikwidowania ograniczeń eksploatacyjnych (zob. zał. 20),

8) analizę wyników przeglądu okresowego przeprowadza główny inżynier diagnosta ds. nawierzchni i podtorza z udziałem odpowiedniego inspektora diagnosty.
Na podstawie wyników przeglądu formułuje wnioski dotyczące:

   a) potrzeby wykonania przeglądu specjalnego podtorza lub jego elementów, z podaniem zakresu i terminu takiego przeglądu,

   b) rodzaju i zakresu robót z oszacowaniem ich kosztu,

   c) ustalenia warunków eksploatacji podtorza w oparciu o system ekspercki Diagnostyka Podtorza.

9) warunki eksploatacji podtorza ze słabymi miejscami ustala komisja powołana przez dyrektora zakładu linii kolejowych w składzie:

   a) główny inżynier ds. nawierzchni i podtorza,

   b) inspektor diagnosta ds. nawierzchni i podtorza,

   c) zawiadowca ds. drogowych sekcji eksploatacji,

   d) inne osoby, których obecność jest konieczna.

10) dla podtorza lub jego elementów wymagających konserwacji lub remontu, dokumentem kwalifikacyjnym jest protokół z przeglądu okresowego podtorza,

11) na podstawie wyników przeglądu ustala się zakres robót utrzymaniowych podtorza,

12) w pierwszej kolejności planuje się remonty tych elementów podtorza, których stan jest powodem utrudnień eksploatacyjnych lub w stosunku do których istnieje uzasadniona obawa, że w ciągu najbliższego okresu mogą spowodować wprowadzenie ograniczeń eksploatacyjnych,

13) jako zasadę należy przyjąć wykonywanie remontów podtorza jednocześnie z wykonywaniem innych remontów, zwłaszcza remontów nawierzchni; jeżeli nie jest to możliwe, remonty podtorza wykonuje się jako wyprzedzające remonty nawierzchni,

14) remonty podtorza, którego stan wymaga natychmiastowego podjęcia robót z uwagi na bezpieczeństwo ruchu pociągów, traktuje się jako awaryjne.

7. Przeglądy specjalne:

1) przeglądy specjalne wykonuje się jako:

a) badawcze,

b) awaryjne,

2) przeglądy badawcze wykonuje się w celu:

a) sprawdzenia stanu podtorza i oceny zagrożenia w przypadku stwierdzenia nadmiernych odkształceń toru lub innych niepokojących objawów oraz po ulewnych deszczach, silnych mrozach, robotach mogących wpłynąć na stan podtorza itp.,

b) określenia przydatności podtorza do dalszej eksploatacji w przypadku zmiany warunków eksploatacji, wystąpienia uszkodzeń lub zagrożeń,

c) zebrania danych umożliwiających opracowanie dokumentacji technicznej remontu lub odbudowy (przyczyn wad, metod i sposobów remontu lub wzmocnienia, ilości niezbędnych robót),

d) ustalenia szczegółowego zakresu prac przed planowaną modernizacją lub naprawą podtorza, wymianą nawierzchni lub rozjazdu,

e) przygotowania wdrożenia lub oceny nowych rozwiązań konstrukcyjnych, technologicznych, materiałowych, itp.,

3) wykonanie przeglądu badawczego zarządzane jest przez zakład linii kolejowych. Wyniki przeglądu badawczego wpisuje się do protokółu.

4) do przeglądów badawczych zalicza się również przeglądy wykonywane bezpośrednio po pracach mogących naruszyć podtorze. Celem ich jest wykrycie uszkodzeń podtorza i nieprawidłowości powstałych w wyniku niewłaściwego wykonawstwa oraz ustalenie sposobów i terminów ich usunięcia,

5) przeglądy awaryjne prowadzone są w celu ustalenia wielkości zagrożeń i uszkodzeń podtorza oraz zakresu i kolejności prac przy usuwaniu wad spowodowanych awariami pociągowymi, katastrofami budowlanymi, bardzo niekorzystnymi nietypowymi zjawiskami atmosferycznymi itp. Obowiązują tu takie same zasady, jak w przeglądach badawczych.

§ 38. Konserwacja

1. Konserwacja podtorza polega na usuwaniu niewielkich odkształceń i uszkodzeń oraz częściowej wymianie zużytych lub uszkodzonych części elementów podtorza.
2. Za konserwację podtorza odpowiada sekcja eksploatacji.
3. W zakres konserwacji wchodzą:
   1) dla torowisk:
      a) usuwanie zastoisk wody,
      b) niszczenie roślinności trwałej na ławach,
   2) dla skarp i ław nasypów i przypór:
      a) likwidowanie odsiewek i innych materiałów tamujących spływ wody,
      b) niszczenie roślinności trwałej,
   3) dla odprowadzeń wód powierzchniowych:
      a) usuwanie zastoisk wody,
      b) usuwanie zanieczyszczeń urządzeń odwadniających,
      c) wykonywanie innych prac konserwacyjnych,
   4) dla odwodnień wgłębnych:
      a) uzupełnianie brakujących pokryw studziennych, zastawek itp.,
      b) wykonywanie innych prac o charakterze konserwacyjnym i zapobiegawczym,
   5) dla budowli wzmacniających i ochronnych:
      a) spoinowanie wykruszonych połączeń kamiennych i ceglanych murów oporowych, podporowych, okładzin, opasek brzegowych,
      b) zabezpieczanie miejsc przesiąkania wody i podmyć,
      c) częściowa wymiana zbutwiałych lub uszkodzonych części konstrukcji drewnianych.

§ 39. Remonty

1. Remont podtorza polega na wymianie lub naprawie elementów, które uległy zużyciu lub zniszczeniu.
2. W ramach remontu podtorza wykonuje się:
   1) wzmocnienie skarp i torowisk,
   2) odwodnienie skarp i torowisk, ścinanie i wyrównanie ław z wyprofilowaniem spadku,

3) wymianę gruntu podtorza i podłoża,

4) zabudowę w podtorzu i podłożu pokryć ochronnych.

5) przygotowanie podtorza i innych budowli znajdujących się w jego obrębie do przejęcia wód wiosennych i powodziowych, obudowanie rowów i koryt,

6) uszczelnienie ław przypór, skarp i torowisk pokryciami szczelnymi lub zabudowanie na nich pokryć filtracyjnych, wypełnienie jam i pęknięć w ścianach,

7) urządzenia regulacyjne dla sterowania przepływem wody w ciekach, przepustach itp.,

8) remont drenaży (przebudowę lub wymianę elementów, w tym również materiałów filtracyjnych, oczyszczanie, spulchnianie lub wymianę gruntu nad drenażem,

9) zmianę pochyleń skarp, odsadzek,

10) podwyższenie lub obniżenie torowiska,

11) budowę zabezpieczeń stałych, tam przeciwśniegowych,

12) wzmocnienie podtorza przez iniektowanie w nie środków wiążących, termowzmocnienie, elektroosmozę itp.,

13) naprawę w większym zakresie murów oporowych, podporowych, okładzin, wykonywanie przedłużeń murów, uzupełnienie pokryć bitumowych i żywicowych,

14) likwidację innych wad podtorza, podłoża i przyległego terenu.

3. Do remontów podtorza zalicza się również roboty o charakterze konserwacyjnym, których potrzeba wynikła w czasie wykonywania remontu.

§ 40. Modernizacja (przebudowa i rozbudowa)

1. Modernizacja podtorza (przebudowa i rozbudowa) ma na celu przystosowanie go do wyższych niż dotychczasowe parametrów techniczno-eksploatacyjnych.

2. W ramach modernizacji podtorza wykonuje się:

1) roboty podtorzowe wynikające z konieczności sprostania trudniejszym warunkom użytkowania podtorza (większe prędkości, obciążenia na oś, roczne obciążenie przewozami),

2) roboty podtorzowe na stacjach i szlakach, pociągające za sobą przyrost długości torów i rozjazdów lub zmianę granic pasa wywłaszczenia,

3) poszerzanie torowisk z uwagi na dostosowanie do odpowiedniej skrajni (w tym również wynikającą z niej przebudowę podtorza lub jego elementów),

4) dobudowę, rozbudowę i przebudowę sieci odwadniających w celu sprostania trudniejszym warunkom użytkowania podtorza.

§ 41. Planowanie remontów podtorza

1. Dla podtorza nie ustala się cykli remontowych, przy czym prace utrzymaniowe na liniach z prędkościami pociągów v > 160 km/h należy planować z dostatecznym wyprzedzeniem (zapobiegawczo).
2. Podstawą planowania terminów, zakresów i rodzajów remontów są:
   1) wyniki przeglądów,
   2) strategia Centrali Spółki PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.
3. Plan remontów opracowują zakłady linii kolejowych na okres dwuletni, osobno dla każdego roku, z uwzględnieniem:
   1) skorelowania robót dotyczących podtorza z innymi robotami (nawierzchniowymi),
   2) właściwego ustalenia kolejności robót i sposobu ich wykonania,
   3) trybu i terminu składania zamówień na materiały, sprzęt, itp.,
   4) trybu i terminu przygotowania dokumentacji technicznej i organizacyjnej oraz doboru wykonawcy,
   5) trybu i terminu opracowania zamknięć torowych na właściwy okres,
   6) trybu i terminu zgłaszania ograniczeń prędkości i zamknięć toru do rozkładu jazdy,
   7) innych zasad o charakterze ogólnym, obowiązujących w Spółce PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.
4. Plan remontów na rok następny opracowuje zakład linii kolejowych w terminie do 30 października
   i przyjmuje go do realizacji po akceptacji właściwej komórki organizacyjnej w jednostce nadrzędnej.
5. Zmiany w zaakceptowanych planach mogą być dokonywane za zgodą lub na polecenie dyrektora właściwej komórki organizacyjnej w jednostce nadrzędnej.
6. Za realizację planów robót remontowych odpowiadają zakłady linii kolejowych.
7. Elementy podtorza zakwalifikowane do remontu, nie objęte planem na dany rok, uwzględnia się przy planowaniu prac na rok następny.
8. W planowaniu działalności utrzymaniowej używa się określeń rodzajów robót dostosowanych do systemu finansowego Spółki PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. (Zakładowego Planu Kont).

9. Do planowania i rozliczania działalności utrzymaniowej podtorza wyszczególnia się następujące rodzaje robót:
   1) konserwacje – zakres robót według § 38 ust. 3,
   2) naprawy bieżące – zakres robót określa ust. 10 niniejszego paragrafu,
   3) naprawy główne – zakres robót określa ust. 11 niniejszego paragrafu,
   4) inwestycje – zakres robót według § 40 ust. 2.
10. Naprawa bieżąca podtorza obejmuje:
   1) dla torowisk:
      a) ścinanie i wyrównanie ław z wyprofilowaniem spadku,
      b) usuwanie spękań (tamponaż szczelin),
   2) dla skarp i ław nasypów i przekopów:
      a) usuwanie następstw rozmyć, zalań, rozwiań itp.,
      b) usuwanie zanieczyszczeń,
      c) naprawa i uzupełnienie odarniowania, bruku itp.,
   3) dla odprowadzeń wód powierzchniowych:
      a) naprawa i uzupełnienie wzmocnień dna i skarp w urządzeniach odprowadzających wodę (rowy, kanały),
      b) przygotowanie podtorza i innych budowli znajdujących się w jego obrębie do przejęcia wód wiosennych i powodziowych,
      c) wykonywanie innych prac zabezpieczających i naprawczych,
   4) dla odwodnień wgłębnych:
      a) oczyszczanie, spulchnianie lub wymiana gruntu nad drenami,
      b) wykonywanie innych prac o charakterze naprawczym i zapobiegawczym,
   5) dla budowli wzmacniających i ochronnych:
      a) uzupełnienie oblicowania ścian (pojedynczych kamieni, płyt, cegieł),
      b) wypełnienie pęknięć w ścianach.

W zakres napraw bieżących wchodzą również te roboty konserwacyjne, których konieczność zaistniała podczas naprawy bieżącej.

11. Naprawa główna podtorza obejmuje:
      a) wzmocnienie i odwodnienie skarp i torowisk,

b) wymianę gruntu podtorza i podłoża,

c) zabudowę w podtorzu pokryć ochronnych,

d) obudowanie rowów i koryt,

e) uszczelnianie ław przypór, skarp i torowisk pokryciami szczelnymi oraz zabudowanie na nich pokryć filtracyjnych,

f) remont drenaży (przebudowanie lub wymianę elementów, w tym również materiałów filtracyjnych) zmianę pochyleń skarp, odsadzek,

g) podwyższenie lub obniżenie torowiska,

h) budowę zabezpieczeń stałych, tam przeciwśniegowych,

i) wzmocnienie podtorza przez iniektowanie w nie środków wiążących, termowzmocnienie elektroosmozę itp.,

j) naprawę w większym zakresie murów oporowych, podporowych, okładzin, wykonywanie przedłużeń murów itp.,

k) likwidację innych wad podtorza, podłoża, terenu przyległego.

12. W zakres napraw głównych podtorza wchodzą również roboty o charakterze konserwacyjnym i napraw bieżących, których konieczność zaistniała podczas wykonywania naprawy głównej.

§ 42. Dokumentacja eksploatacyjna i remontowa

1. Podstawowymi dokumentami do prowadzenia prawidłowej eksploatacji podtorza są:

   1) książka kontroli obchodów,

   2) książka kontroli stanu toru,

   3) protokół z przeglądu okresowego podtorza,

   4) karta ewidencyjna słabego (zagrożonego) miejsca w podtorzu,

   5) protokoły z przeglądów badawczych i awaryjnych,

   6) dzienniki robót,

   7) projekty i plany remontów,

   8) dokumentacje badawcze, projektowo - kosztorysowe, plany sytuacyjne odcinków, profile szczegółowe, protokóły, notatki służbowe itp.

2. Dla remontów wykonywanych sposobem zleconym powinna być sporządzona dokumentacja projektowo-kosztorysowa w zakresie niezbędnym do wykonania robót i ich zlecenia, zgodnie z obowiązującymi przepisami.

3. Dokumentację dla remontów wykonywanych sposobem gospodarczym opracowuje się w zakresie niezbędnym dla wykonawstwa robót.
4. Sporządzoną dokumentację dla remontów sposobem zleconym lub gospodarczym należy uzgodnić z właściwymi jednostkami Spółki PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. lub Spółkami Grupy PKP w zakresie występowania ich urządzeń technicznych oraz lokalizacji miejsc kolizyjnych.
5. Do bieżącej kontroli prawidłowości postępu robót w podtorzu służy sprawozdanie z remontów i konserwacji wykonywanych na drogach PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Szczegółowy sposób opracowania sprawozdania oraz terminy przesyłania sprawozdań ustala jednostka zwierzchnia dla jednostki podległej.

§ 43. Organizacja i sposób wykonywania konserwacji i remontów

1. Zasadniczo, do robót wykonywanych sposobem gospodarczym zalicza się roboty wykonywane przez jednostki Spółki PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. na nadzorowanych przez nie liniach.
2. Do robót wykonywanych sposobem zleconym zalicza się wszystkie roboty wykonywane przez jednostki spoza Spółki PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.
3. Roboty konserwacyjne powinny być wykonywane sposobem gospodarczym. w uzasadnionych przypadkach mogą być one zlecane do wykonania innym przedsiębiorstwom, a także osobom fizycznym w trybie obowiązujących przepisów.
4. Remonty mogą być wykonywane sposobem gospodarczym i zleconym.
5. Zasady organizowania robót, nadzoru nad ich realizacją ze strony zleceniodawcy, autorów projektu, zainteresowanych jednostek PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., itp., regulują przepisy właściwe dla przyjętego sposobu wykonywania robót.

Rozdział 7. Modernizacja podtorza (przebudowa i rozbudowa)

§ 44. Postanowienia ogólne

1. Rozpoznanie przed modernizacją powinno umożliwić określenie przydatności podtorza do eksploatacji w zmienionych warunkach, a w razie stwierdzenie nieprzydatności - zebranie danych do projektowania, w tym określenie możliwości powtórnego wykorzystania miejscowych materiałów.
2. Zakres rozpoznania ustala się każdorazowo, w zależności od celu i zakresu planowanych robót, zasięgów i przyczyn wad lub zagrożeń, miejscowych warunków i etapu prac projektowych, ze szczególnym uwzględnieniem:
   1) podtorza na odcinkach z wadami i zagrożeniami,
   2) podłoża podkładów,
   3) odwodnienia podtorza,
   4) terenu robót.
3. Stan podtorza określa się na podstawie:
   1) materiałów archiwalnych,
   2) informacji z dotychczasowej eksploatacji (wyników przeglądów podtorza i okresowych ocen stanu toru),
   3) wyników wstępnego rozpoznania metodami wskaźnikowymi (np. oględziny, sondowania, georadar),
   4) wyników badań geotechnicznych metodami wzorcowymi (wiercenia, badania próbek gruntów, pomiary modułów odkształceń),
   5) analiz i ocen warunków wodno-gruntowych, w tym przeprowadzonych przy użyciu systemu eksperckiego Diagnostyka Podtorza DP.
4. Podstawą do opracowania projektu budowlanego modernizacji powinny być informacje wiarygodne, takie jak wyniki badań metodami wzorcowymi, archiwalne dokumentacje, wyniki specjalistycznych ekspertyz (metody wskaźnikowe można stosować w trakcie rozpoznania wstępnego oraz jako uzupełnienie badań podstawowych).
5. Rozpoznanie terenu robót powinno umożliwić określenie:
   1) rodzajów i zakresów niezbędnych prac wyprzedzających, np. odwodnieniowych, wyburzeniowych,

2) lokalizacji przeszkód, takich jak wzmocnienia torowiska w postaci bruku, stare fundamenty, słupy i obiekty, nadlewki przy fundamentach słupów, utrudniające bądź uniemożliwiające wykonanie robót według przewidywanych technologii (np. maszyną AHM 800-R),

3) wymiarów podtorza i nawierzchni kolejowej, niezbędnych do obliczenia objętości mas ziemnych przy przebudowie.

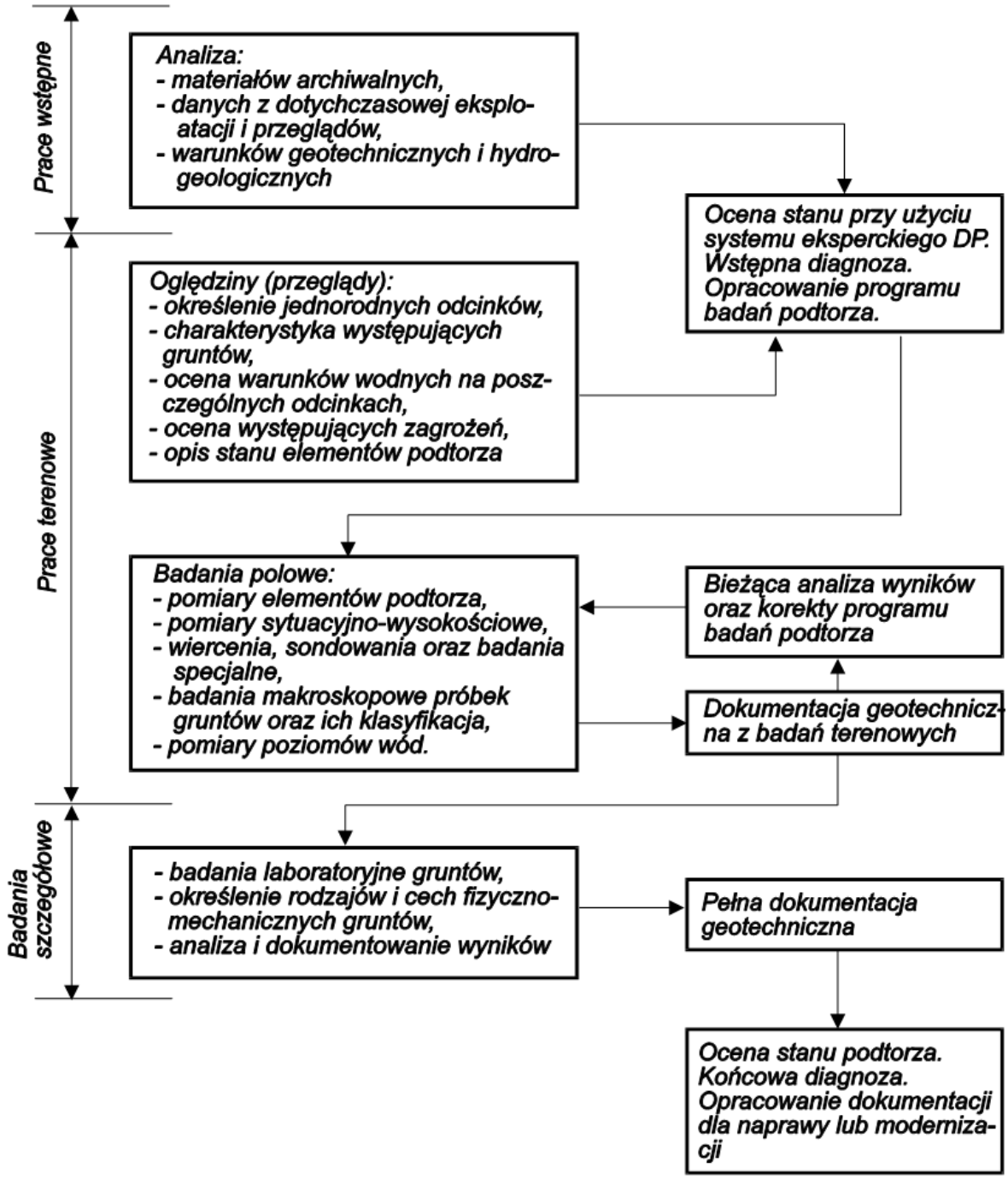
6. Dokumentacja z badań przedmodernizacyjnych, dokumentacja projektowa oraz powykonawcza podlegają archiwizacji.

§ 45. Rozpoznanie podtorza na odcinkach z wadami i zagrożeniami

1. Program badań podtorza ustala się każdorazowo w zależności od rodzaju stwierdzonych lub przewidywanych wad i zagrożeń - ogólny schemat postępowania w takich przypadkach ilustruje rys. 14.
2. Badania na odcinkach z zagrożeniami powinny umożliwić m.in. stwierdzenie, czy:

   1) podtorze w nowych warunkach eksploatacyjnych (po modernizacji) będzie stateczne,

   2) prace według przewidywanych technologii nie spowodują uszkodzeń podtorza (np. palowanie pod słupy trakcyjne).



Rys. 14. Schemat oceny stanu podtorza z wadami

§ 46. Rozpoznanie stanu podłoża podkładów

1. Minimalne liczby badań geotechnicznych wykonywanych w celu rozpoznania podłoża podkładów przyjmuje się według tab. 7.

Tablica 7 Minimalne liczby badań podłoża podkładów

Etap	Liczba badań
1	2
Rozpoznanie wstępne	Długość rozpatrywanego odcinka linii (stacji) w metrach podzielona przez 300
Badania szczegółowe (etap projektu budowlanego)	Łączna długość torów na rozpatrywanym odcinku linii (stacji) w metrach podzielona przez 300, przy czym odległości pomiędzy dwoma sąsiednimi miejscami badań nie powinny być większe od 150 m

Uwagi:

- zaleca się przeprowadzanie szczegółowych badań już na etapie rozpoznania wstępnego,
- na szlakach badania wykonuje się na przemian po obu stronach torowiska, natomiast na stacjach punkty rozmieszcza się w szachownicę lub grupuje w wybranych przekrojach poprzecznych,
- liczbę badań zwiększa się w przypadku odkształceń podtorza, skomplikowanych warunków wodno-gruntowych lub występowania warstw gruntów bardzo ściśliwych albo mało nośnych,
- liczbę badań można zmniejszyć po stwierdzeniu jednorodności podłoża w badaniach wstępnych albo innymi metodami (np. na podstawie materiałów archiwalnych, sondowań, badań georadarem).

2. Wyniki badań geotechnicznych powinny odnosić się do:
   1) określonego toru,
   2) określonych przekrojów poprzecznych (zasadniczo wszystkie badania należy wykonywać w pełnych hektometrach w odległości co najmniej 5 m od fundamentów, słupów i innych przeszkód w torze),
   3) strefy obciążeń eksploatacyjnych od podkładów pokazanej na rys. 15 (strefa ta powinna uwzględniać poziom projektowy wynikający z przewidywanych robot nawierzchniowych, w tym planowanych korekt wysokościowych toru).
3. Zakres badań powinien obejmować co najmniej określenie:
   1) grubości warstwy podsypki pod podkładami, rodzaju jej materiału i zanieczyszczenia,
   2) charakterystyk gruntów poszczególnych warstw podtorza do głębokości 2,0 - 2,5 m mierzonej od główki szyny, w tym:
      a) rodzajów gruntów (nazwa, symbol),

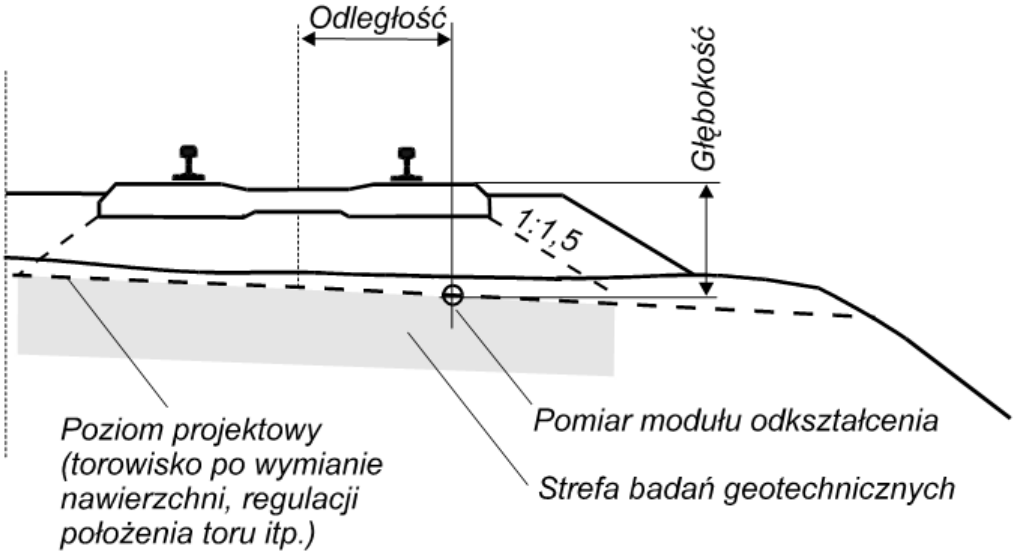
b) grubości warstw gruntów,

c) stanów gruntów (stopni lub stanów plastyczności gruntów spoistych oraz stopni lub stanów zagęszczenia gruntów niespoistych),

3) uziarnienia gruntu bezpośrednio pod pryzmą projektowanej podsypki (pełna krzywa uziarnienia gruntu lub też charakterystyczne średnice ziaren d_{85}, d_{60}, d_{30}, d_{15}, d_{10} oraz zawartości cząstek mniejszych od 0,06, 0,02 i 0,002 mm) - parametry te są istotne zwłaszcza w przypadku gruntów wątpliwej jakości, np. takich jak piaski i drobne pospółki,

4) poziomów wód względem główki szyny (poziomy wód powierzchniowych oraz nawiercone i ustalone poziomy wód podziemnych).

Dane mogą być uzupełnione wynikami badań cech wytrzymałościowych podtorza i gruntów; uzupełnienie takie jest konieczne, gdy warunki wodno-gruntowe są złe.



Rys. 15. Strefa badań geotechnicznych

4. Cechy wytrzymałościowe podtorza (nośność) i gruntów określa się:

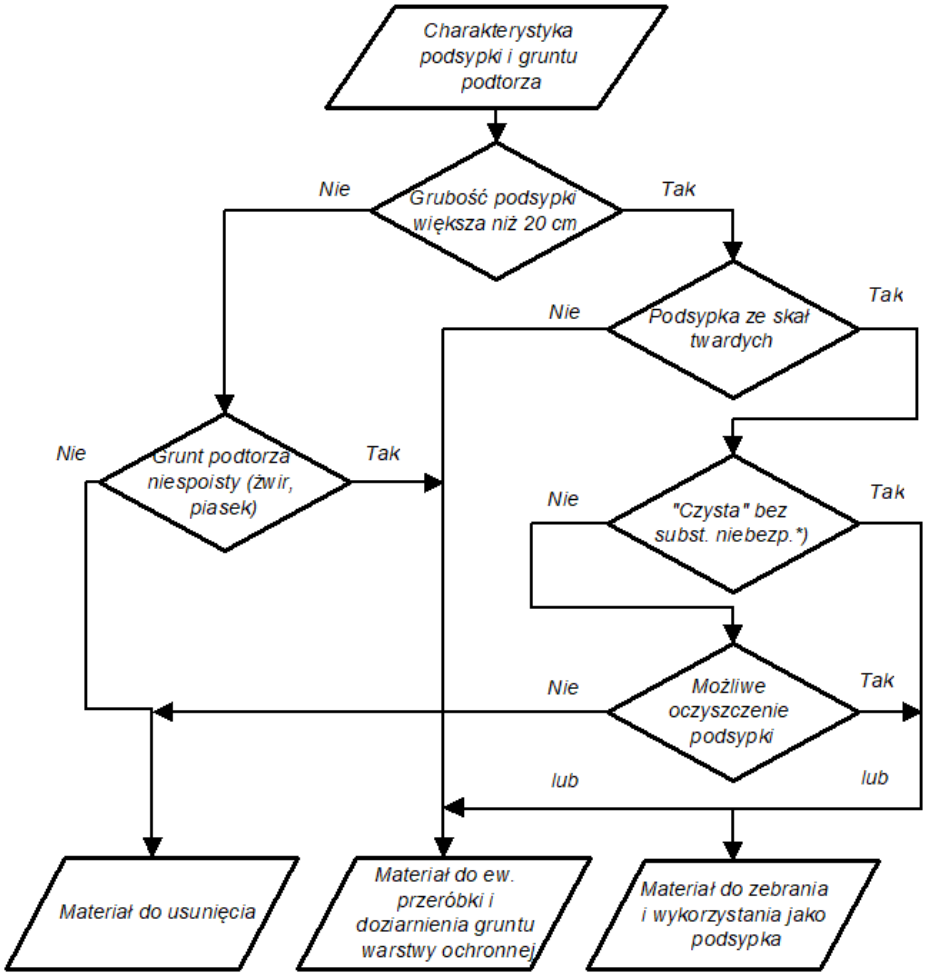
   – metodami wzorcowymi (bezpośrednimi), tzn. poprzez pomiary modułów odkształcenia torowiska oraz wytrzymałości gruntów na ścinanie,

   – metodami wskaźnikowymi (pośrednimi), tzn. poprzez szacowanie wytrzymałości na ścinanie i modułów odkształceń gruntów na podstawie wyników z wierceń, szacowanie modułów odkształceń gruntów na podstawie pomiarów CBR, a następnie określenie ekwiwalentnego modułu torowiska przy użyciu nomogramu DORNII.

5. Moduły odkształceń istniejącego podtorza określa się w terenie w warunkach ograniczonej bocznej rozszerzalności gruntu przy drugim statycznym obciążeniu torowiska sztywną płytą o średnicy 30 cm wg zał. 2.

Miejsca pomiarów wybiera się w bezpośrednim sąsiedztwie otworów wiertniczych. w przypadku oceny stanu podtorza, badania wykonuje się na torowisku istniejącym, natomiast dla modernizacji nawierzchni lub torowiska, na poziomie projektowym, tj. torowisku po modernizacji nawierzchni, zazwyczaj 0,55 - 0,57 m poniżej górnych powierzchni istniejących podkładów z uwzględnieniem przewidywanych korekt wysokościowych toru; celem tych badań jest ocena stanu torowiska po wymianie nawierzchni (zob. rys. 15).

6. W ocenie możliwości wykorzystania materiału z istniejącego podłoża podkładów należy uwzględniać jego rodzaj, grubość warstwy podsypki oraz jej zanieczyszczenie; zależnie od tych parametrów materiał klasyfikuje się do usunięcia, przeróbki lub też do powtórnego wykorzystania w nawierzchni (rys. 16).



Rys. 16. Ocena przydatności materiału podłoża podkładów do powtórnego wykorzystania

*) za podsypkę „czystą” można uznać materiał zanieczyszczony gruntem niespoistym, jednak nie zawierający domieszek węgla, natomiast materiał z dolnych warstw pryzmy, zanieczyszczony gruntem spoistym lub substancjami niebezpiecznymi dla środowiska, uznaje się za nieprzydatny

§ 47. Rozpoznanie stanu odwodnienia

1. Rozpoznanie stanu odwodnienia prowadzi się jednocześnie z oceną stanu innych elementów podtorza.
2. Rozpoznanie powinno objąć ocenę:
   1) ogólnych warunków wodnych (wielkości zlewni, poziomy wód powierzchniowych i podziemnych),
   2) możliwości odpływu wód z poszczególnych elementów podtorza,
   3) stanu i drożności istniejących urządzeń odwadniających.

§ 48. Dokumentacja z badań

1. Dokumentacja z badań powinna być przygotowana z dostatecznym wyprzedzeniem, jednak nie później niż w roku poprzedzającym planowane roboty.
2. Dokumentacja z badań powinna zawierać wszystkie informacje niezbędne do opracowania projektu robót, w tym:
   1) ocenę miejscowych warunków geologiczno-inżynierskich,
   2) poziomy odniesienia dla poszczególnych pomiarów,
   3) stwierdzone poziomy wód powierzchniowych i podziemnych,
   4) charakterystykę stanu poszczególnych elementów podtorza gruntowego i odwodnienia,
   5) profile geotechniczne (z podaniem dokładnej lokalizacji wierceń i przyjętych poziomów odniesienia),
   6) opis podsypki (w tym grubość warstwy podsypki "czystej" przydatnej do ew. powtórnego wykorzystania, twardość materiału skalnego, jego jednorodność i zanieczyszczenie),
   7) wyniki badań makroskopowych gruntów podtorza (charakterystyki gruntów muszą być pełne, tzn. powinny one określać rodzaje i parametry tych gruntów),
   8) wyniki uzupełniających badań gruntów i podłoża (np. wyniki laboratoryjnych badań gruntu znajdującego się bezpośrednio pod podsypką, wyniki pomiarów modułów odkształcenia torowiska, wyniki badań metodami wskaźnikowymi),
   9) opisy zastosowanych metod badań lub powołanie się na metody opisane w aktach normatywnych,
   10) wymiary przekrojów poprzecznych podtorza i nawierzchni,

11) wnioski i zalecenia dla projektanta (w tym informacje o lokalizacji stwierdzonych obiektów podziemnych oraz mogących kolidować obiektów naziemnych),

12) inne informacje mogące mieć wpływ na zakres i kolejność robót, projektowane konstrukcje oraz technologie robót.

3. Dokumentacja z badań powinna umożliwić przygotowanie dokumentacji technicznej w zakresie:

1) podtorza (z podziałem na budowę nowego podtorza, dobudowę podtorza pod drugi tor, wzmacnianie podtorza i podłoża, uzupełnianie i profilowanie podtorza, poszerzanie podtorza, przebudowę podtorza przy obiektach inżynieryjnych i na korygowanych łukach poziomych),

2) wzmocnień torowisk (z wyszczególnieniem konstrukcji wzmocnień na poszczególnych szlakach i w torach stacyjnych),

3) odwodnień (z podziałem budowę nowych odwodnień, naprawę i oczyszczanie istniejących rowów, drenaży podziemnych, kolektorów, przepustów itp.),

4) innych robót (np. niezbędnych prac wyprzedzających, uzupełniających badań geotechnicznych).

§ 49. Projektowanie i wykonanie robót

1. Zakres modernizacji podtorza powinien wynikać ze szczegółowej oceny jego stanu, uwzględniającej:

1) wyniki rozpoznania geotechnicznego i hydrogeologicznego,

2) informacje z dotychczasowej eksploatacji,

3) przewidywane (prognozowane) warunki eksploatacji.

2. Przy dobudowie podtorza pod nowy tor należy stosować wymagania dla podtorza nowobudowanego, uwzględniając przy tym zasady dot. prawidłowego rozmieszczania gruntów w podtorzu oraz łączenia nasypów dobudowywanych z nasypami już istniejącymi.

3. W przypadku potrzeby poszerzenia istniejącego torowiska w pierwszej kolejności rozważyć należy następujące rozwiązania:

1) zmiana położenia istniejącego toru (poprzeczne przesunięcie toru),

2) obudowa rowu bocznego ziemnego korytkami (zob. zał. 10),

3) zastąpienie rowu bocznego drenażem podziemnym (rozwiązanie takie jest korzystne w przypadku zlewni wód powierzchniowych węższych niż kilkadziesiąt metrów i niewielkich spływów wód z górnych partii drenażu).

4. Projekt wzmocnienia torowiska powinien uwzględniać:
    1) typizację konstrukcji wzmocnień torowiska na długości toru (zob. zał. 7),
    2) wcześniejsze wykonanie niezbędnych przejść dla kabli, zaś na terenach zabudowanych ewentualnych dodatkowych rur umożliwiających przeciągnięcie kabli pod torami w miejscach, w których mogą być one przydatne w przyszłości.
5. Ze względów ekonomicznych za zgodą organu upoważnionego można odstąpić od modernizacji podtorza na odcinkach, na których po wykonaniu innych prac modernizacyjnych (np. nawierzchniowych) spełnione zostaną następujące warunki:
    1) stateczność podtorza w zmienionych warunkach eksploatacyjnych jest nie mniejsza od stateczności wymaganej dla podtorza eksploatowanego - zob. § 7, ust. 2 (brak objawów wskazujących na występowanie wad istniejącego podtorza, potwierdzenie stateczności w zmienionych warunkach eksploatacyjnych);
    2) poziom wód jest stale niższy niż poziom dopuszczalny dla linii eksploatowanej - zob. § 14, ust. 1;
    3) moduł odkształcenia podtorza na poziomie projektowanego torowiska jest nie mniejszy niż wymagany na liniach eksploatowanych - zob. § 9, ust. 3;
    4) grunty podtorza znajdujące się pod podsypką na poziomie projektowanego torowiska spełniają wymagania w zakresie stabilności mechanicznej na styku z podsypką, odporności na mróz oraz drgania dla podtorza eksploatowanego - zob. § 9, ust. 4;
    5) szerokość ławy torowiska spełnia wymagania dla podtorza eksploatowanego - zob. § 9, ust. 5;
    6) szerokość torowiska umożliwia lokalizację wszystkich elementów infrastruktury (słupy trakcyjne, korytka kablowe, itp.);
    7) przy obiektach inżynieryjnych na liniach przewidzianych dla v > 160 km/h nie występują "zjawiska progowe”.
6. Na odcinkach, na których nie przewiduje się modernizacji torowiska, należy:
    1) wykonać niezbędne prace odwodnieniowe,
    2) ujednorodnić podparcie podkładów na długości toru, w tym na długości rozjazdów i przejazdów (doprowadzić warstwę podsypki do jednakowej grubości);
    3) polepszyć spływ wód opadowych z górnych warstw podtorza (oczyścić podsypkę z odpowiednio nachyloną belką podtorową, w tym na długości rozjazdów, przejazdów, przy obiektach, wyprofilować ławy torowisk itp.);

4) umocnić (utwardzić) ławy torowisk warstwą z materiału przepuszczalnego lub w inny sposób nie pogarszający warunków odpływu wód z górnych warstw podtorza.

7. Stosowane technologie robót:

   1) powinny zapewniać wcześniejsze odwodnienie podtorza;

   2) nie mogą powodować uszkodzeń podtorza i innych elementów infrastruktury kolejowej;

   3) powinny zapewniać wykorzystanie na miejscu lub zbieranie i odwożenie odsiewek oraz innych materiałów (po uprzedniej ocenie ich przydatności).

§ 50. Kontrola jakości robót

1. W miejsce wymaganej bieżącej kontroli jakości robót, zaleca się opracowanie i wprowadzenie systemu kontroli jakości robót, obejmującego wszystkie działania wpływające na jakość prowadzonych prac (rys. 17).
2. System kontroli jakości robót powinien opracować główny wykonawca robót, przy współpracy wszystkich wykonawców oraz inwestora.
3. Weryfikacja dokumentacji projektowej powinna polegać na sprawdzeniu m.in.:

   1) kompletności dokumentów,

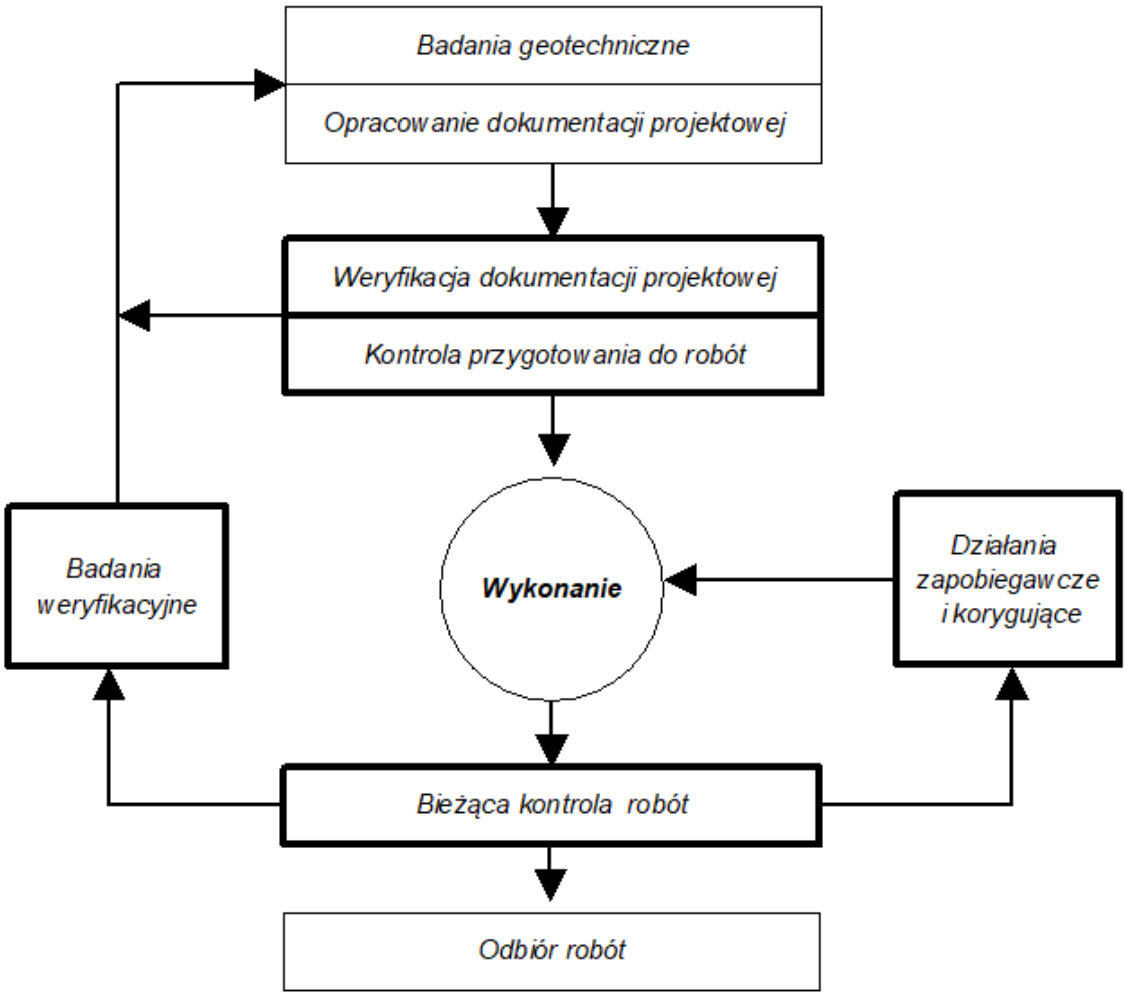
   2) poprawności rozpoznania warunków prowadzenia robót na danym odcinku,

   3) poprawności rozpoznania geotechnicznego istniejącego podtorza i podsypki,

   4) poprawności konstrukcji i wymiarowania projektowanych wzmocnień,

   5) możliwości wykonania projektowanych robót według założonych technologii,

   6) przewidywanych utrudnień w robotach.



Rys. 17. Elementy systemu kontroli jakości robót

4. Kontrola przygotowań do robót powinna być przeprowadzona w ramach całościowych przeglądów przedwykonawczych, 1 - 2 miesiące przed rozpoczęciem robót na danym odcinku, i powinna obejmować m.in.:

   1) sprawdzenie kompletności dokumentacji projektowej i wykonawczej oraz wymaganych uzgodnień,

   2) sprawdzenie, czy wykonane zostały wymagane roboty wyprzedzające,

   3) uszczegółowienie harmonogramu robót i sposobów rozwiązywania miejscowych problemów,

   4) upewnienie się o prawidłowości planowanych zamknięć torów dla ruchu oraz organizacji dostaw i odwozu materiałów,

   5) ostateczne uzgodnienie zasad koordynacji i systemu kontroli jakości robót.

   Zaleca się, by przed rozpoczęciem robót zleceniodawca przygotował syntezę dokumentacji technicznej i technologiczno-organizacyjnej, zawierającą podstawowe informacje niezbędne dla wszystkich zaangażowanych jednostek.

5. Bieżąca kontrola jakości robót powinna być prowadzona według planu stanowiącego część uzgodnionego systemu kontroli jakości robót i uwzględniać:
   1) zasady i wymagania podane w rozdz. 8,
   2) badania, których wyniki będą wykorzystane w odbiorach robót.
6. Celem działań zapobiegawczych i korygujących powinno być niedopuszczenie do wykonania robót o pogorszonej jakości lub poprawa robót niezadowalającej jakości. Podejmowane działania powinny zależeć od przyczyn stwierdzonych nieprawidłowości i mogą polegać np. na:
   1) zmianie zaprojektowanej konstrukcji lub stosowanej technologii robót,
   2) wstrzymaniu dostaw wadliwych materiałów,
   3) wstrzymaniu robót do czasu wyeliminowania lub ustalenia przyczyn nieprawidłowości,
   4) wykonaniu dodatkowych analiz lub badań.
7. Badania weryfikacyjne wykonuje się w celu doskonalenia metod projektowania i wykonawstwa robót, np.:
   1) sprawdzenia przydatności lub dokładności nowej metody badań,
   2) doboru optymalnych parametrów zagęszczania,
   3) sprawdzenia skutków zmiany materiału lub technologii,
   4) określenia przyczyn występujących nieprawidłowości.

Rozdział 8. Kontrola robót

§ 51. Postanowienia ogólne

1. Kontrola robót ma na celu:
    1) zapewnienie wykonania prac zgodnie z dokumentacją techniczną, normami, przepisami technicznymi i umowami,
    2) niedopuszczenie do dalszych prac, jeśli prace wykonane uprzednio nie odpowiadają ww. wymogom,
    3) zapewnienie stosowania właściwych materiałów, metod pomiarowych, technologii, warunków ochrony środowiska.
2. Kontrolę robót przeprowadza wykonawca (w ramach bieżącej kontroli), inwestor i projektant (w ramach nadzoru i kontroli) oraz użytkownik (np. w czasie odbioru obiektu).
3. Wnioski z kontroli wpisuje się do dziennika budowy i dołącza do nich wyniki wszystkich przeprowadzonych pomiarów i badań.
4. Wyniki kontroli oraz badań przewidziane do wykorzystania w odbiorze robót muszą być potwierdzone przez nadzór techniczny.
5. W przypadku stwierdzenia nieprawidłowości, niezgodności z dokumentacją lub wymogami normowymi – sposób dalszego postępowania ustala każdorazowo kierownictwo budowy w porozumieniu z nadzorem technicznym i odnotowuje to w dzienniku budowy.

§ 52. Kontrola warunków ochrony środowiska naturalnego

1. Sprawdzenie warunków ochrony środowiska naturalnego polega na bieżącym kontrolowaniu zgodności realizacji robót z zasadami podanymi w projekcie oraz obowiązujących przepisach w zakresie ochrony środowiska.
2. Szczegółowej kontroli podlegają przede wszystkim:
    1) ochrona przed zanieczyszczeniami wód podziemnych, powierzchniowych i obszarów ich zasilania, a także powierzchni ziemi, jej szaty roślinnej i warunków upraw,
    2) wpływ budowy na zmiany stosunków wodnych na powierzchni i w gruncie, a także wartości krajobrazowych,
    3) wpływ budowy na utrudnienia w życiu mieszkańców.

§ 53. Kontrola jakości materiałów i prefabrykatów

1. Kontrola jakości materiałów i prefabrykatów polega na stwierdzeniu zgodności ich cech z dokumentacją techniczną i przedmiotowymi normami.
2. Wyniki kontroli jakości materiałów i prefabrykatów są wymagane przy odbiorach robót.

3. Kontrolę jakości materiałów i prefabrykatów przeprowadza się przed ich wbudowaniem w podtorze, a wnioski z kontroli wpisuje się do dziennika budowy, dołączając wszystkie wyniki badań laboratoryjnych, pomiarów itp.
4. Materiały i prefabrykaty, wobec których istnieją wątpliwości co do ich jakości mogącej mieć wpływ na bezpieczeństwo i jakość wykonywanych robót lub późniejszą eksploatację obiektu, należy magazynować w wydzielonym miejscu do czasu podjęcia decyzji o sposobie postępowania z nimi. Decyzję tę podejmuje kierownictwo budowy po uzupełnieniu badań. Fakt ten musi być każdorazowo odnotowany w dzienniku budowy.
5. Kontrola jakościowa materiałów i prefabrykatów jest obowiązkiem producenta.
6. W przypadkach, gdy:
   1) materiały i prefabrykaty dostarczone są na budowę bez wymaganych świadectw jakości,
   2) pomimo pozytywnych świadectw jakości występują wątpliwości wobec jakości materiałów i prefabrykatów,

   kontrolę jakości przeprowadza wykonawca robót. Badania te mogą być zlecone przedsiębiorstwom lub zespołom specjalistycznym.
7. Jeżeli pomimo zastrzeżeń co do jakości stwierdzonych przez wykonawcę lub zgłoszonych przez nadzór inwestorski, autorski lub użytkownika w formie zapisu w dzienniku robót zostanie wbudowany materiał o nieodpowiedniej jakości - koszty wykonania z tego tytułu prac dodatkowych, jak i skutki ujawnione w okresie gwarancyjnym obciążają wykonawcę robót.
8. Grunty użyte do budowy muszą spełniać wymagania podane w dokumentacji projektowej. Obowiązkowa jest kontrola jakości każdej partii gruntu przeznaczonej do wbudowania oraz przy każdej zmianie rodzaju materiału (w przypadku jednorodności materiału przeprowadza się badanie z częstością 1 badania na każde 5000 m^3).
9. Dla gruntów należy określać:
   1) skład granulometryczny,
   2) zawartość części organicznych,
   3) wilgotność naturalną i optymalną ,
   4) granicę płynności i plastyczności,
   5) inne cechy, jeśli wynika to z dokumentacji lub ustaleń umownych.

10. Inne materiały i prefabrykaty stosowane w podtorzu kolejowym muszą spełniać wymagania dokumentacji technicznej w zakresie wymiarów, wytrzymałości, trwałości i ochrony środowiska.

§ 54. Kontrola robót pomiarowych

1. Roboty pomiarowe należy prowadzić zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie Ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (Dz. U. 2003.207.2016 z późniejszymi zmianami) oraz instrukcjami technicznymi GUGiK, a szczególnie instrukcją techniczną G-3 pt. "Geodezyjna obsługa inwestycji" oraz Instrukcją o organizacji i wykonywaniu pomiarów w geodezji kolejowej – D19.
2. Pomiary geodezyjne wykonywane są przez specjalistyczne jednostki geodezyjne zgodnie z ustaleniami umownymi z przedsiębiorstwem realizującym cały zakres robót. Wykonanie każdego etapu robót geodezyjnych potwierdza się wpisem do dziennika budowy.
3. Kierownikowi budowy należy przekazać 2 egzemplarze szkiców geodezyjnych umożliwiających powtórne skontrolowanie wyznaczonych punktów. Jeden komplet szkiców wykonawca przekazuje w czasie odbioru końcowego.
4. Sprawdzenie robót pomiarowych:

Tablica 8

L.p.	Wyszczególnienie	Sposób kontroli	Odchyłki dopuszczalne	Uwagi
1	2	3	4	5
1	Położenie osi podtorza (osnowa budowlano - montażowa)	Pomiar na wszystkich załamaniach pionowych i poziomych oraz co 100 m na prostych	w planie ± 10 cm w profilu ± 1 cm	
2	Położenie roboczych punktów wysokościowych	Niwelatorem na całej długości odcinka co ok. 200 m (sieć kwadratów) i obok każdego obiektu inżynierskiego	± 5 cm	Repery powinny być zabezpieczone przed zniszczeniem w czasie robót i oznaczone trwałą farbą

L.p.	Wyszczególnienie	Sposób kontroli	Odchyłki dopuszczalne	Uwagi
1	2	3	4	5
3	Wyznaczenie obiektów (w tym również odwodnień)	Niwelatorem i taśmą na każdym obiekcie	w planie ± 10 cm w profilu ± 1 cm	
4	Wyznaczenie nasypów i przekopów	Taśmą i szablonem z poziomnicą, co najmniej w 10 miejscach na każdym kilometrze, w miejscach zmian konstrukcyjnych, w miejscach budzących wątpliwości	± 10 cm	Krawędzie podstaw nasypów i przypór oraz zewnętrzne krawędzie przekopów powinny być oznaczone w sposób trwały palikami w odstępach max 50 m.

UWAGA: zaleca się objęcie pomiarami sprawdzającymi również innych punktów charakterystycznych (wg umowy).

§ 55. Kontrola prac przygotowawczych

Kontrola prac przygotowawczych polega na sprawdzeniu prawidłowości przygotowania terenu:

Tablica 9

L.p.	Wyszczególnienie	Sposób kontroli	Uwagi
1	2	3	4
1	Warunki geotechniczne	Oględziny i badania makroskopowe gruntów oraz porównanie ich z podanymi w dokumentacji	

L.p.	Wyszczególnienie	Sposób kontroli	Uwagi
1	2	3	4
2	Oczyszczenie terenu budowy oraz prawidłowości wykonania prac rozbiórkowych	Sprawdzenie: - prawidłowości usunięcia roślinności i przeszkód, - uzgodnień z właściwymi organami dotyczące sposobu zagospodarowania usuniętej roślinności.	Karczowanie pni jest konieczne jeśli: grubość ich przekracza 8 cm, nasyp ma wysokość mniejszą od 2 m. Pnie niewykarczowane powinny być ścięte max 10 cm na powierzchnią terenu.
3	Zabezpieczenie urządzeń i budowli przed uszkodzeniem podczas wykonywania robót	Sprawdzenie sposobu i jakości zabezpieczeń przewodów kanalizacyjnych, wodociągowych, gazowych, teletechnicznych, elektrycznych itp. , stałych punktów pomiarowych i innych urządzeń nie usuwanych na czas robót	
4	Zdjęcie i składowanie darniny	Sprawdzenie sposobu zdjęcia i magazynowania darniny	Darninę należy ciąć na pasy szerokości 0,25÷0,30 m i długości 1,5÷2,5 m lub kwadraty 0,3 x 0,3 m. Darnina składowana powinna być ułożona na gruncie rodzimym i 2 razy w roku koszona (można ją również magazynować w pryzmach szer. 1,0 m i wys. 0,6 m.) W porze rozwoju roślin (max. 4 tyg.) darnina może być składowana trawą do ziemi, w pozostałych okresach warstwami trawą do trawy.

L.p.	Wyszczególnienie	Sposób kontroli	Uwagi
1	2	3	4
5	Usunięcie gruntów humusowych	Sprawdzenie zdjęcia oraz grubości zdejmowanej warstwy gleby wg projektu	Humus magazynuje się w jak największych pryzmach zabezpieczonych przed zanieczyszczeniem i najeżdżaniem.
6	Usunięcie kamieni, gruzu z powierzchni torowiska i skarp	Sprawdzenie wykonania robót	
7	Wykonanie systemu odwadniającego umożliwiającego odprowadzenie wód poza teren robót	Sprawdzenie wykonania wszystkich urządzeń odwadniających wg dokumentacji, zaleconych do wykonania lub których konieczność wynikła w trakcie robót	Grunty nawodnione, nieprzydatne do robót, należy zastąpić innymi
8	Zabezpieczenie obiektu przed osuwiskami	Sprawdzenie przewidzianych dokumentacją robót zabezpieczających i odwadniających	Prace te muszą być wykonane przed przystąpieniem do właściwych robót ziemnych
9	Zabezpieczenie przed zsuwaniem się nasypu na stoku	Sprawdzenie wycięcia i prawidłowości kształtu stopni na stoku przy użyciu taśmy, łaty i poziomnicy	Stopnie stosuje się przy pochyleniu terenu do podłużnej osi nasypu większym od 1 : 5
10	Przygotowanie skarpy istniejącego nasypu do dobudowy	Sprawdzenie wycięcia i prawidłowości kształtu stopni na skarpie przy użyciu taśmy, łaty i poziomnicy	W przypadku wycinania stopni i rozścielania uzyskanego gruntu w trakcie dobudowy nasypu - kontrola technologii robot

L.p.	Wyszczególnienie	Sposób kontroli	Uwagi
1	2	3	4
11	Usunięcie gruntów małonośnych (np. organicznych) i zastąpienie nośnymi lub uzdatnionymi wg dokumentacji lub wpisów do dziennika budowy	Sprawdzenie wykonania robót	
12	Jakość podłoża	Pomiar wskaźnika zagęszczenia gruntu podłoża w trzech punktach w przekrojach poprzecznych zlokalizowanych w odstępach nie większych niż 250 m oraz przy każdej zmianie rodzaju materiału podłoża	Wskaźnik zagęszczenia podłoża nasypu do głębokości 50 cm od powierzchni terenu powinien być zgodny z tab. 11.
13	Wyznaczenie i oznakowanie dróg objazdowych, dojazdowych, placów za- i wyładunkowych, magazynowych itp.	Sprawdzenie wykonania i oznakowania dróg objazdowych, dojazdowych i placów zgodnie z ustaleniami dokumentacji	Drogi dojazdowe o utwardzonej nawierzchni: dla ruchu jednokierunkowego: - szerokość ≥ 4,0 m - promień łuku ≥ 50 m dla ruchu dwukierunkowego: - szerokość ≥ 5,5 m - promień łuku ≥ 100 m

§ 56. Kontrola wykonania przekopów, wykopów, ukopów, nasypów, odkładów

1. Kontrola polega na ciągłym sprawdzaniu zgodności realizacji robót z zasadami podanymi w dokumentacji i ogólnie obowiązującymi zasadami wykonawstwa robót ziemnych; w tym m.in.:

Tablica 10

L.p.	Wyszczególnienie	Sposób kontroli	Uwagi
1	2	3	4
1	Wykopy i przekopy	Sprawdzenie wizualne, przez pomiar lub pomiar i obliczenia: a) stateczności skarp i zboczy, b) prawidłowości odwodnienia, c) dokładności wykonania i staranności wykończenia.	a, b – sprawdzenie w czasie wykonywania robót, a, b, c – sprawdzenie po wykonaniu robót,
2	Ukopy	Sprawdzenie wizualne, przez pomiar lub pomiar i obliczenia: zgodności rodzaju grun-tów ukopu z dokumentacją geotechniczną, zachowania równowagi skarp i zboczy, odwodnienia, zagospodarowania terenu po zakończeniu robót	a, b, c – sprawdzenie w czasie wykonywania robót, b, c, d – sprawdzenie po wykonaniu robót.
3	Odkłady	Sprawdzenie wizualne, przez pomiar lub pomiar i obliczenia: usytuowania odkładów i ich kształtów geometrycznych, zagospodarowania terenu po zakończeniu robót.	Sprawdzenie w czasie wykonywania robót i po ich zakończeniu

L.p.	Wyszczególnienie	Sposób kontroli	Uwagi
1	2	3	4
4	Nasypy	Sprawdzenie wizualne, przez pomiar lub pomiar i obliczenia: gruntów i materiałów do budowy nasypów, prawidłowości wykonania poszczególnych warstw: – rozmieszczenie gruntów w nasypie, – odwodnienie każdej warstwy nasypu, - grubość poszczególnych warstw, - warunki wbudowywania gruntów w okresach deszczowych i w czasie mrozów, zagęszczenia, w tym: - przestrzeganie technologii wykonawstwa, - określenie wskaźnika zagęszczenia na każdej dziennej działce roboczej co najmniej w dwóch przekrojach po zakończeniu zagęszczania, prawidłowości usytuowania i kształtów geometrycznych.	Sprawdzenie w czasie wykonywania robót i po ich zakończeniu. Przy posadawianiu nasypów na błotach należy sprawdzić: - przygotowanie podłoża nasypów, - innych elementów zgodnie z ustaleniami dokumentacji (np. głębokość zatopienia stopy nasypu, tempo konsolidacji podłoża itp.). Wartości wskaźników zagęszczenia nie powinny być mniejsze od podanych w tab. 11

2. Wymagane wskaźniki zagęszczenia gruntu I_s:

Tablica 11

L.p.	Element podtorza	Warstwy podtorza	Wymagany wskaźnik zagęszczenia *) **)
1	2	3	4
1	Nasyp	Górna warstwa do głęb. 20 cm z kruszyw mineralnych nieulepszonych, jeżeli bezpośrednio na niej ma być ułożona podsypka.	$I_s \geq 1,03$ - budowa lub dobudowa nowego podtorza $I_s \geq 0,97$ - naprawa lub modernizacja istniejącego podtorza
		Warstwy do głęb. 2,0 m od niwelety toru oraz warstwa górna do głęb. 20 cm z kruszyw mineralnych ulepszonych lub stanowiących podbudowę tzw. podsypki wielowarstwowej: a) grunty niespoiste i spoiste stabilizowane spoiwami, b) grunty spoiste nieulepszone.	 a) $I_s \geq 1,00$ b) $I_s \geq 0,97$
		Warstwy układane głębiej niż 2,0 m od niwelety toru: a) grunty niespoiste, b) grunty spoiste w nasypach o wys. do 6,0 m, c) grunty spoiste w nasypach o wys. powyżej 6,0 m.	 a) $I_s \geq 0,95$ b) $I_s \geq 0,92$ c) $I_s \geq 0,95$
2	Podłoże nasypów do głębokości 50 cm od powierzchni terenu	Pod nasypami o wysokości do 2,0 m: a) grunty niespoiste, b) grunty spoiste.	 a) $I_s \geq 1,00$ b) $I_s \geq 0,97$
		Pod nasypami o wys. większej od 2,0 m: a) grunty niespoiste, b) grunty spoiste.	 a) $I_s \geq 0,95$ b) $I_s \geq 0,92$

L.p.	Element podtorza	Warstwy podtorza	Wymagany wskaźnik zagęszczenia *) **)
1	2	3	4
3	Przekopy i miejsca zerowe	Warstwa górna do głęb. 20 cm: a) gdy podsypka ułożona bezpośrednio na nieulepszonym podtorzu, b) gdy warstwa górna jest ulepszona spoiwami.	a) $I_s \geq 1,03$ - budowa lub dobudowa nowego podtorza $I_s \geq 0,97$ - naprawa lub modernizacja istniejącego podtorza b) $I_s \geq 0,97$
		Warstwy znajdujące się na głębokości 20÷50 cm pod podsypką: a) na gruntach niespoistych, b) na gruntach spoistych.	a) $I_s \geq 0,97$ b) $I_s \geq 0,95$
4	Wypełnienia wnęk przy murach oporowych i przyczółkach	Do głębokości do 20 cm	$I_s \geq 1,03$
		W pozostałych częściach	$I_s \geq 1,00$
5	Zasypka urządzeń podziemnych (kabli, ciągów rurowych itp.)	Zasypka pokrywająca urządzenia podziemne do wys. 30 cm: a) w gruntach niespoistych, b) w gruntach spoistych. Uwaga: zagęszczanie zasypek cienkościennych rur drenarskich z tworzyw sztucznych nie może spowodować uszkodzeń lub odkształceń tych rur.	a) $I_s \geq 0,95$ b) $I_s \geq 0,92$
		Zasypka powyżej 30 cm nad górną powierzchnią urządzeń podziemnych	Wg poz. 1÷4

*) Wskaźniki zagęszczenia określa wg zał. 3, przy czym maksymalne gęstości objętościowe szkieletu gruntowego ρ_{ds} należy oznaczać tzw. metodami normalnymi (zob. metoda I, II i V), w których jednostkowa praca zagęszczania wynosi 0,59 ÷ 0,60 dżula na 1 cm^3 gruntu,

**) w 20% pobranych prób dopuszcza się zmniejszenie wymaganych wskaźników zagęszczenia nie większe niż o 0,04.

§ 57. Kontrola prawidłowości usytuowania, kształtu geometrycznego oraz dokładności wykończenia budowli ziemnych

1. Elementy geometryczne przy kontroli wykonania robót ziemnych:

Tablica 12

L.p.	Wyszczególnienie	Sposób kontroli	Odchyłki dopuszczalne	Uwagi
1	2	3	4	5
1	Położenie osi podtorza w stosunku do osi projektowanej; sprawdzeniu podlegają odchylenia osi	Sprawdzenie wykonuje się na wszystkich załamaniach i charakterystycznych punktach krzywych (PKP, KKP, PŁ, SŁ, KŁ) oraz co 1000 m na prostych przez domiar do założonej osnowy budowlano – montażowej. Pomiar taśmą mierniczą.	± 10 cm	
2	Położenie niwelety robót ziemnych w stosunku do projektowanej; sprawdzeniu podlegają różnice między niweletą robót wykonanych i niweletą projektowaną	Przez niwelację (względem założonych punktów wysokościowych) każdej samodzielnej budowli ziemnej lub w przypadku równi stacyjnej każdej krawędzi torowiska i każdego załomu, charakterystycznych punktów zmian profilu oraz nie rzadziej niż co 25 m.	± 2 cm	
3	Szerokość torowiska, równi stacyjnej, pojedynczej budowli ziemnej (np. nasypu, przekopu)	Sprawdzenie wykonuje się w punktach charakterystycznych zmian oraz nie rzadziej niż co 50 m. Pomiar taśmą mierniczą.	- przy szer. ≤20m: + 20 cm - 5 cm - przy szer. >20m: + 50 cm - 10 cm	
4	Szerokość ław i odsadzek	Jak wyżej	10% w stosunku do projektu	

L.p.	Wyszczególnienie	Sposób kontroli	Odchyłki dopuszczalne	Uwagi
1	2	3	4	5
5	Pochylenie skarp	Sprawdzenie wykonuje się łatą z poziomnicą, uniwersalnym trójkątem skarpiarskim lub przez niwelację w punktach charakterystycznych zmian oraz co najmniej w 20 miejscach na każdym kilometrze.	+ 5% - 10% w stos. do projektu	
6	Spadki poprzeczne torowiska i ław	Sprawdzenie wykonuje się łatą z poziomnicą: - w czasie robót w co najmniej 5 miejscach na każdej dziennej działce roboczej, - po zakończeniu robót co ok. 50 m.	0,5% pochylenia projektowanego	np. dla spadku projektowanego 4%, dopuszcza się 3,5÷4,5%
7	Równość powierzchni torowiska, ław i skarp	Sprawdzenie wykonuje się łatą o dług. 4 m: w czasie robót w co najmniej 5 miejscach na każdej dziennej działce roboczej, po zakończeniu robót co ok.25 m Mierzy się wielkość zagłębień i wybrzuszeń: niestabilizowanych, stanowiących powierzchnię bezpośrednio stykającą się z podsypką,		
		a) dla skarp i ław, które mają być pokryte brukiem, płytami betonowymi itp. oraz dla torowisk wykonanych w gruncie rodzimym lub z kruszyw	± 3 cm	
		b) dla skarp i ław, na których ma być ułożona gleba, oraz dla torowisk, na których leżeć będzie warstwa ochronna,	± 5 cm	

L.p.	Wyszczególnienie	Sposób kontroli	Odchyłki dopuszczalne	Uwagi
1	2	3	4	5
		c) dla torowisk, które stanowią powierzchnię bezpośrednio stykającą się z podsypką i wykonanych jako warstwy stabilizowane lub przygotowane od ułożenia na nich cienkich powłok ochronnych szczelnych lub rozdzielających oraz dla ław i odsadzek z uszczelnionymi powierzchniami.	wg § 57 ust. 2	
8	Szerokość warstw podbudowy dla pojedynczego toru lub obejmujących kilka torów (nie całą szerokość torowiska, np równi)	Sprawdzenie wykonuje się w punktach charakterystycznych zmian oraz nie rzadziej niż co 50 m. Pomiar taśmą. Odchyłki w stosunku do wielkości projektowych nie powinny przekraczać:		
		a) dla warstw z kruszywa mineralnego niestabilizowanych oraz dla warstw stabilizowanych wapnem i popiołami lotnymi,	+ 20 cm -5 cm	
		b) dla warstw stabilizowanych w inny sposób.	± 5 cm	
9	Długość odcinka wykonanej podbudowy warstwowej (stabilizacji, wzmocnienia itp.)	Pomiar taśmą i porównanie z projektem	+ 50 cm - 20 cm	
10	Grubość warstwy podtorza o charakterystyce różnej od warstw sąsiednich	Grubość sprawdza się przy użyciu taśmy mierniczej, łaty albo przez sondowanie. Odchyłki w stosunku do grubości projektowanych nie powinny przekraczać:		

L.p.	Wyszczególnienie	Sposób kontroli	Odchyłki dopuszczalne	Uwagi
1	2	3	4	5
		a) dla warstw z kruszywa mineralnego niestabilizowanego: - dla warstwy górnej - dla warstw dolnych,	 ±5% ±10%	Dla górnych warstw podtorza (warstw ochronnych) dodatkowo sprawdzać, czy łączna grubość warstw ochraniających nie jest mniejsza od projektowanej o więcej niż 3 cm
		b) dla warstw wgłębnie lub półwgłębnie bitumowanych, podbudów z betonowej masy chudej,	±10%	
		c) dla makadamu spoinowego i podbudów betonowych z masy zwykłej,	± 1 cm	
		d) dla podbudów stabilizowanych cementem, wapnem, popiołami.	± 2 cm	

2. Dopuszczalne nierówności powierzchni torowisk i ław stabilizowanych lub pokrywanych innymi materiałami (pomiar łatą o długości 4 m):

Tablica 13

L.p.	Rodzaj materiału budującego torowisko lub ławę	Dopuszczalne nierówności w kierunku poprzecznym i podłużnym
1	2	3
1	Grunt stabilizowany wapnem	2,5 cm
2	Kruszywo mineralne lub materiały sypkie odpadowe niestabilizowane (przygotowane do ułożenia pokryć ochronnych cienkich), grunt wgłębnie lub półwgłębnie bitumowany, grunt stabilizowany popiołami, brukowiec	2,0 cm
3	Makadam spoinowy, beton z masy zwykłej	1,5 cm
4	Masa bitumiczna, beton z masy chudej, beton z popiołów	1,2 cm

§ 58. Kontrola wykonania warstw ochronnych torowiska

Tablica 14

L.p.	Wyszczególnienie	Sposób kontroli	Odchyłki dopuszczalne	Uwagi
1	2	3	4	5
1	Zagęszczenie gruntów podłoża pod warstwy ochronne	Na każdej działce roboczej co najmniej w dwóch miejscach bezpośrednio przed położeniem warstwy	Wg tab. 11	
2	Uziarnienie gruntu warstwy po rozłożeniu	Na każdej działce roboczej za pomocą analizy sitowej z odc. do 250 m - 2 próbki *) z odc. 250÷500 m - 3 próbki *) z odc. 500÷100 m - 4 próbki *)		*) Dotyczy podbudów o szer. 5 m; dla podbudów szerszych- większa liczba próbek
3	Wilgotność układanego materiału	Bezpośrednio przed zagęszczeniem – co najmniej 2 próbki z każdej działki roboczej (najpierw dla gruntów w stanie naturalnym dla określenia potrzebnej ilości wody, potem dla mieszanki)		Wilgotność gruntu z czasie zagęszczania powinna być zbliżona do optymalnej
4	Zagęszczenie kolejnych warstw	Na każdej działce roboczej co najmniej w dwóch miejscach po ułożeniu warstwy	Wg tab. 11	

L.p.	Wyszczególnienie	Sposób kontroli	Odchyłki dopuszczalne	Uwagi
1	2	3	4	5
5	Grubość warstw	Bezpośredni pomiar w końcowej fazie zagęszczenia co najmniej w 2 miejscach na każdej działce roboczej (taśmą lub łatą i przez sondowanie):		Dla pokryć wielowarstwowych sprawdzać dodatkowo, czy łączna ich grubość nie jest mniejsza od projektowanej o więcej niż 3 cm
		a) dla warstw z kruszywa mineralnego niestabilizowanego – dla warstwy górnej – dla warstw dolnych	 ± 5% ± 10%	
		b) dla warstw wgłębnie lub półwgłębnie bitumowanych, podbudów z betonowej masy chudej	± 10%	
		c) dla podbudów betonowych z masy zwykłej,	±1 cm	
		d) dla podbudów stabilizowanych cementem, wapnem, popiołami	± 2 cm	
6	Grubość warstw ochronnych na odc. przejściowych	Pomiar taśmą lub łatą lub przez sondowanie w połowie długości odcinka przejściowego	± 20%	
7	Szerokość warstw ochronnych	Pomiar taśmą co 50 m oraz w punktach charakterystycznych:		

L.p.	Wyszczególnienie	Sposób kontroli	Odchyłki dopuszczalne	Uwagi
1	2	3	4	5
		a) dla warstw z kruszyw mineralnych niestabilizowanych oraz stabilizowanych wapnem i popiołami lotnymi,	+ 20 cm - 5 cm	
		b) dla warstw stabilizowanych innymi spoiwami.	± 5 cm	
8	Długość	Pomiar taśmą	+ 50 cm - 20 cm	
9	Położenie osi	We wszystkich załamaniach i w charakterystycznych punktach krzywych (PKP, KKP, PŁ, SŁ, KŁ) oraz co 400 m na prostej (domiar do założonej osnowy budowlanej)	± 10 cm	
10	Profil podłużny	Niwelatorem, łatą z poziomnicą co najmniej w 2 miejscach na dziennej działce roboczej	±1 cm	
11	Spadki poprzeczne	Łatą z poziomnicą co najmniej w 5 miejscach na każdej dziennej działce roboczej	Jak w poz. 6 tab. 12	
12	Zawartość bitumu, żywicy, grysu, klińca, piasku i innych kruszyw	Na podstawie ogólnego zużycia materiału i równomierności ich rozesłania	Wg dokumentacji projektowej	
13	Konsystencja mieszanek wapienno - gruntowych	Oznacza się na drugi dzień po wymieszaniu wapna z gruntem	Wg dokumentacji projektowej	

§ 59. Kontrola robót odwodnieniowych

1. Elementy oceniane przy kontroli wykonania odwodnień powierzchniowych (rowów, koryt itp.):

Tablica 15

L.p.	Wyszczególnienie		Sposób kontroli	Odchyłki dopuszczalne	Uwagi
1	2		3	4	5
1	Kontrola wykonanych wykopów (robót ziemnych)	Położenie osi podłużnej w stosunku do projektowanej	Sprawdzenie przez domiar taśmą mierniczą do wyznaczonej osnowy budowlano – montażowej, osi podtorza lub osi pomocniczych (np. osi toru) co najmniej co 100 m na prostych oraz na wszystkich załamaniach i w charakterystycznych punktach krzywych (PKP, KKP, PŁ, KŁ, SŁ). Przy ciągach o długości mniejszej od 200 m, pomiar musi być wykonany w co najmniej 3 punktach na długości ciągu.	± 5 cm	
2		Położenie początku i końca wykopu w stosunku do wyznaczonych osi, współrzędnych itp.	Sprawdzeniu podlega:		*) Dla dna nie umocnionego lub umocnionego tylko przez obsiew trawą dopuszcza się ± 1 cm
			a) położenie w planie (domiar taśmą mierniczą do wyznaczonej osnowy),	± 5 cm	
			b) położenie wysokościowe (niwelacja dna w stosunku do założonych reperów roboczych).	± 2 cm *)	
3			Sprawdzenie wykonuje się:		

L.p.	Wyszczególnienie		Sposób kontroli	Odchyłki dopuszczalne	Uwagi
1	2		3	4	5
		Położenie skrzyżowań rowów i wykopów	a) w planie (taśmą mierniczą po osi ciągu doprowadzającego wodę),	± 5 cm	*) Dla dna nie umocnionego lub umocnionego tylko przez obsiew trawą dopuszcza się ± 1 cm
			b) w profilu (niwelacja dna w stosunku do założonych reperów roboczych).	± 2 cm *)	
4		Długość ciągu	Pomiar taśmą mierniczą wzdłuż osi ciągu.	± 50 cm	
5		Równość dna i powierzchni skarp	Sprawdzenie co 20 m łatą dług. 4 m. Łatę przykłada się w 3. punktach przekroju; w osi dna i w połowie wysokości obu skarp. Naturalna struktura grunt na dnie nie powinna być naruszona; kamienie mniejsze od szerokości dna i skarp – wydobyte.	± 3 cm *)	*) Dot. dna i skarp nie umocnionych lub umocnionych przez obsianie trawą i wyłożeniem darniną. w pozostałych przypadkach obowiązują kryteria dokładności wg § 57 ust. 2
6		Głębokość ciągu	Pomiar co 20 m szablonem, miarką lub przez niwelację.	+ 8 cm *)- 5 cm	*) Dla ciągów nie umocnionych przez obsiew trawą dopuszcza się –3 cm, +5 cm

L.p.	Wyszczególnienie		Sposób kontroli	Odchyłki dopuszczalne	Uwagi
1	2		3	4	5
7		Pochylenie skarp	Pomiar co 20 m szablonem lub pochyłomierzem, z ewentualnym wykorzystaniem (w przypadku małych pochyleń) łaty z poziomnicą.	+ 5% - 10% w stosunku do wielkości projektowanych	
8		Spadek dna	Niwelacja co 20 m, przy czym dla ciągów o spadku mniejszym od 10% należy ponadto na dowolnym odcinku o dług. 20 m wykonać niwelację w odstępach 1 m.	± 10% przy czym: a) między kolejnymi punktami na długości ciągu nie mogą występować przeciwspadki, b) dla ciągów projektowanych ze spadkiem mniejszym niż10% dopuszcza się sporadycznie występowanie spadku zerowego na odcinku dług. 1 m, lecz nie częściej niż raz na 10 m.	Spadki dna muszą zapewniać minimalne prędkości przepływu: - dla ciągów o głęb. h≤ 0,4 m V_{min}≤ 0,25m/s - dla ciągów o głębokości 0,4m<h≤1 m V_{min}≤ 0,15m/s - dla ciągów o głębokości h>1m V_{min}≤ 0,12m/s Jednocześnie nie mogą być przekroczone prędkości przy których następuje niszczenie obudów

L.p.	Wyszczególnienie		Sposób kontroli	Odchyłki dopuszczalne	Uwagi
1	2		3	4	5
9		Szerokość dna	Pomiar co 20 m przy użyciu szablonu z miarką lub taśmy mierniczej.	+ 3 cm - 2 cm	Dla ciągów w których układane są prefabrykaty wypełniające całą szerokość dna (np. korytka) dopuszcza się: + 5 cm, -3 cm.
10		Inne elementy zastrzeżone w dokumentacji technicznej	Wg dokumentacji, umowy, opisu lub zaleceń	Jak obok	
11	Kontrola wykonania wzmocnionego ciągu, ochron i zabezpieczeń	Położenie osi podłużnej	Wg poz. 1	Wg poz. 1	
12		Położenie początku i końca ciągu oraz skrzyżowań rowów i wykopów	w planie – wg poz. 2 i 3 w profilu – wg poz. 2 i 3	± 5 cm ± 1 cm	
13		Długość ciągu	Wg poz. 4	+ 50 cm - 20 cm	
14		Równość dna i powierzchni skarp	Wg poz. 5	Wg § 57 ust. 2	
15		Głębokość ciągu	Wg poz. 6	-3 cm + 5 cm	
16		Pochylenie skarp	Wg poz. 7	Wg poz. 7	Dla koryt betonowych nie sprawdza się

L.p.	Wyszczególnienie		Sposób kontroli	Odchyłki dopuszczalne	Uwagi
1	2		3	4	5
17		Spadek dna	Niwelacja co 10 m, przy czym dla ciągów o spadku mniejszym od 10% i jednocześnie: a) dłuższych od 200 m – wybrać na każdym ciągu 3 odcinki o dług. 20 m i wykonać na nich niwelację co 1m, b) krótszych od 200 m – wybrać 2 odcinki o dług.20 m i wykonać niwelację co 1 m.	Wg poz. 8	Wg poz. 8
18		Szerokość dna	Wg poz**.** 9	- 2 cm + 3 cm	Dla ciągów wyłożonych gotowymi elementami szer. dna, pochyleń skarp nie sprawdza się.
19		Grubość warstw podbudów, ich szerokość, długość itp.	Wg zasad podanych w § 57 ust. 1	Wg § 57 ust.1	
20		Inne elementy zastrzeżone w projekcie, umowie itp.	Wg poz**.** 10	Jak obok	

2. Elementy oceniane przy kontroli wykonania odwodnień podziemnych:

Tablica 16

L.p.	Wyszczególnienie		Sposób kontroli	Odchyłki dopuszczalne	Uwagi
1	2		3	4	5
1	Kontrola wykonanych robót drenarskich i wykopów pod rurociągi i studnie	Początek i koniec rowka drenarskiego i wykopu pod rurociąg	Wg § 59 p. 1 poz. 12	Jak obok	We współrzędnych X, Y, Z
2		Skrzyżowanie osi rowków drenarskich i wykopów pod rurociągi	Wg § 59 p. 1 poz. 12	Jak obok	We współrzędnych X, Y, Z
3		Lokalizacja studni drenarskiej, kontrolnej itp.	Wg § 59 p. 1 poz. 12	Jak obok	We współrzędnych X, Y, Z
		Długość ciągu	Wg § 59 p. 1 poz. 4	Jak obok	
4		Równość dna pod kątem jego wyrównania i stosowania podbudowy pod rurociąg	Sprawdzanie przy pomocy łaty długości 4 m co 20 m; łatę przykłada się w osi rowka (wykopu)	± 2 cm *) ± 3 cm **)	*) Dla wykopów w których bezpośrednio na dnie układa się rurociąg (sączek). **) Gdy będzie podbudowa rurociągu.

L.p.	Wyszczególnienie	Sposób kontroli	Odchyłki dopuszczalne	Uwagi
1	2	3	4	5
6	Głębokość wykopu dla ciągu drenarskiego lub studni	Pomiar łatą lub niwelacja – dla ciągów co 20 m oraz dla każdej studni	± 2 cm *) + 8 cm **) - 5 cm **)	*) Dla wykopów w których bezpośrednio układa się rurociąg. **) Gdy stosuje się podsypki lub podbudowy
7	Pochylenie skarp	Wg § 59 p. 1 poz.7	Jak obok	Sprawdza się tylko w przypadkach określonych w dokumentacji technicznej.
8	Spadek dna	Wg § 59 p. 1 poz. 8	Jak obok	Spadki muszą się mieścić w granicach dopuszczalnych dla poszczególnych średnic rurociągów i drenów
9	Szerokość dna	Pomiar co 20 m wg § 59 p. 1 poz. 9	+ 10 cm – 5 cm	Nie sprawdza się w przypadku stosowania koparek wieloczerpakowych
10	Położenie osi podłużnej w stosunku do osi projektowanej	Wg § 59 p. 1 poz. 1	Jak obok	

L.p.	Wyszczególnienie		Sposób kontroli	Odchyłki dopuszczalne	Uwagi
1	2		3	4	5
11		Rodzaj i jakość wykonanego deskowania ścian	Według zasad podanych w dokumentacji projektowej	Jak obok	
12	Kontrola podbudów pod ciągi drenarskie i wykonanych połączeń	Szczelność dopasowania styków rurek	Sprawdzenie przez oględziny. w przypadkach wątpliwych – próba wyjęcia pojedynczej rurki z ciągu	Szczeliny między rurkami nie powinny być większe niż 1 mm oraz powinny umożliwiać wyjęcie pojedynczej rurki z ciągu bez naruszania sąsiednich	
13		Jakość wykonania połączeń między ciągami	Sprawdzenie przez oględziny	Szczeliny w połączeniu nie mogą być szersze od szczelin wlotowych w elementach zbierających wodę	Przy bezpośrednim połączeniu ciągów rurę doprowadzającą montuje się do rury zbierającej od góry lub z boku, zaś otwory szlifuje się. Łączenie skośne wymaga specjalnych kształtek

L.p.	Wyszczególnienie	Sposób kontroli	Odchyłki dopuszczalne	Uwagi
1	2	3	4	5
14	Jakość podbudowy ciągów rurowych	Sprawdzeniu podlega:		**) Dla podbudów z gruntów. **) Dla podbudów z kruszywa lub gruntu stabilizowanego.
		a) grubość podbudowy – miarką co 20 m,	± 20% *) ± 15% **)	
		b) nierówność powierzchni - dla podbudów z kruszyw mineralnych, - dla podbudów z betonu, Nierówności sprawdza się łatą dług. 4 m na całej długości podbudowy.	 ± 2 cm ± 1,5 cm	
		c) Początek i koniec podbudowy oraz miejsca skrzyżowań z podbudowami innych ciągów. Sprawdzenie wykonuje się przez: - kontrolę położenia w planie osi wzmocnienia wg § 59 p. 1 poz. 2 i 3, - kontrolę położenia w profilu wg zasad j.w.	 ± 5 cm ± 1 cm	
		d) Spadek powierzchni górnej wykonanej podbudowy wg § 59 p. 1 poz. 17.	jak obok	

L.p.	Wyszczególnienie		Sposób kontroli	Odchyłki dopuszczalne	Uwagi
1	2		3	4	5
15	Kontrola obsypki ciągów drenarskich	Jakość wykonania połączeń rur ciągów ze studniami, wylotami prefabrykowanymi itp.	Sprawdza się:		
			a) obsadzenie każdego wyprowadzenia rury drenarskiej w ścianie studni	Dokładna obróbka otworu, uszczelnienie złącza zaprawą.	
			b) obetonowanie styków rurociągu przed wylotem do rowu lub innego odbiornika powierzchniowego	Obetonowanie przed wylotem na dług. min. 2 m.	
16		Jakość wykonania obsypki ciągów drenarskich	Sprawdza się:		
			a) grubość pojedynczej warstwy obsypki co około 20 m,	± 20%	
			b) grubość całego filtra jw.,	± 15%	
			c) nierówności powierzchni obsypki filtracyjnej od góry (wielkość wybrzuszeń i zagłębień za pomocą 4m łaty),	± 5 cm	

L.p.	Wyszczególnienie		Sposób kontroli	Odchyłki dopuszczalne	Uwagi
1	2		3	4	5
			d) Zasięg zastosowania obsypki mierząc taśmą odległość jej punktów końcowych od osi domiarowych - odchylenie od wielkości założonej w projekcie nie może być większe od:	± 20 cm	
			e) Zagęszczenie obsypki przewodu drenarskiego wg § 56 p. 2	jak obok	
17	Kontrola jakości końcowej wykonanego odwodnienia	Położenie początku i końca (wlot i wylot) ciągu odwodnieniowego	Sprawdza się:		Z kontroli można zrezygnować jeśli drenaż pracuje (prowadzi wodę); w tym przypadku kontrola sprowadza się do obserwacji przepływu i ew. wykrycia miejsc źle wykonanych
			a) w planie: współrzędne wybranych losowo 5% wlotów i wylotów (osie studni), mierząc odchylenia od położenia projektowanego,	± 5 cm	
			b) w profilu: - jw. przez porównanie z projektem rzędnych wszystkich wlotów i wylotów.	± 1 cm	
18		Wysokościowe położenie dna i wierzchu (pokrywy) studni	Niwelacja każdej studni	± 2 cm	
19		Równość zasypania drenaży, obsypek studni, itp.	Według zasad podanych dla robót ziemnych § 57 p. 1, poz. 7	Jak obok	

L.p.	Wyszczególnienie		Sposób kontroli	Odchyłki dopuszczalne	Uwagi
1	2		3	4	5
20		Inne elementy	Wg dokumentacji projektowej	Jak obok	

Rozdział 9. Odbiory robót

§ 60. Postanowienia ogólne

1. Wymagania podane w tym rozdziale obowiązują wszystkich wykonawców podejmujących prace na podstawie zleceń i umów, w tym także jednostki Spółki PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.
2. Odbiorom podlegają nowe i przebudowane urządzenia, elementy i budowle, teren budowy oraz najbliższe otoczenie miejsca robót.
3. Celem odbioru jest sprawdzenie, czy nowe i przebudowane elementy, urządzenia i obiekty spełniają wymagania techniczne i inne, określone w dokumentach będących podstawą wykonywania robót, w szczególności zaś w:
   1) przepisach prawa budowlanego,
   2) dokumentacji projektowej,
   3) standardach technicznych,
   4) obowiązujących normach (w tym normach dotyczących materiałów, prefabrykatów i urządzeń),
   5) świadectwach o dopuszczeniu do stosowania nowych systemów, materiałów i technologii,
   6) przepisach i instrukcjach służbowych,
   7) umowach pomiędzy zamawiającym i wykonawcą,
   8) ustaleniach i zaleceniach sformułowanych w dzienniku budowy przez przedstawicieli inwestora lub nadzór budowlany,
   9) przepisach dotyczących ochrony środowiska.
4. Podczas odbioru określa się zakres i kompletność wykonanych prac, ich jakość i przydatność techniczną oraz terminowość wykonania. Ocenia się wpływ wykonywanych robót na przyległe elementy infrastruktury i ewentualne ich uszkodzenia, uprzątnięcie miejsca robót oraz sposób postępowania w wypadku występowania usterek. Określa się wysokość wynagrodzenia wykonawców oraz całkowity koszt zbudowanego lub przebudowanego obiektu albo zespołu obiektów.
5. Szczególnemu sprawdzeniu podlegają przewidziane w dokumentacji projektowej urządzenia, obiekty i elementy robót związane z ochroną środowiska.

§ 61. Rodzaje odbiorów

1. Odbiory przeprowadza się jako:
   1) częściowe,

2) końcowe,

3) pogwarancyjne.

2. Odbiory częściowe przeprowadza się, gdy:

1) wykonawca ubiega się o zapłatę za częściowo wykonane roboty, stanowiące całość funkcjonalną lub wykonawczą, a zawarta umowa przewiduje taki sposób rozliczeń,

2) przed przystąpieniem do kolejnej fazy robót zachodzi potrzeba określenia jakości i ilości robót zanikających albo zakrywanych,

3) zachodzi potrzeba oceny jakości wykonanego elementu lub części obiektu,

4) pewna faza robót przekazywana jest innemu wykonawcy,

5) element, urządzenie lub część obiektu przekazywana jest do eksploatacji.

3. Odbiorem końcowym obejmuje się całość robót zgodnie z zawartą umową; określa się wtedy:

1) ilość i jakość robót,

2) ich zgodność z dokumentacją projektową, umową, warunkami technicznymi, normami i przepisami,

3) przydatność obiektu lub zespołu obiektów do podjęcia eksploatacji,

4) tryb postępowania w wypadku występowania usterek,

5) zastrzeżenia dotyczące należności dla wykonawcy lub wykonawców oraz dotyczące kosztów robót,

6) ewentualne zmiany warunków gwarancji ustalonych w umowie.

4. Odbiory pogwarancyjne przeprowadza się przed zakończeniem okresów gwarancji określonych w umowach, w celu:

1) stwierdzenia usunięcia usterek zauważonych w trakcie odbioru końcowego i wad ukrytych, ujawnionych w okresie gwarancyjnym,

2) ostatecznego przekazania do eksploatacji urządzeń lub elementów objętych gwarancją producenta lub wykonawcy robót, z wyjątkiem materiałów lub urządzeń, dla których okres gwarancji jest dłuższy od okresu gwarancyjnego określonego w umowie,

3) całkowitego lub częściowego zwolnienia kaucji gwarancyjnej.

5. Rodzaje odbiorów wymaganych dla poszczególnych robót ustala inwestor na podstawie dokumentacji projektowej.

6. Zakresy i terminy odbiorów, sposoby wykonywania badań odbiorczych oraz zapisu wyników określa inwestor na podstawie:
   1) umowy pomiędzy zamawiającym i wykonawcą,
   2) harmonogramu prac,
   3) ustaleń w dziennikach budowy.

§ 62. Warunki odbioru

1. Wykonawca jest zobowiązany do:
   1) kontroli jakości wbudowywanych elementów, materiałów i urządzeń,
   2) bieżącej kontroli prawidłowości prowadzonych robót,
   3) przeprowadzania prób technicznych (wewnętrznych odbiorów robót) oraz informowania inwestora o terminach tych prób z takim wyprzedzeniem, aby mógł on w nich uczestniczyć,
   4) wykonywania badań wymaganych przy odbiorze oraz badań dodatkowych wskazanych przez komisję odbiorczą.
2. Podstawowym warunkiem odbioru robót jest ich kompletność i zadowalająca jakość, określone na podstawie:
   1) atestów materiałów, elementów i urządzeń dostarczonych przez producentów,
   2) wyników badań uzyskanych przez wykonawcę w ramach własnego systemu kontroli jakości,
   3) wyników kontroli i badań przeprowadzonych w czasie robót,
   4) wyników oględzin i badań wykonywanych w czasie odbioru.
3. Dane będące podstawą odbioru powinny być należycie udokumentowane; za dane takie komisja odbioru można uznać np.:
   1) wyniki badań kontrolnych przeprowadzonych w trakcie robót i potwierdzonych przez inspektora nadzoru,
   2) parametry zarejestrowane przez specjalistyczną maszynę,
   3) parametry niezmienne, wynikające z konstrukcji lub trwałych ustawień specjalistycznej maszyny,
   4) parametry materiałów i elementów potwierdzone w aprobatach, świadectwach lub przez producenta.

4. Podtorze nie spełniające wymagań traktuje jako budowlę o obniżonej jakości. Wykonuje się wtedy niezbędne pomiary i analizy, określa przyczyny i skutki niespełnienia wymagań, możliwości wyeliminowania lub złagodzenia tych skutków, polepszenia jakości w dalszych fazach robót lub eksploatacji. Na tej podstawie ustala się:
    1) czy odchylenia od wymagań mają jedynie charakter "niezgodności" i podtorze może być odebrane jako "pewne konstrukcyjnie",
    2) ew. odpowiedzialność uczestników procesu budowlanego za obniżenie jakości robót.
5. Jeśli torowisko było wzmacniane po usunięciu nawierzchni, to odbiór wzmocnienia torowiska musi być przeprowadzony przed ułożeniem nawierzchni.
6. W przypadku układania warstw ochronnych na całej szerokości torowiska przy użyciu specjalistycznych maszyn (np. AHM 800-R PL):
    1) torowisko sprawdza się po wykonaniu wzmocnienia, uwzględniając szczegółowe zasady ustalone dla danej maszyny,
    2) wyniki tych sprawdzeń przedkłada się komisji odbioru częściowego, końcowego lub pogwarancyjnego podtorza.
7. Gdy w umowie przewidziano odbiór pogwarancyjny podtorza, to w okresie gwarancyjnym utrzymuje się je zgodnie z niniejszymi Warunkami Technicznymi.

§ 63. Tryby przeprowadzania odbiorów

1. Odbiory częściowe:
    1) Odbioru częściowego dokonuje wyznaczony inspektor nadzoru i przedstawiciel zespołu diagnostycznego odpowiedniego zakładu linii kolejowych (inspektor diagnosta ds. nawierzchni i podtorza). w razie potrzeby inwestor zwołuje komisję odbioru, np.:
        a) gdy przekazywana jest pewna faza robót innemu wykonawcy (brygadzie, zespołowi) - w tym przypadku w komisji bierze udział przedstawiciel tego wykonawcy,
        b) gdy odbiór dotyczy uzbrojenia terenu - w tym przypadku w komisji bierze udział odpowiedni przedstawiciel zespołu diagnostycznego.
    2) Odbioru częściowego należy dokonać w ciągu 3 dni od zgłoszenia gotowości do odbioru i przed rozpoczęciem następnej fazy prac.
    3) Odbiorami częściowymi należy obejmować przede wszystkim:
        a) przygotowanie terenu do robót,
        b) kolejne fazy robót ziemnych,

c) urządzenia i konstrukcje wzmacniające i ochronne,

d) odwodnienie i uzbrojenie podziemne podtorza.

4) Jeżeli odbiór częściowy ma na celu jedynie stwierdzenie ilości i jakości robót - wyniki odbioru wpisuje się do dziennika budowy, bądź jeżeli się go nie prowadzi - do karty zapisu pracy.

5) Gdy odbiór częściowy kwalifikuje obiekt do eksploatacji to, niezależnie od zapisów w dzienniku budowy i dokumentacjach ruchowych, sporządza się protokół z odbioru częściowego.

2. Odbiory końcowe:

1) Odbiorem końcowym obejmuje się całość robót podtorzowych: ilość i jakość wykonanych robót, zgodność ich z projektem, umową, warunkami technicznymi oraz przydatność obiektu do eksploatacji,

2) Odbiór końcowy dokonywany jest na miejscu robót i powinien być przeprowadzony w terminie określonym w umowie.

3) Odbiór końcowy przeprowadza się według regulaminu opracowanego przez inwestora; regulamin powinien być udostępniony członkom komisji oraz uczestniczącym w odbiorze co najmniej 5 dni przed rozpoczęciem odbioru.

4) Odbiór końcowy przeprowadza komisja powołana przez inwestora wspólnie z wykonawcą robót podtorzowych, w terminie max 14 dni od zgłoszenia przez wykonawcę gotowości do odbioru wykonanych prac (w tym prac wykonywanych systemem gospodarczym).

5) Odbioru końcowego dokonuje się na podstawie przedłożonych dokumentów, wyników wymaganych badań, pomiarów i prób, oględzin odbieranego elementu, obiektu lub urządzenia, w tym:

a) zatwierdzonej dokumentacji projektowo-kosztorysowej oraz technologiczno-organizacyjnej, łącznie z rysunkami roboczymi z uwidocznionymi na nich zatwierdzonymi zmianami wprowadzonymi w toku prac,

b) umowy zawartej między zamawiającym i wykonawcą wraz z dodatkowymi porozumieniami; w systemie gospodarczym, gdy odbiór jest odbiorem wewnętrznym, umowę zastępuje zatwierdzony plan robót,

c) harmonogramu wykonania robót,

d) dziennika budowy wraz z księgą obmiaru robót (jeśli nie prowadzi się dziennika - innych dokumentów charakteryzujących historię budowy),

e) korespondencji mającej istotne znaczenie dla przebiegu odbioru końcowego.

Komisji przedkłada się ponadto:

a) protokóły odbiorów częściowych, w tym protokóły przekazania do eksploatacji,

b) protokoły konieczności wykonania robót dodatkowych,

c) protokóły wykonanych prób technicznych instalacji i urządzeń (protokóły odbiorów wewnętrznych),

d) wyniki pomiarów geodezyjnych,

e) wyniki kontroli, pomiarów, badań materiałów, wyrobów, prefabrykatów, atesty użytych materiałów, wyniki ekspertyz itp.,

f) wykaz wad i braków wymienionych w protokółach odbiorów częściowych wraz z potwierdzeniami ich usunięcia,

g) korespondencję i inne dokumenty mogące mieć wpływ na przebieg odbioru.

6) Minimalne ilości wymaganych badań szczegółowych wykonywanych w ramach odbioru końcowego podtorza określa tab. 17.

Tablica 17

L.p.	Wyszczególnienie	Ilości badań szczegółowych
1	2	3
1	Sprawdzenie wymiarów przekroju poprzecznego torowiska (kompletne)	W 5 losowo wybranych przekrojach
2	Sprawdzenie równości przygotowania powierzchni torowiska, skarp itp.	W 5 losowo wybranych przekrojach
3	Sprawdzenie wymiarów w planie oraz grubości wykonanych warstw ochronnych, pokryć zabezpieczających itp.	Dla każdego rodzaju pokrycia w 2 losowo wybranych przekrojach
4	Sprawdzenie zagęszczenia	W co najmniej 10 losowo wybranych punktach
5	Jakość użytych materiałów do wykonania robót ziemnych, pokryć ochronnych itp., jakość przeprowadzonych robót wzmacniających.	W co najmniej 10 losowo wybranych punktach na podstawie analizy makroskopowej, a jeżeli są wątpliwości – badań laboratoryjnych. Dla stabilizacji chemicznej stopień rozdrobnienia i przemieszania się składników ocenia się wizualnie (na podstawie jednorodności zabawienia, wielkości ziaren, rys, spękań, itp).

L.p.	Wyszczególnienie	Ilości badań szczegółowych
1	2	3
		W przypadkach budzących wątpliwości, co do jakości wykonanej warstwy stabilizowanej - komisja może zalecić wycięcie próbek z badanej warstwy i określenie jakości przez wyspecjalizowane laboratorium.
6	Sprawdzenie głębokości, spadku dna, osiowości przebiegu rur ciągów drenarskich, zbieraczy, kolektorów itp.	W wybranych losowo 2 punktach na każdym zbieraczu i na odcinku między kolejnymi 3 studzienkami.
7	Sprawdzenie jakości wykonanych wlotów i wylotów, studzienek itp.	Na wybranych losowo 10 studzienkach, wlotach i wylotach podziemnych ciągów odwodnieniowych
8	Sprawdzenie jakości wykonanych powierzchniowych urządzeń odwadniających	Dla wybranego odcinka długości 100 m każdego z powierzchniowych ciągów odwadniających.
9	Sprawdzenie jakości wykonanych zabezpieczeń skarp i dna rowów	j. w.
10	Inne	Według ustaleń komisji
Uwagi: – każde z badań wykonuje się w celu sprawdzenia spełnienia określonych wymagań, – w zasadzie, z wyjątkiem przypadków wymienionych w dokumentacji, celem dodatkowych badań odbiorczych nie powinno być sprawdzanie poprawności rozwiązań projektowych (dotyczy to na przykład oceny nośności torowiska na podstawie modułów odkształcenia).		

3. Odbiory pogwarancyjne:

   1) Odbiór pogwarancyjny dokonywany jest przez komisję powołaną przez inwestora wspólnie z wykonawcą robót.

   2) Termin odbioru pogwarancyjnego powinien być ustalany tak, aby można było go zakończyć najpóźniej na 5 dni przed upływem okresu gwarancji.

4. W przypadku zastrzeżeń lub wątpliwości do przedłożonych dokumentów, na wniosek inspektora nadzoru lub komisji, przeprowadza się uzupełniające badania jakości wykonania lub jakości użytych materiałów i prefabrykatów.

5. Skład komisji każdego z odbiorów może być rozszerzony, np.:

1) gdy pewna faza robót przekazywana jest innemu wykonawcy, w komisji bierze udział przedstawiciel tego wykonawcy,

2) gdy odbiór dotyczy uzbrojenia terenu, w komisji bierze udział przedstawiciel jednostki eksploatującej urządzenia znajdujące się na terenie budowy.

6. Koszty wszelkich prób i badań związanych z odbiorami ponosi wykonawca robót.

§ 64. Dokumentacja z odbiorów

1. Z przeprowadzonego odbioru sporządza się protokół według wzorów podanych w zał. 22.
2. Protokół z odbioru powinien zawierać przede wszystkim:

   1) ocenę zakresu wykonanych prac,

   2) ocenę terminowości wykonanych prac,

   3) stwierdzenie o przyjęciu elementu (obiektu) bez zastrzeżeń lub przyjęciu elementu (obiektu) z warunkami.

3. Protokołu z odbioru można nie sporządzać jedynie w wypadku odbioru częściowego, mającego na celu dopuszczenie do dalszych robót w ramach tego samego zagadnienia; dokonanie odbioru powinno być wtedy:

   1) poprzedzone wykonaniem wszystkich pomiarów według zasad obowiązujących przy odbiorze,

   2) potwierdzone przez inspektora nadzoru odpowiednim wpisem w dzienniku budowy.

4. Protokół z odbioru musi być podpisany przez wszystkich członków komisji.
5. Przedstawiciel wykonawcy podpisuje protokół z klauzulą: „nie zgłaszam zastrzeżeń”, wpisuje ewentualne zastrzeżenia do protokółu, bądź zaznacza, że „zgłosi zastrzeżenia oddzielnym pismem" w ciągu trzech dni od daty spisania protokółu.
6. W przypadku nieodebrania prac zgłoszonych przez wykonawcę do odbioru, komisja zamiast protokółu z odbioru spisuje protokół ze spotkania. Protokół, podpisany przez członków komisji i inspektora (inspektorów) nadzoru, powinien przede wszystkim określać przyczyny nieodebrania zgłoszonego zakresu, termin usunięcia tych przyczyn oraz ewentualny termin odbioru.
7. Dokumentacja z odbioru podlega archiwizacji u inwestora.

Rozdział 10. Warunki bezpieczeństwa przy utrzymaniu podtorza

§ 65. Postanowienia ogólne

1. Roboty związane z utrzymaniem podtorza, ze względu na ich specyficzny charakter (urządzenia podziemne, częste zmiany miejsca robót, zmienne warunki terenowe i wodno-gruntowe), wymagają zachowania szczególnych środków ostrożności i bezwzględnego przestrzegania przepisów bezpieczeństwa. Dotyczy to zwłaszcza robót na torach oraz w pobliżu torów, wysokich nasypów, budynków, rurociągów i innych urządzeń).
2. Roboty powinny być prowadzone zgodnie z opracowanym regulaminem prowadzenia robót i ruchu pociągów oraz skoordynowane z innymi pracami.

   Regulamin prowadzenia robót powinien określać m.in. szerokość pasa mierzonego od najbliższego toku szynowego w którym należy zachować warunki bezpieczeństwa takie jak przy pracy na torach czynnych (szerokość tego pasa powinna być uzależniona od rodzaju wykonywanych prac, lokalnych warunków terenowych i prędkości pociągów).
3. W przypadku robót na torach i w bezpośrednim ich sąsiedztwie regulamin prowadzenia robót i ruchu pociągów powinien uwzględniać szczegółowe wymagania podane w "Warunkach technicznych utrzymania nawierzchni na liniach kolejowych Id-1 (D-1)".
4. W przypadku robót poza torami, dla których nie podano zasad w "Warunkach technicznych utrzymania nawierzchni na liniach kolejowych Id-1 (D-1), regulamin prowadzenia robót i ruchu pociągów powinien uwzględniać odpowiednie przepisy i normy budowlane, warunki techniczne oraz regulaminy pracy wykorzystywanych maszyn.
5. Pracami powinien kierować kierownik robót, tzn. pracownik uprawniony do prowadzenia i nadzorowania wykonywanych prac, który jest obowiązany znać – poza przepisami dotyczącymi sposobu wykonywania robót – również postanowienia:
   1) niniejszych Warunków technicznych,
   2) Instrukcji o prowadzeniu ruchu pociągów Ir-1 (R-1),
   3) Instrukcji o sygnalizacji Ie-1 (E-1).
6. Kierownik robót jest zobowiązany do zapewnienia bezpieczeństwa w czasie robót, m.in. poprzez:
   1) ścisłą współpracę z pracownikiem dozoru lub eksploatacji wyznaczonym przez prowadzącego eksploatację,
   2) zapewnienie odpowiednich warunków pracy, zwłaszcza w wykopach i w czasie stosowania środków zagrażających zdrowiu (np. wapno),

3) zorganizowanie bezpiecznych dojść, przejść i miejsc schronienia dla pracowników, prac zaś tak, aby usunięcie sprzętu i narzędzi oraz oddalenie się pracowników od toru na wyznaczone miejsce mogło nastąpić zgodnie z "Warunkami technicznymi utrzymania nawierzchni na liniach kolejowych Id-1 (D-1)" i regulaminem prowadzenia robót,

4) właściwe zabezpieczenie przed uruchomieniem pozostawionych maszyn i środków transportu,

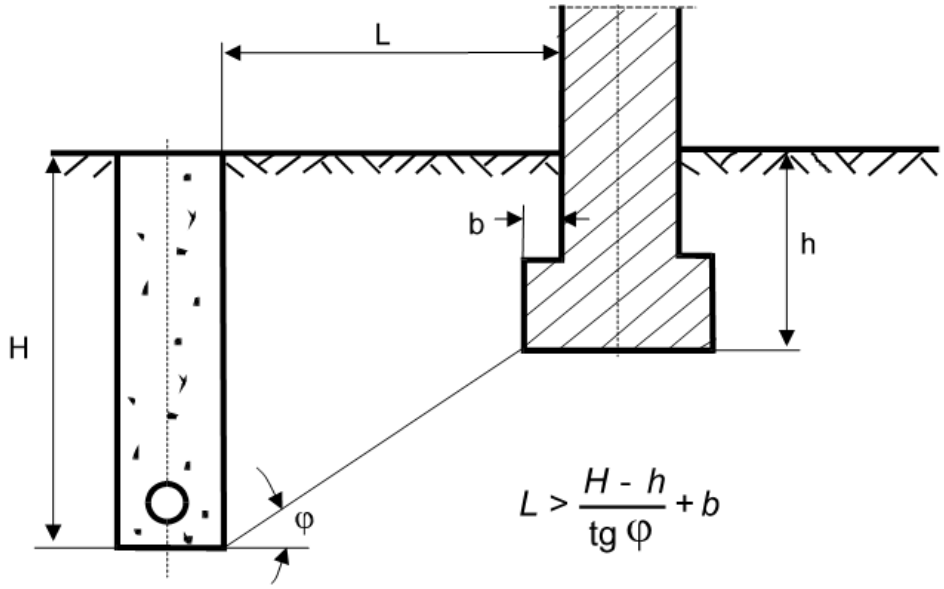
5) przestrzeganie minimalnych odległości stanowisk pracy, składowisk materiałów, maszyn i urządzeń przeładunkowych od napowietrznych linii energetycznych podanych w "Warunkach technicznych utrzymania nawierzchni na liniach kolejowych Id-1 (D-1)".

§ 66. Warunki bezpieczeństwa pracy

1. Miejsce robót (plac budowy) powinno być zabezpieczone zgodnie z opracowanym regulaminem prowadzenia robót i ruchu pociągów oraz - gdy to wymagane - osygnalizowane zgodnie z "Warunkami technicznymi utrzymania nawierzchni na liniach kolejowych Id-1 (D-1)".
2. Sposoby wykonania i zabezpieczenia wykopów ustala się każdorazowo biorąc pod uwagę głębokość wykopu, wytrzymałość gruntu w rejonie robót oraz odległość wykopu od budowli lub skarpy, a w szczególności:

   1) jeśli wykop ma sięgać poniżej spodu fundamentu budowli, to minimalną odległość L wykopu od lica budowli określa się według rys. 18,

   2) wykop przy nasypie wymaga uprzedniego stwierdzenia stateczności podłoża z uwzględnieniem obciążeń od nasypu, obciążeń eksploatacyjnych i technologii robót (w razie potrzeby wykop należy wykonywać krótkimi odcinkami i natychmiast po wykonaniu umacniać).



Rys. 18. Określanie minimalnej odległości L wykopu od lica budowli

Uwaga: jeśli nie ma wyników badań, kąt tarcia wewnętrznego gruntu φ pod fundamentem budowli przyjmuje się:

16^0 - dla iłów i glin,

20^0 - dla glin piaszczystych i pylastych oraz pyłów,

22^0 - dla piasków gliniastych,

24^0 - dla piasków gruboziarnistych oraz piasków pylastych,

32^0 - dla piasków drobno- i średnioziarnistych.

3. Przy wzmacnianiu torowisk prędkość pociągów po torze sąsiednim należy ograniczać w następujących przypadkach:
   1) gdy zarys czasowo obniżanego torowiska wnika w dopuszczalny w eksploatacji przekrój poprzeczny podtorza sąsiedniego toru (stosuje się ograniczenia zależne od wyników oceny stateczności czynnego toru, a w razie potrzeby, odpowiednie podparcia nawierzchni i górnych warstw podtorza w tym torze) - zob. zał. 23 dotyczący pociągu do napraw podtorza,
   2) na odcinkach, na których naruszana jest podsypka z sąsiedniego toru (stosuje się ograniczenia zgodne z "Warunkami technicznymi utrzymania nawierzchni na liniach kolejowych Id-1 (D-1)"),
   3) przy pracy maszyn torowych, których elementy robocze wychodzą poza boczny obrys skrajni taboru (stosuje się ograniczenia zgodne z "Warunkami technicznymi utrzymania nawierzchni na liniach kolejowych Id-1 (D-1)"),

4) na odcinkach nie zapewniających dostatecznie szybkiego zejścia pracowników w bezpieczne miejsce (stosuje się ograniczenia zgodne z "Warunkami technicznymi utrzymania nawierzchni na liniach kolejowych Id-1 (D-1)").

4. Stosowanie ciężkiego sprzętu udarowego lub wibracyjnego w przypadku podtorza o nieznanej konstrukcji wymaga wcześniejszej oceny stanu podtorza. Wykorzystanie takiego sprzętu, zwłaszcza do robót w częściach skarpowych nasypów (np. do wykonania fundamentów słupów trakcyjnych), wymaga udokumentowania stateczności podtorza.
5. W wąskich wykopach głębszych od 1,5 m, w odstępach nie większych niż 20 m, powinny być wykonane awaryjne wyjścia dla pracowników, pracownicy zaś każdej fazie robót powinni znajdować się w umocnionych częściach wykopów.
6. Jeśli charakter robót wymaga zbliżenia się pracowników, maszyn i urządzeń do sieci trakcyjnej na odległość mniejszą niż 1,4 m, prace mogą być wykonywane tylko przy wyłączonym napięciu i pod nadzorem osoby posiadającej ważne świadectwo kwalifikacyjne na stanowisku dozoru lub eksploatacji w zakresie eksploatacji sieci trakcyjnej, wyznaczonej przez prowadzącego eksploatację tej sieci.
7. W czasie robót należy zapobiegać kolizjom prac podtorzowych z urządzeniami przytorowymi srk
   i kablami oraz innymi urządzeniami podziemnymi; roboty w bezpośrednim sąsiedztwie urządzeń mogących ulec uszkodzeniu należy wykonywać ręcznie.
8. Wykonywanie robót ziemnych w miejscach gdzie przebiegają, lub mogą przebiegać, kablowe linie elektroenergetyczne jest zabronione bez powiadomienia właściwej jednostki i przydzielenia przez nią osoby nadzorującej, posiadającej ważne świadectwo kwalifikacyjne na stanowisku dozoru lub eksploatacji z odpowiednimi do zakresu wykonywanych prac uprawnieniami.
9. Niezidentyfikowane urządzenia napotkane w czasie robót, takie jak kable i rurociągi, należy traktować jako urządzenie czynne.
10. W przypadku natrafienia w czasie robót na nie ujęte w dokumentacji urządzenia podziemne telekomunikacyjne, elektryczne, gazowe, wodociągowe, kanalizacyjne, cieplne itp. albo szczątki lub przedmioty archeologiczne, materiały wybuchowe lub niebezpieczne, roboty należy przerwać, miejsce robót zabezpieczyć, dokonać odpowiedniego wpisu do dziennika budowy i powiadomić o tym nadzór inwestorski oraz odpowiednie lokalne jednostki. Wznowienie prac może nastąpić po uzgodnieniu trybu postępowania z jednostkami sprawującymi nadzór nad tymi urządzeniami lub przedmiotami oraz zapewnieniu przez te jednostki fachowego nadzoru.

§ 67. Koordynacja prac

Gdy jednocześnie w tym samym miejscu prace wykonują pracownicy zatrudnieni przez różnych pracodawców, to ich pracodawcy mają obowiązek:

1) współpracować ze sobą i ustalić zasady współdziałania na wypadek wystąpienia zagrożeń dla zdrowia lub życia pracowników,
2) wyznaczyć koordynatora sprawującego w ich imieniu nadzór nad bezpieczeństwem i higieną pracy wszystkich pracowników zatrudnionych w tym samym miejscu; koordynator powinien być upoważniony przez pracodawców do wydawania poleceń wszystkim zatrudnionym,
3) pisemnie poinformować pracowników o wyznaczeniu koordynatora w regulaminach pracy poszczególnych pracodawców (jeżeli prace mają charakter stały) lub w instrukcjach bhp (przy przejściowym wykonywaniu pracy na danym miejscu).

POSTANOWIENIA KOŃCOWE

1. Materiały i technologie stosowane przy budowie, remontach i utrzymaniu podtorza oraz jego elementów powinny posiadać Aprobaty Techniczne lub Certyfikaty Zgodności wydane przez Centrum Naukowo-Techniczne Kolejnictwa lub inne upoważnione jednostki.
2. Nowe materiały i technologie stosowane eksperymentalnie w celach badawczych muszą uzyskać pozytywną opinię instytucji naukowo–badawczej oraz akceptację Centrali Spółki PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.
3. Niniejsze Warunki Techniczne nakładają obowiązek bieżącego śledzenia postępu technicznego oraz zmian aktów prawnych i normatywnych.
4. Wykładnia Warunków Technicznych pozostaje w gestii organu upoważnionego.

Załącznik 1 Sprawdzanie różnoziarnistości, mrozoodporności i stabilności mechanicznej gruntów (N)

1. Sprawdzanie różnoziarnistości gruntu warstwy ochronnej

1.1. Warunkiem dobrej zagęszczalności gruntu i jego odporności na drgania występujące w eksploatacji jest spełnienie wymagań dotyczących kształtu krzywej uziarnienia podanych w tab. 1-1.

1.2. W przypadku linii nowobudowanych i modernizowanych oraz wykonywania robót za pomocą maszyny AHM 800-R zaleca się stosowanie materiałów wg zał. 23.

Tablica 1-1 Wskaźniki różnoziarnistości U i wygięcia krzywych uziarnienia gruntu C

Prędkości v_{max} [km/h]	Minimalne wskaźniki różnoziarnistości *) **) $U = \frac{d_{60}}{d_{10}}$	Graniczne wartości wskaźników wygięcia krzywej uziarnienia *) $C = \frac{(d_{30})^2}{d_{10} \cdot d_{60}}$
1	2	3
$200 < v_{max} \leq 250$	≥ 7 (≥ 6)	1 ÷ 3 (0,7 ÷ 4,0)
$160 < v_{max} \leq 200$	6 ÷ 7 (5 ÷ 6)	1 ÷ 3 (***)
$0 < v_{max} \leq 160$	5 ÷ 6 (3 ÷ 5)	*** (***)

Objaśnienia:

*) wartości przed nawiasami dotyczą linii nowo budowanych i modernizowanych, natomiast wartości w nawiasach - linii eksploatowanych

**) minimalne wartości U dla prędkości pośrednich można interpolować

***) wartości nie określa się

2. Sprawdzanie mrozoodporności gruntu i określanie grubości warstwy zabezpieczającej przed mrozem

2.1. Grunty podtorza do głębokości h_{min} wg rys. 1-1 nie mogą być wysadzinowe (sprawdzenie kryterium Casagrande'a):

a) jeśli U >15, to zawartość "z" cząstek mniejszych od 0,02 mm nie może być większa niż 3%,

b) jeśli U < 5, zawartość "z" cząstek mniejszych od 0,02 mm nie może być większa niż 10%,

c) jeśli 5 ≤ U ≤ 15, to dopuszczalną zawartość cząstek "z" mniejszych niż 0,02 mm należy wyliczyć ze wzoru:

$$z = 13{,}5 - 0{,}7\,U \qquad (1)$$

2.2. Jeżeli kryterium podane w p. 2.1. nie jest spełnione, grubość zabezpieczającej warstwy z piasku h_o nie może być mniejsza niż wynikająca ze wzoru (rys. 1-1):

$$h_o = h_{min} - h_p \qquad (2)$$

2.3. Grubość warstwy przeciwmrozowej z materiału innego niż piasku oblicza się dzieląc otrzymany wymiar h_o przez wartość równoważnika termoizolacyjnego dla danego materiału (tab. 1-2).



Rys. 1 – 1. Najmniejsze grubości podsypki i warstwy ochronnej przeciwmrozowej h_{min} (m): h_p - grubość warstwy podsypki mierzona od jej górnej powierzchni do torowiska pod szyną wewnętrzną, h_o - wymagana grubość warstwy ochronnej przeciwmrozowej

Tablica 1-2 Równoważniki termoizolacyjne materiałów warstw zabezpieczających

L.p.	Materiał	Równoważnik termoizolacyjny
1	2	3
1	Piasek, pospółka, odsiewki	1,00
2	Grunt stabilizowany	1,11
3	Beton	1,13
4	Masa bitumiczna ścisła (objętość wolnych przestrzeni do 4,5%)	1,32
5	Masa bitumiczna półścisła (objętość wolnych przestrzeni 4,5 ÷ 8,0%)	1,99
6	Masa bitumiczna otwarta (objętość wolnych przestrzeni większa od 8%)	2,12
7	Żwir otaczany bitumem	2,45
8	Styropianobeton	6,44
9	Styropian spieniony	30,00

3. Sprawdzanie stabilności filtracji (stabilności mechanicznej) na styku warstw gruntów

3.1. Stabilność filtracji (stabilność mechaniczną) na styku gruntów o odmiennych uziarnieniach określa kryterium Terzagi'ego:

$$4d_{15} \le D_{15} \le 4d_{85} \qquad (3)$$

gdzie:

d_{15} - średnica ziaren gruntu (o drobniejszym uziarnieniu), które wraz z mniejszymi stanowią 15% masy gruntu

d_{85} - średnica ziaren gruntu (o drobniejszym uziarnieniu), które wraz z mniejszymi stanowią 85% masy gruntu

D_{15} - średnica ziaren gruntu (o grubszym uziarnieniu), które wraz z mniejszymi stanowią 15% masy gruntu

UWAGA 1 Kryterium Terzagi'ego zostało sformułowane dla jednorodnych gruntów niespoistych o równoległych krzywych uziarnienia, ale stosuje się je dla wszystkich gruntów,

UWAGA 2 Nie ma potrzeby sprawdzania stabilności mechanicznej na styku gruntu z materiałem o trwałej strukturze, który nie ulega sufozji lub mieszaniu się z przylegającym gruntem (np. grunt stabilizowany).

3.2. Jeśli wymaganie wg p. 3.1 nie jest spełnione, to należy zastosować dodatkową warstwę gruntu lub włókninę separacyjną, która zapewni spełnienie tego wymagania.

Załącznik 2 Oznaczanie modułu odkształcenia podtorza przy użyciu płyty statycznej (N)

1. Wstęp

Przedmiotem niniejszego załącznika jest wzorcowa metoda oznaczania modułu odkształcenia podtorza E oraz wskaźnika jego odkształcenia I_0 przy użyciu płyty statycznej o średnicy 300 mm.

Metodę według załącznika należy stosować przy określaniu modułu odkształcenia E podtorza gruntowego oraz wskaźnika jego odkształcenia I_0, w tym podtorza z pokryciem ochronnym torowiska.

Wartości parametrów określone według niniejszego załącznika należy traktować jako wielkości dokładne, które mogą być wykorzystywane w ocenie stanu istniejącego podtorza, jako dane do projektowania wzmocnień torowisk i ocenie skuteczności tych wzmocnień, a także w ocenie przydatności innych metod określania tych parametrów.

UWAGA 1 Moduły odkształceń z próbnych obciążeń płytą statyczną nie są porównywalne z modułami uzyskiwanymi z badań płytą dynamiczną. z tego względu badania płytą dynamiczną należy traktować jako badania wskaźnikowe lub uzupełniające (zob. zał. 4).

UWAGA 2 Pomiary płytą statyczną wymagają najczęściej wstrzymania ruchu pociągów po torze w którym wykonuje się pomiary oraz ograniczenia prędkości jazdy na sąsiednich torach.

2. Określenia i definicje

2.1. Moduł odkształcenia E

Iloczyn stosunku przyrostu obciążenia jednostkowego do przyrostu odkształcenia badanego podłoża w ustalonym zakresie obciążeń jednostkowych, pomnożony przez 0,75 średnicy płyty obciążającej. Moduł odkształcenia oblicza się ze wzoru:

$$E = 0{,}75 \cdot \frac{\Delta p}{\Delta s} \cdot D, \text{MPa} \qquad (1)$$

gdzie:

Δp - różnica nacisków, w megapaskalach;

Δs - przyrost osiadań odpowiadający tej różnicy nacisków, w milimetrach;

D - średnica płyty, w milimetrach.

2.2. Pierwotny moduł odkształcenia E_1

Moduł odkształcenia oznaczony w pierwszym obciążeniu podłoża.

2.3. Wtórny moduł odkształcenia E_2

Moduł odkształcenia oznaczony w drugim obciążeniu podłoża.

2.4. Wskaźnik odkształcenia I_0

Stosunek wtórnego modułu odkształcenia E_2 do pierwotnego modułu odkształcenia E_1.

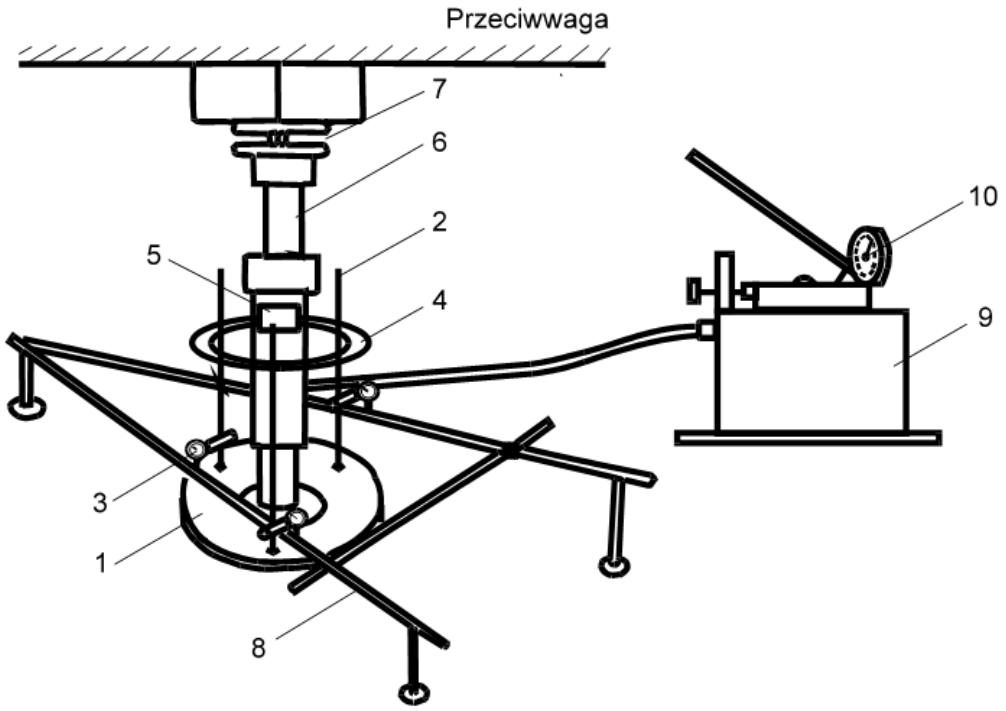
3. Badanie

3.1. Zasada metody

Badanie polega na pomiarze osiadań podłoża gruntowego pod wpływem statycznego nacisku wywieranego za pomocą sztywnej płyty o średnicy D = 300 mm. Nacisk na płytę wywierany jest za pośrednictwem dźwignika hydraulicznego opartego o przeciwwagę, której masa powinna być większa od wywieranej siły. Pomiar modułu odkształcenia należy przeprowadzać, gdy temperatura podłoża jest większa od 0° C.

3.2. Aparatura

Aparaturę do oznaczania modułu odkształcenia pokazano na rys. 2-1.



Rys. 2-1. Aparatura do pomiaru modułu odkształcenia (przykład)

W jej skład wchodzą:

a) sztywna stalowa płyta o średnicy (300 ± 1) mm (1) z trzema prętami (2) do mocowania uchwytów czujników zegarowych (3) oraz górnym pierścieniem usztywniającym (4),

b) dźwignik hydrauliczny o średnicy tłoka (50 ± 1) mm (5),

c) przedłużacz rurowy (6), wstawiany pomiędzy dźwignikiem i górną płytą,

d) przegub sferyczny (7), wstawiany pomiędzy tłokiem dźwignika i płytą górną,

e) trzy czujniki zegarowe (3) o zakresie pomiarowym do 10 mm z działką elementarną 0,01 mm,

f) statyw (8), stanowiący poziom odniesienia pomiarów odkształcenia,

g) pompa olejowa (9) z manometrem (10) o skali z działką elementarną 0,05 MPa.

3.3. Przygotowanie aparatury do pomiaru

Gdy pomiar ma być wykonany na pewnej głębokości, należy najpierw usunąć grunt.

Płytę należy ustawić na wyrównanej powierzchni badanego podłoża, docisnąć rękoma i obracać w celu jej dopasowania. w razie potrzeby, np. gdy podłożem jest tłuczeń, powierzchnię należy wyrównać cienką warstwą drobnego suchego piasku. Statyw należy ustawić tak, aby jego podparcia były w jak największej odległości od płyty oraz kół pojazdu stanowiącego przeciwwagę. Następnie należy zamontować dźwignik oraz przedłużacz rurowy z górną płytą. Czujniki zegarowe należy zamocować w uchwytach, opierając je na statywie.

UWAGA 1 Przeciwwagę może stanowić dostatecznie ciężki pojazd drogowy lub szynowy.

UWAGA 2 Statyw nie może być ustawiany na podkładach, szynach i innych elementach lub urządzeniach mocowanych do toru nawet wtedy, gdy ruch pociągów jest wstrzymany.

3.4. Oznaczenie pierwotnego modułu odkształcenia E_1

Po ustawieniu aparatury należy wprowadzić wstępne obciążenie 0,02 MPa. Następnie ustawić czujniki zegarowe w pozycji 0,00 mm. Doprowadzić ciśnienie na badaną warstwę do 0,05 MPa. Wskazania czujników przy tym samym ciśnieniu, regulowanym od czasu do czasu powolnym ruchem dźwigni pompy, odczytuje się co 2 min. Jeżeli różnica dwóch kolejnych odczytów w odstępie 2 min na czujnikach jest mniejsza od 0,05 mm, to należy przejść na następny stopień obciążenia jednostkowego, większy od poprzedniego o 0,05 MPa. Przy każdym odczycie należy zapisać w formularzu: czas odczytu, wskazanie manometru, wskazania czujników.

Końcowe obciążenie doprowadza się do:

a) 0,25 MPa - przy badaniu podatnego gruntu podłoża lub nasypu,

b) 0,35 MPa - przy badaniu podłoża ulepszonego,

c) 0,45 MPa - przy badaniu sztywnych wzmocnień.

Po uzyskaniu końcowego obciążenia jednostkowego, przy różnicy dwu kolejnych odczytów czujników mniejszej od 0,05 mm, należy przeprowadzić odciążenie stopniami po 0,1 MPa do 0,00 MPa z zapisywaniem kolejnych wskazań czujników co 2 min i z odczekaniem 5 min przed ostatnim odczytem.

3.5. Oznaczenie wtórnego modułu odkształcenia E_2

Po całkowitym odciążeniu płyty należy zadać wstępne ciśnienie 0,05 MPa i przeprowadzić powtórnie badanie wg punktu 3.4.

4. Obliczanie wyników

4.1. Obliczenie wartości modułów odkształcenia

Wartości modułów odkształcenia E_1 i E_2 oblicza się ze wzoru (1), przyjmując:

$\Delta p=p_2-p_1$ - przyrost obciążenia jednostkowego w zakresie:

0,05 - 0,15 MPa - w przypadku podatnego podłoża gruntowego,

0,10 - 0,25 MPa - w przypadku podłoża ulepszonego,

0,15 - 0,30 MPa - w przypadku sztywnego wzmocnienia.

Δs - przyrost odkształcenia odpowiadający przyjętemu zakresowi obciążeń jednostkowych, w milimetrach;

Moduły odkształceń podaje się z dokładnością do 1 MPa.

UWAGA 1 Przy innych obciążeniach maksymalnych przyrosty obciążeń jednostkowych należy przyjmować odpowiadające 0,3 - 0,7 obciążenia maksymalnego

UWAGA 2 W celu zwiększenia dokładności oceny, osiadania płyty można aproksymować wielomianem drugiego stopnia.

4.2. Obliczenie wartości wskaźnika odkształcenia

Wartość wskaźnika odkształcenia I_0 oblicza się ze wzoru:

$$I_0 = \frac{E_2}{E_1} \qquad (2)$$

gdzie:

I_o - wskaźnik odkształcenia, liczba niemianowana,

E_2 - wtórny moduł odkształcenia, w megapaskalach;

E_1 - pierwotny moduł odkształcenia, w megapaskalach.

Wynik obliczenia należy podać z jedną cyfrą znaczącą po przecinku.

5. Sprawozdanie z badań

Sprawozdanie z badań powinno zawierać co najmniej następujące informacje:

1) nazwa i adres laboratorium wykonującego badanie,
2) dokładna lokalizacja miejsca pomiaru (nazwa linii, kilometr, numer toru, odległość od osi toru, poziom pomiaru, np. względem powierzchni tocznej szyn lub górnej powierzchni podkładu),
3) zestawienie pomierzonych nacisków i osiadań,
4) wyniki obliczeń modułów odkształceń E_1 i E_2 oraz wskaźnika odkształcenia I_o,
5) informacje o czynnikach mogących wpłynąć na wyniki lub je wyjaśnić,
6) powołanie się na niniejsze wytyczne (ze wskazaniem ewentualnych odstępstw).

Sprawozdanie może również zawierać:

a) wykres ilustrujący osiadania obciążanej i odciążanej płyty przy poszczególnych naciskach,
b) poświadczenie technicznego nadzoru inwestorskiego.

Załącznik 3 Oznaczanie wilgotności i zagęszczenia gruntów metodami wzorcowymi (N)

1. Wstęp

1.1. Przedmiot i cel

Przedmiotem załącznika są wzorcowe (bezpośrednie) metody oznaczania wilgotności w i wskaźnika zagęszczenia I_s gruntu.

Celem załącznika jest ujednolicenie metod określania wilgotności i zagęszczenia gruntów, zwłaszcza gruboziarnistych o wymiarach ziaren do 31,5 mm.

1.2. Zakres stosowania

Załącznik stosuje się przy określaniu wilgotności i zagęszczenia gruntów naturalnych oraz gruntów stabilizowanych mechanicznie, spoiwami lub lepiszczami, np. w pokryciach ochronnych torowiska.

Wartości parametrów określone według niniejszego załącznika traktuje się jako wielkości dokładne, mogące stanowić podstawę oceny jakości wykonawstwa robót oraz weryfikacji innych metod oznaczania tych parametrów.

1.3. Metody oznaczania oraz zakresy ich stosowania

1.3.1. Oznaczanie wilgotności

Wilgotność gruntu w określa się metodą polegającą na suszeniu gruntu w wentylowanej suszarce (patrz punkt 3).

UWAGA: Opisaną metodę stosuje się tylko w badaniach według niniejszego załącznika. w innych przypadkach należy postępować zgodnie z odpowiednimi normami; np. wilgotność gruntu określa się wg PN-74/B-04452: Grunty budowlane. Badania polowe, wilgotność kruszywa zaś według PN-EN 1097-5:2001 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw - Część 5: Określanie zawartości wody przez suszenie suszarce z wentylacją.

1.3.2. Oznaczanie gęstości objętościowej szkieletu gruntowego

Zależnie od sposobu oznaczania gęstości objętościowej ρ gruntu, gęstość objętościową jego szkieletu ρ_d można oznaczać jedną z następujących metod (patrz punkt 4):

a) przy użyciu objętościomierza piaskowego (metoda I),

b) przy użyciu objętościomierza wodnego (metoda II),

c) metodą praktyczną (metoda III),

d) przy użyciu wciskanego cylindra lub pierścienia (metoda IV).

- Metodę oznaczanie gęstości objętościowej szkieletu ρ_d przy użyciu objętościomierza piaskowego lub wodnego oraz metodę praktyczną stosuje się do gruntów o ziarnach do 35 - 40 mm, w których można wykonać wgłębienie o pożądanym kształcie. Uwzględnić przy tym należy następujące wymagania i zalecenia:
  - średnica wgłębienia (dołka) musi być co najmniej 7 razy większa od d_{90} (d_{90} oznacza średnicę zastępczą ziarna badanego gruntu, poniżej której w gruncie zawarte jest wagowo 90% ziaren,
  - objętościomierza piaskowego nie zaleca się stosować w przypadku gruntów z pustymi przestrzeniami pomiędzy ziarnami, w które może wnikać piasek (np. równoziarniste kruszywa grube),
  - objętościomierza wodnego nie zaleca się stosować do pomiarów w gruntach ściśliwych,
  - metodę praktyczną stosuje się w przypadku gruntów gruboziarnistych i kruszyw, gdy wymiary wymaganych dołków uniemożliwiają użycie typowych objętościomierzy piaskowych i wodnych.
- Metodę oznaczanie gęstości objętościowej szkieletu ρ_d przy użyciu wciskanego pierścienia lub cylindra stosuje się do spoistych i niespoistych gruntów drobnoziarnistych ($d_{90} \leq 2$mm), w które można wcisnąć pierścień i wyrównać powierzchnię gruntu w pierścieniu.

1.3.3. Oznaczanie maksymalnej gęstości objętościowej szkieletu gruntowego

Zależnie od rodzaju gruntu, wielkości ziaren i programu badań, do oznaczenia maksymalnej gęstości objętościowej szkieletu gruntowego ρ_{ds} stosuje się jedną z pięciu metod badań Proctora (zob. punkt 5).

W przypadku podtorza należy stosować tzw. metody normalne, w których jednostkowa praca zagęszczania wynosi 0,59 ÷ 0,60 dżula na 1 cm^3 gruntu:

i - dla gruntów drobnoziarnistych, zwłaszcza spoistych i małospoistych

II - dla gruntów drobnoziarnistych

V - dla gruntów gruboziarnistych i kruszyw łamanych używanych w do budowy warstw ochronnych torowisk

2. Określenia i definicje

2.1. Piasek kalibrowany

Piasek naturalny, przemyty, wysuszony i odsiany, o ziarnach okrągłych, przechodzący bez reszty przez sito o boku oczka kwadratowego 2 mm i pozostający na sicie o boku oczka kwadratowego l mm lub przechodzący bez reszty przez sito o boku oczka kwadratowego 1 mm i pozostający na sicie o boku oczka kwadratowego 0,5 mm.

2.2. Stała masa

Masa próbki, która po kolejnych suszeniach, co najmniej przez 1 h w temperaturze (110 $\pm$ 5) ºC, nie różni się więcej niż o 0,1 %

UWAGA Masa stała może być również uzyskana przez suszenie próbki w określonej suszarce przez wcześniej ustalony czas. Laboratoria badawcze - zależnie od efektywności używanych suszarek - mogą określić minimalne czasy suszenia próbek poszczególnych rodzajów i wymiarów.

2.3. Wilgotność optymalna, w_{opt}

Wilgotność przy której grunt uzyskuje największe zagęszczenie (maksymalną gęstość objętościową szkieletu gruntowego ρ_{ds}) w znormalizowanych badaniach Proctora.

UWAGA Wilgotność optymalna gruntu w_{opt} zależy od wielu czynników, a przede wszystkim od sposobu jego zagęszczania (statyczne, dynamiczne, wibracyjne) i energii zagęszczania (liczba uderzeń, energia uderzeń itp.). z tego względu wilgotność optymalna z badań Proctora nie jest miarodajna dla materiału zagęszczanego w innych warunkach, np. przez maszynę AHM 800-R

2.4. Gęstość objętościowa szkieletu gruntowego ρ_d,

Gęstość objętościowa gruntu suchego (przy wilgotności równej 0%).

2.5. Maksymalna gęstość objętościowa szkieletu gruntowego ρ_{ds},

Gęstość szkieletu gruntowego uzyskana przy wilgotności optymalnej w_{opt} w znormalizowanych badaniach Proctora przy pracy zagęszczania 0,59 $\div$ 0,60 dżula na 1 cm^3 gruntu (metoda normalna) lub 2,65 dżula na 1 cm^3 gruntu (metoda zmodyfikowana).

UWAGA Maksymalna gęstość objętościowa szkieletu gruntowego ρ_{ds} jest wartością umowną i zależy od sposobu zagęszczania w badaniach Proctora. w ogólności zależy ona od pracy zagęszczania, zawartości pustych przestrzeni w gruncie i wytrzymałości jego ziaren (kruszenia się ziaren).

2.6. Wskaźnik zagęszczenia gruntu I_s,

Umowna miara zagęszczenia gruntu w postaci stosunku gęstości objętościowej szkieletu badanego gruntu ρ_d do maksymalnej gęstości objętościowej ρ_{ds} tego szkieletu określonej w znormalizowanych badaniach Proctora.

3. Oznaczanie wilgotności gruntu w

3.1. Zasada metody

Metoda polega na suszeniu próbki gruntu w wentylowanej suszarce do uzyskania przez nią stałej masy.

3.2. Przyrządy

a) suszarka wentylowana z termostatem umożliwiająca utrzymanie temperatury (110 ± 5)°C,

b) waga laboratoryjna lub techniczna umożliwiająca określanie masy z dokładnością 0,1%,

c) odpowiednie naczynia laboratoryjne (parowniczki, pojemniki, tace, itp.) odporne na działanie wymienionej temperatury,

d) eksykator lub komora ze środkiem pochłaniającym wilgoć, np. bezwodnym chlorkiem wapnia.

3.3. Przygotowywanie próbki

Minimalna masa próbki NW do określenia wilgotności gruntu w terenie zależy od wymiaru największych ziaren w gruncie D:

a) jeśli D ≥ 1,0 mm, to minimalna masa próbki w kilogramach powinna wynosić 0,2 D,

b) jeśli D < 1,0 mm, to minimalna masa próbki powinna wynosić 0,2 kg.

Minimalne masy próbek do określania wilgotności gruntu w innych badaniach (np. przy oznaczaniu maksymalnej gęstości objętościowej szkieletu gruntowego metodą Proctora) powinny wynosić:

500 g - dla gruntów gruboziarnistych

50 g - dla piasków i pyłów

30 g - dla pozostałych gruntów drobnoziarnistych.

Próbkę NW, jeśli nie jest ona badana od razu, należy natychmiast umieścić w czystym, suchym i szczelnym pojemniku lub zamkniętym worku plastikowym.

UWAGA Próbka powinna wypełniać cały pojemnik, a powietrze z worka należy dokładnie wycisnąć.

3.4. Postępowanie

Próbkę umieszcza się w parowniczce, na tacy lub tacach o znanej masie m_1 i waży (m_{m1}), a następnie suszy się w temperaturze (110 ± 5)°C do stałej masy i po ostudzeniu w eksykatorze waży się ponownie (m_{st}).

3.5. Obliczanie wyników

Wilgotność w oblicza się w procentach według wzoru:

$$w = \frac{m_{m1} - m_{st}}{m_{st} - m_1} \cdot 100 \qquad (1)$$

gdzie:

m_{m1} - masa wilgotnej próbki wraz z masą naczynia, g

m_{st} - masa wysuszonej próbki wraz z masą naczynia, g

m_1 - masa naczynia mieszczącego badaną próbkę, g

Wynik oznaczenia w podaje się w procentach z zaokrągleniem do 0,1%.

4. Oznaczanie gęstości objętościowej szkieletu gruntowego ρ_d

4.1. Oznaczanie gęstości objętościowej szkieletu gruntowego przy użyciu objętościomierza piaskowego

4.1.1. Zasada metody

Metoda i polega na oznaczaniu gęstości objętościowej gruntu ρ i jego wilgotności w, a następnie obliczeniu poszukiwanej gęstości objętościowej szkieletu gruntowego ρ_{ds}, przy czym do pomiaru objętości badanego gruntu w terenie używa się objętościomierza piaskowego.

UWAGA Objętość próbki do oznaczenia gęstości objętościowej szkieletu gruntowego ρ_d nie powinna być mniejsza niż:

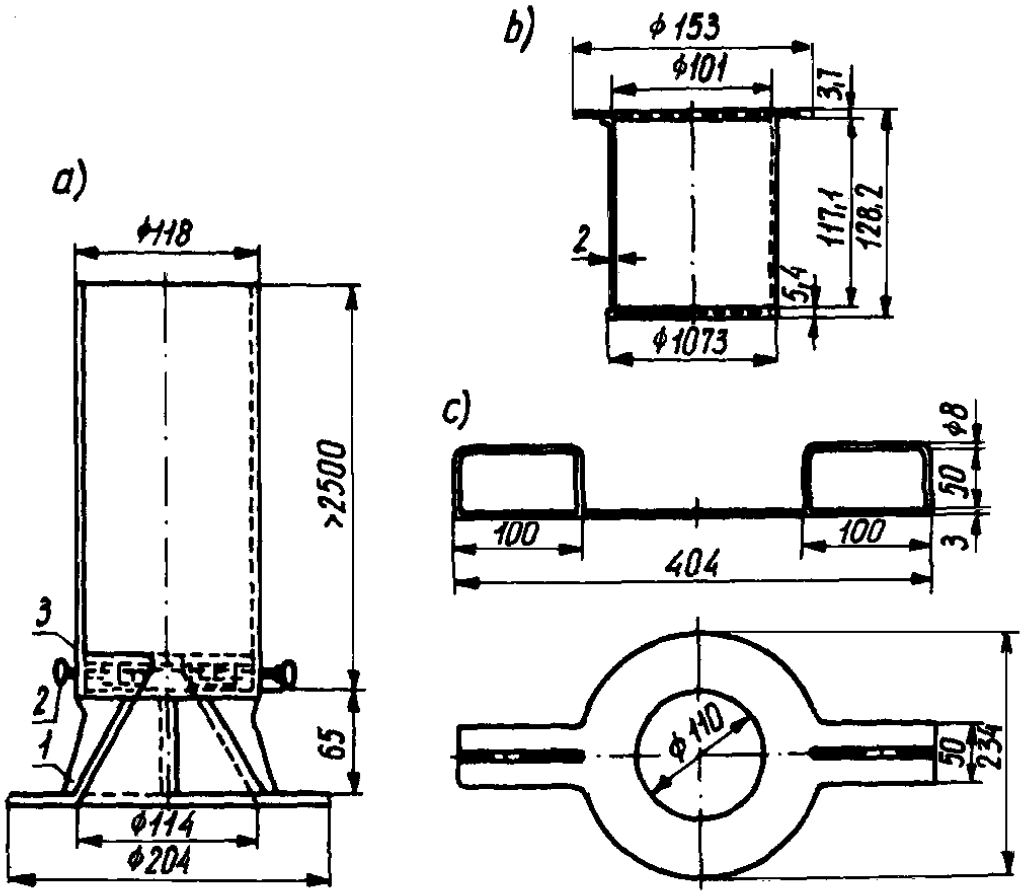
- 800 cm^3 w przypadku gruntów drobnoziarnistych,
- 1500 cm^3 w przypadku gruntów gruboziarnistych,
- 3000 cm^3 w przypadku gruntów gruboziarnistych i kruszyw o największych ziarnach do 35 - 40 mm (elementy objętościomierza powinny być dostosowane wymaganej średnicy dołka - zob. p. 1.3.2).

4.1.2. Przyrządy i materiały

a) objętościomierz (rys. 3-1a) z szablonem (rys. 3-1c) oraz pojemnikiem (naczyniem) w kształcie cylindra o objętości około 1 dm^3 (rys. 3-1b),

b) szczelne naczynie z piaskiem kalibrowanym,

c) przyrządy do oznaczania masy i wilgotności badanego gruntu według punktu 3.



Rys. 3-1. Objętościomierz piaskowy (przykład konstrukcji wg BN-77/8931-12)

Oznaczenia: a) objętościomierz, b) pojemnik, c) szablon; 1 - podstawa aluminiowa, 2 - zasuwka mosiężna, 3 - płytka mosiężna (dno cylindra)

Objętościomierz przedstawiony na rys. la składa się ze zbiornika (mosiężnego lub aluminiowego) na piasek kalibrowany, umocowanego na podstawie (1) z wewnętrznym stożkiem, który w górnej części ma otwór o średnicy 13,0 mm i mosiężną zasuwkę (2) umożliwiającą zamykanie otworu.

Pojemnik pokazany na rys. 3-1b używany jest do umieszczania próbek gruntu oraz przy określaniu gęstości objętościowej piasku kalibrowanego ρ_{pk}.

Szablon przedstawiony na rys. 3-1c, wykonany z blachy grubości 3 - 4 mm, w kształcie pierścienia z uchwytami, służy do wyrównania gruntu oraz nadawania regularnego kształtu górnej krawędzi dołka w gruncie.

4.1.3. Postępowanie

4.1.3.1. Oznaczanie gęstości objętościowej piasku kalibrowanego

Raz dziennie, przed rozpoczęciem oznaczania gęstości objętościowej gruntu ρ, należy określić gęstość objętościową piasku kalibrowanego ρ_{pk}, który przed użyciem przechowuje się w szczelnym naczyniu (np. woreczku plastikowym) chroniącym go przed wilgocią. Również raz dziennie należy sprawdzić masę piasku kalibrowanego w stożku M_s.

Gęstość objętościową piasku kalibrowanego oznacza się w sposób następujący:

a) Objętościomierz z piaskiem kalibrowanym (o łącznej masie M_1') ustawia się na równej gładkiej powierzchni, np. płycie szklanej i przez otwarcie zasuwki 2 napełnia się stożek podstawy przyrządu piaskiem kalibrowanym. Gdy w zbiorniku objętościomierza ustanie ruch piasku (co oznacza, że stożek napełnił się piaskiem), zamyka się zasuwkę i waży objętościomierz z pozostałym piaskiem M_2'. Masę piasku kalibrowanego w stożku M_3 oblicza się według wzoru:

$$M_3 = M_1' - M_2' \qquad (2)$$

gdzie:

M_1' - masa objętościomierza z piaskiem kalibrowanym przed napełnieniem stożka, g

M_2' - masa objętościomierza z piaskiem kalibrowanym po napełnieniu stożka, g

Do dalszych obliczeń przyjmuje się średnią arytmetyczną z trzech pomiarów M_3.

b) Objętościomierz z piaskiem kalibrowanym (o łącznej masie M_1'') ustawia się osiowo na pojemniku (rys. 3-1b) i przez otwarcie zasuwki 2 napełnia się pojemnik i stożek objętościomierza piaskiem. Gdy w zbiorniku objętościomierza ustanie ruch piasku, należy zasuwkę zamknąć i zważyć objętościomierz z pozostałym piaskiem M_2''.

Gęstość objętościową piasku kalibrowanego ρ_{pk} oblicza się według wzoru:

$$\rho_{pk} = \frac{M_1'' - M_2'' - M_3}{V} \qquad (3)$$

gdzie:

M_1'' - masa objętościomierza z piaskiem kalibrowanym przed napełnieniem pojemnika i stożka, g

M_2'' - masa objętościomierza z piaskiem kalibrowanym po napełnieniu pojemnika i stożka, g

M_3 - masa piasku kalibrowanego w stożku, wyznaczona jak w poz. a)

V - objętość pojemnika, cm^3

4.1.3.2. Oznaczanie gęstości objętościowej badanego gruntu ρ

a) Powierzchnię gruntu w miejscu badania wyrównuje się dokładnie najpierw łopatą, a następnie za pomocą blaszanego szablonu. Na wyrównanej powierzchni ustawia się szablon, na gruncie zaznacza się ślad zewnętrznego okręgu szablonu, a w obrębie wewnętrznego okręgu szablonu wykonuje się dołek, wybierając łyżką grunt do pojemnika. Masę gruntu M ustala się przez zważenie go wraz z pojemnikiem M+T i odjęcie znanej masy pojemnika T. Po wykonaniu dołka, który powinien mieć kształt zbliżony do walca lub stożka ściętego, o głębokości równej 1,0 - 1,5 średnicy, zdejmuje się szablon, a nad dołkiem umieszcza się objętościomierz z piaskiem kalibrowanym (poprzednio zważony) w taki sposób, aby jego podstawa znajdowała się wewnątrz zaznaczonego śladu okręgu, i otwiera się zasuwkę. Po wypełnieniu dołka i stożka objętościomierza piaskiem kalibrowanym zamyka się zasuwkę, a objętościomierz z pozostałym piaskiem waży się. Objętość dołka V_d oblicza się wg wzoru:

$$V_d = \frac{M_1 - M_2 - M_3}{\rho_{pk}} \qquad (4)$$

gdzie:

M_1 - masa objętościomierza z piaskiem kalibrowanym przed wypełnieniem dołka, g

M_2 - masa objętościomierza z piaskiem kalibrowanym po wypełnieniu dołka, g

M_3 - masa piasku kalibrowanego w stożku, g

ρ_{pk} - gęstość objętościowa piasku kalibrowanego, g/cm^3

UWAGA 1 Dla kontroli wyników wykonuje się dwa pomiary obok siebie, w odległości do 1 m.

UWAGA 2 Wybrany z dołka piasek kalibrowany może być użyty powtórnie po wysuszeniu i przesianiu go przez odpowiednie sito.

b) Gęstość objętościową badanego gruntu ρ oblicza się wg wzoru:

$$\rho = \frac{M}{V_d} \qquad (5)$$

gdzie:

M - masa gruntu z dołka, g

V_d - objętość dołka, cm^3

Jako wynik ostateczny przyjmuje się średnią arytmetyczną wyników z pomiarów. Jeżeli różnica wyników przekracza 5% wartości średniej, należy wykonać trzecie oznaczanie i jako wynik przyjąć średnią arytmetyczną z dwóch najmniej różniących się wartości.

4.1.3.3. Oznaczanie wilgotności gruntu w

Bezpośrednio po zważeniu pojemnika z gruntem pobiera się z niego metodą ćwiartkowania dwie próbki gruntu dla oznaczania wilgotności w . Wilgotność w procentach oznacza się zgodnie z punktem 3.5.

Wynikiem ostatecznym jest średnia arytmetyczna z oznaczeń, a jeśli różnica wyników przekracza 5% wartości średniej, oznaczanie należy powtórzyć.

4.1.3.4. Obliczenie gęstości objętościowej szkieletu gruntowego ρ_d

Gęstość objętościową szkieletu gruntowego w g/cm^3 oblicza się wg wzoru:

$$\rho_d = \frac{100\rho}{100 + w} \qquad (6)$$

gdzie:

ρ - gęstość objętościowa gruntu, g/cm^3

w - wilgotność gruntu, %

4.2. Oznaczanie gęstości objętościowej szkieletu gruntowego przy użyciu objętościomierza wodnego

4.2.1. Zasada metody

Zasada metody II jest taka sama jak opisana w 4.1.1, przy czym do pomiaru objętości badanego gruntu używa się objętościomierza wodnego.

UWAGA Objętość próbki do oznaczenia gęstości objętościowej szkieletu gruntowego ρ_d nie powinna być mniejsza niż:

- 800 cm^3 w przypadku gruntów drobnoziarnistych,

- 1500 cm^3 w przypadku gruntów gruboziarnistych,

- 3000 cm^3 w przypadku gruntów gruboziarnistych i kruszyw o największych ziarnach do 35 - 40 mm (elementy objętościomierza powinny być dostosowane do wymaganej średnicy dołka - zob. p. 1.3.2).

4.2.2. Przyrządy i materiały

a) objętościomierz z wyskalowanym zbiornikiem wodnym o objętości około 2,5 dm^3 (rys. 3-2 i 3-3),

b) pojemnik z tworzywa sztucznego o pojemności ok. 10 l z zaworem wodnym,

c) przyrządy do oznaczania masy i wilgotności wg punktu 3.

Objętościomierz przedstawiony na rys. 3-2 składa się z podstawy (1) z którą połączona jest śrubami obudowa (2), zawierająca wewnątrz wyskalowany szklany cylinder (3) o średnicy 8 cm. Do podstawy przymocowany jest gumowy balon. Na obudowie znajduje się zawór (5) służący do napełniania zbiornika szklanego wodą oraz pompka ssąco-tłocząca (6), umożliwiająca dokładne wypełnienie dołka balonikiem z wodą (pod ciśnieniem) lub stworzenie podciśnienia nad słupem wody w zbiorniku.

UWAGA Gumowy balon (worek) powinien mieć grubość ścianki nie większą niż 0,25 cm i powinien umożliwiać swobodne, bez rozciągania się gumy, wypełnianie dołka powstałego po pobraniu próbki gruntu.

4.2.3. Postępowanie

4.2.3.1. Oznaczanie gęstości objętościowej gruntu ρ

a) Powierzchnię gruntu w miejscu badania wyrównuje się wstępnie łopatą, a następnie ustawia się szablon-podstawkę tak, aby przylegał na całej powierzchni do gruntu. Na szablonie ustawia się objętościomierz napełniony wodą i wykonuje się i pomiar objętości. Po zdjęciu objętościomierza z podstawki wykonuje się w gruncie dołek o kształcie zbliżonym do stożka ściętego i głębokości równej 1,0 - 1,5 średnicy, po czym oznacza się masę wybranego gruntu M i jego wilgotność w. Następnie wykonuje się II pomiar objętości wypełniając szczelnie dołek balonikiem z wodą. Objętość dołka V_d oblicza się z różnicy pomiarów II i I.

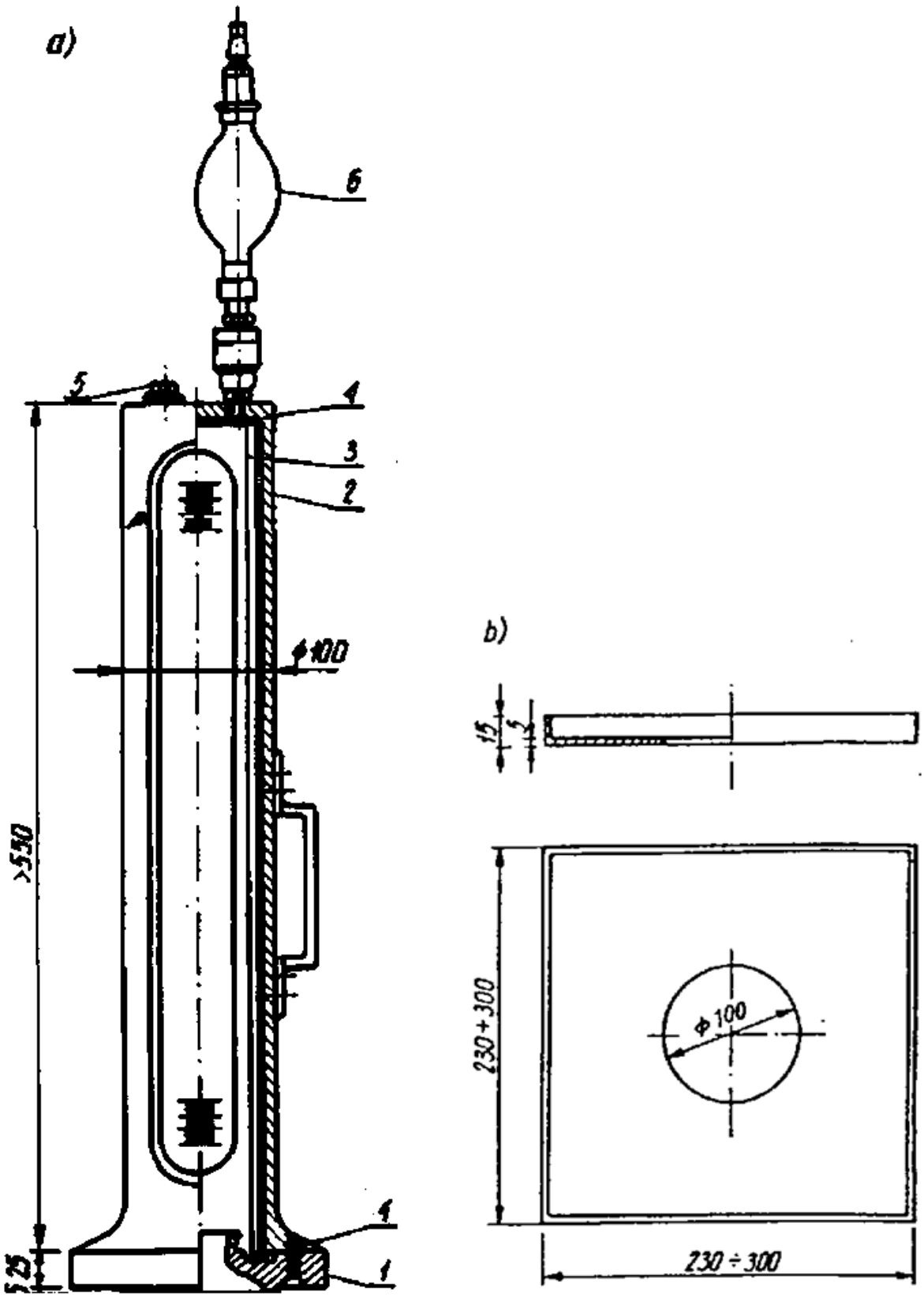
UWAGA 1 Dla kontroli wyników wykonuje się dwa pomiary obok siebie, w odległości do l m.

UWAGA 2 - w przypadku gruntów z ziarnami o ostrych krawędziach przy wykonywaniu pomiarów należy zachować szczególną ostrożność, aby nie uszkodzić gumowego worka.

b) Gęstość objętościową badanego gruntu ρ oblicza się według punktu 4.1.3.2b.

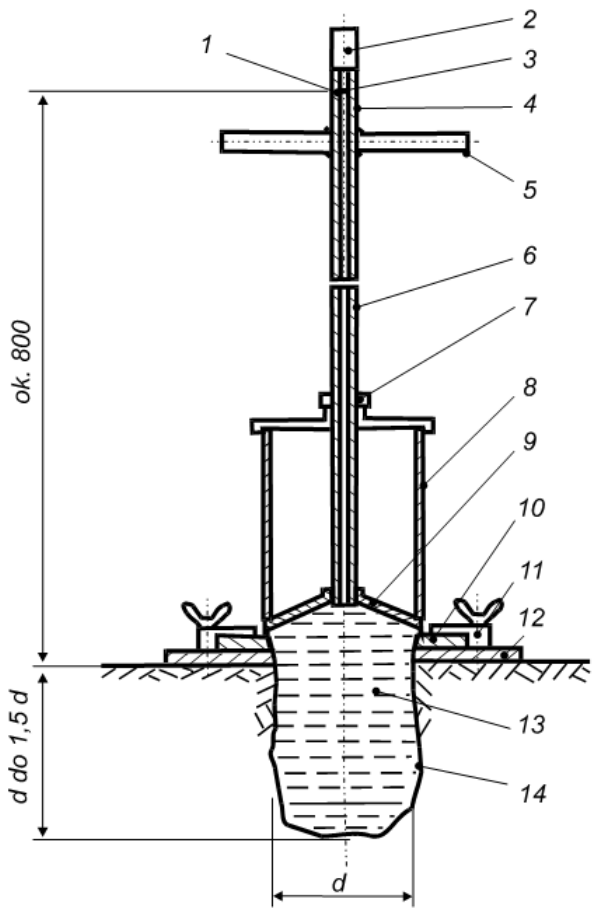
4.2.3.2. Oznaczanie wilgotności gruntu w - wykonuje się według punktu 4.1.3.3

4.2.3.3. Oznaczanie gęstości objętościowej szkieletu gruntowego ρ_d - wykonuje się według punktu 4.1.3.4.



Rys. 3-2. Objętościomierz wodny (przykład konstrukcji wg BN-77/8931-12)

Oznaczenia: a) objętościomierz , b) szablon-podstawka; 1 - podstawa, 2 - obudowa, 3 - cylinder szklany, 4 - uszczelka, 5 - zawór, 6 - pompka



Rys. 3-3. Objętościomierz wodny (przykład konstrukcji wg DIN 18125-2)

Oznaczenia: 1 - poziom wody, 2 - zawór odpowietrzający, 3 - znacznik, 4 - przezroczysty cylinder, 5 - uchwyt, 6 - podziałka, 7 - noniusz, 8 - przezroczysty cylinder, 9 - tłok, 10 - płyta pierścieniowa, 11 - mocowanie, 12 - stalowa płyta pierścieniowa, 13 - woda, 14 - worek gumowy

4.3. Oznaczanie gęstości objętościowej szkieletu gruntowego metodą praktyczną

4.3.1. Zasada metody

Zasada metody III jest taka sama jak opisana w punkcie 4.1.1, przy czym objętość badanego gruntu określa się mierząc ilość wody wlanej do dołka wyścielonego nieprzepuszczalną folią.

UWAGA Objętość próbki do oznaczenia gęstości objętościowej szkieletu gruntowego ρ_d nie powinna być mniejsza niż 3000 cm^3.

4.3.2. Przyrządy i materiały

a) pojemnik z tworzywa sztucznego o pojemności ok. 10 l z zaworem wodnym,

b) przeźroczyste naczynie w kształcie cylindra z zaworem wodnym i skalą umożliwiającą określenie objętości wody z dokładnością nie mniejszą niż 20 cm^3,

c) szablon w postaci kwadratowej lub okrągłej płyty z otworem o średnicy 25 cm (grubość płyty i średnicę otworu należy zmierzyć z dokładnością 1 mm),

d) cienka, elastyczna i wytrzymała folia z tworzywa sztucznego o wymiarach co najmniej 1 x 1 m,

e) linijka z podziałką co 1 mm,

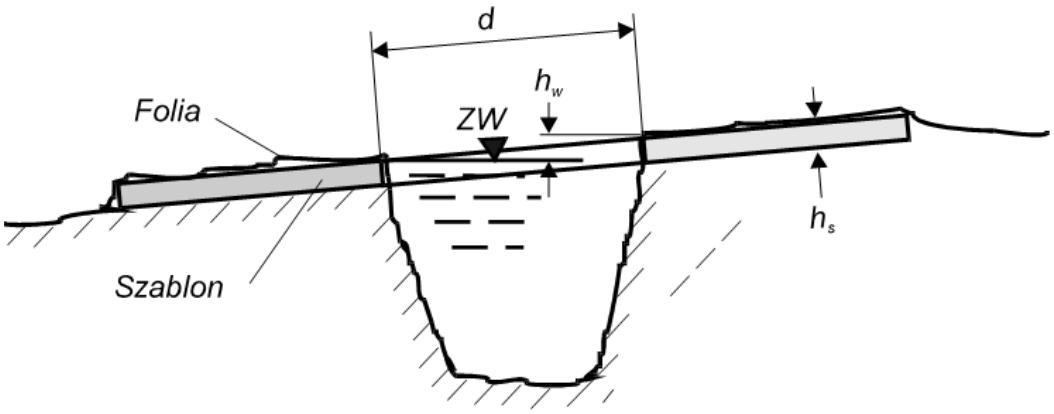
f) przyrządy do oznaczania masy i wilgotności według punktu 3.

4.3.3. Postępowanie

4.3.3.1. Oznaczanie gęstości objętościowej gruntu ρ

Na powierzchni badanego gruntu układa się szablon tak, by przylegał na całej powierzchni do gruntu, i wykonuje się w gruncie dołek o głębokości 8 - 15 cm, o kształcie zbliżonym do stożka ściętego, po czym oznacza się masę wybranego gruntu M oraz jego wilgotność w.

W celu określenia objętości dołka V_d przykrywa się go folią i napełnia całkowicie wodą, jednak tak, aby woda nie wypływała ponad krawędzią (rys. 3-4).



Rys. 3-4. Dołek po napełnieniu wodą

(pokazano pomiar na nachylonej powierzchni)

Objętość dołka V_d oblicza się ze wzoru:

$$V_d = V_w - \frac{\Pi d^2}{4}\left(h_s - \frac{h_w}{2}\right) \qquad (7)$$

gdzie:

V_w - objętość wody potrzebnej do wypełnienia, cm^3

d - średnica otworu szablonu, cm

h_s - grubość szablonu, cm

h_w - odległość zwierciadła wody od krawędzi szablonu, wynikająca z nachylenia powierzchni badanego gruntu, cm

Jako gęstość objętościową gruntu ρ przyjmuje się wynik obliczeń według punktu 4.1.3.2b dla jednego oznaczenia.

4.3.3.2. Oznaczanie wilgotności w - wykonuje się według punktu 4.1.3.3.

4.3.3.3. Oznaczanie gęstości objętościowej szkieletu gruntowego ρ_d - wykonuje się według punktu 4.1.3.4.

4.4. Oznaczanie gęstości objętościowej szkieletu gruntowego przy użyciu pierścienia lub cylindra

4.4.1. Zasada metody

Zasada metody IV jest taka sama jak opisana w punkcie 4.1.1, przy czym do pomiaru objętości badanego gruntu używa się nieodkształcalnego pierścienia lub cylindra wciskanego w grunt. Pierścień stosuje się w przypadku gruntów spoistych, cylinder zaś w przypadku gruntów niespoistych.

4.4.2. Przyrządy i materiały

Do oznaczenia potrzebny jest następujący sprzęt:

a) waga techniczna umożliwiająca określanie masy z dokładnością 0,1%,

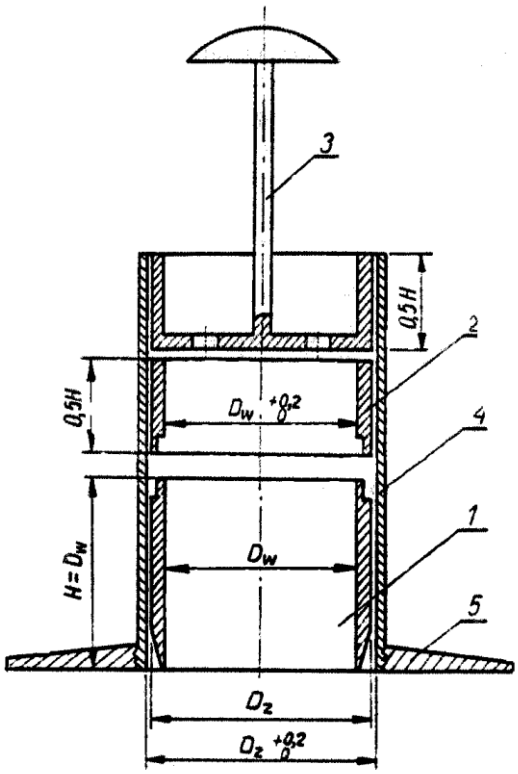
b) urządzenie do wciskania pierścienia,

c) cylinder o średnicy nie mniejszej niż 8 cm i wysokości równej 0,9 -1,1 średnicy,

d) nóż z ostrzem o prostej krawędzi.

UWAGA Do oznaczania należy używać pierścieni lub cylindrów o znanych masach i objętościach wewnętrznych.

Urządzenie do wciskania pierścieni pokazano na rys. 3-5. Pierścień właściwy (1) jest wciskany za pośrednictwem pierścienia prowadzącego (2) i trzpienia dociskowego (3). Prowadzenie pierścieni (1) i (2) zapewnia tuleja (4), na którą od spodu można nakręcić pierścień podstawy (5), zapewniający prostopadłość ustawienia pierścienia (1) w stosunku do wyrównanej powierzchni gruntu.



Rys. 3-5. Urządzenie do wciskania pierścieni (przykład konstrukcji wg PN - 88/B - 04481)

Oznaczenia: 1 - pierścień właściwy, 2 - pierścień prowadzący, 3 - trzpień dociskowy, 4 - tuleja, 5 - podstawa

4.4.3. Postępowanie

Próbki NNS pobiera się z:

a) zagęszczonej warstwy,

b) wykopu,

c) bryły gruntu o wymiarach większych od stosowanego cylindra lub pierścienia.

Powierzchnię gruntu w miejscu badania należy wyrównać nożem, a następnie równomiernie naciskając zagłębiać cylinder (pierścień) tak, aby nie powstawały szczeliny między ścianką cylindra (pierścienia) a wycinaną próbką. Właściwy pierścień (1) należy wcisnąć tak, aby powierzchnia gruntu sięgała 0,4 - 0,5 wysokości pierścienia prowadzącego (2).

Następnie napełniony cylinder (pierścień) należy oczyścić z zewnątrz z gruntu, wyrównać grunt równo z krawędziami i zważyć wraz ze znajdująca się w nim próbką.

UWAGA Dla kontroli wyników wykonuje się dwa pomiary obok siebie, w odległości do 1 m.

4.4.4. Obliczanie gęstości objętościowej gruntu ρ

Gęstość objętościową gruntu ρ oblicza się w g/cm^3 według wzoru:

$$\rho = \frac{m_m}{V} = \frac{m_{st} - m_t}{V_p} \quad (8)$$

gdzie:

m_m - masa próbki gruntu, g

V - objętość próbki gruntu, cm^3

m_{st} - masa pierścienia lub cylindra wraz z gruntem, g

m_t - masa pierścienia lub cylindra, g

V_p - wewnętrzna objętość pierścienia lub cylindra, cm^3

Jako wynik ostateczny przyjmuje się średnią arytmetyczną wyników z pomiarów. Jeżeli różnica wyników przekracza 5% wartości średniej, należy wykonać trzecie oznaczanie i jako wynik przyjąć średnią arytmetyczną z dwóch najmniej różniących się wartości.

4.4.5. Oznaczanie wilgotności gruntu w i gęstości objętościowej szkieletu gruntowego ρ_d

Wykonuje się według punktu 4.1.3.3 i 4.1.3.4.

5. Oznaczanie wilgotności optymalnej w_{opt} i maksymalnej gęstości objętościowej szkieletu gruntowego ρ_{ds}

5.1. Zasada metody

Oznaczenie polega na określeniu gęstości objętościowej szkieletu ρ_d po zagęszczeniu gruntu przez ubijanie go przy wilgotności optymalnej w_{opt} jedną ze znormalizowanych metod Proctora (wilgotność optymalna w_{opt} jest wilgotnością, przy której zagęszczany grunt uzyskuje maksymalną gęstość objętościową szkieletu gruntowego $\rho_{ds.}$). Wartość w_{opt} oraz ρ_{ds} dla danego gruntu zależy od stosowanej metody ubijania.

W zależności od wielkości używanego cylindra, liczby zagęszczanych warstw, liczby i wysokości spadania ubijaka, rozróżnia się pięć metod zagęszczenia próbek gruntu. Wybór metody zależy od rodzaju gruntu (wielkości ziaren) i programu badań.

- Metoda i (normalna) - grunt umieszcza się w małym cylindrze (tab. 3-1), w trzech warstwach, zagęszczając każdą warstwę 25 uderzeniami lekkiego ubijaka (tab. 3-2), spadającego z wysokości 320 ±1 mm, co odpowiada jednostkowej pracy zagęszczania wynoszącej 0,59 dżula na 1 cm^3 gruntu,

- Metoda II (normalna) - grunt umieszcza się w cylindrze dużym (tab. 3-1), w trzech warstwach, zagęszczając każdą warstwę 55 uderzeniami ubijaka lekkiego (tab. 3-2), spadającego z wysokości 320 ±1 mm, co odpowiada jednostkowej pracy zagęszczania wynoszącej 0,59 dżula na 1 cm^3 gruntu,
- Metoda III (zmodyfikowana) - grunt umieszcza w cylindrze małym (tab. 3-1), w pięciu warstwach, zagęszczając każdą warstwę 25 uderzeniami ubijaka ciężkiego (tab. 3-2), spadającego z wysokości 480 ±1 mm, co odpowiada jednostkowej pracy zagęszczania wynoszącej 2,65 dżula na 1 cm^3 gruntu,
- Metoda IV (zmodyfikowana) - grunt umieszcza się w cylindrze dużym (tab. 3-1), w pięciu warstwach, zagęszczając każdą warstwę 55 uderzeniami ubijaka ciężkiego (tab. 3-2), spadającego z wysokości 480 ±1 mm, co odpowiada jednostkowej pracy zagęszczania wynoszącej 2,65 dżula na 1 cm^3 gruntu,
- Metoda V (normalna) - grunt umieszcza się w cylindrze dużym (tab. 3-1), w trzech warstwach, zagęszczając każdą warstwę 22 uderzeniami ubijaka ciężkiego (tab. 3-2), spadającego z wysokości 450 ± 1 mm, co odpowiada jednostkowej pracy zagęszczania wynoszącej 0,60 dżula na 1 cm^3 gruntu.

Tablica 3-1 Wymagania dla cylindrów

Typ cylindra	Objętość V [dm^3]	Średnica		Wysokość h = h_n [mm]
		D_w [mm]	D_z [mm]	
1	2	3	4	5
Mały	1,0 ±0,003	112,8 ±0,2	120,0 ±0,5	100,0 ±0,2
Duży	2,2 ±0,006	152,4 ±0,2	162,0 ±0,5	120,6 ±0,2

Tablica 3-2 Wymagania dla ubijaków

Typ ubijaka	Masa ubijaka [kg]	Wysokość opuszczania H_u [mm]	Średnica d_u [mm]	Typ cylindra
1	2	3	4	5
Lekki	2,5 ±0,005	320 ±1	50,8 ±0,2	mały
			76,8 ±0,2	duży
Ciężki	4,5 ±0,005	480 ±1	50,8 ±0,2	mały
			76,8 ±0,2	duży

5.2. Przyrządy i materiały

a) dwa cylindry z nadstawkami, mały i duży, o kształcie wg rys. 3-6 i wymiarach wg tab. 3-1.

Pojemności cylindrów należy określić z dokładnością:

1,0 cm^3 - w przypadku cylindrów małych

2,0 cm^3 - w przypadku cylindrów dużych

Masy cylindrów należy określić z dokładnością wynoszącą odpowiednio 1 i 2 g.

UWAGA 1 W przypadku metody V, pojemności i masy cylindrów określa się razem z nastawkami

b) dwa ubijaki, o kształcie wg rys. 3-7 oraz masach i średnicach wg tab. 3-2.

UWAGA 2 Zamiast ubijaków ręcznych można stosować ubijaki mechaniczne

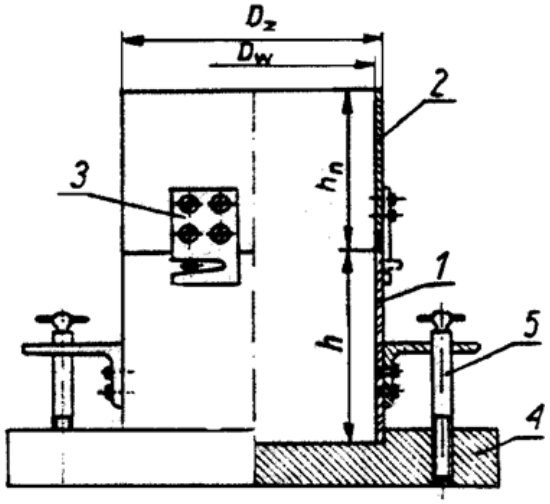
c) sita z oczkami kwadratowymi o boku 6, 10, 31,5 mm,

d) waga o dokładności nie mniejszej niż 1 g,

e) przyrządy do oznaczania masy i wilgotności według punktu 3,

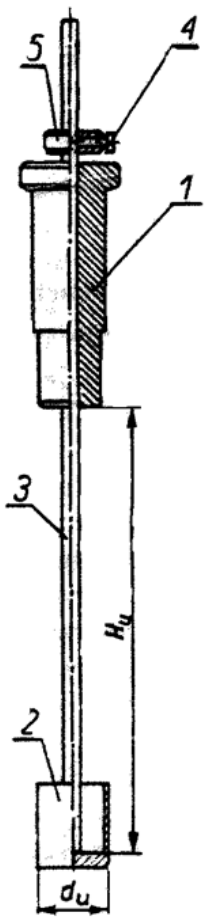
f) szczelnie zamykane naczynia o objętości 8 - 10 dm^3,

g) sztywna linia stalowa długości 25 - 30 cm z ostrą krawędzią.



Rys. 3-6. Cylinder z nastawką (przykład konstrukcji wg PN - 88/B - 04481)

Oznaczenia: 1 - cylinder, 2 - nadstawka, 3 - zamek łączący nadstawkę z cylindrem, 4 - podstawa, 5 - śruby mocujące cylinder do podstawy



Rys. 3-7. Ubijak ręczny (przykład konstrukcji wg PN - 88/B - 04481)

Oznaczenia: 1 - ubijak, 2 - tzw. szklanka, 3 - pręt prowadzący, 4 - ogranicznik wysokości, 5 - śruba ogranicznika wysokości

5.3. Przygotowanie próbki

Do oznaczania maksymalnej gęstości objętościowej szkieletu gruntowego ρ_{ds} należy przygotować próbkę gruntu NU. Grunt pobiera się w sąsiedztwie dołka powstałego przy oznaczaniu gęstości objętościowej szkieletu gruntowego według punktu 4.

UWAGA 1 Maksymalną gęstość objętościową szkieletu gruntowego ρ_{ds} określa się dla każdego rodzaju gruntu, jednak nie mniej niż jedno oznaczenie ρ_{ds} na każde 10 oznaczeń ρ_d.

UWAGA 2 Ze względu na rozsortowywanie się gruntów (zwłaszcza gruboziarnistych), badania próbek pobranych ze składowiska nie są miarodajne i mogą być wykonywane tylko na życzenie zleceniodawcy.

Masa próbki gruntu w stanie powietrzno-suchym powinna wynosić 2,5 - 3,0 kg na 1 dm^3 objętości użytego cylindra, z uwzględnieniem uwag podanych w punkcie 5.4 (w przypadku gruntów drobnoziarnistych do badań wystarcza zazwyczaj ok. 3 dm^3, tj. ok. 6 kg).

Grunt próbki należy rozdrobnić i przesiać przez sito z oczkami kwadratowymi o bokach:

- 6 mm w przypadku metody i lub III,

- 10 mm w przypadku metody II lub IV,

- 31,5 mm w przypadku metody V.

Pozostałość na sicie należy zważyć i określić jej procentową zawartość w próbce. Następnie przesianą część próbki należy zmieszać z wodą destylowaną lub pitną w ilości 60 cm^3 dla gruntów niespoistych (sypkich) lub w ilości 100 - 150 cm^3 dla gruntów spoistych, licząc na 1 dm^3 objętości cylindra. Po dokładnym wymieszaniu gruntu z wodą należy umieścić go w szczelnie zamkniętym naczyniu na co najmniej 15 h.

5.4. Postępowanie

Przygotowaną próbkę gruntu należy ubijać w cylindrze stosując liczbę uderzeń i liczbę układanych warstw gruntu w zależności od rodzaju przyjętej metody zagęszczania (patrz punkt 5.1).

Po zagęszczeniu drugiej warstwy - w przypadku metod I, II i V, lub czwartej warstwy - w przypadku metod III i IV, na cylindrze należy umieścić nadstawkę.

Ilości gruntu przypadające na poszczególne warstwy należy dobierać tak, aby po ubiciu ostatniej warstwy grunt wystawał 5 - 10 mm ponad górną krawędź cylindra. Po ułożeniu każdej warstwy gruntu należy jej powierzchnię wyrównać i przed przystąpieniem do ubijania lekko ugnieść. Przed ułożeniem w cylindrze następnej warstwy gruntu, powierzchnię poprzednio ubitej warstwy należy zdrapać (porysować) ostrzem noża.

Każda warstwa gruntu powinna być równomiernie zagęszczona zgodnie z zasadami podanymi dla stosowanej metody w punkcie 5.1. w czasie ubijania gruntu cylinder powinien stać na sztywnym podłożu.

W przypadku metod i - IV, po ubiciu ostatniej warstwy należy zdjąć nadstawkę i nadmiar gruntu ściąć linią, prowadząc ją od środka ku krawędzi, następnie zaś zważyć cylinder z gruntem (m_{m1}) i oznaczyć gęstość objętościową szkieletu gruntowego (ρ_d) wg wzoru 8.

W przypadku metody V, po ubiciu ostatniej warstwy nadmiaru gruntu nie ścina się , natomiast w co najmniej 8 miejscach mierzy się odległość powierzchni gruntu od krawędzi nadstawki, oblicza się odległość średnią i objętość ubitego gruntu V. Następnie cylinder z nadstawką i gruntem waży się (m_{m1}) i oblicza się według wzoru 8 gęstość objętościową szkieletu gruntowego (ρ_d).

Po wyjęciu próbki z cylindra należy oznaczyć średnią wilgotność ubitego gruntu (w), pobierając go z co najmniej dziesięciu miejsc próbki o łącznej masie według 3.3.

Następnie grunt należy rozdrobnić i dodać tyle wody destylowanej lub pitnej, aby wilgotność gruntu zwiększyła się o 1 - 2%, ponownie umieścić grunt w cylindrze, i ubijać jak poprzednio.

Czynności te należy powtarzać do chwili, gdy masa cylindra z gruntem (m_{m1}) zacznie się zmniejszać. Badania należy przerwać również wtedy, gdy:

1) z badanego gruntu wycieka grawitacyjnie woda,

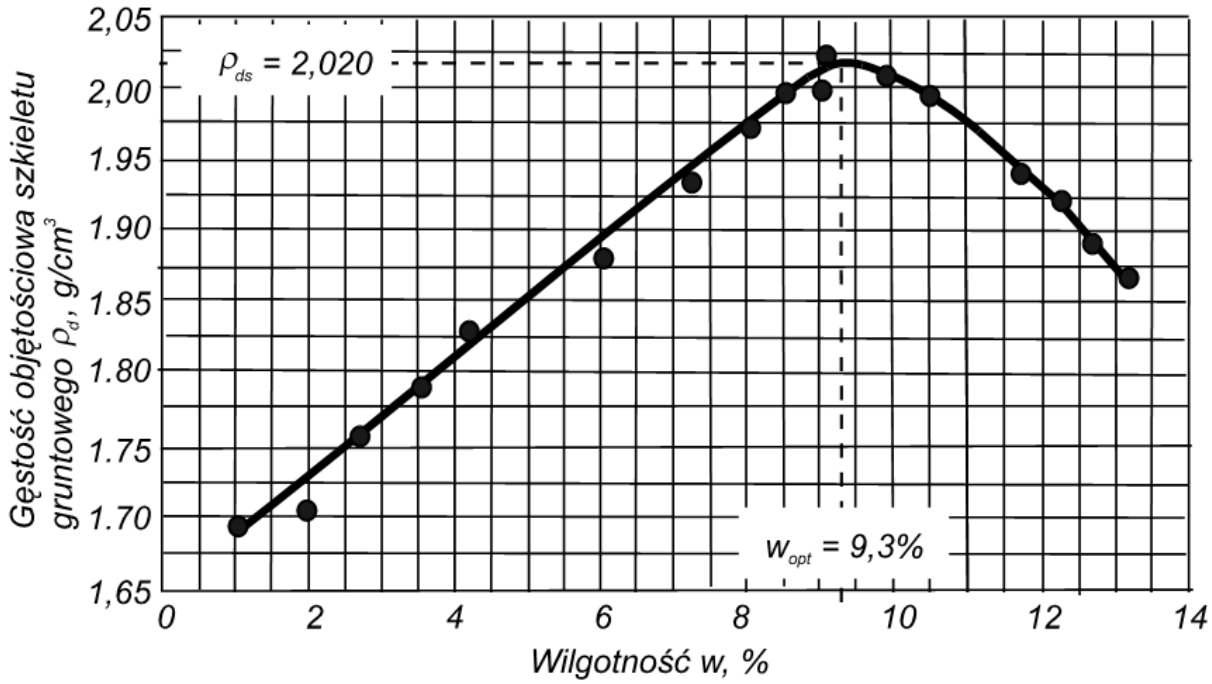
2) woda pokrywa powierzchnię gruntu w cylindrze.

UWAGA 1 Dopuszcza się najwyżej 5-krotne zagęszczanie gruntu tej samej próbki przy różnych wilgotnościach, przy czym w przypadku metody V, zagęszczanie tego samego materiału dopuszcza się pod warunkiem uprzedniego sprawdzenia, że przy danej liczbie zagęszczeń, zmiany ρ_d wynikające z kruszenia się materiału nie są większe niż 0,02 g/cm^3. Jeśli różnica jest większa, liczbę zagęszczeń tego samego materiału należy zmniejszyć.

UWAGA 2 W przypadku gruboziarnistych kruszyw łamanych, do każdego zagęszczania zaleca się brać nowy materiał.

5.5. Obliczanie wyników

Po oznaczeniu wilgotności w i gęstości objętościowej szkieletu gruntowego ρ_d, należy sporządzić wykres zależności ρ_d od w, a następnie odczytać w_{opt} oraz ρ_{ds} (przykładowy wykres pokazano na rys. 3-8). Jako wilgotność optymalną w_{opt} przyjmuje się wilgotność odpowiadającą maksymalnej gęstości objętościowej szkieletu gruntowego ρ_{ds}.



Rys. 3-8. Wykres zależności ρ_d od w (przykład)

UWAGA W celu kontroli poprawności wyników, zaleca się na wykresie według rys. 3-8 nanieść linię odpowiadającą pełnemu nasyceniu gruntu wodą, tzn. warunkowi $S_r = 1$, zgodnie z równaniem:

$$\rho_d = \frac{100\rho_s\rho_w}{100\rho_w + \rho_s w} \quad (9)$$

gdzie:

S_r - stopień wilgotności gruntu, cz. j.

ρ_s - gęstość materiału szkieletu gruntowego, g/cm^3 (można przyjąć ρ_s = 2,65 g/cm^3)

ρ_w - gęstość wody, g/cm^3 (można przyjąć ρ_w = 1,00 g/cm^3)

w - wilgotność gruntu, %

Następnie uzyskane z wykresu wartości w_{opt} i $\rho_{ds.}$ koryguje się w zależności od masy grubszych ziaren odsianych z próbki (patrz punkt 5.3).

- Jeżeli masa odsianych z próbki grubszych ziaren wyniosła ≤5% całkowitej masy szkieletu gruntowego próbki, to wartości wilgotności optymalnej i maksymalnej gęstości objętościowej szkieletu gruntowego należy przyjąć równe wartościom odczytanym z wykresu według rys. 3-8.
- Jeżeli masa odsianych z próbki grubszych ziaren wyniosła >5% i <25% całkowitej masy szkieletu gruntowego próbki, to wartości wilgotności optymalnej i maksymalnej gęstości objętościowej szkieletu gruntowego należy przeliczyć według wzorów:

a) wilgotność optymalna gruntu w_{opt}, %

$$w_{opt}=(1-x)w'_{opt} \quad (10)$$

gdzie:

x - stosunek masy usuniętych grubszych ziaren do masy szkieletu całej próbki,

w'_{opt} - wilgotność optymalna gruntu odczytana wykresu 3-8.

b) maksymalna gęstość objętościowa szkieletu gruntowego ρ_{ds}, g/cm^3

$$\rho_{ds} = \frac{\rho_s\rho'_{ds}}{\rho_s - x(\rho_s - \rho'_{ds})} \quad (11)$$

gdzie:

ρ_s - gęstość materiału szkieletu gruntowego, g/cm^3 (można przyjąć ρ_s = 2,65 g/cm^3)

ρ'_{ds} - maksymalna gęstość objętościowa szkieletu gruntowego odczytana z wykresu 3-8, g/cm^3

x - stosunek masy usuniętych grubszych ziaren do masy szkieletu całej próbki

6. Obliczanie wskaźnika zagęszczenia gruntu I_s

Wskaźnik zagęszczenia gruntu I_s oblicza się wg wzoru:

$$I_s = \frac{\rho_d}{\rho_{ds}} \quad (12)$$

gdzie:

ρ_d - gęstość objętościowa szkieletu gruntowego według punktu 4, g/cm^3

ρ_{ds} - maksymalna gęstość objętościowa szkieletu gruntowego według punktu 5, g/cm^3

Wynik obliczeń podaje się z zaokrągleniem do trzeciego miejsca po przecinku.

7. Sprawozdanie z badań

Sprawozdanie z badań powinno zawierać co najmniej następujące informacje:

1) nazwę i adres laboratorium wykonującego badanie,
2) dokładne miejsce pobrania próbki lub wykonania badania w terenie (nazwa linii, kilometr, numer toru, odległość od osi toru),
3) datę pobrania próbki lub wykonania badania w terenie,
4) rodzaj badanego lub pobranego materiału,
5) w zakresie wilgotności gruntu:
    - masę pobranej próbki,
    - wartość wilgotności,
6) w zakresie gęstości objętościowej szkieletu gruntowego w terenie:
    - masę wybranego materiału lub pobranej próbki,
    - metodę oznaczania gęstości objętościowej szkieletu gruntowego,
    - wartość gęstości,
7) w zakresie wilgotności optymalnej i maksymalnej gęstości objętościowej szkieletu gruntowego:
    - łączną masę gruntu użytego do badań,
    - metodę oznaczania maksymalnej gęstości objętościowej szkieletu gruntowego,
    - maksymalną liczbę zagęszczeń tego samego gruntu,
    - wykres ilustrujący zależność gęstości objętościowej szkieletu gruntowego od jego wilgotności, z podaniem wilgotności optymalnej gruntu i maksymalnej gęstości objętościowej szkieletu gruntowego,

8) powołanie się na niniejszy załącznik (ze wskazaniem ewentualnych odstępstw).

Ponadto, sprawozdanie może zawierać:

a) informacje o czynnikach mogących wpłynąć na wyniki lub je wyjaśnić,

b) poświadczenie technicznego nadzoru inwestorskiego.

Załącznik 4 Procedury kontroli zagęszczenia gruntów metodami wskaźnikowymi (I)

1. Procedury według niniejszego załącznika umożliwiają skrócenie czasu oceny zagęszczenia, jak również ograniczenie pracochłonnych badań bezpośrednich metodami wzorcowymi, wyeliminowanie błędów wynikających z mniejszej dokładności metod pośrednich, wykorzystanie dostępnego sprzętu badawczego.
2. Procedury te polegają na:
   1) bieżącej kontroli robót (wg p. 3),
   2) wykorzystaniu pomiarów płytą dynamiczną (wg rys. 4-1),
   3) wykorzystaniu pomiarów płytą statyczną (wg rys. 4-2).
3. Procedury stosuje się według następujących zasad:
   1) bieżąca kontrola robót powinna obejmować pas robót na całej jego szerokości (w przypadku warstw ochronnych - szerokość torowiska),
   2) pomiary wykonuje się w odległości co najmniej 1 m od krawędzi podtorza (w przypadku wzmocnień torowiska - na szerokości pasa obciążenia eksploatacyjnego),
   3) określenie "odcinek" odnosi się do podtorza lub jego wzmocnienia o jednakowej konstrukcji, wykonanego tą samą technologią i w podobnych warunkach atmosferycznych, przy czym długość "odcinka" nie może przekraczać długości podlegającej odbiorowi,
   4) jeśli uzgodniono, że wyniki badań według procedury 2.2 lub 2.3 mają być parametrami odbiorowymi, to:
      a) wybrana procedura powinna być uwzględniona w systemie kontroli jakości robót (zob. § 50),
      b) wszystkie wyniki badań muszą być potwierdzane przez przedstawiciela nadzoru inwestorskiego.
4. Bieżąca kontrola obejmuje sprawdzanie ustalonej technologii zagęszczania i wizualną ocenę wykonanych prac na odcinku:
   1) o prawidłowym zagęszczaniu gruntu może świadczyć równa powierzchnia torowiska za urządzeniem zagęszczającym,
   2) na niedostateczne zagęszczenie gruntu mogą wskazywać:
      a) duże drgania wibracyjnie zagęszczanego materiału (jego upłynnianie się, podskakiwanie ziaren),
      b) zwiększona w stosunku do ustalonej prędkość robocza maszyny zagęszczającej (sprawdzenie według rejestratora maszyny lub na podstawie postępu prac),

c) zagłębianie się podkładów w zagęszczoną warstwę ochronną,

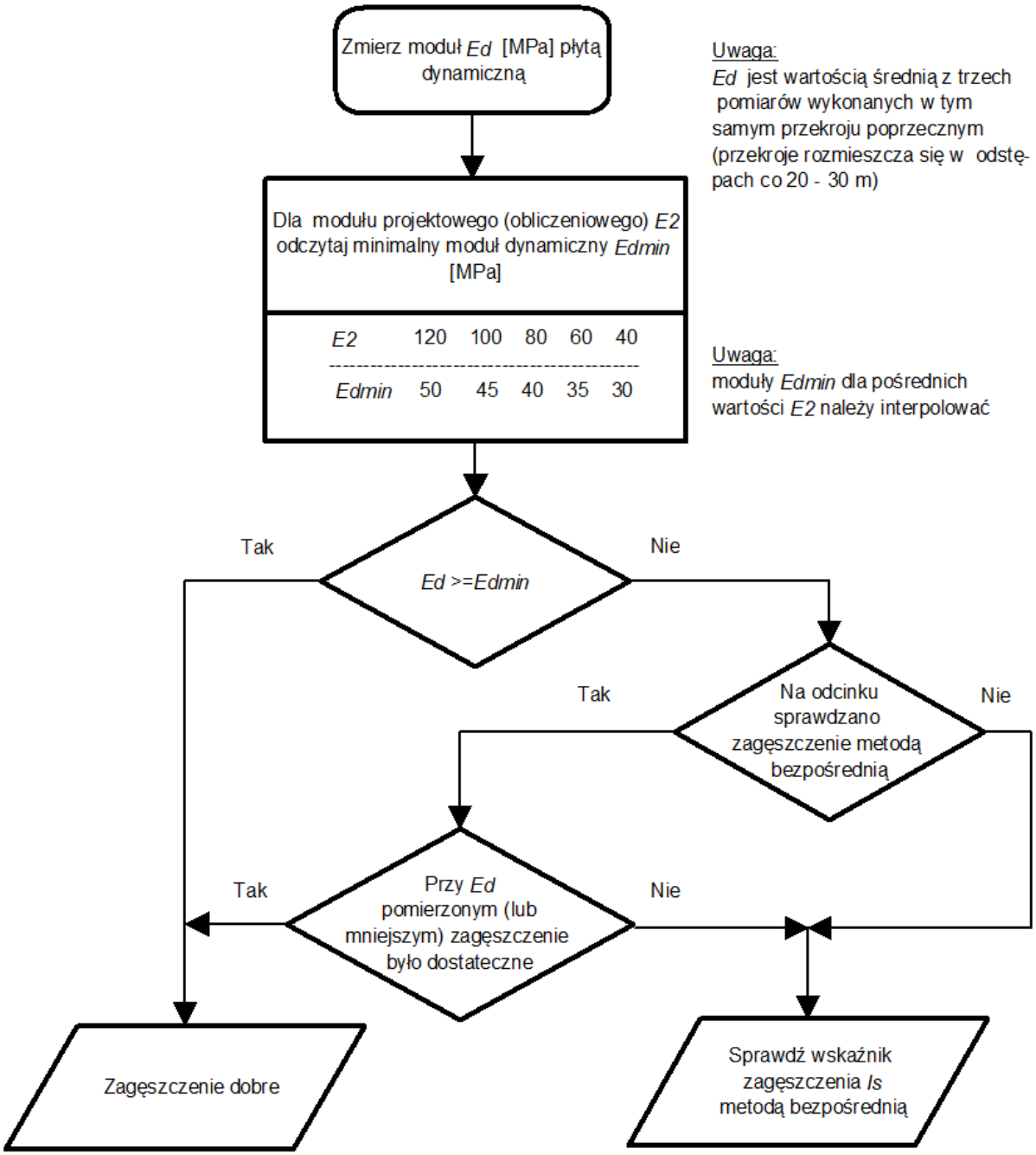
d) ślady stóp na zagęszczonej warstwie,

e) oznaki zbyt małej wilgotności zagęszczanego gruntu (jego pylenie),

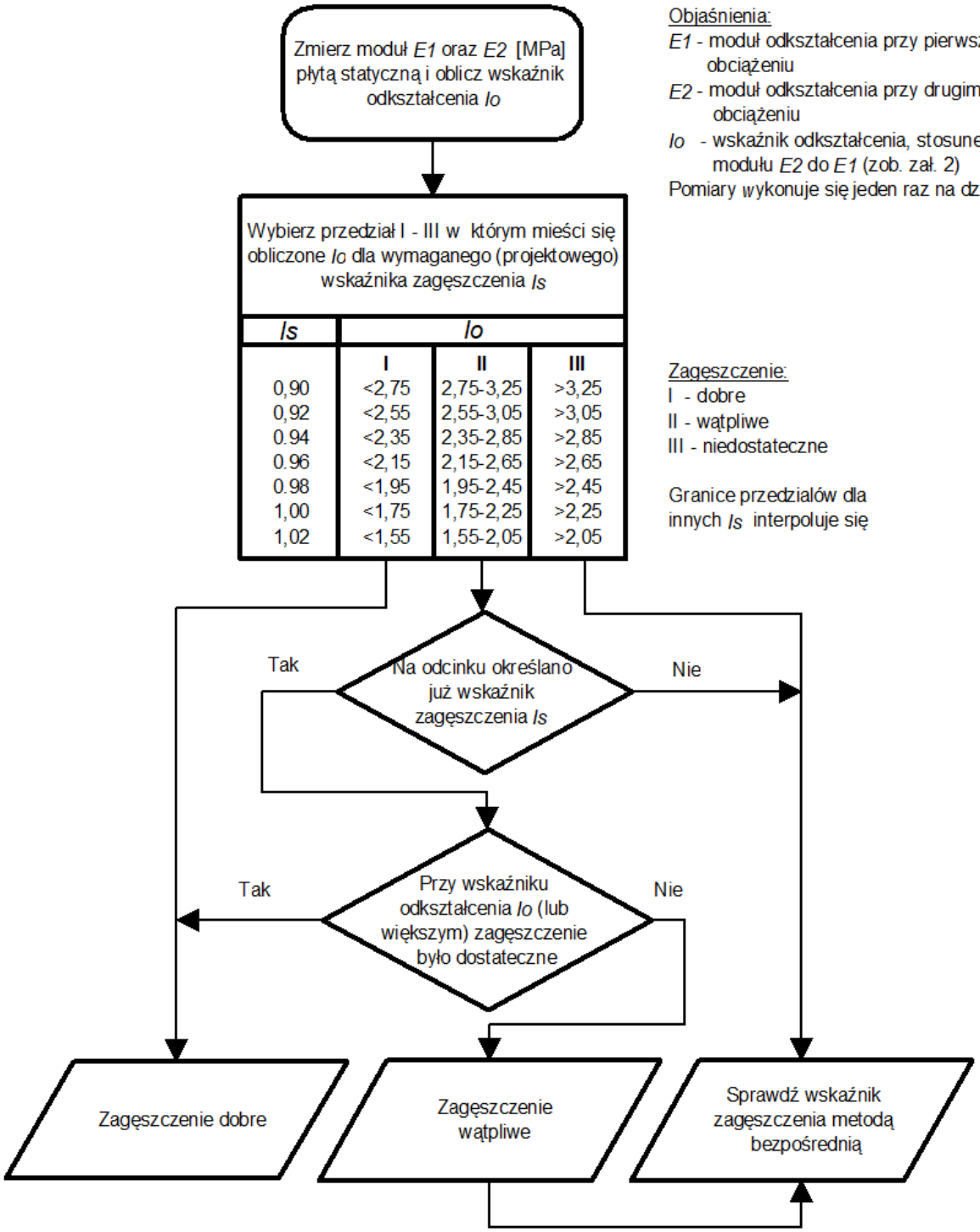
f) oznaki zbyt dużej wilgotności zagęszczanego gruntu (wyciekanie wody, pofałdowana powierzchnia warstwy, obniżenia powierzchni przy jej krawędzi),

g) mniejsza od planowanej liczba przejść maszyny zagęszczającej po tym samym śladzie,

h) niejednorodność zagęszczonego materiału.



Rys. 4-1. Procedura kontroli zagęszczenia z użyciem płyty dynamicznej



Rys. 4-2. Procedura kontroli zagęszczenia z użyciem płyty statycznej

(badania płytą wg zał. 2)

Załącznik 5 Zastosowanie geosyntetyków (I)

1. Rodzaje geosyntetyków i ich funkcje

Geosyntetyki są wyrobami z tworzyw sztucznych, produkowanymi najczęściej z następujących surowców: polipropylen (PP), poliester (PES), polietylen (PE), polietylen o dużej gęstości (PE-HD), poliamid (PA), aramid (A), poliwinylochloryt (PCV).

Rodzaje, właściwości i funkcje tych materiałów zależą od technologii ich produkcji (tab. 5-1).

W przypadku podtorza największe znaczenie mają funkcje wymienione w normie PN-EN 13250:2000, mianowicie:

1) oddzielanie (separacja) - S,
2) filtrowanie - F,
3) zbrojenie (wzmacnianie) - R.

Geosyntetyki mogą spełniać również inne funkcje, takie jak drenowanie, zabezpieczanie (ochrona) i uszczelnianie (izolowanie), a także dwie lub kilka funkcji jednocześnie. Najczęściej stosuje się materiały spełniające następujące funkcje (tab. 5-2):

1) filtrowanie	F
2) zbrojenie	R
3) filtrowanie i zbrojenie	F+R
4) filtrowanie i rozdzielanie	F+S
5) zbrojenie i rozdzielanie	R+S
6) filtrowanie, zbrojenie i rozdzielanie	F+R+S

2. Przykłady zastosowań geosyntetyków w podtorzu kolejowym

Spełniane funkcje określają przydatność geosyntetyku do poszczególnych zastosowań w podtorzu kolejowym. Przykłady zastosowań przedstawiono w tab. 5-3.

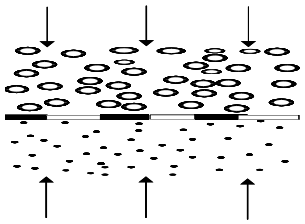
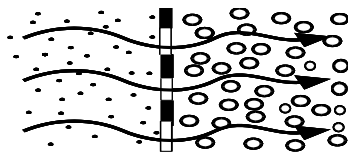
Każda konstrukcja z zastosowaniem geosyntetyku powinna być uzasadniona odpowiednimi badaniami i obliczeniami, gwarantującymi użycie odpowiedniego materiału zgodnie ze stawianymi wymaganiami.

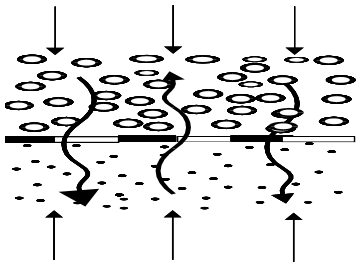
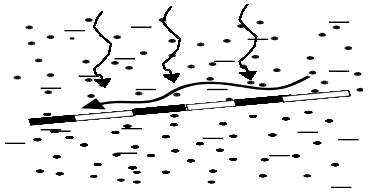
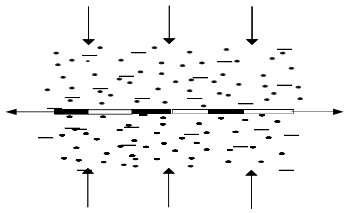
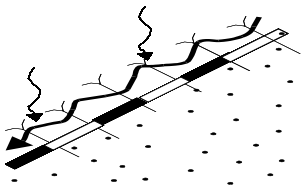
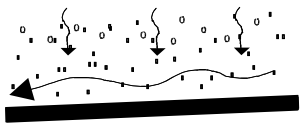
Tablica 5-1 Rodzaje geosyntetyków

Rodzaj			Charakterystyka	Pełnione funkcje
1			2	3
Materiały przepuszczalne	Geotekstylia	geowłóknina	Wyrób tekstylny wytwarzany metodą mechaniczną (igłowanie), chemiczną (klejenie) lub termiczną (zgrzewanie) z włókien ciągłych lub ciętych ułożonych w sposób przypadkowy.	- oddzielanie - filtrowanie - drenowanie
		geotkanina	Wyrób tekstylny wytwarzany metodą tkacką z włókien ciągłych, ciętych lub tasiemek splecionych ze sobą prostopadle.	- oddzielanie - wzmacnianie
		geosiatka: - dwuosiowa o oczkach kwa-dratowych - jednoosiowa o oczkach wy-dłużonych	Wyróżnia się geosiatkę o: węzłach przeplatanych, wytwarzaną metodą tkacką z włókien polimerowych, włókien lub pasemek szklanych, węzłach sztywnych; wytwarzaną przez mechaniczno-termiczną obróbkę surowca z włókien polimerowych.	zbrojenie
		geomata	Wyrób dużej porowatości, płaski lub trójwymiarowy, składający się z odpowiednio dobranych i powiązanych ze sobą mechanicznie włókien syntetycznych.	zabezpieczanie
		geokompozyt	Materiał składający się z dwóch i większej liczby różnych warstw geosyntetycznych, zazwyczaj jest to: włóknina + tkanina, włóknina + siatka.	w zależności od kombinacji
	Geokraty	georuszt	Przestrzenna konstrukcja składająca się z siatki i żeber (płaskie kratownice), które po zmontowaniu tworzą prostopadłościenne komórki.	wzmacnianie podłoży, np. nasypów
		geokrata komórkowa	Nietkany wyrób typu „plaster miodu” z polietylenu wysokiej gęstości (PE-HD).	- wzmacnianie - zabezpieczanie

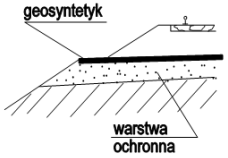
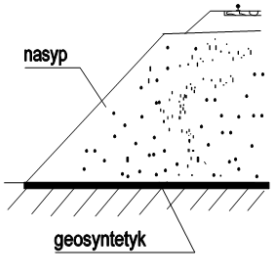
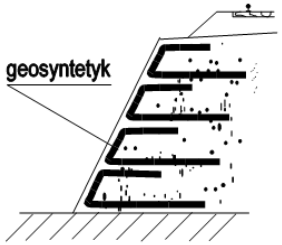
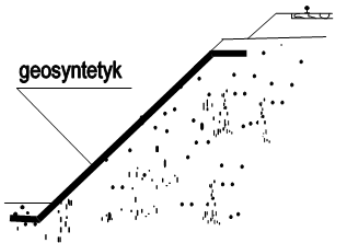
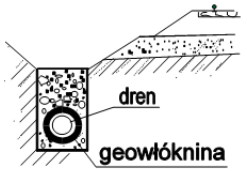
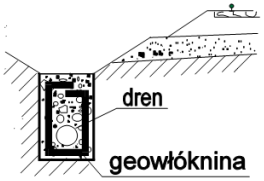
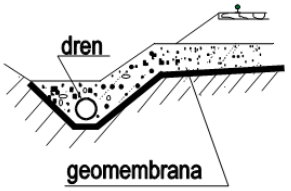
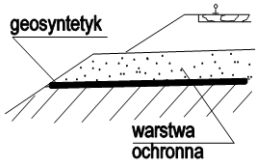
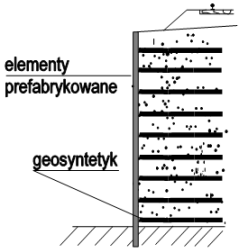
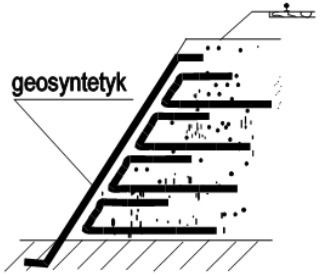
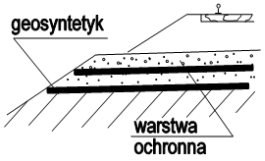
Rodzaj		Charakterystyka	Pełnione funkcje
1		2	3
Materiały nieprzepuszczalne	Geomembrana	Materiał o jednorodnej strukturze z polimerowych tworzyw sztucznych (np. polietylen wysokiej gęstości PE-HD, PCV).	izolowanie (hydroizolacja)
	Folia uszczelniająca	Płaska, cienka powłoka syntetyczna.	
	Geomembrana kompozytowa	Kompozyt o strukturze wielowarstwowej, złożony np. z: dwu lub wielu warstw jednorodnych geomembran, tkaniny polipropylenowej powleczonej jedno lub dwustronnie folią polietylową lub dwustronnie masą włókninową, różnych materiałów syntetycznych i mineralnych, np. mata bentonitowa (warstwa sodowego iłu bentonitowego osadzona pomiędzy dwiema warstwami geotekstylnymi).	

Tablica 5-2 Funkcje geosyntetyków

Funkcja	Charakterystyka funkcji
1	2
1. Oddzielająca 	Rozdzielanie warstw gruntu o różnym uziarnieniu. Zapobieganie migracji drobnych cząstek gruntu (np. iłów, pyłów, piasku pylastego) w przestrzenie gruntu zawierającego ziarna o większych wymiarach (żwir, tłuczeń). Niekontrolowane mieszanie się takich materiałów pogarsza stateczność i może spowodować awarię budowli.
2. Filtrująca 	Filtrowanie wody przepływającej w płaszczyźnie poprzecznej do ma-teriału z jednoczesną kontrolą migracji cząstek gruntu. Filtry zatrzy-mują drobne cząstki gruntu niesione wraz z wodą z otaczającego podłoża do czasu aż nastąpi równowaga, w której z takiego filtru w nieskończenie długim czasie swobodnie wypływa czysta woda.

Funkcja	Charakterystyka funkcji
1	2
3. Oddzielająco - filtrująca 	Filtrowanie wody, jej odprowadzanie, szybkie wyrównywanie ciśnień, jak również oddzielanie drobnych cząstek gruntu w celu zabezpieczenia przed ich migracją w kierunku warstw bardziej porowatych.
4. Drenująca 	Prowadzenie wód wzdłuż materiału w systemach drenażowych oraz oddzielanie elementów prowadzących wodę od innych warstw gruntu. Aby wyroby te działały jako dreny odprowadzające wodę, muszą posiadać odpowiednią przepuszczalność wzdłuż materiału.
5. Wzmacniająca 	Równomierne rozkładanie naprężeń i ograniczanie odkształceń budowli i podłoża. w budowlach ziemnych materiał taki stanowi swoisty rodzaj zbrojenia gruntu.
6. Zabezpieczająca 	Powierzchniowe zabezpieczanie przed erozją skarpy, która jest w stanie geotechnicznej stabilności.
7. Izolująca 	Zabezpieczanie (uszczelnianie) podłoża gruntowego przed przenikaniem wód i cieczy.

Tablica 5-3 Przykłady zastosowań geosyntetyków w podtorzu kolejowym w zależności od pełnionych funkcji

Wzmacnianie			Zabezpieczanie (ochrona skarp przed erozją powierzchniową)	Filtrowanie (odwadnianie podtorza)	Izolowanie (hydroizolacja torowisk)
torowisk	podłoża nasypów	skarp			
1	2	3	4	5	6
a) pod podsypką (wyjątkowo) 		a) o pochyleniu > 45° 	a) niezbrojonych 	a) drenaż rurowy  	
b) pod warstwą ochronną 		b) stromych (o pochyle-niu 80 - 90°) 	b) zbrojonych 	b) drenaż kamienny (tzw. francuski) 	
c) zbrojenie gruntu warstwy ochronnej 					

Załącznik 6 Wymagania dla geosyntetyków (N)

1. Wymagania ogólne

   1) Informacja o każdym wyrobie geosyntetycznym powinna być zgodna z normą PN-EN 13250:2002 lub zawierać:

      a) identyfikację wyrobu:

         - nazwę, rodzaj i typ (symbol),
         - nazwę i adres producenta,
         - datę produkcji,
         - wymiary wyrobu (szerokość, długość, masa),
         - rodzaj opakowania (np. bela, sekcja),

      b) skład surowcowy,

      c) funkcje wyrobu (S, F, R),

      d) podstawowe parametry techniczne wyrobu odpowiednie do spełnianych funkcji i inne wymagane przez użytkowników,

      e) tekst: „Przewidywana trwałość przez co najmniej dwadzieścia pięć lat, w gruntach naturalnych o 4 < pH < 9, przy temperaturze gruntu < 25 °C, gdy wyrób będzie/ nie będzie pełnił funkcji zbrojenia." oraz jedno z poniższych stwierdzeń:

         - "Wyrób przeszedł pomyślnie następujące badania (podać jakie)"

         - "Ocena na podstawie następujących doświadczeń dotyczących użytkowania (wymienić),

         UWAGA Stosunkowo krótki okres stosowania geosyntetyków na kolejach nie pozwala na stwierdzenie ich trwałości w dłuższych okresach eksploatacji

      f) zalecenie producenta dot. odporności na wpływy atmosferyczne, np. "Zakryć w dniu wbudowania.", "Zakryć w ciągu (podać czas) po wbudowaniu."

   2) Parametry geosyntetyków dobiera się stosownie do wymaganych funkcji: S - rozdzielanie (separacja), F- filtracja (odwodnienie), R - zbrojenie (wzmocnienie).

   3) Geosyntetyki wytwarzane z surowców, takich jak PES, PE-HD, PP i A, można stosować bez dodatkowych badań dotyczących chemicznej odporności wtedy, gdy otaczające środowisko ma odczyn 4 < pH < 9. w przypadku innych surowców lub odczynu środowiska należy podać odporność chemiczną materiału lub zastosowane jego zabezpieczenia.

4) Do zabezpieczeń antyerozyjnych można stosować geosyntetyki biologicznie rozkładalne.

5) Dostarczane materiały powinny być dostatecznie zabezpieczone przed zabrudzeniem i uszkodzeniem w czasie transportu i składowania.

6) Minimalne wymagania dla najczęściej stosowanych geosyntetyków podano w tab.6-1, 6-2 i 6-3, przy czym jeśli geosyntetyk wykorzystuje się do kilku zastosowań, musi on spełniać wszystkie wymagania przewidziane dla tych zastosowań.

2. Wymagania dla geosyntetyków filtracyjnych

Wymagania dla geosyntetyków stosowanych jako filtry w urządzeniach odwadniających podano w tab. 6-1.

Tablica 6-1 Wymagania dla geosyntetyków filtracyjnych

Lp.	Właściwość	Metoda badania	Wartość wymagana
1	2	3	4
1	Masa powierzchniowa	PN-EN ISO 9864:2007	$\geq$ 150 g/m^2 [1)]
2	Wytrzymałość na przebicie statyczne	PN-EN ISO 12236:2006(U)	$\geq$ 1,5 kN
3	Wskaźnik wodoprzepusz-czalności prostopadłej przy nacisku 20 kPa	PN-EN ISO 11058:2002	$\geq 1 \times 10^{-3}$ m/s
4	Wielkość porów O_{90}	PN-EN ISO 2956:2002	0,06 – 0,15 mm [2)]
5	Grubość przy nacisku 20 kPa	PN-EN ISO 9863-2:1996	$\geq 10 \times O_{90}$

Objaśnienia:

[1)] ze względów ekonomicznych masa powierzchniowa nie powinna być większa od 250 g/m^2

[2)] ze względu na kolmatację zaleca się stosować włókniny igłowane o wymiarach porów:

- 0,06 - 0,12 mm w gruntach drobnoziarnistych
- 0,08 – 0,15 mm w gruntach o grubszym uziarnieniu

3. Wymagania dla geosyntetyków rozdzielająco-filtracyjnych

Wymagania dla geosyntetyków rozdzielająco-filtracyjnych układanych pod warstwami ochronnymi torowiska podano w tab. 6-2.

Tablica 6-2 Wymagania dla geosyntetyków rozdzielająco-filtracyjnych

Lp.	Właściwość	Metoda badania	Wartość wymagana
1	2	3	4
1	Rodzaj geosyntetyku	-	włóknina
2	Masa powierzchniowa	PN-EN ISO 9864:2007	$\geq$ 250 g/m^2
3	Wytrzymałość na przebicie statyczne (badanie CBR)	PN-EN ISO 12236:2006(U)	$\geq$ 2,0 kN
4	Wytrzymałość na przebicie dynamiczne (średnica otworu)	PN-EN ISO 13433:2006(U)	$\leq$ 20 mm
5	Wytrzymałość na rozciąganie	PN ISO 10319:1996/Ap1:1998	$\geq$ 16 kN/m
6	Wydłużenie przy zerwaniu	PN ISO 10319:1996/Ap1:1998	50 - 100%
7	Wodoprzepuszczalność w kierunku prostopadłym do powierzchni wyrobu	PN-EN ISO 11058:2002	$\geq$ 1 x 10^{-4} m/s [1)] $\geq$ 5 x 10^{-4} m/s [2)]
8	Zdolność przepływu wody w płaszczyźnie wyrobu przy nacisku 20 kPa	PN-EN ISO 12958:2002	nie określa się [1)] $\geq$ 5 x 10^{-4} m^2/s [2)]
9	Wielkość porów O_{90}	PN-EN ISO 2956:2002	0,06 - 0,20 mm [3)]
10	Grubość przy nacisku 20 kPa	PN-EN ISO 9863-2:1999	$\geq$ 15 x O_{90}

Objaśnienia:

[1)] dotyczy materiału do separacji warstw gruntowych

[2)] dotyczy materiału do separacji warstw i poprzecznego odprowadzenia wód

[3)] ze względu na kolmatację zaleca się stosować materiały o wymiarach porów:

- 0,06 - 0,12 mm w gruntach spoistych
- 0,08 – 0,20 mm w gruntach niespoistych

4. Wymagania dla geosiatek zbrojących

Geosiatki wzmacniające, układane pod warstwami ochronnymi torowiska, powinny spełniać wymagania podane w tab. 6-3.

Tablica 6-3 Wymagania dla geosiatek wzmacniających torowisko

Lp.	Właściwość	Metoda badania	Wartość wymagana
1	2	3	4
1	Rodzaj geosiatki (anizotropowość wytrzymałości na rozciąganie)	-	dwuosiowa ($\leq$ 25%)[1)]
2	Wytrzymałość na zrywanie	PN ISO 10319:1996/Ap1:1998	według projektu [2)] nie mniejsza jednak niż 20 kN/m
3	Moduł przy wydłużeniu materiału 2, 3 lub 5%	PN ISO 10319:1996/Ap1:1998	według projektu[3)], kN/(m%)
4	Maksymalne wydłużenie przy rozciąganiu wszerz	PN ISO 10319:1996/Ap1:1998	$\leq$ 20%
5	Wytrzymałość węzła zgrzewanego lub sklejanego	GRI Test Method GG2-87:1988	$\geq$ 30% wytrzymałości pojedynczego żebra [4)]
6	Wymiary oczek	pomiar bezpośredni	według projektu [5)]

Objaśnienia:

[1)] stosunek wytrzymałości w obu kierunkach powinien być mniejszy od 1:1,25

[2)] orientacyjne wytrzymałości zależne od modułów odkształceń podłoża wynoszą:

- $<$ 10 MPa $\geq$ 40 kN/m
- 10 - 20 MPa $\geq$ 30 kN/m
- > 20 MPa $\geq$ 15 kN/m

[3)] stosunek wytrzymałości na rozciąganie do maksymalnego wydłużenia (jeśli moduł nie jest znany, można przyjąć, że w przybliżeniu wynosi on 2 x wytrzymałość na rozciąganie/ maksymalne wydłużenie)

[4)] wstępnie należy sprawdzić, czy węzeł daje się rozerwać rękami

[5)] wymiary oczek przyjmuje się $\geq$ 1,7 d_{80} kruszywa, zawierające się jednak w przedziale 20 - 70 mm

Załącznik 7 Wymiarowanie warstw ochronnych torowisk (N)

1. Zasady ogólne

   1) Grubości warstw ochronnych w poszczególnych punktach podtorza (przekrojach poprzecznych) określa się - przy uwzględnieniu przyjętego poziomu projektowania - jako wynikające ze wszystkich wymagań dla górnych warstw podtorza, tzn.:

      a) sztywności podtorza,

      b) dopuszczalnych naprężeń dla gruntów,

      c) stabilności mechanicznej gruntów na stykach warstw,

      d) odporności gruntów na drgania,

      e) odporności gruntów na mróz.

   2) Zależnie od zakresu robót, konstrukcji podtorza i dostępności danych, grubości warstw ze względu na wytrzymałość można określać następującymi metodami:

      a) Metoda I. Na podstawie ekwiwalentnego modułu odkształcenia wymaganego dla podtorza; nomogram przedstawiony na rys. 7-2 umożliwia określenie grubości jednowarstwowych pokryć ochronnych (np. z gruntów stabilizowanych) oraz sprawdzenie grubości pokryć wielowarstwowych, wykonywanych z różnych materiałów.

         Metodę tę zaleca się stosować jako podstawową, gdy podtorze jest stabilne i nie występują w nim grunty mało wytrzymałe lub ściśliwe.

      b) Metoda II. z warunku nieprzekroczenia dopuszczalnych naprężeń w gruntach znajdujących się pod warstwą; nomogramy pokazane na rys. 7-3, 7-4, 7-5 i 7-6 umożliwiają wymiarowanie warstw ochronnych z materiałów o module odkształcenia E = 150 MPa, np. warstw z piasków lub pospółek, przy współczynniku pewności równym 2,0. Grubości projektowanych warstw mogą być różnicowane odpowiednio do przewidywanych miejscowych warunków techniczno-eksploatacyjnych.

         Metodę tę zaleca się stosować jako uzupełniającą w przypadku złych lub skomplikowanych warunków wodno-gruntowych. Grubości warstw wynikające z metody modułów i naprężeń należy wtedy zastępować grubościami pośrednimi, nie mniejszymi jednak niż grubości wynikające z metody modułów.

      c) Metoda III. Na podstawie spoistości i stanu gruntu pod podsypką (zob. tab. 7-2)

         Metodę tę dopuszcza się jedynie w przypadku napraw podtorza wykonywanych systemem gospodarczym na krótkich odcinkach.

2. Dane do obliczeń wytrzymałościowych

1) Do obliczeń wytrzymałościowych niezbędne są następujące dane:

a) w metodzie i - moduł odkształcenia miejscowego gruntu E_g, moduł odkształcenia materiału warstwy ochronnej E_o oraz wymagany ekwiwalentny moduł odkształcenia E_{e2} dla wzmocnionego podtorza (moduł projektowy).

b) w metodzie II - wytrzymałość na ścinanie miejscowego gruntu (φ_u - kąt tarcia wewnętrznego, c_u- spójność) oraz kategoria toru,

c) w metodzie III - spoistość i stan gruntu podtorza pod podsypką.

2) W przypadku braku wyników szczegółowych badań, niektóre parametry gruntu można szacować.

a) moduły odkształceń E gruntów i innych materiałów można przyjmować z tablicy 7-1,

b) moduły odkształceń drobnoziarnistych gruntów mineralnych E można szacować na podstawie wyników badań CBR:

$$E = 8{,}3735 x CBR^{0{,}7142} \qquad (1)$$

gdzie:

E- moduł odkształcenia, MPa

CBR - kalifornijski wskaźnik nośności, %.

c) spoistość i stan gruntu można określać makroskopową metodą wałeczkowania (zob. tab. 7-2a).

Próbę wałeczkowania wykonuje się na małej grudce gruntu pobranej ze środka większej bryły. z grudki tej usuwa się większe ziarna i formuje się z niej kulkę o średnicy 7-8 mm. Kulkę kładzie się na wyprostowanej lewej dłoni, prawą zaś (poduszką przy kciuku) naciska lekko kulkę i przesuwa wzdłuż osi lewej dłoni tam i z powrotem (z szybkością około 2 ruchów dłoni na sekundę) tak długo, aż wałeczek osiągnie średnicę 3 mm. Jeśli po uzyskaniu tej średnicy wałeczek nie wykazuje spękań, to należy ponownie ugnieść go w kulkę i znowu wałeczkować.

Czynność tę powtarza się tak długo, aż przy kolejnym wałeczkowaniu wałeczek popęka lub rozkruszy się. Podczas tych czynności należy liczyć ilość wałeczkowań do chwili spękania (ostatniego wałeczkowania, podczas którego wałeczek popękał lub rozsypał się - nie liczy się) oraz obserwować połysk i sposób spękania wałeczka.

Dodatkowym sprawdzianem spoistości gruntu może być próba rozmakania gruntu w wodzie. Wysuszoną do stałej wagi grudkę gruntu o wymiarach 1 ÷ 1,5 cm, wrzuca się do wody i określa czas jej rozmakania.

3. Praktyczne postępowanie przy obliczeniach wytrzymałościowych

3.1. Metoda wymiarowania I

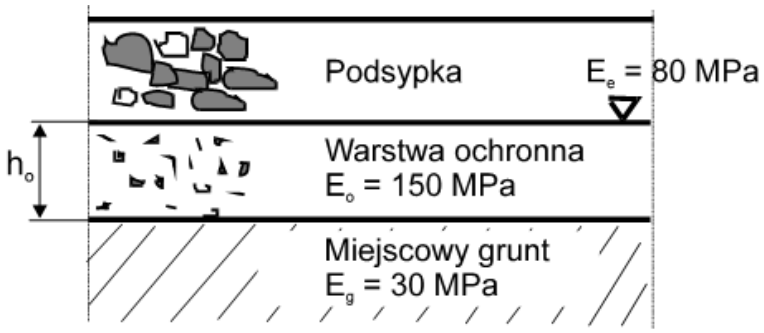
Metoda i polega na określeniu takiej grubości warstwy ochronnej h_o, z materiału o module E_o, aby po ułożeniu jej na miejscowym gruncie o module E_g, ekwiwalentny moduł podtorza E_e był równy co najmniej modułowi wymaganemu dla podtorza E_{e2}.

Na przykład, dla danych wg rysunku 7-1 i wymaganego modułu E_{e2} = 80 MPa należy przyjąć, że $E_e = E_{e2}$.

Wtedy:

$$\frac{E_g}{E_o} = \frac{30}{150} = 0{,}2 \qquad (2)$$

$$\frac{E_e}{E_o} = \frac{80}{150} = 0{,}533 \qquad (3)$$



Rys. 7-1. Dane do przykładowych obliczeń

Dla powyższych stosunków z nomogramu. 7-2 można odczytać:

$$\frac{h_o}{D} = 1{,}05 \qquad (4)$$

gdzie:

D - średnica płyty do próbnych obciążeń (D = 0,3 m)

Stąd h_o = 1,05 x 0,3 = 0,315 m.

Grubość warstwy h_o można również odczytać na poziomej skali nomogramu 7-2.

W przypadku sprawdzenia grubości pokrycia dwuwarstwowego obliczenia wykonuje się w dwóch etapach.

Dla dolnej części pokrycia o grubości h_o i module E_o oblicza się stosunek (2) i (3), następnie z nomogramu 7-2 odczytuje się E_e/E_o i na tej podstawie określa się E_e, tzn. moduł ekwiwalentny dla podtorza wzmocnionego jedną warstwą (zob. rys. 7-1).

Następnie obliczenia powtarza się dla warstwy górnej. Wtedy jednak jako moduł podłoża tej warstwy E_g przyjmuje się określony poprzednio ekwiwalentny moduł E_e.

Uzyskany ekwiwalenty moduł E_e dla górnej warstwy nie może być mniejszy od modułu wymaganego dla podtorza E_{e2}.

3.2. Metoda wymiarowania II

W metodzie II łączną grubość podsypki i warstwy ochronnej odczytuje się bezpośrednio z nomogramu 7-3, 7-4, 7-5 lub 7-6 dla wytrzymałości na ścinanie miejscowego gruntu. Grubość warstwy ochronnej oblicza się odejmując od grubości łącznej grubość warstwy podsypki.

Warstwy ochronne o grubościach minimalnych (linie kreskowane) zapewniają przeciętne warunki pracy nawierzchni i można przyjmować je tylko wtedy, gdy nie ma możliwości budowy warstw o grubościach normalnych bądź zbliżonych do normalnych (np. w przypadku niektórych napraw podtorza).

Na przykład, jeśli wytrzymałość gruntów na ścinanie wynosi $\varphi_u = 7^o$ i $c_u = 0{,}02$ MPa, to łączne normalne grubości podsypki i warstwy ochronnej będą wynosiły (linie ciągłe na rys. 7-3, 7-4, 7-5 lub 7-6):

0,90 m - dla toru kat. 0

0,75 m - dla toru kat. 1

0,56 m - dla toru kat. 2

0,37 m - dla toru kat. 3 i 4

Normalne grubości warstw ochronnych będą więc wynosiły odpowiednio:

0,90 - 0,30 = 0,60 m

0,75 - 0,25 = 0,50 m

0,56 - 0,20 = 0,36 m

0,37 – 0,16 = 0,21 m

Grubości tak obliczonych warstw można skorygować wykorzystując nomogram 7-2. Przy użyciu nomogramu można uwzględnić inną grubość warstwy podsypki lub inny rodzaj materiału przewidzianego do budowy warstwy.

3.3. Metoda wymiarowania III

Postępowanie w metodzie III ilustruje poniższy przykład.

W wyniku badania stwierdzono, że grunt przy jedenastej próbie wałeczkowania popękał poprzecznie, pod koniec wałeczkowania stał się połyskliwy. Grudka gruntu zanurzona w wodzie rozmokła (rozsypała się) po kilkunastu minutach.

Z tablicy 7-2a wynika, że jest to grunt spoisty zwięzły.

Stopień plastyczności I_L tego gruntu wynosi 0,053 x liczba wałeczkowań, a więc:

$$0{,}053 \times 10 = 0{,}53$$

Stan gruntu jest zatem miękkoplastyczny.

Mając te dane, z tablicy 7-2b można odczytać, że łączna grubość podbudowy, tzn. podsypki i warstwy ochronnej powinna wynosić 120 ÷ 130 cm w torze kat. 0 oraz 80 ÷ 90 cm w torze kat. 3 i 4.

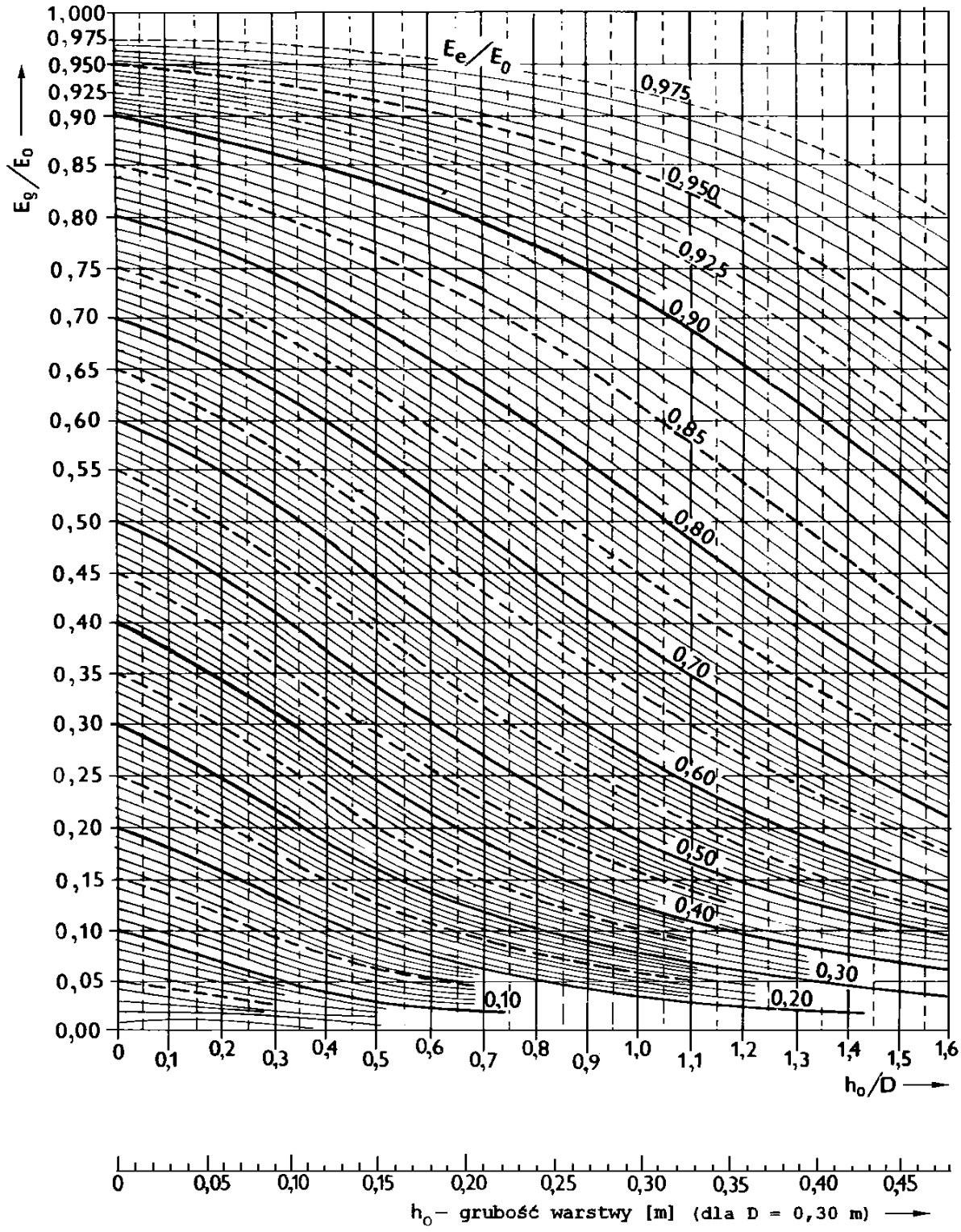
4. Uwzględnianie niejednorodności podtorza na długości toru

W przypadku projektowania wzmocnień torowisk z niejednorodnym podtorzem na długości toru zaleca się następującą kolejność postępowania:

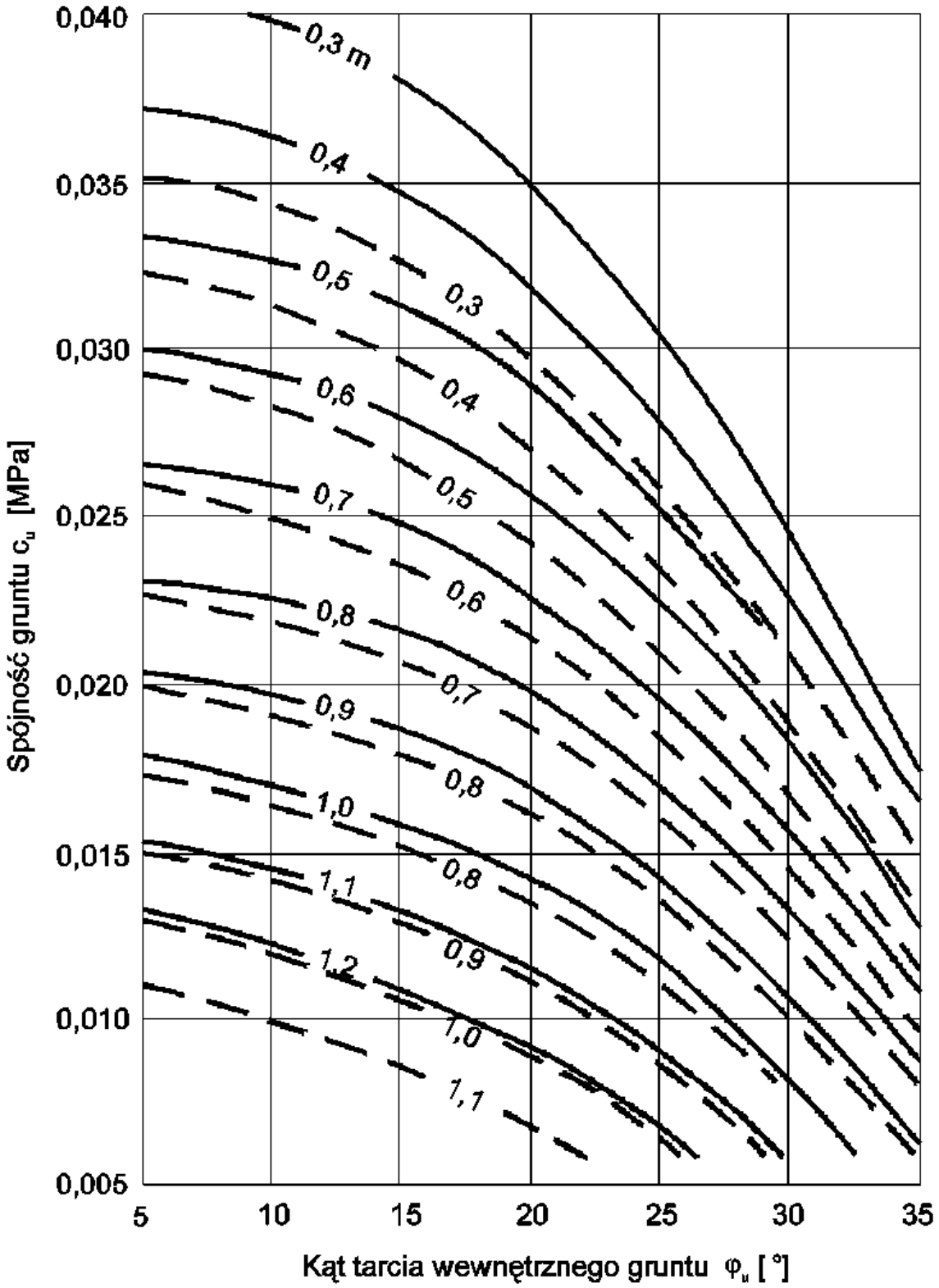
1) dobór materiału warstwy ochronnej i ustalenie parametrów obliczeniowych dla tego materiału,
2) obliczenie grubości warstw ochronnych spełniających wszystkie wymagania w poszczególnych punktach podtorza (przekrojach poprzecznych); uwzględnić przy tym należy zmiany warunków wodno-gruntowych wynikające z planowanych korekt wysokościowych toru,
3) przyjęcie możliwych do wykonania grubości wzmocnień (np. 0,15 – 0,40 m) i minimalnej długości odcinka z jednakową konstrukcją wzmocnienia (np. 200 - 300 m),
4) określenie odcinków jednorodnych ze względu na obliczone grubości warstw,
5) uśrednienie grubości warstw na jednorodnych odcinkach (np. zredukowanie grubości na odcinkach do przyjętego przedziału, np. 0,15 - 0,40 m, z jednoczesnym uwzględnieniem dodatkowego wzmocnienia, np. geosyntetykami), przyjęcie grubości równych średnim arytmetycznym zwiększonym o połowę odchylenia standardowego od średniej na danym odcinku, zaokrąglenie grubości warstw na odcinkach do wielokrotności 0,05 m),
6) korekta wzmocnień na poszczególnych odcinkach z uwagi na typizację geosyntetyków wzmacniających,
7) określenie odcinków, na których wymagane jest ułożenie pod warstwą ochronną lub geosiatką geowłókniny rozdzielającej albo filtracyjno-rozdzielającej.

Tablica 7-1 Orientacyjne moduły odkształceń E materiałów

Lp.	Materiały	Moduły odkształceń E [MPa]
1	2	3
1	Grunt spoisty zagęszczony, zależnie od wilgotności w oraz granicy płynności w_L: $w = w_L$ $w = 0,9w_L$ $w = 0,7w_L$ $w = 0,5w_L$	 10 20 35 82
2	Piasek średni, piasek gruby, odsiewki spełniające wymagania dla materiałów na warstw ochronne torowisk	150
3	Żwir, pospółka, kruszywo łamane lub mieszanki spełniające wymagania dla materiałów na warstwy ochronne torowisk	200
4	Niesort kamienny 0 - 31,5 mm o uziarnieniu zalecanym na warstwy ochronne układane maszyną AHM 800-R (zob. zał. 23)	200 - 250
5	Tłuczeń wapienny	200
6	Tłuczeń granitowy	500
7	Żużel wielkopiecowy niesortowany	150÷200
8	Asfaltobeton (przy temperaturze 30°C)	700÷800
9	Grunt spoisty stabilizowany bitumem	150÷200
10	Żużel wielkopiecowy z bitumem	200÷300
11	Tłuczeń wapienny z bitumem	300
12	Odsiewki uzdatnione cementem (R^7_s = 0,4 – 0,6 MPa)	100÷200
13	Grunty lub odsiewki stabilizowane cementem (R^7_s = 1,0 – 1,6 MPa)	200÷450
14	Grunt stabilizowany wapnem	60÷150
15	Grunty stabilizowane popiołami lotnymi: piaski drobne lessy gliny piaszczyste iły pylaste	 320÷500 22÷360 420÷700 70÷120



Rys. 7-2. Nomogram DORNII

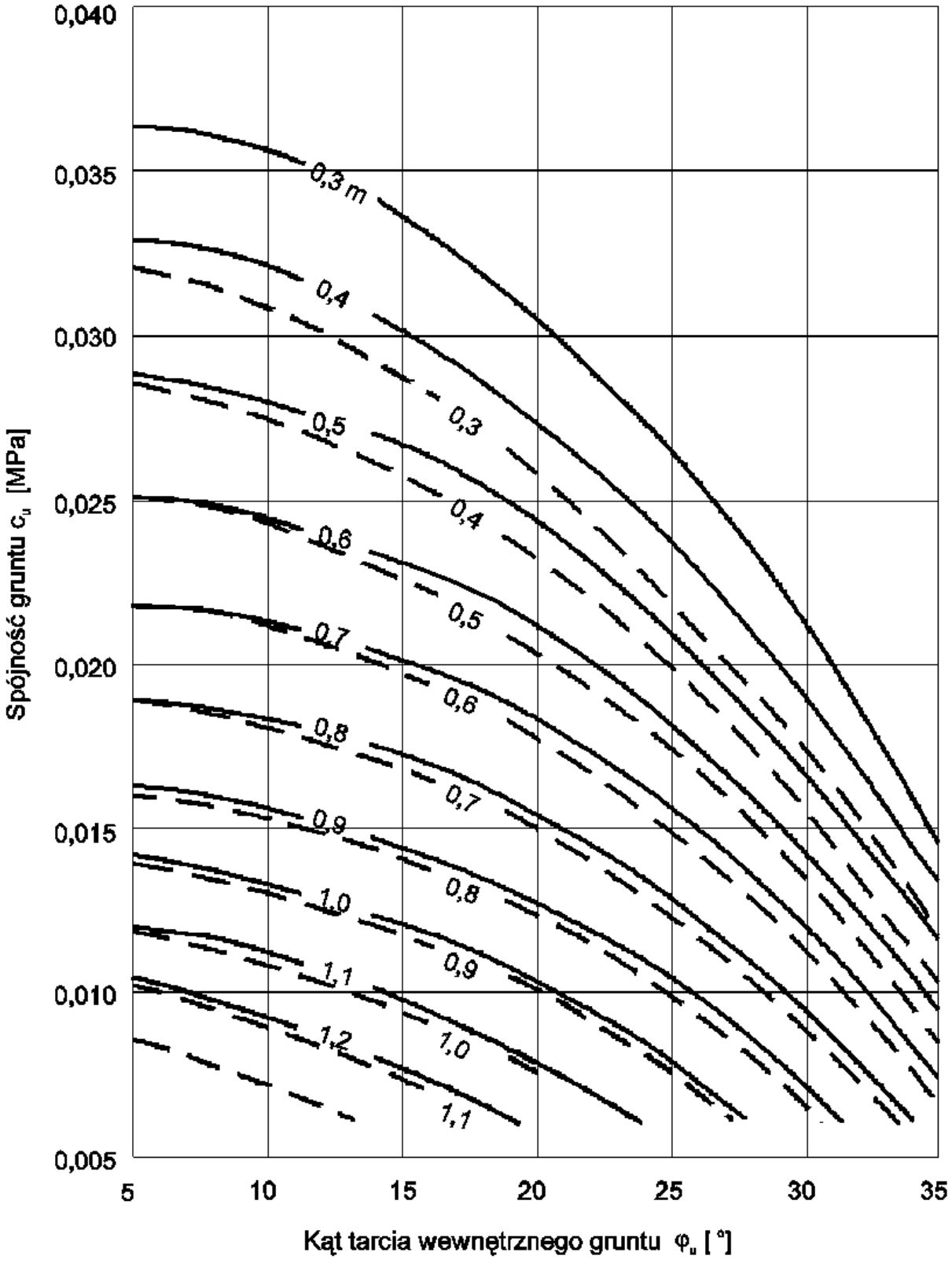


Rys. 7-3. Nomogram do określania łącznej grubości podsypki i warstwy ochronnej w torach kategorii 0:

Linia ciągła – grubości normalne,

Linia przerywana – grubości minimalne.

(nomogram uwzględnia warstwę podsypki o grubości 0,30 m)

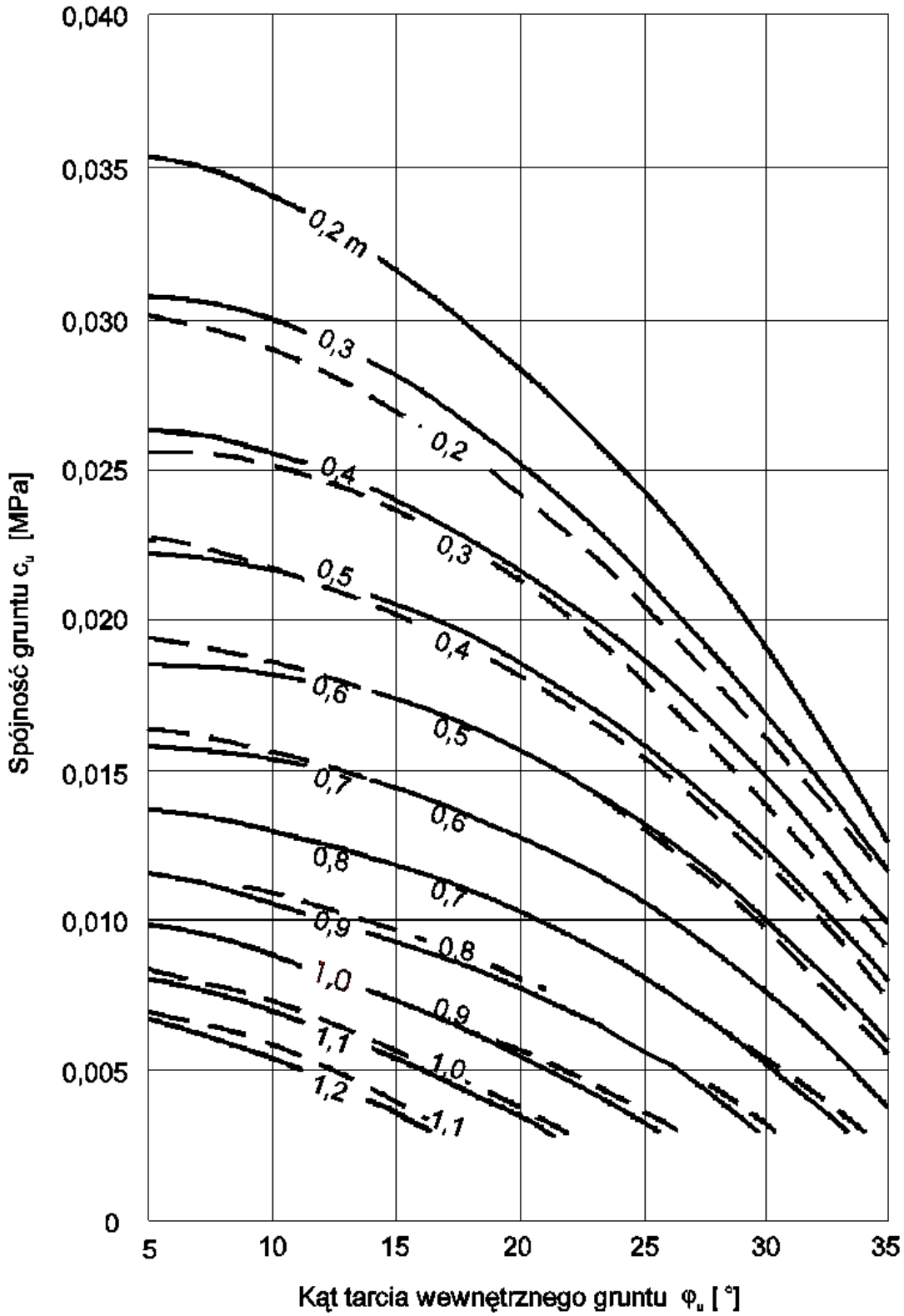


Rys. 7-4. Nomogram do określania łącznej grubości podsypki i warstwy ochronnej w torach kategorii 1:

Linia ciągła – grubości normalne,

Linia przerywana – grubości minimalne.

(nomogram uwzględnia warstwę podsypki o grubości 0,25 m)

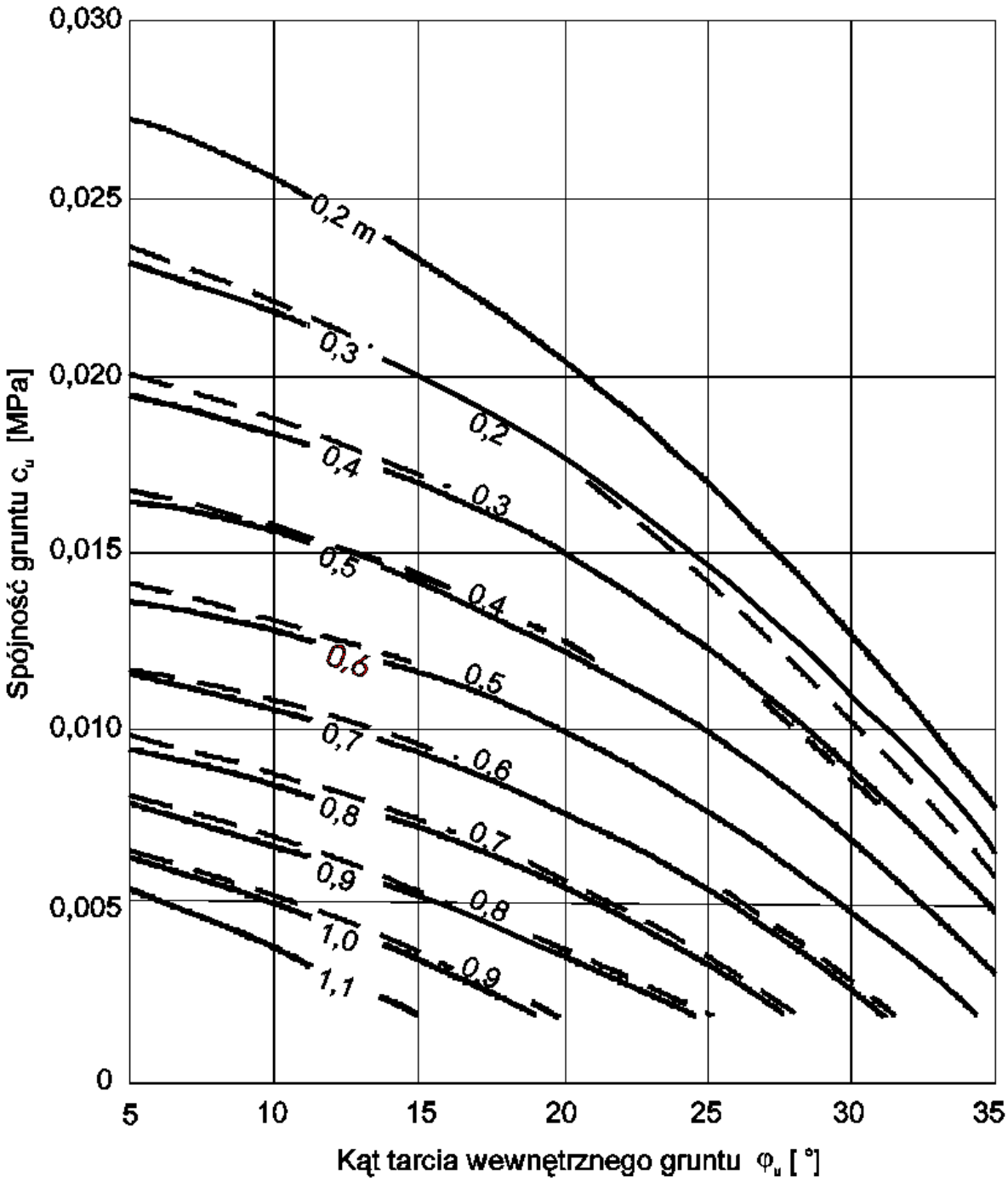


Rys. 7-5. Nomogram do określania łącznej grubości podsypki i warstwy ochronnej w torach kategorii 2:

Linia ciągła – grubości normalne,

Linia przerywana – grubości minimalne.

(nomogram uwzględnia warstwę podsypki o grubości 0,20 m)



Rys. 7-6. Nomogram do określania łącznej grubości podsypki i warstwy ochronnej w torach kategorii 3 i 4:

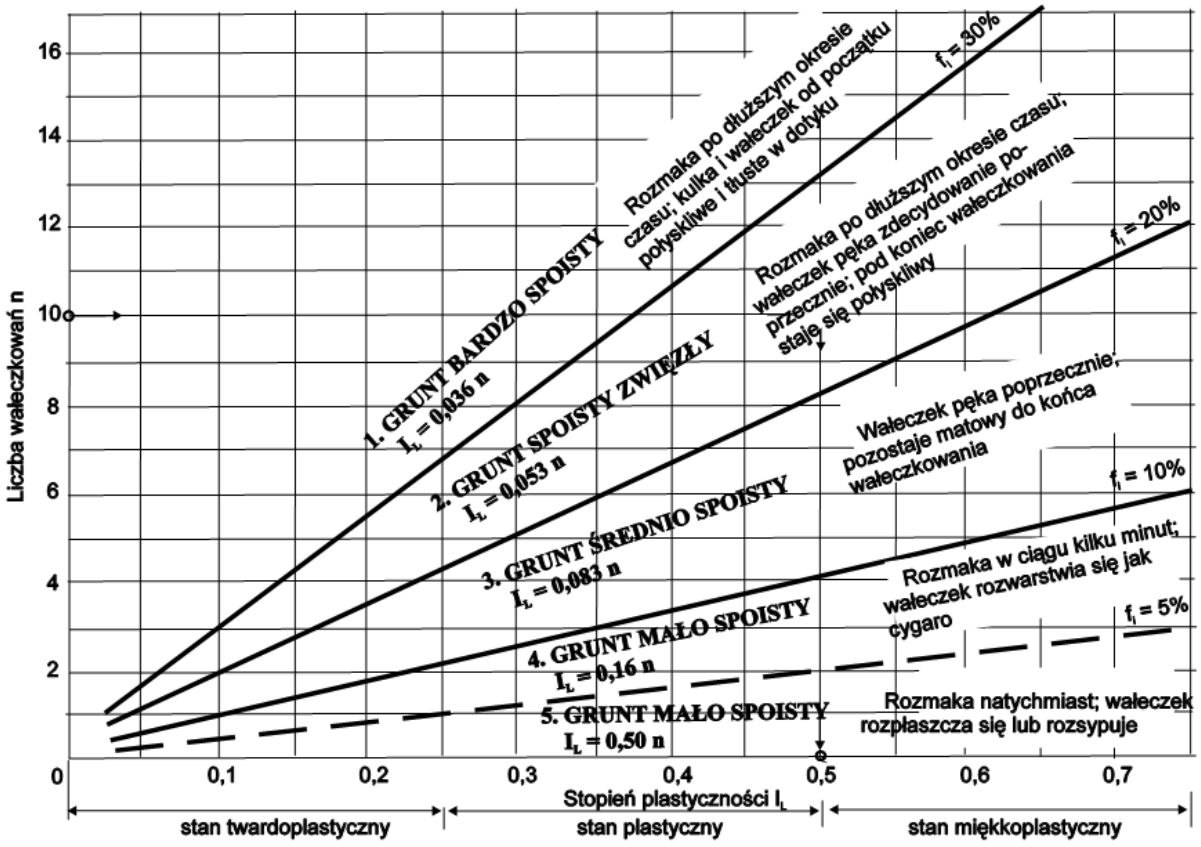
Linia ciągła – grubości normalne,

Linia przerywana – grubości minimalne.

(nomogram uwzględnia warstwę podsypki o grubości 0,16 m)

Tablica 7–2 Określanie łącznej grubości warstwy podsypki i warstwy ochronnej z gruntu na podstawie wyników analizy makroskopowej gruntu spoistego pod podsypką

a) określanie spoistości i stanu gruntu (f_i oznacza zawartość frakcji iłowej)



b) orientacyjne grubości podbudów ze względu na wytrzymałość (cm)

Grunty wg tab. 7-2a	Stan gruntu			Kategorie torów
	twardoplastyczny	plastyczny	miękkoplastyczny	
1			130 - 140	0
			120 - 130	1
			110 - 120	2
	Grubość określać z warunku		80 - 90	3, 4
2	na przemarzanie gruntu		120 - 130	0
			110 - 120	1
			95 - 105	2
			80 - 90	3, 4
3	25 - 40	80 - 90	105 - 150	0
	20 - 25	65 - 75	95 - 105	1
	10 - 15	45 - 55	80 - 90	2
	-	30 - 40	60 - 70	3, 4
4	50 - 65	75 - 85	95 - 100	0
lub	40 - 50	70 - 80	80 - 90	1
5	20 - 30	40 - 50	60 - 70	2
	-	20 - 30	40 - 50	3, 4

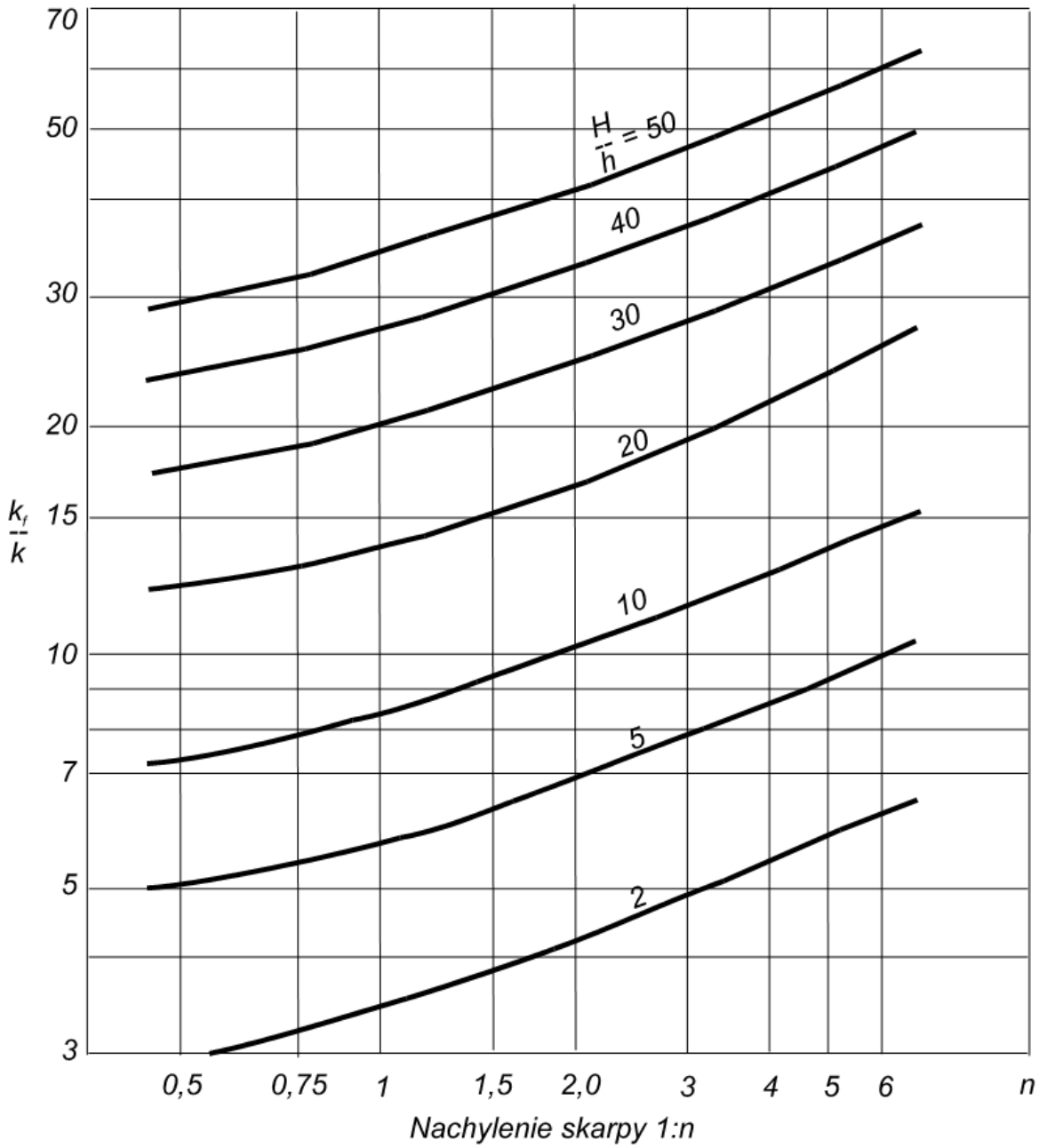
Załącznik 8 Określanie grubości warstw filtracyjnych układanych na skarpach i stokach (N)

1. Grubości warstw filtracyjnych na skarpach i stokach powinny być co najmniej takie, aby woda nie wypływała na ich powierzchnie i nie powodowała erozji skarp lub stoków. Grubości potrzebnych warstw można określić na podstawie analiz siatek przepływów wód lub też z nomogramu pokazanego na rys. 8-1.

   Na przykład, jeśli nachylenie skarpy wynosi 1:1,5 a stosunek współczynnika wodoprzepuszczalności gruntu warstwy filtracyjnej k_f i gruntu chronionego k równa się 9,2, to stosunek grubości warstwy wody H wypływającej ze skarpy do grubości warstwy filtracyjnej h powinien wynosić 10,00. Stąd, znając H można określić grubość potrzebnej warstwy filtracyjnej h z gruntu o współczynniku wodoprzepuszczalności równym k_f.

2. Nie należy przyjmować warstw filtracyjnych bardzo cienkich, trudnych do wykonania. Natomiast grubości warstw stosowanych w budowlach hydrotechnicznych nie powinny być mniejsze od 0,75 m (dotyczy to np. nasypów pełniących role wałów przeciwpowodziowych).

3. Jeśli warstwa filtracyjna ma stanowić jednocześnie przyporę, to należy sprawdzić jej stateczność.



Rys. 8-1. Nomogram do projektowania filtru zapobiegającego wypływaniu wody na powierzchnię

Oznaczenia:

k_f - wskaźnik wodoprzepuszczalności gruntu warstwy filtracyjnej

k - wskaźnik wodoprzepuszczalności gruntu chronionego (pod warstwą filtracyjną)

H - grubość warstwy wypływającej wody

h - grubość warstwy filtracyjnej

Załącznik 9 Konstrukcje ciągów odwadniających naziemnych (N)

1. Typowe konstrukcje rowów

   1) Położenie rowów i ich przekroje ustala się wg zasad podanych na rys. 8, przy czym rowy przy skarpach ulegających ławo erozji należy oddzielać od skarp półkami o szerokości co najmniej 0,5 m.

   2) Całkowita głębokość rowu musi być o 0,3 m większa od głębokości wynikającej z niezbędnej przepustowości rowu i równa co najmniej głębokości minimalnej podanej na rys. 8. w przypadkach nie pokazanych na rysunku najmniejszą głębokość przyjmuje się 0,5 m. Całkowita głębokość rowu nie powinna być przy tym większa od 1 m (jeśli rów powinien być głębszy, należy zwiększyć jego szerokość).

   3) W przypadku rowów wykonanych na torfach głębokość rowu zwiększa się o 20 - 50%. Głębokość zwiększa się bardziej, jeśli torf zalega w grubej warstwie i nie jest jeszcze rozłożony.

   4) Szerokość dna rowu w przekroju trapezowym przejmuje się równą 0,4 m. Jeśli szerokość ta musi być zwiększona, to rów poszerza się i umieszcza w nim dodatkowy ciek o szerokości dna 0,4 m i głębokości równej co najmniej 0,2 m w celu umożliwienia dobrego spływu wód przy niskich ich stanach.

   5) Zmiany szerokości dna rowów nieumocnionych wykonuje się na długości l równej:

      $$l = 3 \div 5 \, (b_1 - b_2) \qquad (1)$$

      gdzie: b_1. b_2 - szerokość dna łączonych rowów.

   6) Pochylenia nieumocnionych skarp rowów przyjmuje się równe:

      a) 1:1,5 w przypadku wewnętrznych skarp rowów bocznych (wyjątek stanowią rowy na liniach znaczenia miejscowego wykonane w gruntach gliniastych i piaszczysto-gliniastych, dla których dopuszcza się pochylenia 1:1),

      b) 1:n - w przypadku zewnętrznych skarp rowów bocznych oraz skarp innych rowów
      (gdzie: 1:n - pochylenie dolnej części skarpy przekopu).

   7) Rowy w planie łączy się pod kątem zbliżonym do 60°, przy czym poziom wody w rowie doprowadzającym musi znajdować się 0 ÷ 0,1 m powyżej poziomu wody w rowie odprowadzającym.

8) Załomy rowów w planie wyokrągla się łukami o promienicach R spełniających nierówności

$$R \geq 11v\sqrt{F + 12} \quad (2)$$

$$R \geq 5 \quad (3)$$

gdzie:

R - promień łuku poziomego, m

v - prędkość przepływu wody, m/s

F - powierzchnia przekroju przepływu, m^2

9) Przy omijaniu słupów trakcyjnych i innych przeszkód na liniach eksploatowanych promienie R można zmniejszyć tak, aby:

$$R \geq 5\ b \quad (4)$$

gdzie:

- b - szerokość dna rowu, m

Umocnienia rowów należy wtedy projektować dla prędkości przepływów zwiększonych o 50%.

10) Konstrukcje umocnień rowów należy dobierać z uwzględnieniem:

a) wymaganych przepustowości,

b) dopuszczalnych prędkości przepływów wód,

c) możliwości dopływu (zbierania) wód,

d) warunków ochrony środowiska,

e) wymagań utrzymaniowych.

Przykładowe korytka odwodnieniowe pokazano w zał. 10.

11) Skarpy i dna rowów umacnia się, gdy jest to wskazane ze względów utrzymaniowych oraz gdy istnieje niebezpieczeństwo:

a) rozmycia gruntu wskutek zbyt dużych prędkości przepływających wód (prędkości przepływu sprawdza się przy spadkach większych od 1,5% i jeśli są one zbyt duże stosuje się odpowiednie wzmocnienie),

b) zamulenia rowu wskutek zbyt małych prędkości przepływu wód (prędkości przepływu sprawdza się przy spadkach mniejszych od 0,4% i jeśli prędkości są mniejsze od 0,3 m/s stosuje się gładkie obudowy umożliwiające zwiększenie prędkości i ułatwiające usuwanie zanieczyszczeń),

c) wypierania gruntów podtorza przy przyjętych pochyleniach skarp rowów (np. po poszerzeniu torowiska w przekopie).

12) Umocnienia rowów na terenach podlegających ruchom (terenach osuwiskowych, szkód górniczych itp.) nie mogą być monolityczne.

13) Umocnienia rowów muszą być szczelne na odcinkach, na których infiltrujące z rowów wody mogłyby zmniejszyć stateczność podtorza (dotyczy to m. in. rowów w rejonach osuwisk, rowów przy przekopach).

W szczególności rowy przy przekopach można lokalizować w strefie teoretycznego klina odłamu gruntu tylko po upewnieniu się, że grunt w tej strefie jest zwarty, a skarpa stateczna. Jeśli grunt nie jest zwarty, pod korytkami układa się nieprzepuszczalną warstwę z gliny i oddziela ją od korytek włókniną. Inne rozwiązanie może polegać na wykonaniu betonowej podbudowy i uszczelnieniu zaprawą wszystkich otworów i szczelin w korytkach.

14) Z wyjątkiem sytuacji wymienionych w p. 1.13, rowy powinny zapewniać dobry spływ wód z podłoży podkładów oraz warstw wodonośnych; w tym celu obudowy rowów powinny:

a) mieć odpowiednie szczeliny lub otwory, umożliwiające zbieranie wód,

b) być oddzielone od podtorza zasypką filtracyjną lub w inny sposób, tak aby zostały spełnione wymagania podane w rozdz. dot. odwodnień.

Grubości poszczególnych warstw zasypki filtracyjnej nie mogą być mniejsze od 0,2 m.

2. Konstrukcje rowów na terenach o dużych pochyleniach

1) Progi w rowach powinny być wykonane w postaci ścianek przelewowych z betonu lub kamienia o wysokości do 0,3, zagłębionych co najmniej 0,6 m poniżej dna rowu. Odstępy między ściankami powinny wynosić ok. 10 m. Rów w rejonie każdej ścianki należy umocnić.

2) Stopnie w rowach (obudowane progi) powinny mieć wysokość do 0,5 m. Wody z tych urządzeń muszą mieć możliwość odpływu nawet przy niskich stanach.

3) Jeżeli różnice poziomów wód na sąsiednich odcinkach rowu muszą być większe od 0,5 m stosuje się kilka stopni (kaskadę).

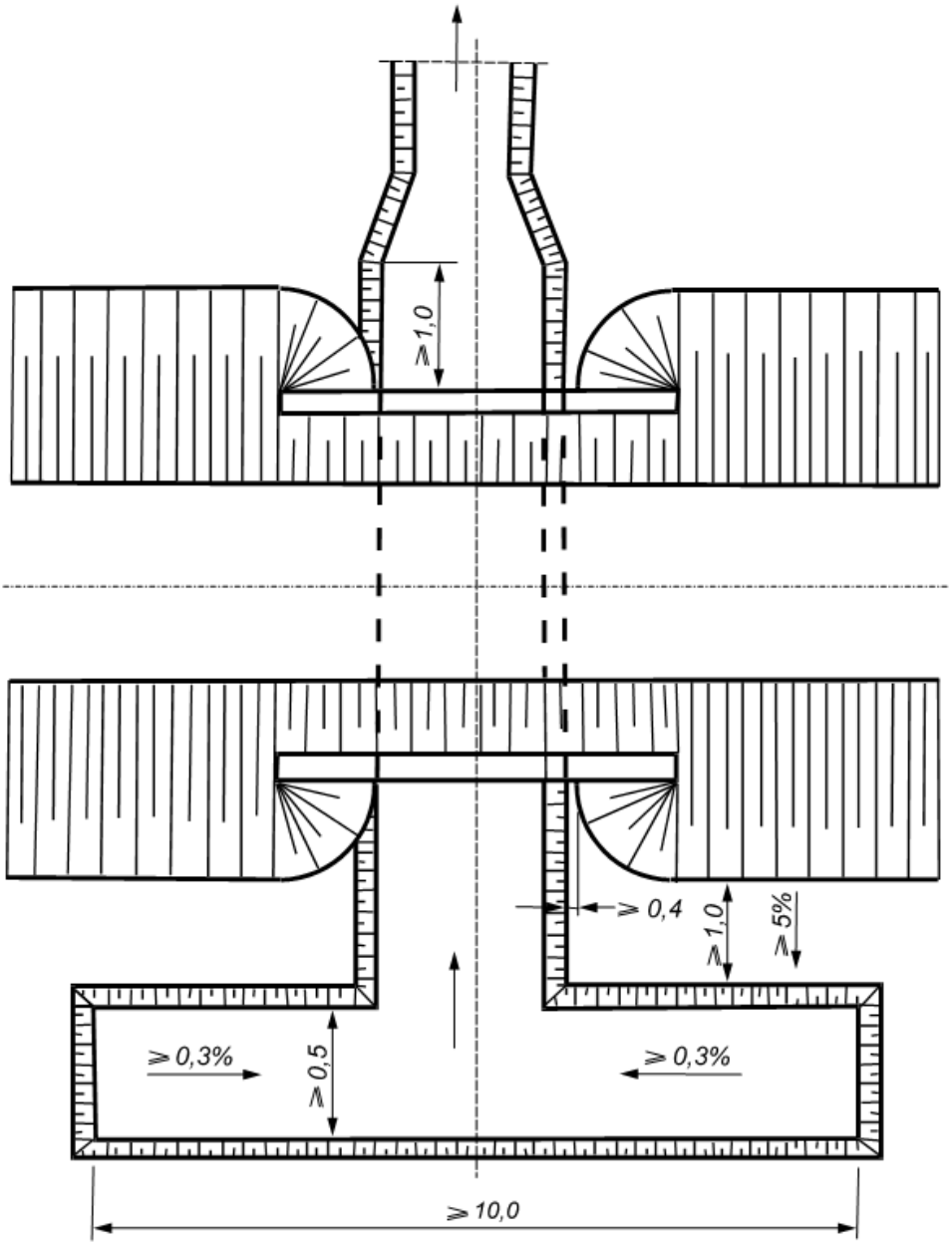
4) Rynna pełniąca rolę bystrotoku musi mieć profil podłużny uniemożliwiający odrywanie się strumienia wody od jej dna. w dolnej części rynny na długości równej co najmniej 5 m stosuje się spadek nie większy od 0,2% oraz urządzenia do wytracania energii wód.

3. Konstrukcje wlotów i wylotów rowów

1) Wody z rowów należy odprowadzać w zasadzie do istniejących odbiorników (cieków, rowów melioracyjnych itp.).

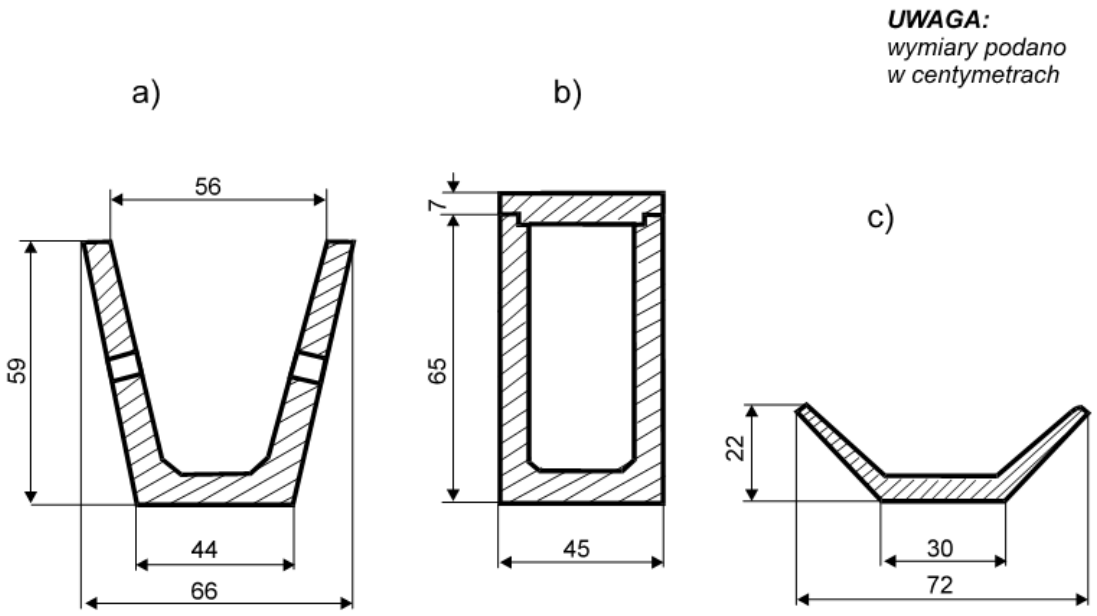
2) W razie konieczności odprowadzenia wody bezpośrednio w teren, wylot rowu wykonuje się na odcinku o długości 5 m; krawędzie dna rowu odchyla się na zewnątrz pod kątem 30°, jednocześnie zmniejsza się głębokość rowu i pochylenia jego skarp.

3) Wloty i wyloty rowów regulacyjnych służących do okresowego przeprowadzenia wód z suchodołów (jarów, parowów itp.) pod torami wykonuje się wg rys. 9-1.

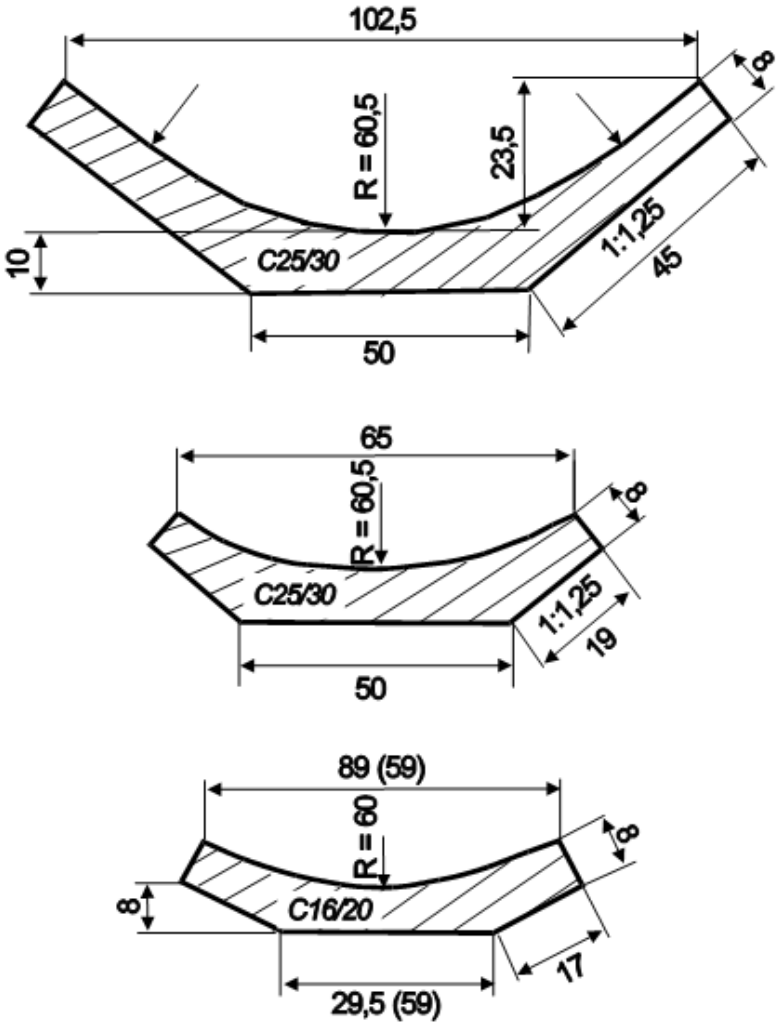


Rys. 9-1. Odprowadzenie wód rowem regulacyjnym z suchodołu (jaru, parowu) - przykład

Załącznik 10 Przykłady korytek odwodnieniowych (I)

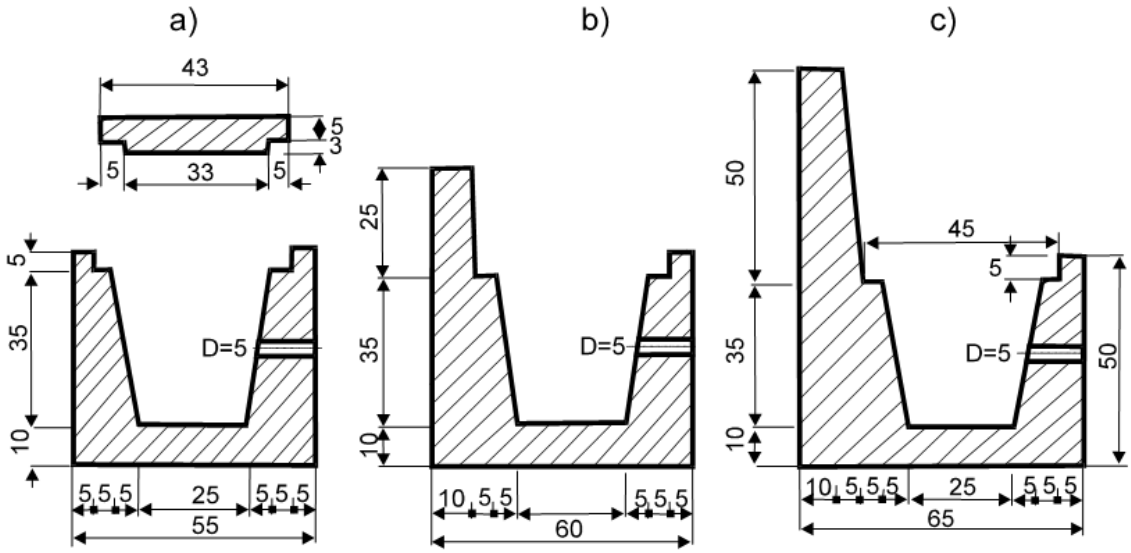


Rys. 10-1. Korytka: a - trapezowe (tzw. krakowskie), b - głębokie kryte, c - płytkie (konstr. Gary)



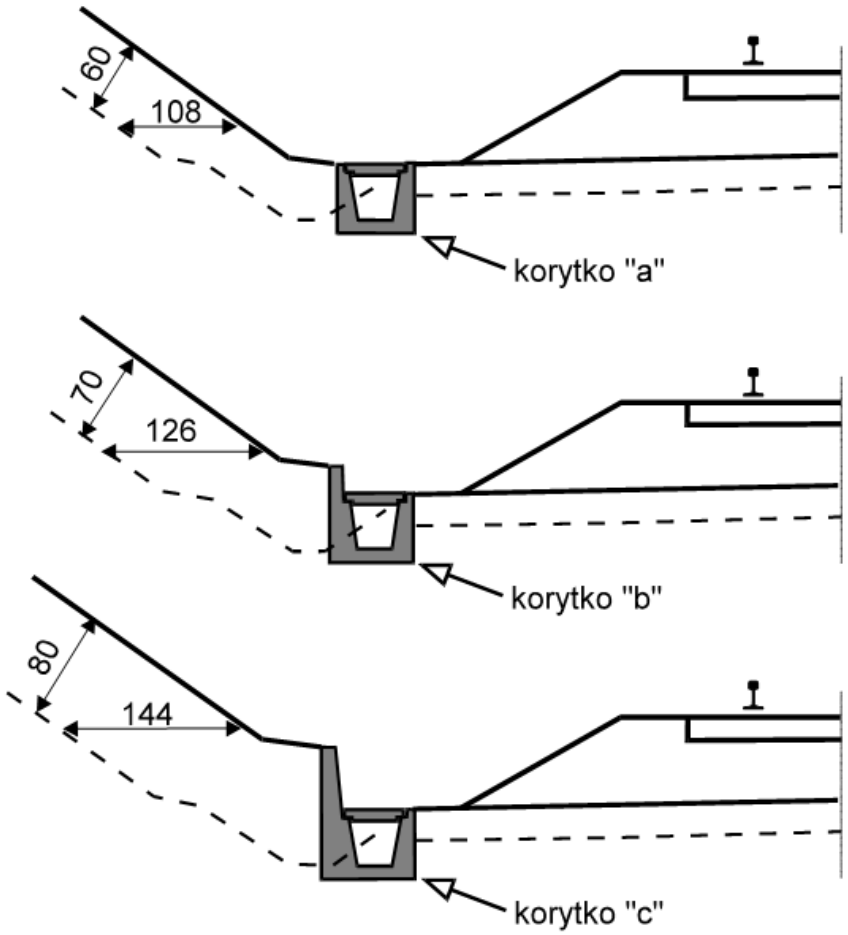
Rys. 10-2. Korytka płytkie (konstr. słowacka)

UWAGA:
wymiary podano
w centymetrach



Rys. 10-3. Korytka wzmocnione kryte : a - symetryczne, b, c - niesymetryczne

(konstrukcja węgierska)



Rys. 10-4. Zmniejszenie szerokości przekopu po zastosowaniu korytek wg rys. 10-3

Załącznik 11 Konstrukcje ciągów odwadniających podziemnych (N)

1. Konstrukcja drenaży podziemnych

   1) Drenaży podziemnych (z wyjątkiem sączków poprzecznych) nie można budować pod torami; odległość ściany wykopu drenarskiego od osi toru nie może być mniejsza od 1,6 m, przy czym:

      a) przy przekopach drenaż umieszcza się w odległości od górnej krawędzi przekopu równej co najmniej 1,5 głębokości przekopu (zob. rys. 6),

      b) odległość drenażu od nasypu określa się każdorazowo, uwzględniając stateczność nasypu przy stosowanej technologii robót,

      c) na stacji drenaże umieszcza się na międzytorzach uwzględniając wymagania skrajni.

   2) Drenaż pomiędzy sąsiednimi studzienkami musi być prosty i mieć jednakowy wewnętrzny przekrój poprzeczny.

   3) Szerokość dna wykopu drenażu z zasypką filtracyjną nie może być mniejsza od 0,4 m, zaś odległość zewnętrznej powierzchni ściany rury drenarskiej od ściany wykopu mniejsza od 0,15 m (rys. 7).

   4) Nie dotyczy to sączków poprzecznych i drenaży specjalnych wykonywanych bez zasypek.

      a) Głębokości wykopów drenarskich ustala się biorąc pod uwagę następujące wymagania:

      b) głębokość wykopu pod drenaż płytki zbierający wody z torowiska nie może być mniejsza od 0,25 m mierząc od spodu istniejącego lub projektowanego pokrycia filtracyjnego torowiska albo górnej powierzchni pokrycia szczelnego (np. z gruntu stabilizowanego). Grubość warstwy zasypki nad rurą drenarską nie może być mniejsza od 0,15 m,

      c) głębokość wykopu dla drenażu głębokiego nie może być mniejsza od głębokości przemarzania gruntu (zob. tab. 11-1), zwiększonej o wysokość konstrukcyjną drenażu (zewnętrzną średnicę rury drenarskich i 0,05 m warstwę wyrównawczą). Jeżeli wymaganie to nie może być spełnione, np. z powodu wysokiego poziomu wód w odbiorniku, drenaż zabezpiecza się przed mrozem wg zał. 14,

      d) wykop drenażu zupełnego zagłębia się co najmniej 0,4 m w grunt mało przepuszczalny (nie dotyczy to drenaży płytkich na równiach stacyjnych),

e) głębokość wykopu pod rowem bocznym nie może być mniejsza od 0,65 m mierząc od dna rowu,

f) głębokość wykopu pod sączek poprzeczny określa się wg § 26.

5) Dno wykopu pod elementy rurowe pokrywa się 0,05 m warstwą wyrównawczą z gruntu stosowanego na zasypkę filtracyjną.

6) Układane elementy drenarskie muszą być dostatecznie wytrzymałe i trwałe w warunkach wodno-gruntowych i eksploatacyjnych występujących na miejscu robót.

7) Wewnętrzne średnice rur drenarskich nie mogą być mniejsze od 0,08 m; wyjątek stanowią rury z tworzyw sztucznych w lokalnych odwodnieniach, np. przejazdów, rozjazdów - w takich przypadkach dopuszcza się średnice nie mniejsze od 0,05 m,

8) Dopływ wód do drenów zapewnia się stosując:

a) krótkie elementy drenarskie układane "na styk",

b) perforację o łącznej powierzchni równej 0,5 - 5,0 % powierzchni elementów,

c) elementy porowate.

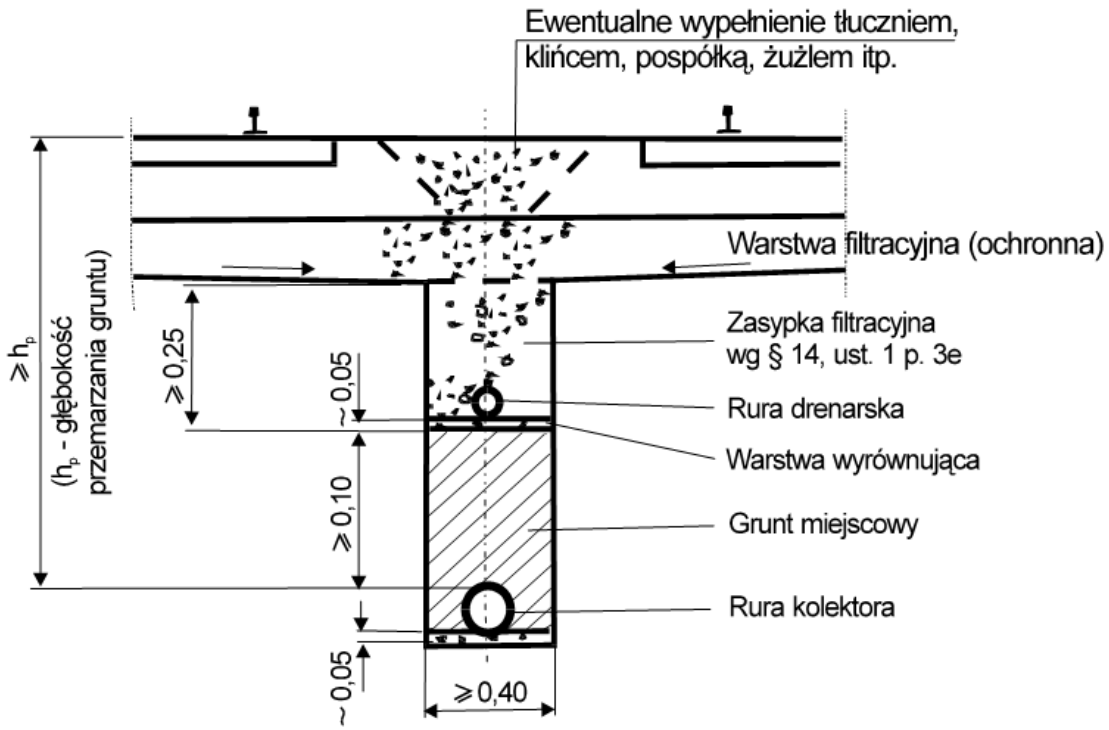
9) Elementy zbierające wody (np. rury drenarskie) zabezpiecza się przed zamuleniem jednorodną zasypką filtracyjną lub w inny sposób tak, aby zostały spełnione wymagania podane w § 14, ust. 1 p. 3e.

10) Drenaże podziemne głębokie uszczelnia się od góry miejscowym gruntem spoistym wtedy, gdy ilości wód powierzchniowych są duże i mogłyby niekorzystnie wpływać na stan podtorza, np. na terenach osuwiskowych, krasowych, szkód górniczych. Wody powierzchniowe muszą być wtedy odprowadzone za pomocą drenaży naziemnych.

11) Dreny mogą być układane również w wykopach wykonywanych dla sieci odprowadzającej (rys. 11-1).

Umieszcza się je wtedy nad ciągami sieci odprowadzającej na zasypce o grubości nie mniejszej od 0,1 m.

Jeśli grubość warstwy zasypki nad ciągiem odprowadzającym (zbieraczem, kolektorem) jest większa od 1,0 m, to spadek drenu nie może być mniejszy od 1,5%.



Rys. 11-1. Drenaż płytki nad kolektorem na stacji (przykład)

2. Konstrukcje zbieraczy i kolektorów

   1) Zbieracze na równiach stacyjnych buduje się prostopadle do osi torów i rozmieszcza się tak, aby zbieracze nie znajdowały się pod rozjazdami i możliwe było odprowadzenie wód ze wszystkich urządzeń (rys. 10). Na szlakach zbieracze umieszcza się pod drenażami bocznymi.

   2) Kolektory umieszcza się na zewnątrz torów (na stacjach także na międzytorzach). Odległości kolektorów od nasypów musza zapewniać bezpieczne wykonanie robót.

   3) Zbieracze i kolektory wykonuje się z elementów rurowych o średnicach wewnętrznych wynikających z wymaganej przepustowości, nie mniejszych jednak od 0,2 m.

   4) Na skrzyżowaniach z torami, drogami itp. zbieracze i kolektory obetonowuje się lub umieszcza się je w osłonie żelbetowej albo stalowej tak, aby były dostatecznie zabezpieczone przed oddziaływaniami eksploatacyjnymi.

   5) W celu zapewnienia działania zbieraczy i kolektorów w okresach ujemnych temperatur układa się je na głębokościach (mierzonych od górnych powierzchni rur) nie mniejszych od głębokości przemarzania (tab. 11-1).

Tablica 11-1 Zalecane głębokości układania rur h_z w zależności od głębokości przemarzania gruntów h_p wg PN-81/B-03020

h_p [m]	h_z [m]
1	2
0,8	1,2
1,0	1,2
1,2	1,3
1,4	1,5

6) Jeśli lokalnie sieć odprowadzająca musi znajdować się w strefie przemarzania gruntów, to należy zabezpieczyć ją przed mrozem wg zał. 14.

3. Konstrukcje studzienek drenarskich

1) Studzienki drenarskie muszą umożliwiać:

a) kontrolę, konserwację i wentylację sieci drenarskiej i odprowadzającej,

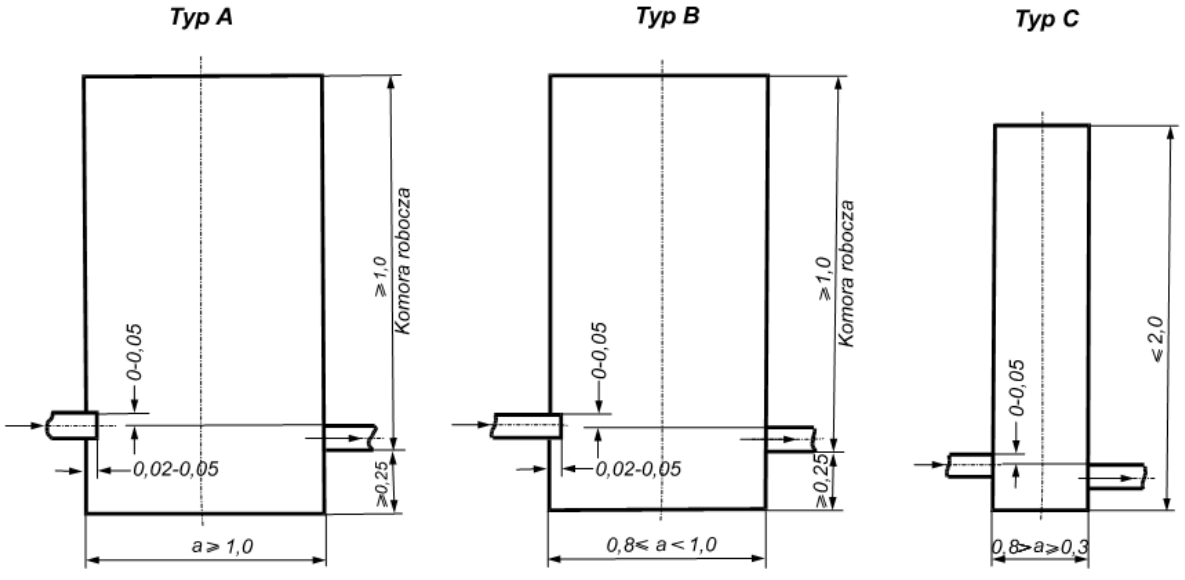
b) wykonywanie robót nawierzchniowych przy użyciu typowych maszyn torowych.

2) Studzienki drenarskie rozmieszcza się w następujących odstępach:

a) 40 - 60 m - na ciągach drenarskich,

b) 50 - 70 m - na ciągach odprowadzających.

3) Z uwagi na wymiary rozróżnia się studzienki drenarskie trzech typów (rys. 11-2), przy czym jeśli szerokość międzytorzy jest dostatecznie duża, to na sieci drenarskiej stosuje się studzienki typu A lub B, zaś na sieci odprowadzającej typu A).



Rys. 11-2. Rodzaje studzienek drenarskich

(na rysunku podano wymiary wewnętrzne, "a" oznacza średnicę studzienki lub długość krótszego z boków przekroju)

4) Jeśli zabudowa studzienek wg p. 3.3 nie jest możliwa postępuje się następująco (zob. rys. 10):

   a) studzienki typu A stosuje się jako zbiorcze do łączenia, kontroli i oczyszczania kolektorów i zbieraczy oraz jako przelotowe na kolektorach,

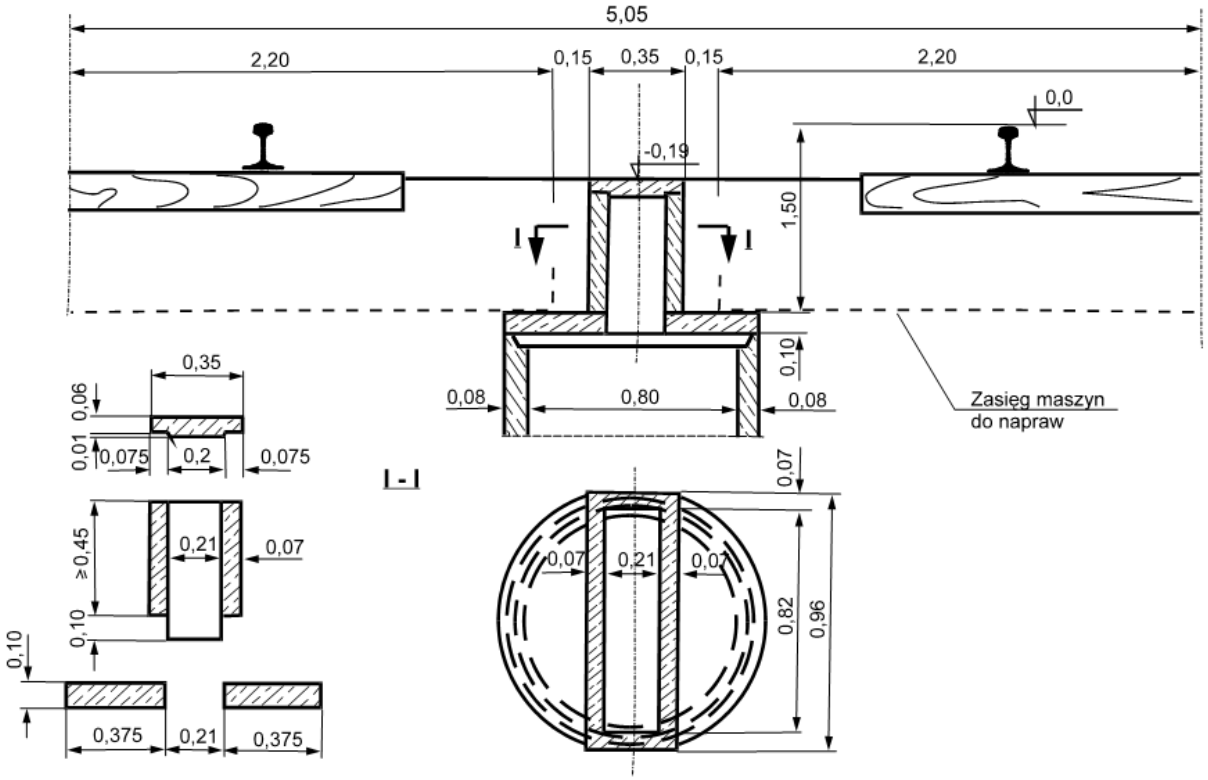
   b) studzienki typu B stosuje się jako przelotowe na ciągach drenarskich w celu umożliwienia kontroli i oczyszczenia tych ciągów oraz jako zbiorcze do łączenia, kontroli i czyszczenia drenaży i zbieraczy,

   c) studzienki typu C umieszcza się w najwyższych punktach sieci drenarskiej w celu umożliwienia płukania drenów.

      Studzienki typu C można stosować bez ograniczeń w lokalnych odwodnieniach (np. rozjazdów) na liniach eksploatowanych nie przewidzianych do modernizacji. Wymagane jest jednak wtedy zabezpieczenie rur drenarskich odpowiednią geowłókniną filtracyjną, a nie zasypką z gruntu.

5) Jeśli zabudowa studzienek wg p. 3.3 lub 3.4 na stacji linii eksploatowanej nie jest możliwa z powodu zbyt wąskich międzytorzy, to górne części studzienek wykonuje się w formie nadstawek z otworami o szerokości min. 0,2 m i długości zbliżonej do średnicy studzienki (np. wg rys. 11-3). Nadstawki ustawia się dłuższymi bokami równolegle do osi torów.

   Stosowanie takiego rozwiązania na stacjach linii modernizowanych wymaga zgody organu upoważnionego.

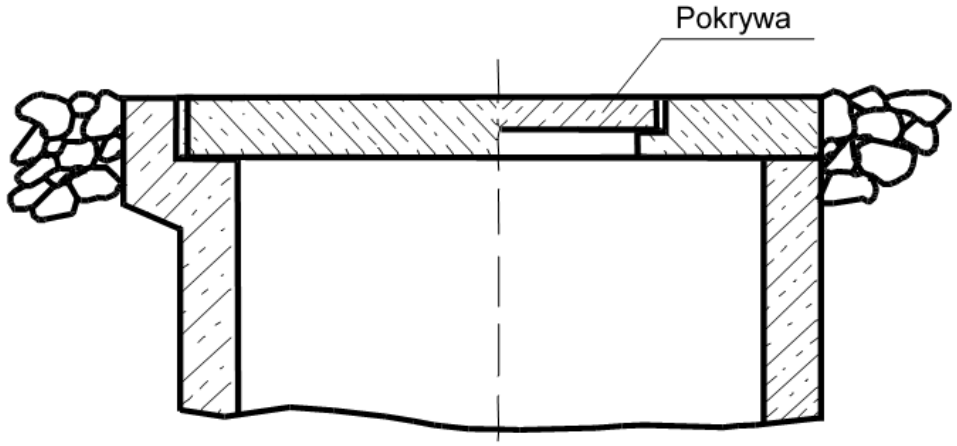


Rys 11-3. Usytuowanie w przekroju poprzecznym oraz konstrukcja studzienki drenarskiej z nastawką na linii nie przewidzianej do przebudowy (przykład)

6) Górne części studzienek znajdujących się na drogach, dojściach itp. umieszcza się równo z powierzchnią podsypki, terenu, drogi itp., przy czym:

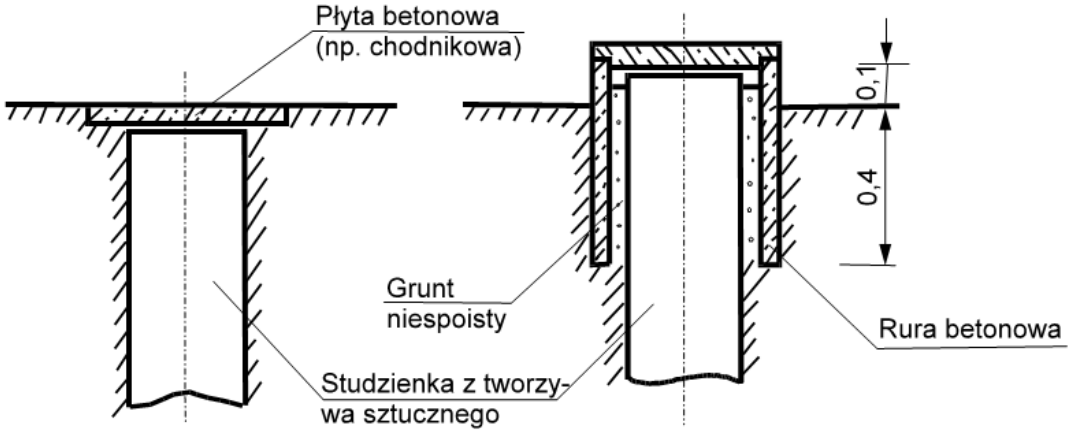
   a) pokrywy studzienek muszą być dostatecznie wytrzymałe lub zabezpieczone odpowiednimi obudowami,

   b) pokrywy studzienek, do których przylega materiał sypki (np. podsypka) muszą być skonstruowane tak, aby podczas otwierania pokrywy studzienki nie były zanieczyszczone (rys. 11-4).



Rys. 11-4. Zabezpieczenia studzienek przed wsypywaniem się podsypki (przykłady)

7) Górne części studzienek z tworzyw sztucznych powinny być zabezpieczone przed uszkodzeniami mechanicznymi (rys. 11-5).



Rys. 11-5. Zabezpieczenia studzienek z tworzyw sztucznych przed uszkodzeniami (przykłady)

8) Studzienki o głębokościach większych od 1,1 m i przekrojach poprzecznych umożliwiających wchodzenie pracowników wyposaża się w stopnie (klamry). Dotyczy to studzienek typu A i B z włazami o mniejszym wymiarze równym co najmniej 0,6 m.

9) Rury ciągów drenarskich i odprowadzających wprowadza się do studzienek drenarskich wg następujących zasad:

   a) sklepienia rur odprowadzających wody do studzienek muszą znajdować się na rzędnych równych co najmniej rzędnym sklepień rur odprowadzających (w celu łatwej kontroli przepływu wód w ciągu zaleca się stosować różnice rzędnych 0,03 - 0,05 m),

   b) jeśli różnice rzędnych wlotów i wylotów muszą być większe od 2 m, to studzienka musi być wodospadowa, tzn. z płytą kamienną lub betonową umieszczoną pod strumieniem wody oraz z odpowiednimi urządzeniami do wytracania energii wód,

   c) rury odprowadzające wody do studzienek muszą wystawać poza wewnętrzne powierzchnie ścian studzienek na odległość 0,02 - 0,05 m (nie dotyczy to studzienek typu C).

4. Konstrukcje wylotów drenaży podziemnych

1) Wyloty drenaży i ciągów odprowadzających do zbiorników wodnych umieszcza się w korytach wielkich wód, w miejscach nie odciętych od nurtu mieliznami, nie narażonych na erozję, osuwiska itp., na wysokości co najmniej 0,3 m ponad poziomem średnich wód. Jeżeli wylot znajduje się poniżej poziomu wody wysokiej, to wyposaża się go w klapę zwrotną zabezpieczająca sieć odwadniającą przed podtopieniem.

2) Wyloty sieci kanalizacyjnych wykonuje się w studzienkach na wysokości 0,3 m ponad najniższym poziomem ścieków w okresie bezdeszczowym. Wyloty wyposaża się w syfony i klapy zwrotne.

3) Sieć odwadniającą podłącza się do kolektorów kanalizacji deszczowej bezpośrednio, stosując zasadę wyrównania poziomów wód w obu ściekach.

4) Wyloty drenaży podziemnych bezrurowych i lokalnych rurowych do rowów umieszcza się na wysokości 0,2 m ponad dnem rowu. w przypadku ciągłych przepływów w rowie lub drenażu podziemnym przy łączeniu stosuje się zasady jak przy łączeniu rowów.

Załącznik 12 Budowa odwodnieni (N)

1. Zasady ogólne

    1) Roboty odwodnieniowe wykonuje się zgodnie z zatwierdzoną dokumentacją techniczną przy zapewnieniu bezpiecznej pracy ludzi, maszyn , sprzętu oraz ochronie przed uszkodzeniami budowli i urządzeń technicznych (zob. rozdz. 10).

    2) Prace w terenie można rozpocząć dopiero po pełnym rozpoznaniu urządzeń podziemnych i naziemnych, opracowaniu szczegółowej technologii i organizacji robót oraz uzgodnieniu z właściwymi jednostkami terminów i miejsc przewidywanych prac.

    3) We wszystkich etapach prac musi być zapewniona odpowiednia obsługa geodezyjna.

    4) W czasie robót należy liczyć się z wystąpieniem zmian pogody oraz warunków wodno - gruntowych innych niż uwzględniono w dokumentacji geotechnicznej, na podstawie której opracowano projekt odwodnienia; w przypadku konieczności wprowadzenia korekt rozwiązania - wprowadza się je w uzgodnieniu z jednostką projektującą odwodnienie.

2. Wykonywanie wykopów

    1) Wykopy wykonuje się według zasad stosowanych w robotach ziemnych, zawsze przed ostatecznym wyprofilowaniem podtorza.

    2) W przypadku trudności we wprowadzeniu maszyn na miejsce robót lub występowania gruntów wymagających długiego osuszania, przed rozpoczęciem robot ziemnych wykonuje się odwodnienie tymczasowe (lub część odwodnienia docelowego).

    3) Przed robotami wykopy muszą być wytyczone w płaszczyźnie pionowej i poziomej.

    4) Roboty prowadzi się "pod górę", zaczynając od najniżej położonych punktów sieci odprowadzającej, tak aby cały czas możliwy był spływ wód.

    5) Wydobyty grunt , jeśli nie przewiduje się zużycia go na miejscu, od razu odwozi się.

    6) W przypadku przejść pod nasypami o wysokościach większych od 2,5 m należy rozważyć możliwość wykonania robót sposobem przeciskania, drążenia lub przebijania.

    7) W czasie robót musi być zapewnione sprawnie działające tymczasowe odwodnienie, przy czym zatapianiu wykopów przez wody gruntowe należy zapobiegać przede wszystkim obniżając poziomy tych wód, a nie odpompowując wody z wykopów.

8) W przypadku nieprzewidzianego zalania wykopu, wody należy odprowadzać stopniowo tak, aby nie dopuścić do wystąpienia ruchów gruntu wskutek działania ciśnienia spływowego.

9) Roboty w bezpośrednim sąsiedztwie urządzeń podziemnych mogących ulec uszkodzeniu wykonuje się ręcznie.

3. Umacnianie wykopów

1) Umocnienia pionowych ścian wąskich wykopów (o szerokości dna do ok. 1,5 m) należy stosować, gdy:

a) wykopy mają być głębsze od 1,5 m i będą w nich przebywali ludzie (zmechanizowane układanie elementów drenarskich najczęściej jest możliwe w wykopach o głębokościach nie przekraczających 2 m),

b) wykopy mają być płytsze od 1,5 m, ale ich ściany nie będą stateczne z powodu zbyt małej wytrzymałości gruntu, obciążenia naziomu, itp.,

c) wykopy są zlokalizowane na międzytorzach.

2) Wykopy szerokie (o szerokości dna ponad 1,5 m) z odpowiednio nachylonymi skarpami można wykonywać w zasadzie do dowolnych głębokości, jednak tylko wtedy, gdy wody gruntowe występują na głębokości większej od 0,75 h, gdzie: h - głębokość wykopu. Orientacyjne nachylenia skarp wykopów podano w tablicy 12-1.

Jeśli naziom jest obciążony lub grunt jest bardzo zawilgocony, maksymalne nachylenia skarp należy określić na podstawie analizy stateczności gruntu.

3) W głębokich umocnionych wykopach, w odstępach nie większych od 20 m, wykonuje się awaryjnie wyjścia dla pracowników. Pracownicy w każdej fazie robót mogą znajdować się tylko w umocnionych częściach wykopów.

Tablica 12-1 Orientacyjne nachylenia skarp wykopów

<table>
<tr><td rowspan="2">Głębokość wykopu [m]</td><td rowspan="2">Żwir pospółka</td><td colspan="2">Piasek</td><td rowspan="2">Ił
Glina</td><td rowspan="2">Pył,
pył piaszczysty,
piasek pylasty</td></tr>
<tr><td>gruboziar-nisty</td><td>drobnoziarnisty</td></tr>
<tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td></tr>
<tr><td>0 - 3</td><td rowspan="3">1 : 1,5</td><td rowspan="3">1 : 1,7</td><td rowspan="3">1 : 2,0</td><td rowspan="3">tw. pl. 1 : 1,5
półzw. 1 : 1
zwarty 1 : 0,5</td><td>1 : 1,5</td></tr>
<tr><td>3 - 6</td><td>1 : 1,75</td></tr>
<tr><td>6 - 9</td><td>1 : 1,9</td></tr>
</table>

4. Układanie elementów drenarskich

   1) Układane elementy muszą być czyste, nie mogą być uszkodzone w stopniu zmniejszającym trwałość lub skuteczność odwodnienia (szczególnie materiały filtracyjne nie mogą być zanieczyszczone w stopniu zmniejszającym wodoprzepuszczalność tych materiałów).

   2) Liczba elementów drenarskich uszkodzonych i naprawionych w sposób nie pogarszający jakości odwodnienia nie może przekraczać 5% ogólnej liczby elementów.

   3) Przy ręcznym układaniu elementów drenarskich w nawodnionym gruncie, układa się je "od góry", tj. zgodnie z kierunkiem spływu wód. Kolejność układania rur drenarskich w wykopie suchym nie jest istotna.

   4) Przy jednoczesnym wykonywaniu wykopu i układaniu rur, np. z zastosowaniem specjalistycznej koparki, rurociąg wykonuje się „pod górę", tzn. w kierunku przeciwnym do kierunku spływu wód.

   5) Elementy nie mające specjalnych połączeń układa się tak, aby szczeliny pomiędzy nimi były jak najmniejsze. Rury kielichowe układa się kielichami do góry.

   6) Rury układa się od razu tylko w takiej liczbie, aby układki nie przerywać na odcinku pomiędzy sąsiednimi studzienkami.

   7) W przypadku potrzeby przerwania prac, rury należy zabezpieczyć przed zniszczeniem (np. przed zamuleniem w czasie deszczu). Rury uszczelnione zabezpiecza się ponadto przed ew. wypłynięciem po zalaniu wykopu.

5. Zasypywanie wykopów

   1) Wykopy zasypuje się od razu po ułożeniu w nich elementów, z wyjątkiem elementów uszczelnionych i izolowanych.

      Elementy uszczelnione zaprawą cementową (zazwyczaj c:p =1:2 ÷ 1:3) zasypuje się po upływie okresu wiązania cementu. Do tego czasu uszczelnienia pielęgnuje się tak samo jak beton.

      Natomiast elementy izolowane bitumem zasypuje się po wyschnięciu izolacji (izolację na uszczelnienie można układać dopiero po stwardnieniu zaprawy).

   2) Zasypkę rur drenarskich zagęszcza się do wysokości 0,3 m mierzonej od górnej powierzchni rur tak, aby wskaźnik zagęszczenia I_s, wynosił:

      $I_s \geq 0{,}95$ - w przypadku gruntów niespoistych;

      $I_s \geq 0{,}92$ - w przypadku gruntów spoistych.

Kolejność zagęszczania w przypadku sprężystych rur z tworzyw sztucznych powinna być taka, aby rury nie ulegały odkształceniom.

3) Pozostałą zasypkę rur (powyżej 0,3 m ponad wierzchem rury) oraz zasypkę korytek zagęszcza się tak, aby uzyskać zagęszczenie równe zagęszczeniu sąsiadującego gruntu.

4) Dreny, korytka i inne elementy zanieczyszczone w czasie robót muszą być oczyszczone.

Załącznik 13 Konstrukcje odbiorników niewielkich ilości wód (N)

1. W uzasadnionych przypadkach jako odbiorniki niewielkich ilości wód można stosować baseny retencyjne, baseny retencyjno-chłonne i studzienki chłonne.
2. Pojemność basenu retencyjnego przyjmuje się równą średniemu miesięcznemu dopływowi wód, natomiast powierzchnię ustala się zakładając, że w warunkach klimatycznych występujących w Polsce, ubytek wody z uszczelnionych basenów wskutek parowania wynosi przeciętnie 470 mm/rok.
3. Konstrukcja basenu retencyjnego powinna spełniać następujące wymagania:
   1) powierzchnia basenu nie może być większa od 200 m^2,
   2) głębokość basenu nie może być większa od 1,5 m,
   3) najwyższy poziom wody w basenie może sięgać 0,6 m poniżej krawędzi torowiska,
   4) odległość basenu od krawędzi torowiska nie może być mniejsza od 1 m,
   5) zbiornik powinien być ogrodzony groblami ze skarpami o pochyleniu 1:1,75 do 1:2 i - jeśli to potrzebne - uszczelniony iłem, folią itd.
4. Studzienki chłonne wykonuje się z elementów betonowych o przekrojach takich, aby
   1) przepustowość studzienek nie była mniejsza od przewidywanego dopływu wód,
   2) spełnione było wymaganie dotyczące skrajni urządzeń podziemnych (zaleca się budować studzienki chłonne z kręgów betonowych o średnicy 1,2 m, krąg najniższy powinien być perforowany).
5. Dno studzienki chłonnej musi znajdować się co najmniej 1 m ponad stropem nieprzepuszczalnej warstwy gruntu oraz ponad najwyższym poziomem wód gruntowych w warstwie przepuszczalnej, w której wybudowano studzienkę.
6. Na dnie studzienki chłonnej układa się 0,3 - 0,5 m warstwą zasypki filtracyjnej. Nad warstwą pozostawia się wolną przestrzeń na akumulację wody. Na warstwie zasypki, pod rurą odprowadzającą wodę, układa się płytę kamienną lub betonową zapobiegającą rozmywaniu.

Załącznik 14 Zabezpieczanie sieci odwodnieniowej przed mrozem (N)

1. Przed mrozem zabezpiecza się te ciągi głębokie (drenaże głębokie, ciągi odprowadzające i kanalizacyjne), które z różnych powodów muszą znajdować się powyżej normowej dla danego terenu głębokości przemarzania gruntów. Przykłady zabezpieczeń przed mrozem pokazano na rys. 14-1 i 14-2.

2. Przy układaniu przewodu wg schematu pokazanego na rys. 14-1, szerokość wykopu b przyjmuje się:

$$b = d_z + 2p \qquad (1)$$

gdzie:

d_z – zewnętrzna średnica przewodu, m

p - według wzoru 2:

$$p = \frac{0{,}5\Delta h}{\sqrt{\lambda - 1}} + \frac{0{,}25\Delta h}{\lambda - 1};\ \text{m} \qquad (2)$$

gdzie:

$\Delta h = h_p - h$

h_p - normowa głębokość przemarzania gruntów, m

h - głębokość ułożenia rury, mierzona od jej wierzchu, m

λ - współczynnik zależny od przewodności cieplnej gruntu i materiału izolacyjnego wg tab. 14-1.

Tablica 14-1 Współczynniki λ

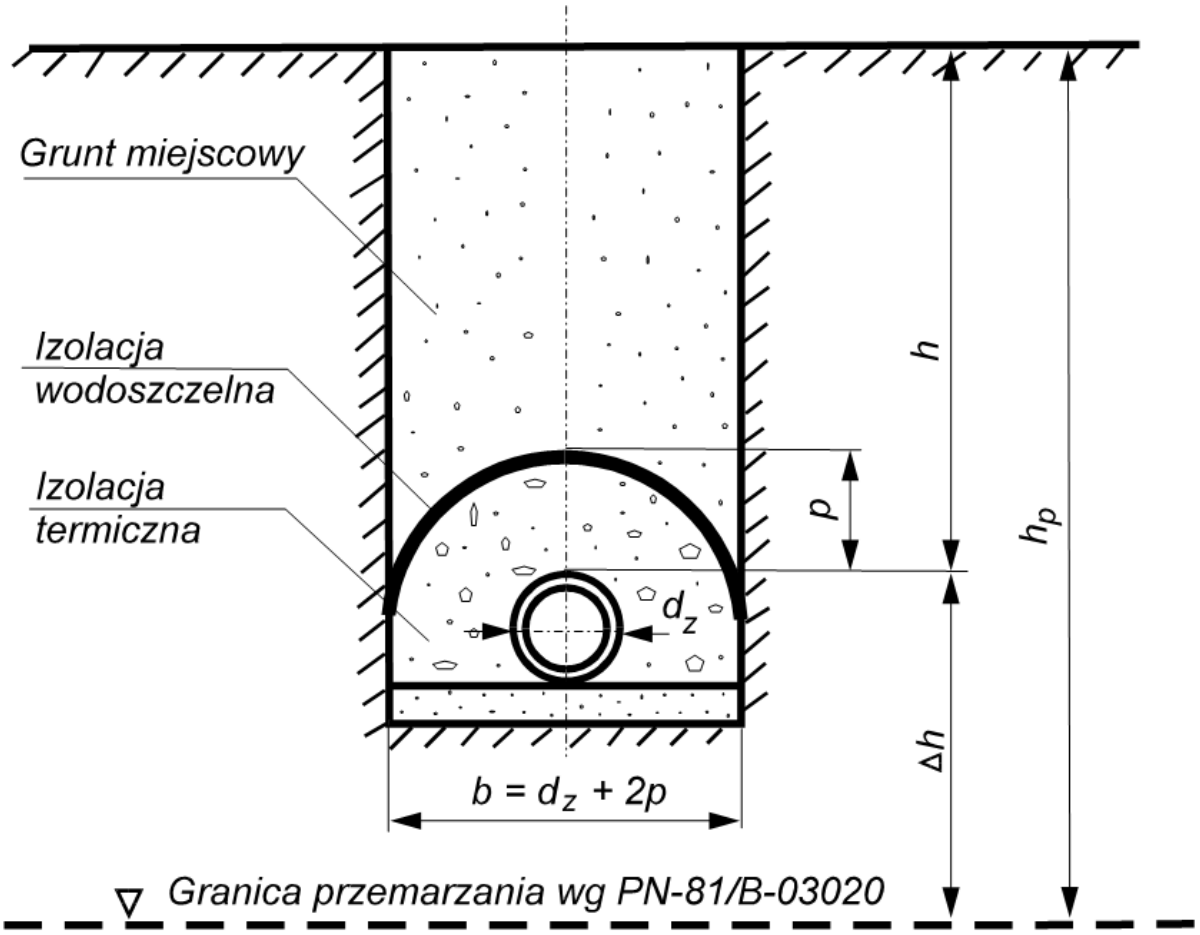
Rodzaj gruntu podtorza	Rodzaj materiału izolacyjnego		
	popiół	żużel wielkopiecowy granulowany	żużel kotłowy
1	2	3	4
Grunt ziemisty wilgotny	15,0	12,0	6,7
Grunt ziemisty o naturalnej wilgotności	10,0	8,0	4,5
Grunt ziemisty suchy lub ubita glina	6,7	5,3	3,0
Piasek suchy	6,3	5,0	2,8

3. W przypadku ciągów układanych płytko stosuje się wały izolacyjne wg rys. 14-2. Grubości warstw izolacyjnych oblicza się wtedy ze wzoru:

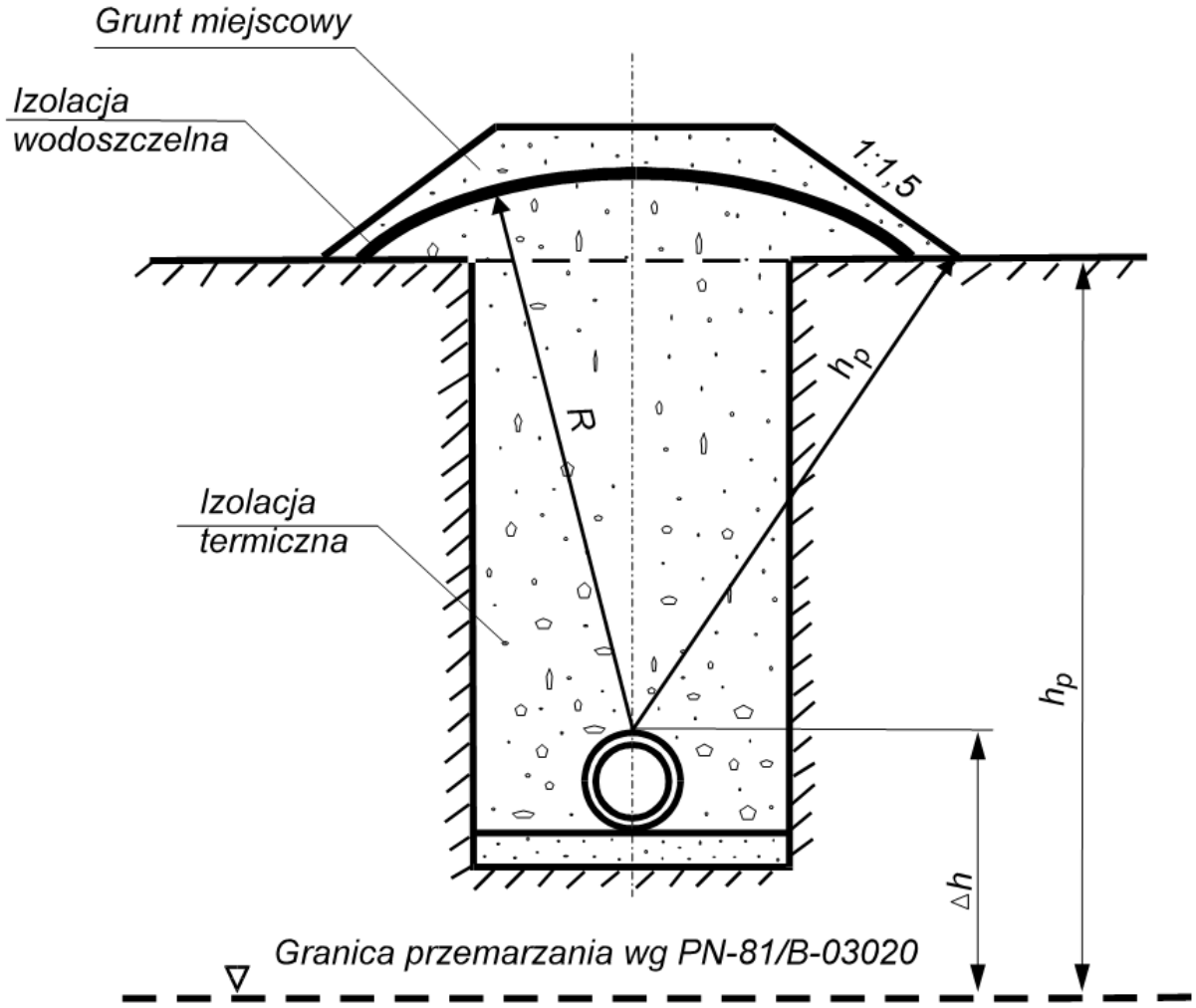
$$R \geq \frac{0{,}5\Delta h}{\sqrt{\lambda}-1} + 0{,}2;\ \text{m} \qquad (3)$$

gdzie:

Δh oraz λ - jak we wzorze 2.

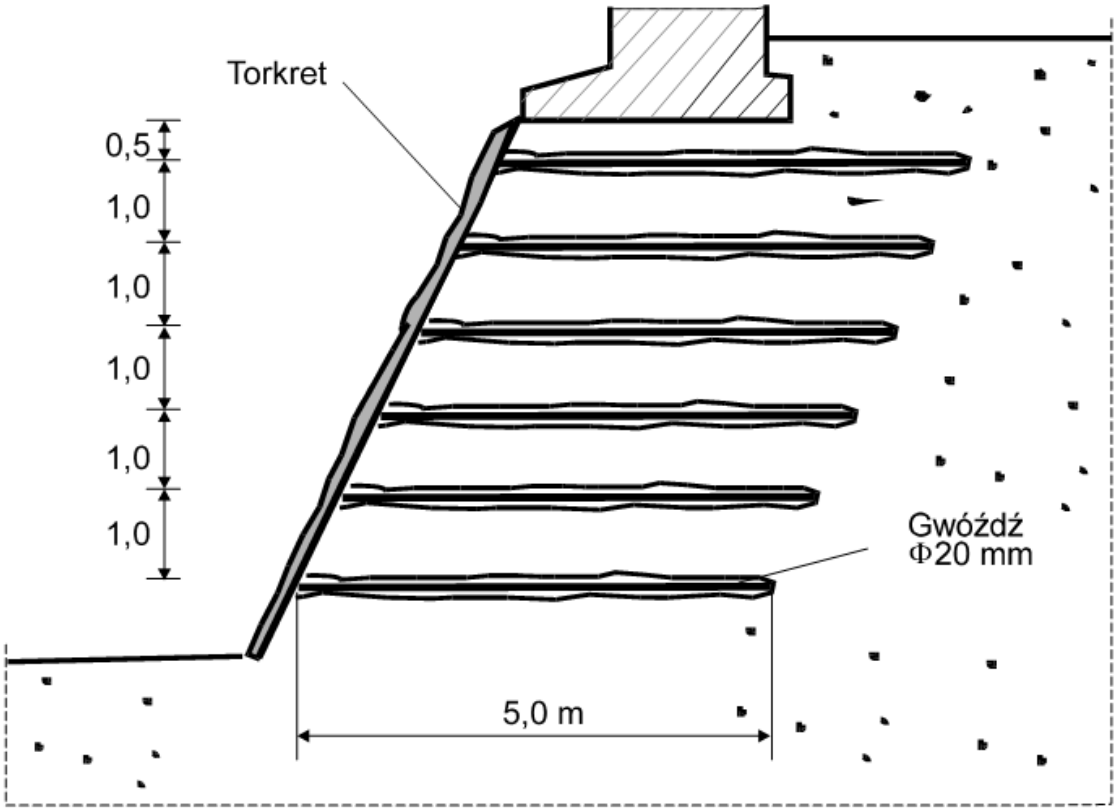


Rys. 14-1. Zabezpieczenie przed mrozem przewodu ułożonego w głębokim wykopie

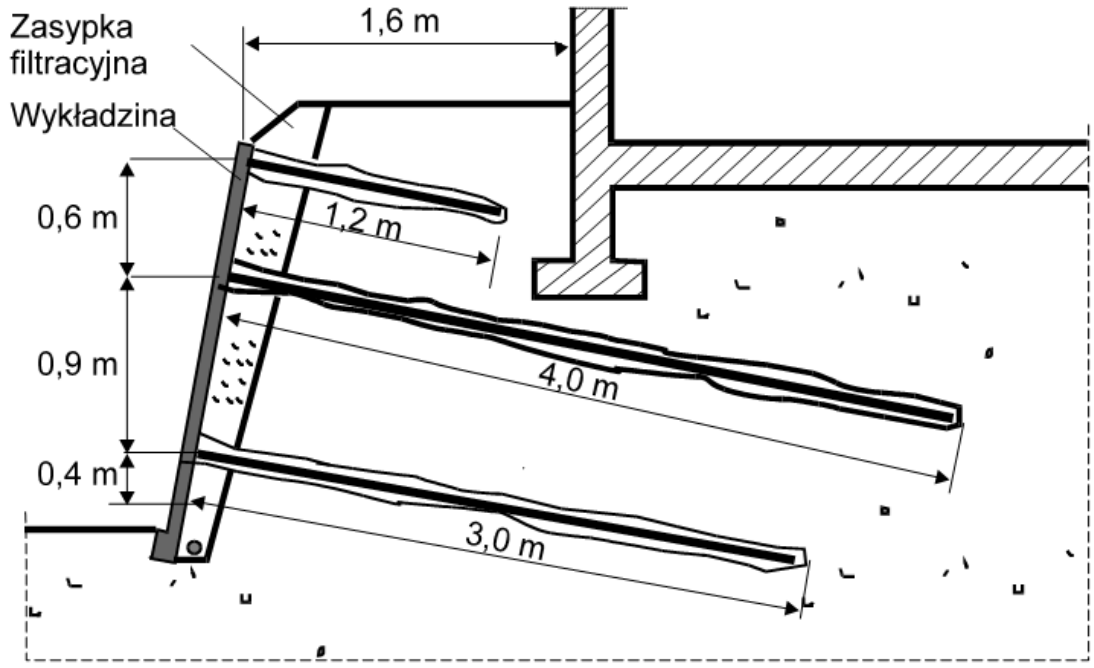


Rys. 14-2. Zabezpieczenie przed mrozem przewodu ułożonego płytko lub na powierzchni terenu

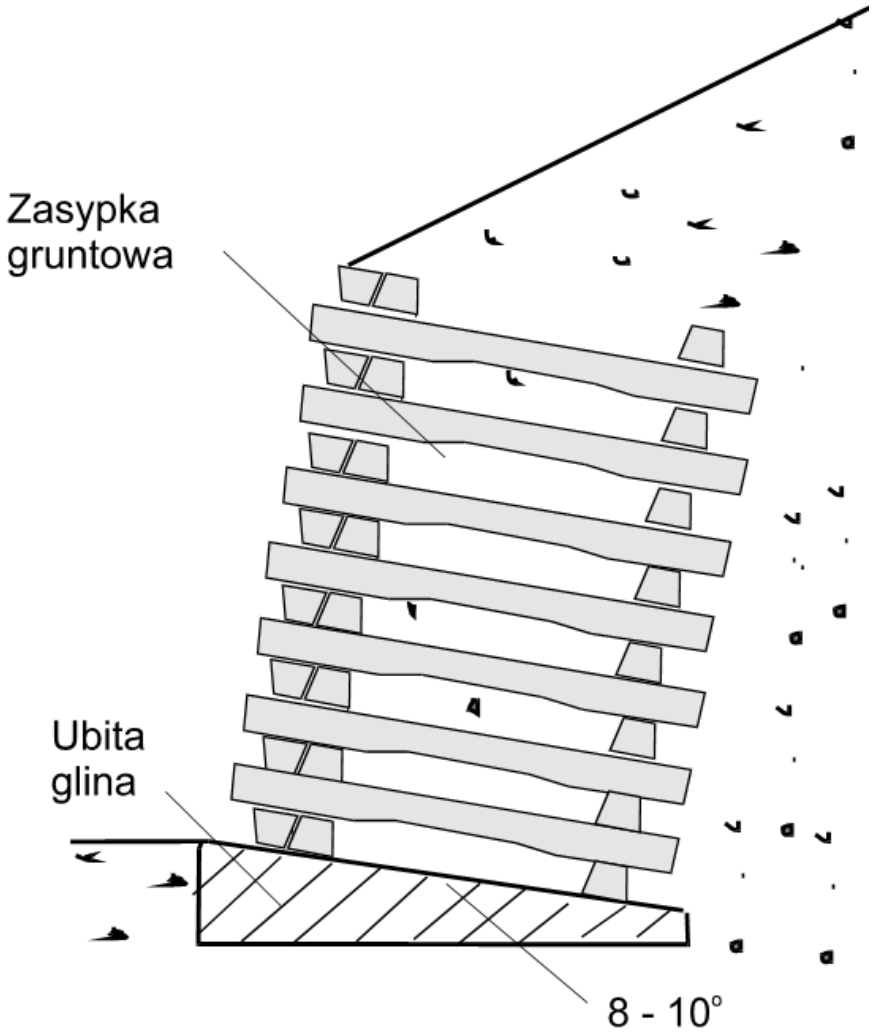
Załącznik 15 Wzmocnienia i obudowy skarp (I)



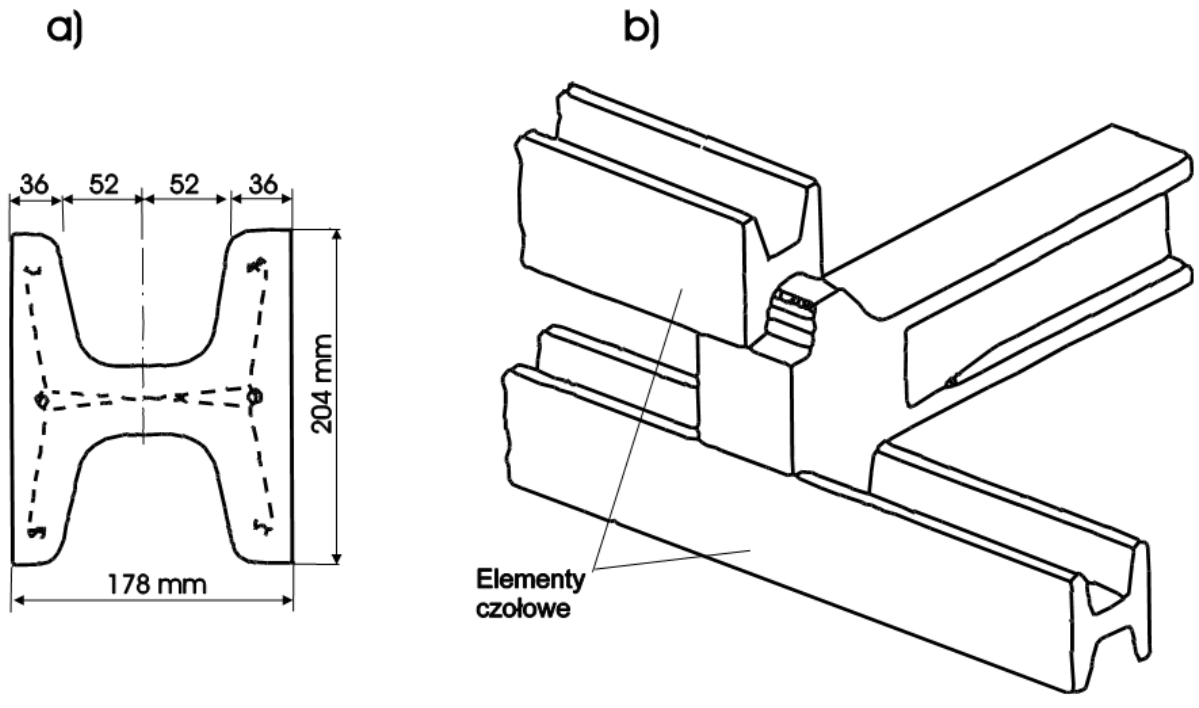
Rys. 15-1. Skarpa gwoździowana z narzutem torkretowym (kolejność prac: wykonanie wykopu, torkretowanie powierzchni, wykonanie gwoździ, pogłębienie wykopu, torkretowanie...)



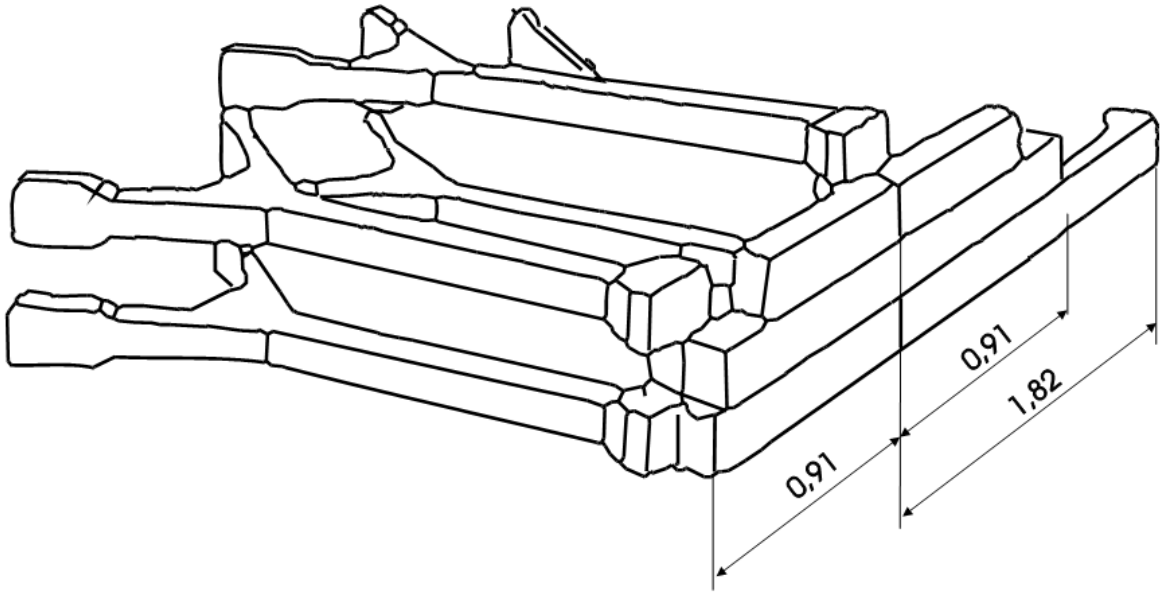
Rys. 15-2. Skarpa gwoździowana poprzez płytę wykładzinową



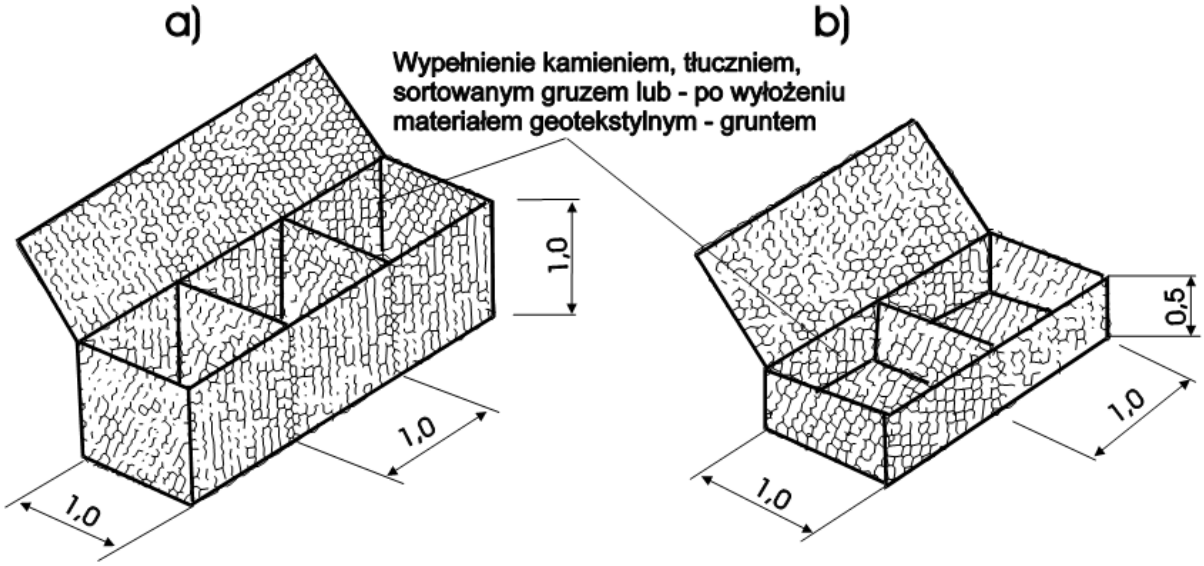
Rys. 15-3. Kaszyca ze starych podkładów betonowych



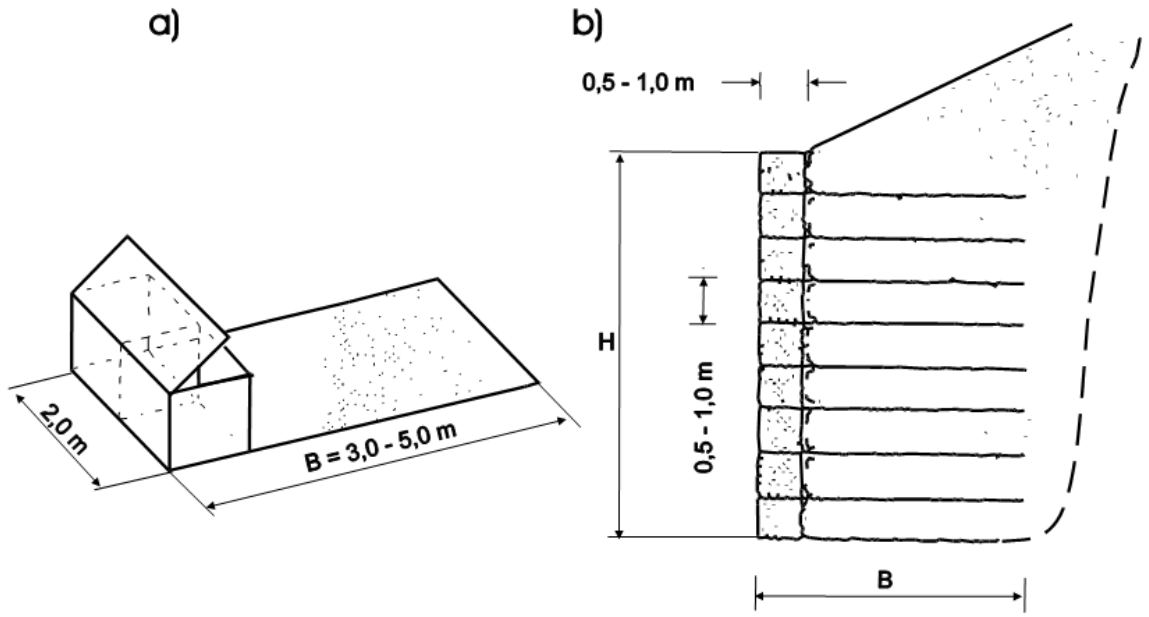
Rys. 15-4. Kaszyca z prefabrykatów żelbetowych o przekroju dwuteowym ("amerykańska"): a - przekrój poprzeczny, b - sposób montażu



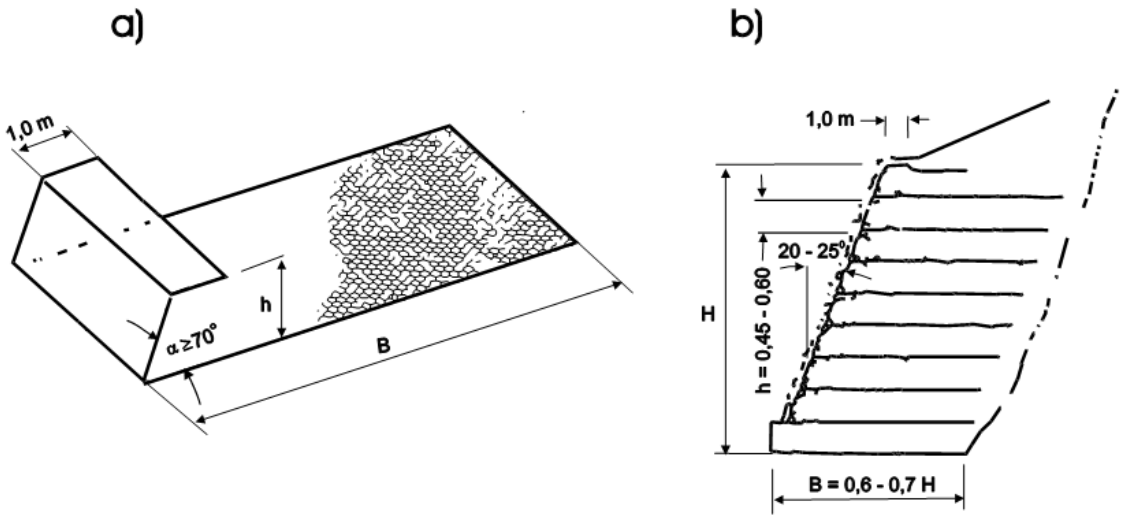
Rys. 15-5. Kaszyca widlasta z prefabrykatów żelbetowych ("angielska")



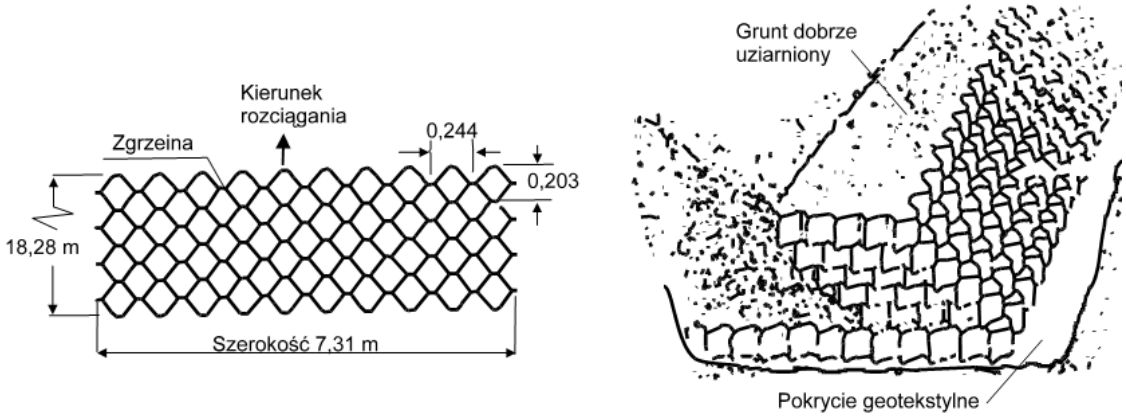
Rys. 15-6. Kosze siatkowe (kosze szańcowe, gambiony): a - kosz typowy, b - kosz płaski



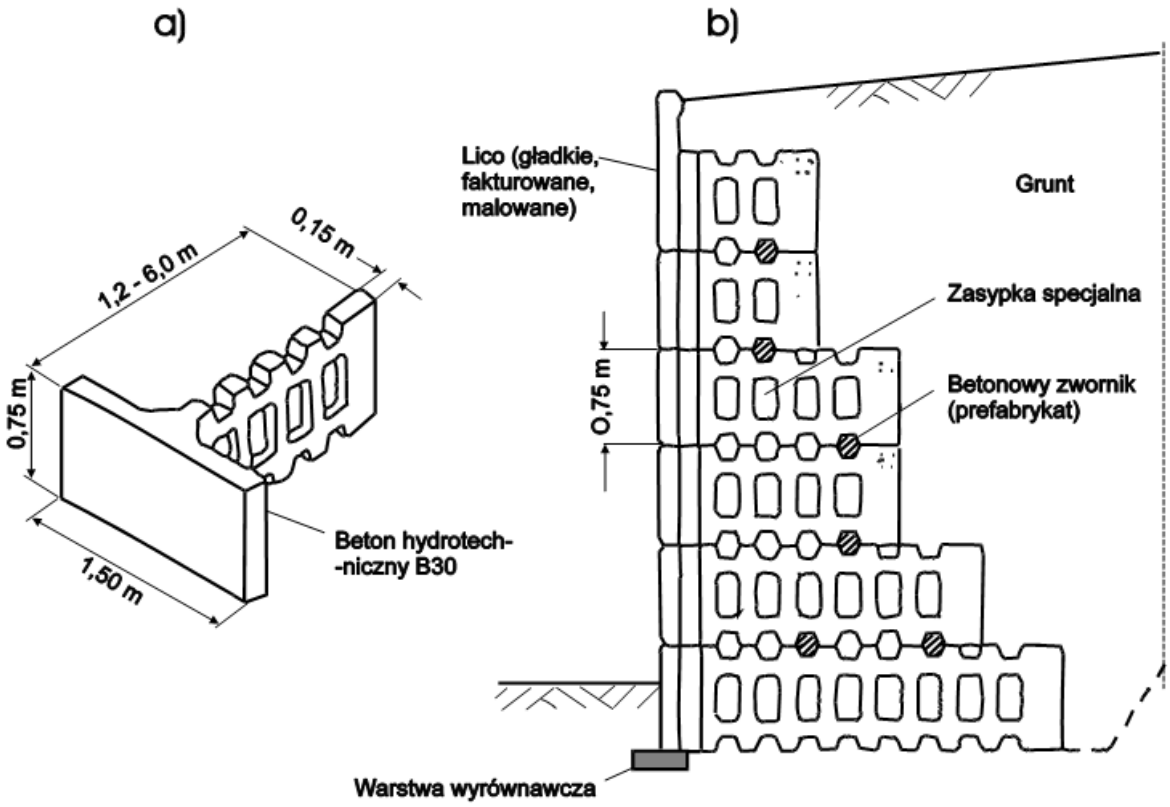
Rys. 15-7. Obudowa skarpy elementami gambionowymi:
a - kosz siatkowy z przedłużonym dnem, b - obudowana skarpa



Rys. 15-8. Umocnienie skarpy elementami siatkowymi:
a - element siatkowy, b - umocniona skarpa

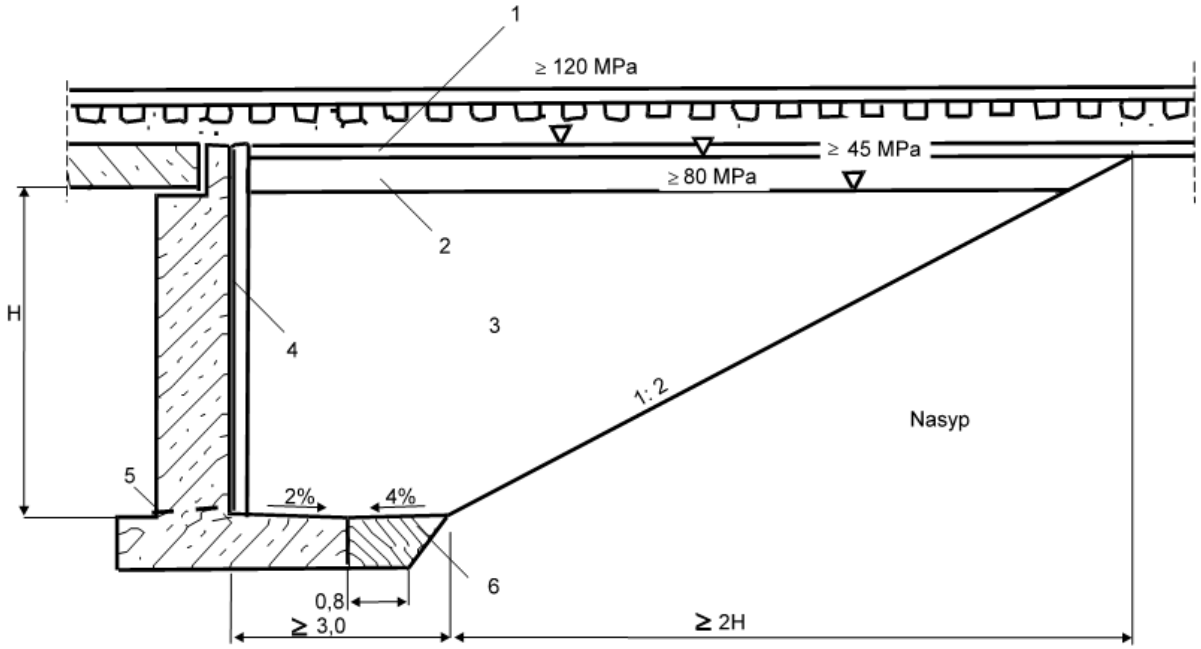


Rys. 15-9. Obudowa skarpy matami komórkowymi: a - mata komórkowa po rozciągnięciu dostarczonego panelu, b -sposób układania kolejnych warstw maty

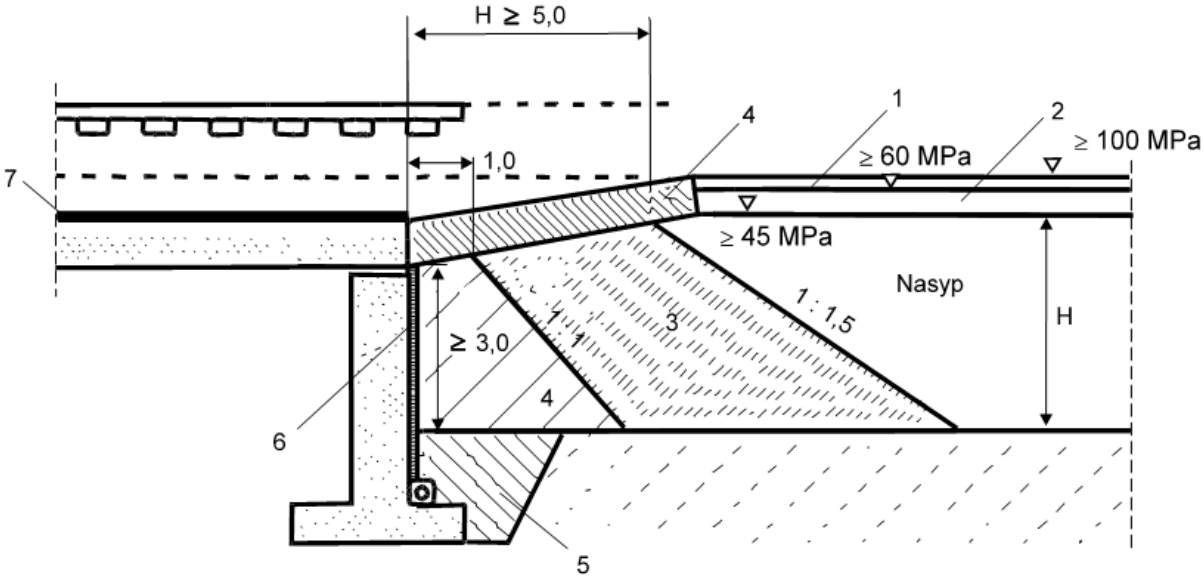


Rys. 15-10. Obudowa skarpy prefabrykowanymi elementami modułowymi w kształcie litery T: a - element żelbetowy, b - obudowana skarpa

Załącznik 16 Przykłady odcinków przejściowych pomiędzy podtorzem gruntowym i obiektami inżynieryjnymi (I)

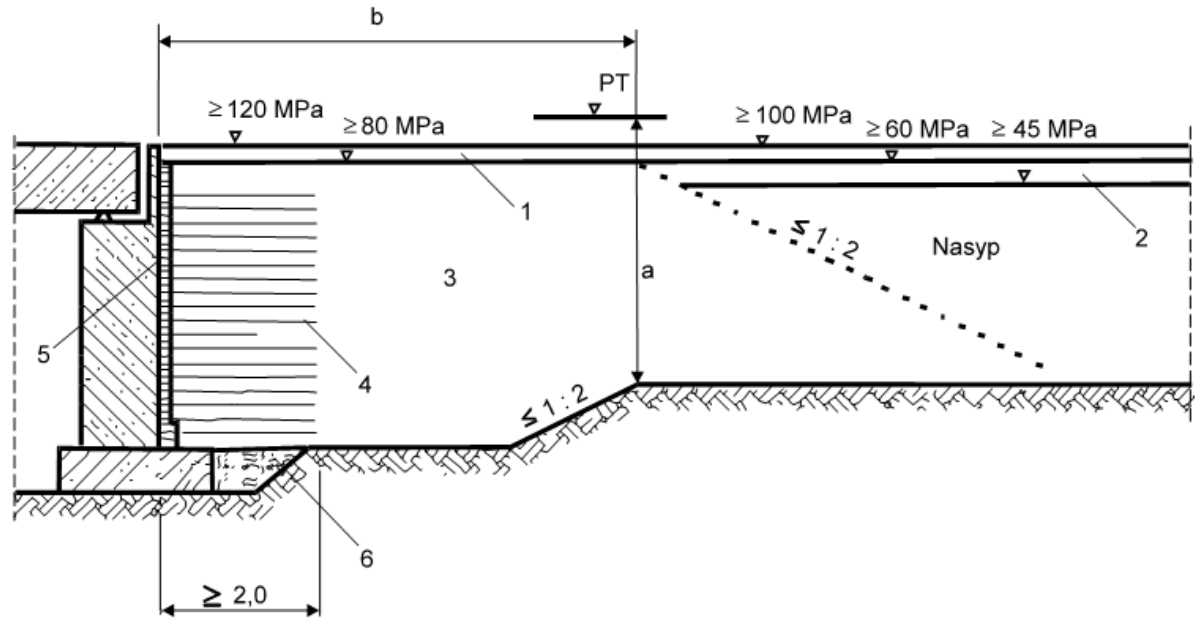


Rys. 16-1. Odcinek przejściowy na linii eksploatowanej: 1 - warstwa ochronna torowiska grubości 0,2 m, 2 - podbudowa 0,5 m, 3 - grunt dobrze uziarniony (U ≥ 5) zagęszczany warstwami o grubości 0,15 - 0, 30 m, 4 - izolacja i warstwa filtracyjna, 5 - odwodnienie, 6 - beton



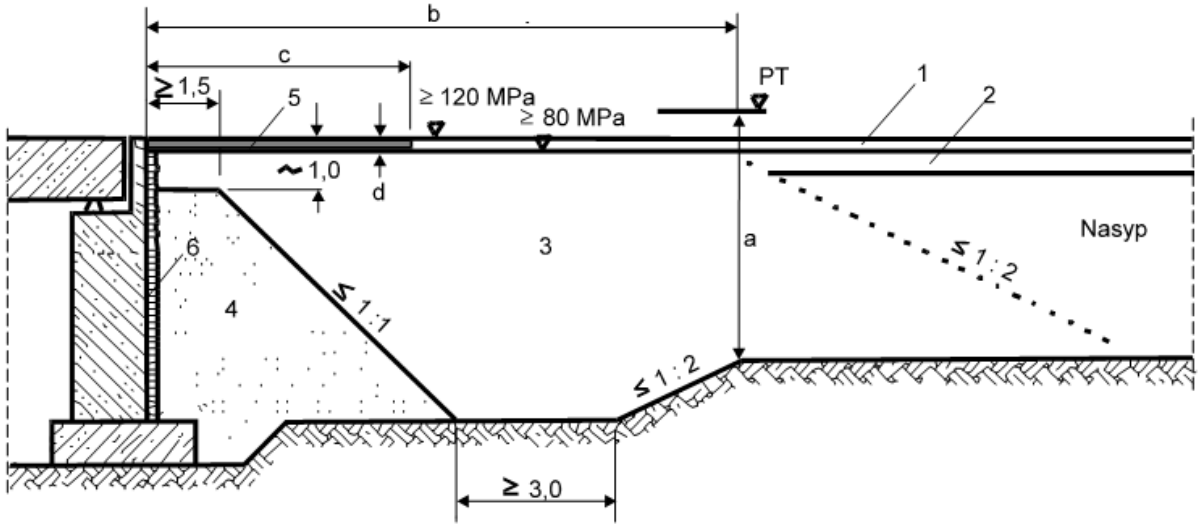
Rys. 16-2. Odcinek przejściowy na linii eksploatowanej: 1 - warstwa ochronna torowiska, 2 - podbudowa, 3 - grunt dobrze uziarniony (U ≥ 5), 4 - grunt stabilizowany 3% dodatkiem cementu, 5 - zagęszczony materiał nieprzepuszczalny, 6 - izolacja i warstwa filtracyjna, 7 - izolacja

	a	b
120 < v < 160 km/h	≥ 2,5	≥10
v ≤ 120 km/h	≥ 2,0	≥5



Rys. 16-3. Odcinek przejściowy na linii nowobudowanej dla prędkości V < 160 km/h: 1 - warstwa ochronna torowiska, 2 - podbudowa, 3 - grunt dobrze uziarniony (U ≥ 5) zagęszczony do I_s ≥ 1,0, 4 - grunt dobrze uziarniony zagęszczany warstwami o grubości do 0,3 m, 5 - izolacja i warstwa filtracyjna, 6 - beton

	a	b	c	d
v ≥ 250 km/h	≥ 3,0	≥ 20	≥ 10	≥ 0,50
200 ≤ v < 250 km/h	≥ 2,5	≥ 15	≥ 5	≥ 0,40
160 ≤ v < 200 km/h	≥ 2,5	≥ 10	≥ 3	≥ 0,30



Rys. 16-4. Odcinek przejściowy na linii nowobudowanej dla prędkości V ≥ 160 km/h: 1 - warstwa ochronna torowiska, 2 - podbudowa, 3 - grunt dobrze uziarniony (U ≥ 5) zagęszczony do I_s ≥ 1,0, 4 - grunt stabilizowany 3% dodatkiem cementu i zagęszczony do I_s ≥ 0,95, 5 - warstwa nieprzepuszczalna, 6 - izolacja i warstwa filtracyjna

Załącznik 17 Wady podtorza i zalecenia dotyczące jego utrzymania (N)

1. Klasyfikacja wad podtorza

   1) Za podtorze z wadą uważa się podtorze o zmniejszonej przydatności do eksploatacji oraz podtorze całkowicie nieprzydatne do eksploatacji na skutek zbyt dużych odkształceń tej budowli, jej uszkodzeń, zmian wymagań itp. Za podtorze z wadą uważa się również podtorze zagrożone - zwłaszcza wtedy, gdy przewidywane skutki wystąpienia wady są poważne.

   2) Wady podtorza klasyfikuje się na podstawie objawów zewnętrznych oraz przyczyn (rys. 17-1).

   3) Zależnie od charakteru wad zalicza się je do jednej z następujących grup:

      a) A - spotykane najczęściej w eksploatacji uszkodzenia, odkształcenia i zagrożenia, wynikające ze stopniowego starzenia się podtorza wskutek ciągłych przemieszczeń gruntów, działania wody, zmiennych temperatur, oddziaływań eksploatacyjnych i zmian zachodzących w otoczeniu podtorza,

      b) B - uszkodzenia i zagrożenia spotykane w eksploatacji rzadziej, których przyczyny w małym stopniu zależne są od pracy zajmujących się utrzymaniem podtorza - przyczynami takimi mogą być np. wyjątkowo niekorzystne warunki klimatyczne, wypadki kolejowe,

      c) C - odchyłki od obowiązujących norm, w tym przypadku podtorze zmniejsza lub traci swoją przydatność do dalszej eksploatacji pomimo braku uszkodzeń.

   4) Opisy wad, charakterystyczne objawy ułatwiające rozpoznanie oraz najczęstsze przyczyny pojawienia się i rozwoju wad podano w kol. 1-4 tab. 17-1.

2. Zalecenia dotyczące utrzymania podtorza w przypadku wystąpienia wady

   1) W trakcie utrzymania należy dążyć do możliwie wczesnego wykrywania wad, zagrożeń i stosowania odpowiednich środków profilaktycznych, umożliwiających usunięcie zagrożeń bądź skutków wad. Integralną częścią tych działań powinno być zwłaszcza odwadnianie, tzn. osuszanie gruntów i zapobieganie dopływom wód. Zalecenia dotyczące utrzymania podtorza na odcinkach z wadami podano w kolumnie 5 tab. 17-1.

   2) Działania w przypadku wystąpienia wady podtorza powinny polegać na:

      a) ocenie zniszczeń oraz skutków eksploatacyjnych spowodowanych wadą,

      b) wprowadzeniu stosownych ograniczeń eksploatacyjnych,

      c) zebrania informacji o istocie, geometrii i zasięgu wady,

d) oceny wpływu poszczególnych czynników na wystąpienie wady, np. sił grawitacji, wód (rozmycie, wysoki poziom wód gruntowych, przepływ wód podziemnych), uplastycznienia lub rozgęszczenia gruntów, wietrzenia, obciążeń eksploatacyjnych.

3) Określenie zasięgu wady może wymagać przeprowadzenia pomiarów, takich jak:

a) pomiary przemieszczeń powierzchni (np. szyn lub reperów, zmian pochyleń),

b) pomiary przemieszczeń na pewnych głębokościach (np. pomiary osiadań lub określanie powierzchni poślizgu za pomocą rur z tworzyw sztucznych),

c) pomiary piezometryczne poziomów wód i ciśnienia porowego.

4) Przed przystąpieniem do trwałej naprawy podtorza należy rozważyć celowość wykonania prac wstępnych, takich jak uszczelnienie pęknięć, zabezpieczenie przed wodami opadowymi, naprawa drenaży i odprowadzenie wód powierzchniowych, tymczasowe wzmocnienie w celu umożliwienia eksploatacji toru.

5) Wybór dalszych działań powinien być uzależniony między innymi od:

a) ograniczeń eksploatacyjnych,

b) możliwości czasowego lub trwałego przesunięcia toru,

c) możliwości zastosowania podpór, przypór, pali lub kotew,

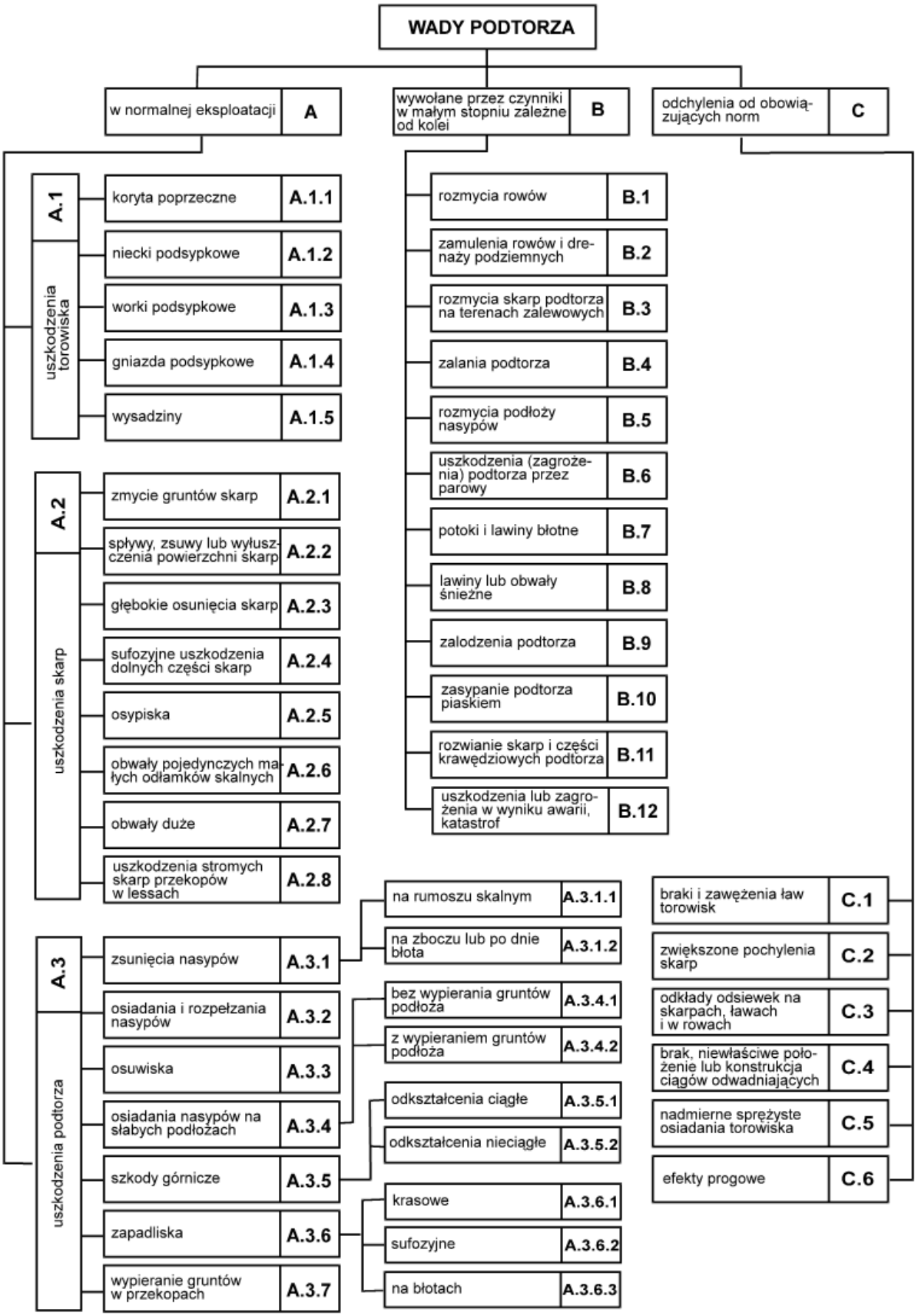
d) dostępności sprzętu,

e) zasięgu uszkodzenia (zwłaszcza jego głębokości),

f) poziomu wód gruntowych,

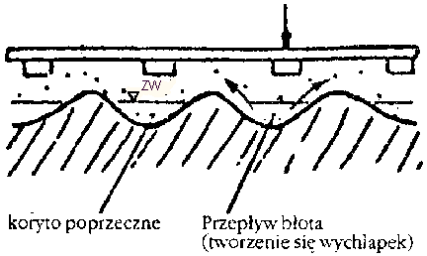
g) stateczności podtorza i toru.

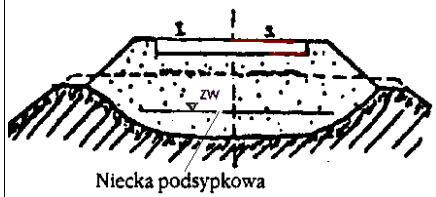
6) Dla odcinka podtorza z wykrytą wadą należy założyć kartę ewidencyjną słabego (zagrożonego) miejsca w podtorzu (zob. zał. 20).

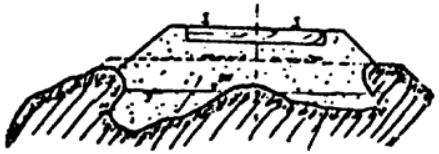


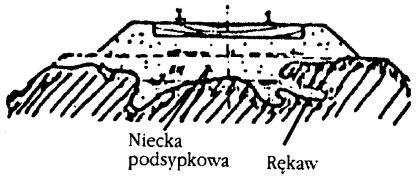
Rys 17-1. Klasyfikacja wad podtorza

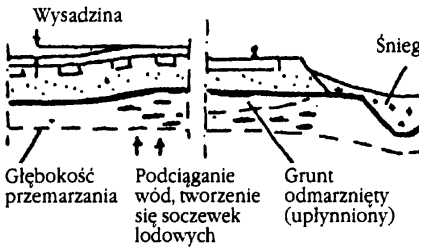
Tablica 17-1 Wady podtorza oraz zalecenia dotyczące jego utrzymania

Grupa	Wada i jej opis	Charakterystyczne objawy ułatwiające rozpoznanie wady	Najczęstsze przyczyny powstawania wady	• Zalecenia dot. bieżącego utrzymania – Zalecenia dot. sposobów napraw
1	2	3	4	5
A1 - odkształcenia torowiska w normalnej eksploatacji	A.1.1 - koryta poprzeczne: poprzeczne do osi toru, wypełnione podsypką, zagłębienia w mało przepuszczalnych gruntach podtorza pod poszczególnymi podkładami  	Objawy zależą od wielkości odkształceń torowiska - wskazane całkowite wybranie podsypki z okienka pomiędzy podkładami i określenie jego kształtu. Odkształcenia A.1.1 uwidaczniają się w zwiększonych, nierównomiernych osiadaniach toru oraz gliniastych wyciekach wokół podkładów (wycieki szare lub czarne nie świadczą o odkształceniach)	1. Zmniejszenie się nośności gruntów górnych warstw podtorza wskutek zawilgocenia. Przyczyną zawilgocenia może być: a) podniesienie poziomu wód gruntowych, często w wyniku złego stanu lub też braku odpowiednich urządzeń odwadniających, b) napływanie wody na torowisko z sąsiedniego odcinka toru (zwłaszcza sąsiadującego przekopu),	• oczyszczenie rowów bocznych, odprowadzenie wód z torowiska (ścinanie i oczyszczanie ław torowiska, wykonywanie wcinek pomiędzy podkładami); korzystne ograniczenia prędkości jazdy pociągów w okresie roztopów, – pogłębienie i umocnienie rowów bocznych, oczyszczenie lub budowa drenaży podziemnych, podniesienie toru na warstwę ochronną lub grubszą warstwę podsypki, – budowa drenażu poprzecznego do osi toru, przechwytującego napływające wody z przekopu,

Grupa	Wada i jej opis	Charakterystyczne objawy ułatwiające rozpoznanie wady	Najczęstsze przyczyny powstawania wady	• Zalecenia dot. bieżącego utrzymania – Zalecenia dot. sposobów napraw
1	2	3	4	5
	A.1.2 - niecki podsypkowe: rozciągające się wzdłuż toru, wypełnione podsypką, zagłębienia w mało przepuszczalnych gruntach podtorza pod pryzmą podsypki  Niecka podsypkowa	W przypadku A.1.2 i A.1.3 oprócz ww. objawów często obserwuje się wypieranie gruntów na skarpy nasypów, międzytorza, zmniejszanie się przekrojów nieumocnionych rowów, błotniste wycieki w korytkach. Niekiedy występują również podłużne szczeliny na ławach torowiska i powierzchni podsypki. Tor wymaga częstych regulacji i uzupełniania podsypki.	c) zatrzymanie się wód opadowych pod podkładami; zagłębienia, w których zbierają się wody, mogą powstać zarówno w czasie budowy (np. wskutek ułożenia toru bezpośrednio na gruncie podtorza bez stosowania warstwy pośredniej), jak i w późniejszej eksploatacji (np. wskutek wycięcia gruntu podtorza oczyszczarką, zasypania ław torowiska odsiewkami lub usypami), d) wybicie źródła.	– wykonanie sączków poprzecznych pomiędzy podkładami, sięgających najniższych punktów odkształconego torowiska (w przypadku dużych odkształceń wody można odprowadzić drenażem zakładanym przy użyciu Kreta), – głębokie ścięcie gruntu na ławie torowiska i ułożenie pokrycia ochronnego pod podsypką (zaleca się stosować pokrycia szczelne), – ujęcie źródła i odprowadzenie wód poza podtorze,

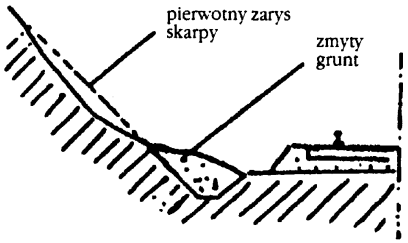
Grupa	Wada i jej opis	Charakterystyczne objawy ułatwiające rozpoznanie wady	Najczęstsze przyczyny powstawania wady	• Zalecenia dot. bieżącego utrzymania – Zalecenia dot. sposobów napraw
1	2	3	4	5
	A.1.3 - worki podsypkowe: zagłębienia w podtorzu zbudowanym z gruntów małoprzepuszczalnych, obejmujące w planie kilka podkładów; głębokości worków zbliżone są do ich długości lub szerokości  Niecka podsypkowa Worek podsypkowy	O dużych odkształceniach (A.1.3; A.1.4) świadczy ponadto zróżnicowane zawilgocenie skarp (niejednorodna roślinność), wycieki wód na skarpach lub u podnóża nasypu, wycieki gruntu na skarpie nasypu.		• systematyczna regulacja toru w planie i profilu, częste oczyszczanie podsypki ze spadkiem poprzecznym, dbałość o stan mocowań (szczególnie na stykach); w przypadku pojedynczych odkształceń należy naprawić mocowania, oczyścić i uzupełnić podsypkę, tor podbić, oczyścić ławy torowiska, – określenie sposobu naprawy wymaga najczęściej wykonania szczegółowego rozpoznania warunków wodno-gruntowych; w przypadkach takich stosuje się:

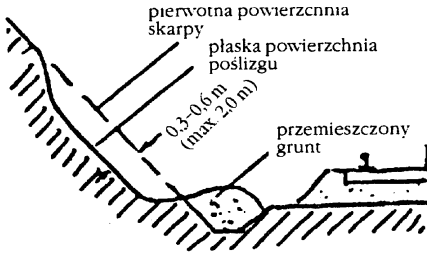
Grupa	Wada i jej opis	Charakterystyczne objawy ułatwiające rozpoznanie wady	Najczęstsze przyczyny powstawania wady	• Zalecenia dot. bieżącego utrzymania – Zalecenia dot. sposobów napraw
1	2	3	4	5
	A.1.4 - gniazda podsypkowe: niecki (A.1.2) lub worki (A.1.3) podsypkowe z wychodzącymi z nich mniejszymi zagłębieniami wypełnionymi podsypką (tzw. rękawami),  	W przypadku odkształceń A.1.4 objawy nasilają się; niekiedy stwierdzić można wyciskanie podsypki na powierzchnię skarpy. w nasypach z odkształceniami torowisk A.1.1 - A.1.4 częściej występują osuwiska skarp.	1. Zmniejszenie się nośności gruntów górnych warstw podtorza wskutek zawilgocenia. Przyczyną zawilgocenia może być: a) podniesienie poziomu wód gruntowych, często w wyniku złego stanu lub też braku odpowiednich urządzeń odwadniających,	∗ osuszanie gruntów w przekopach za pomocą głębokich rowów i drenaży podziemnych, w nasypach zaś za pomocą drenaży poprzecznych, ∗ wypełnianie porów w przepuszczalnych gruntach środkami uszczelniającymi i wiążącymi (iniekcje), ∗ pale wapienne, zwiększające wytrzymałość gruntów spoistych,

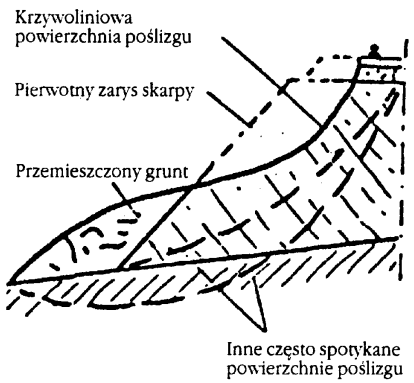
	A.1.5 - wysadziny: lokalne, często nierównomierne odnoszenie się toru (ew. także torowiska) na skutek przemarzania podsypki (ew. gruntu podtorza) oraz wiosenne osiadania toru związane z odmarzaniem tych materiałów.  	Zmiany położenia toru w okresie przemarzanie gruntów i gwałtowne jego odkształcanie się (dołki, przekosy) w okresie wiosennym. Niekiedy na odcinkach z wysadzinami obserwuje się wychlapki, wypieranie gruntów (garby) na ławach, międzytorzach i skarpach oraz zwiększone zużycie elementów nawierzchni w miejscach częstego zakładania podkładek wysadzinowych.	b) napływanie wody na torowisko z sąsiedniego odcinka toru (zwłaszcza sąsiadującego przekopu), c) zatrzymanie się wód opadowych pod podkładami; zagłębienia, w których zbierają się wody, mogą powstać zarówno w czasie budowy (np. wskutek ułożenia toru bezpośrednio na gruncie podtorza bez stosowania warstwy pośredniej), jak i w późniejszej eksploatacji (np. wskutek wycięcia gruntu podtorza oczyszczarką, zasypania ław torowiska odsiewkami lub usypami), d) wybicie źródła. 2. Słabe lub niejednorodne, niedostatecznie lub nierównomiernie zagęszczone albo nie zabezpieczone odpowiednimi pokryciami ochronnymi grunty górnych warstw podtorza, spotykane	⁎ szczelne pokrycia torowisk, zabezpieczające podtorze przed wodami opadowymi, ⁎ podnoszenie toru na grubą warstwę ochronną lub warstwę podsypki, ⁎ wymianę gruntu podtorza, ⁎ zwiększenie grubości warstwy podsypki, zastosowanie podsypki dwuwarstwowej, zwiększenie liczby podkładów, wymiana toru na bezstykowy, ⁎ wg specjalnych ekspertyz, • zapewnienie szybkiego spływu wód z torowiska jesienią, w okresie przemarzania gruntów ograniczanie prędkości pociągów do 15 - 25 km/h i wykonywanie niwelacji toru w odstępach co 2,5 - 5,0 m, w razie nadmiernych odkształceń wstrzymanie ruchu do czasu założenia podkładek wysadzinowych, – oczyszczenie podsypki albo jej wymiana, – osuszenie wysadzinowych gruntów, zabezpieczenia ich przed dopływem wód, budowa warstw przeciwmrozowych z gruntu lub styropianu, podniesienie niwelety toru,

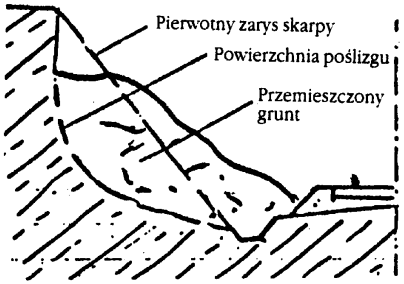
			najczęściej na drogach długo eksploatowanych wielokrotnie przebudowywanych; na odcinkach takich najczęściej nie ma warstwy filtracyjnej lub jest ona częściowo zniszczona, zaś grunt podtorza przemieszany jest z podsypką i odsiewkami nie usuniętymi np. przed dobudową drugiego toru, 3. Złe bieżące utrzymanie toru, powodujące zwiększenie dynamicznych obciążeń, szczególnie niekorzystnych wiosną i jesienią (zbyt duże luzy na stykach, nierówności toru), 4. Zbyt duże siły działające na grunty podtorza wskutek niedostatecznej grubości warstwy podsypki lub zbyt dużych odstępów pomiędzy podkładami 5. Zjawiska tiksotropowe, nadmierne drgania nasypów itp.	obróbka fizykochemiczna gruntów górnych warstw lub wymiana gruntów do odpowiedniej głębokości, – środki podane dla wad A.1.1 - A.1.4,

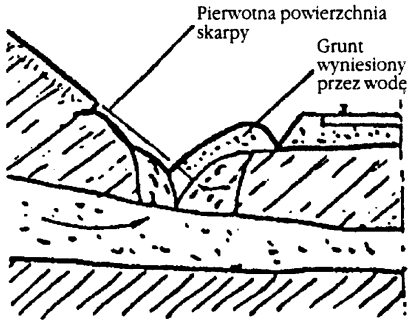
			Przy przemarzaniu gruntu migracja wody do strefy przemarzania i tworzenie się soczewek lodowych, natomiast przy odmarzaniu wiosną - gwałtowne zmniejszanie się wytrzymałości gruntów. Przyczynami tych zjawisk mogą być: a) zbyt duże albo nierównomierne zanieczyszczenie podsypki, b) bezodpływowe zagłębienia pod podsypką (odkształcenia torowiska A.1.1 - A.1.4), c) przemarzanie i odmarzanie wysadzinowych gruntów podtorza, często nierównomierne przy rurociągach. W przypadku a) i b) zmiany położenia toru występują zazwyczaj zimą i wiosną, natomiast w przypadku c) mogą występować zimą i wiosna albo tylko wiosną.	

Grupa	Wada i jej opis	Charakterystyczne objawy ułatwiające rozpoznanie wady	Najczęstsze przyczyny powstawania wady	• Zalecenia dot. bieżącego utrzymania – Zalecenia dot. sposobów napraw
1	2	3	4	5
A2 - uszkodzenia skarp w normalnej eksploatacji	A.2.1 - zmycia gruntów skarp: powierzchniowe naruszenia skarp przez wody opadowe i wody z topniejącego śniegu; naruszenia te mają postać wyżłobień lub pasm zsuwającego się gruntu (zob. także A.2.2).  	Stwierdza się rozmyte miejsca na skarpach (szczególnie po wiosennych roztopach i deszczach), bruzdy i rynny, stożki gruntu u podstawy skarpy oraz wąskie, zsuwające się ze skarp pasy gruntu.	1. Niedostateczne umocnienie skarp, szczególnie ich krawędzi, 2. Przewilgocenie gruntów części skarpowych na skutek złego działania urządzeń odwadniających (wiosną przewilgocone grunty łatwo zsuwają się po gruntach jeszcze przemarzniętych).	• konserwacja umocnień skarp, usuwanie z rowów zmytego gruntu, usuwanie lub plantowanie odsiewek, uzupełnianie ubytków miejscowym gruntem, – obsianie skarpy wieloletnimi trawami, pokrycie ław torowiska nasypów zagęszczonym materiałem filtracyjnym, – zmniejszenie dopływu wód do skarpy, pokrycie jej warstwą filtracyjną o odpowiedniej grubości, zmniejszenie nachylenia skarpy lub skanalizowanie spływu wód za pomocą drenażu skarpowego (sączków, rynien),

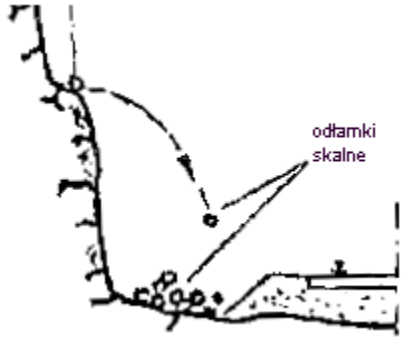
Grupa	Wada i jej opis	Charakterystyczne objawy ułatwiające rozpoznanie wady	Najczęstsze przyczyny powstawania wady	• Zalecenia dot. bieżącego utrzymania – Zalecenia dot. sposobów napraw
1	2	3	4	5
	A.2.2 - spływy, zsuwy lub wyłuszczenia powierzchniowe: przemieszczenia cienkich przypowierzchniowych warstw gruntu na skarpach bez naruszania stateczności podtorza  	Najczęściej występują w przekopach w początkowej fazie w górnej części skarpy widoczne są krótkie szczeliny, zaś niżej nierówności i roślinność charakterystyczna dla terenów podmokłych. Grubość warstwy przemieszczającego się gruntu jest mała, zaś powierzchnia poślizgu płaska (por. A.2.3). Niekiedy wadzie tej towarzyszą wysadziny, zastoiska wody w rowach, odkształcenia rowów.	1. Złe utrzymanie skarpy; nieuzupełnienie ubytków jej umocnień, wprowadzenia na nią wód z sąsiadującego terenu, niewłaściwe odprowadzenie wód gruntowych, przeciążenie skarpy odsiewkami lub składowymi na niej materiałami, 2. Zmniejszenie wytrzymałości gruntów w wyniku przemarzania, odmarzania, zmian wilgotności, wietrzenia, wywiewania ziaren, dopływu wód.	• likwidowanie zastoisk i dopływów wód, oczyszczanie i naprawa urządzeń odwadniających (szczególnie rowów górnych), wypełnianie ubytków miejscowym gruntem, uzupełnianie pokryć roślinnych, odciążenie skarpy (np. usuwanie śniegu przed roztopami), zakrzewienie i zadrzewienie skarpy, – budowa drenaży odcinających dopływ wód do skarpy lub drenaży skarpowych, pokrycie skarpy warstwą termoizolacyjną (np. z żużla, torfu), zakrzewienie i zadrzewienie skarpy, umocnienie jej płytami, złagodzenie jej pochylenia (celowe stosowanie ław rozdzielczych),

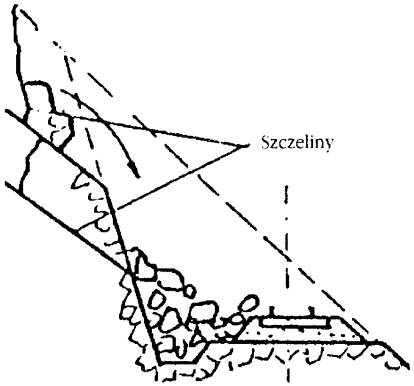
Grupa	Wada i jej opis	Charakterystyczne objawy ułatwiające rozpoznanie wady	Najczęstsze przyczyny powstawania wady	• Zalecenia dot. bieżącego utrzymania – Zalecenia dot. sposobów napraw
1	2	3	4	5
	A.2.3 - głębokie osunięcia skarp a) nasypów: przemieszczenia dużych mas gruntów skarp po krzywoliniowych powierzchniach poślizgu, obejmujące jeden tok szynowy, niekiedy również podłoże nasypu (por. A.2.2, A.3.3, A.3.7)  	W początkowej fazie najczęściej osiadania jednego toku szynowego i podłużne szczeliny na ławie torowiska lub powierzchni podsypki przy czołach podkładów albo w osi toru Później uwidacznia się osuwający się odłam. Niekiedy przed osunięciem się można zauważyć wybrzuszenia skarpy, wilgotne plamy lub bujną miejscami roślinność.	1. Zwiększenie obciążeń nasypu, np. po wprowadzeniu cięższych pociągów, 2. Niedostateczna wytrzymałość podłoża nasypu, 3. Zawilgocenie gruntów nasypu wodami opadowymi zbierającymi się na odkształconym torowisku, 4. Obciążenie skarpy odsiewkami i składowanymi materiałami, 5. Zbyt duże nachylenie skarpy.	• wzmożona kontrola, zapobieganie infiltracji wód (plantowanie ław torowiska, wypełnianie szczelin), określanie tempa przemieszczeń, w razie potrzeby zmniejszenie prędkości lub wstrzymanie ruchu pociągów, – budowa przypór, wyrównanie torowiska, zabezpieczenie go przed dopływem wód (zob. A.1.1 - A.1.4), – usunięcie odsiewek i materiałów, wykonanie stopni, uzupełnienie nasypu gruntem przepuszczalnym, – złagodzenie nachylenia skarpy (dosypanie gruntu po wykonaniu stopni) lub budowa przypory, – zob. również A.3.4,

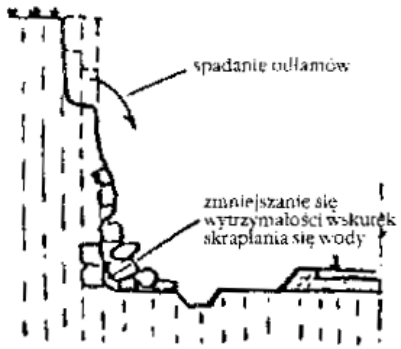
Grupa	Wada i jej opis	Charakterystyczne objawy ułatwiające rozpoznanie wady	Najczęstsze przyczyny powstawania wady	• Zalecenia dot. bieżącego utrzymania – Zalecenia dot. sposobów napraw
1	2	3	4	5
	b) przekopów: przemieszczenia dużych mas gruntów skarp po krzywoliniowych powierzchniach poślizgu, obejmujące tylko jeden tok szynowy (por. A.2.2, A.3.3, A.3.7)  	W początkowej fazie szczeliny na terenie przylegającym do skarpy, często zniekształcenie skarpy (także górnej jej części - por. A.3.7), wilgotne plamy lub bujna miejscami roślinność. Później uwidacznia się bryła lub odłamy osuwającego się gruntu. Niekiedy występują przemieszczenia lub zniekształcenia rowów bocznych.	1. Zbyt duże nachylenie skarpy, 2. Zawilgocenie gruntów wodami powierzchniowymi lub podziemnymi, 3. Wietrzenie skał, z których zbudowana jest część skarpowa.	• wzmożona kontrola i zapobieganie infiltracji wód na terenie przylegającym do skarpy (likwidacja zbiorników i zastoisk wód, uszczelnienie powierzchni), określanie tempa przemieszczeń gruntów, w razie potrzeby ograniczenie prędkości jazdy pociągów, – złagodzenie nachylenia skarpy (jej ścięcie z ew. wykonaniem ław rozdzielczych, budowa ściany podporowej, – budowa ciągów drenarskich odcinających dopływ wód, budowa drenaży skarpowych albo wymiana gruntu na przepuszczalny, – wzmocnienie skarpy za pomocą kotew lub specjalnych elementów,

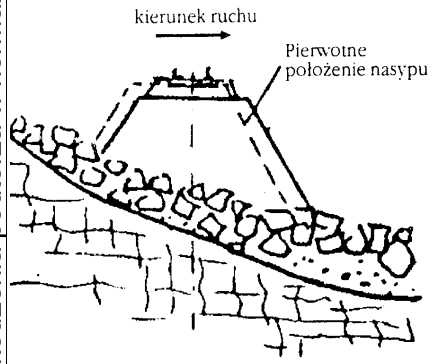
Grupa	Wada i jej opis	Charakterystyczne objawy ułatwiające rozpoznanie wady	Najczęstsze przyczyny powstawania wady	• Zalecenia dot. bieżącego utrzymania – Zalecenia dot. sposobów napraw
1	2	3	4	5
	A.2.4 - sufozyjne uszkodzenia dolnych części skarp: uszkodzenia dolnych części skarp przez wypływające wody podziemne (por. A.3.6.2, B.3)  	U podnóża skarpy stwierdza się wilgotne plamy, wycieki wody (ew. źródła), drobnoziarnisty lub gliniasty piasek wyniesiony przez wodę, szczeliny świadczące o osiadaniu gruntu, uszkodzenia skarpy, zwiększenie jej stromości, osuwanie się gruntu.	Przepływające wody podziemne powodują upłynnienie gruntów warstw przypowierzchniowych i wynoszą te grunty na powierzchnię. Zjawisko takie może wystąpić np. na skutek przecięcia górnej, mniej przepuszczalnej warstwy gruntu przy pogłębianiu rowu.	• wbudowanie w miejscu wypływu wody filtru z gruboziarnistego materiału, naprawa uszkodzonej skarpy, – w celu zabezpieczenia przed uszkodzeniami w innych miejscach należy odciąć dopływ wód podziemnych; ująć źródła tych wód lub osłonić zagrożony rejon rowem lub drenażem głębokim, najlepiej zupełnym, przecinającym całą warstwę wodonośną,

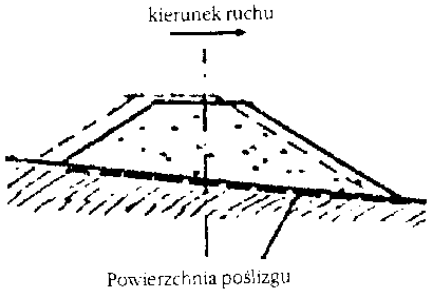
Grupa	Wada i jej opis	Charakterystyczne objawy ułatwiające rozpoznanie wady	Najczęstsze przyczyny powstawania wady	• Zalecenia dot. bieżącego utrzymania – Zalecenia dot. sposobów napraw
1	2	3	4	5
	A.2.5 - osypiska: przemieszczanie się po skarpach (stokach) pospółek , druzgotu kamiennego, pojedynczych odłamków skalnych i gleby (por. A.2.6 - A.2.8)  	Jak w określeniu w kol. 2	Intensywne wietrzenie skał warstw przypowierzchniowych, soliflukcja (powolne przemieszczanie się gruntu na skutek zmian temperatury), drgania.	• zapobiegawcze usuwanie niestabilnego się materiału, pielęgnacja roślinności, konserwacja urządzeń odwadniających, wzmocnień i urządzeń ochronnych, – zakrzewienie i zadrzewienie skarpy (stoku), – złagodzenie nachylenia skarpy (stoku) albo jej tarasowanie, – umocnienie osypującego się materiału spoiwami (iniekcja, torkretowanie) lub przytrzymanie go za pomocą pali, siatek itp., – budowa urządzeń zatrzymujących osypujący się materiał (ścian, murów, półek, rowów),

Grupa	Wada i jej opis	Charakterystyczne objawy ułatwiające rozpoznanie wady	Najczęstsze przyczyny powstawania wady	• Zalecenia dot. bieżącego utrzymania – Zalecenia dot. sposobów napraw
1	2	3	4	5
	A.2.6 - obwały pojedynczych, małych odłamków skalnych: spadanie ze skarp (stoków) pojedynczych odłamków skalnych o łącznej objętości do 1 m^3 (por. A.2.5, A.2.7, A.2.8)  	Skupiska odłamków skalnych u podstawy skarpy (stoku). Na skarpie (stoku) widoczne oddzielne bloki skalne, pęknięcia, półki. UWAGA: warstwy skał łatwo wietrzejących najczęściej zalegają na przemian z warstwami skał bardziej odpornych na wietrzenie.	1. Wietrzenie skał na skutek działania czynników klimatycznych i hydrogeologicznych (przemarzania, zmian wilgotności, wiatru itp.). 2. Niewłaściwe oczyszczenie skarpy po robotach ziemnych, wykonywanych przy użyciu materiałów wybuchowych, 3. Drgania od pociągów, wpływy sejsmiczne lub ruchy górotworu (rzadko).	• okresowe podważanie i zrzucanie niestatecznych odłamków skalnych, ustalanie bezpiecznych przejść dla pracowników, – dalsze działania mogą polegać na: ∗ wzmocnieniu skarpy (stoku) monolitycznymi obudowami, podporami, plombami, iniektowanymi spoiwami, kotwami, siatkami itp., ∗ budowie urządzeń zabezpieczających, takich jak rowy, ściany, sieci, pachołki, ∗ założeniu instalacji sygnalizującej obwał, ∗ budowie objazdu,

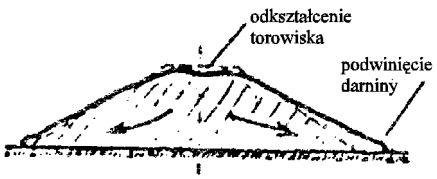
Grupa	Wada i jej opis	Charakterystyczne objawy ułatwiające rozpoznanie wady	Najczęstsze przyczyny powstawania wady	• Zalecenia dot. bieżącego utrzymania – Zalecenia dot. sposobów napraw
1	2	3	4	5
	A.2.7 - obwały duże: obwalanie się odłamów skalnych o dużej objętości na skutek naruszenia stateczności skarpy (ściany) - por. A.2.5; A.2.6; A.2.8  	Skupiska odłamków skalnych u podstawy skarpy (ściany). Obwałami zagrożone są strome skarpy ze skalnymi nawisami i zwiększającymi się spękaniami. Zagrożenie zwiększa się przy niekorzystnym układzie warstw i spękań oraz w przypadku naruszenia dolnej części skarpy.	Niedostateczna stateczność skarpy (ściany) na skutek zbyt dużego jej nachylenia, intensywnego wietrzenia, wstrząsów itp.	• okresowe oceny stateczności odłamków skalnych (pomiary szerokości szczelin, próby ruszenia odłamów), zorganizowanie całodobowych posterunków ostrzegających, oczyszczanie drogi z odłamków, ustalenie lub budowa bezpiecznych dojść dla pracowników, – dalsze prace mogą polegać na: ∗ umocnieniu skarpy (ściany) obudowami, podparciami, kotwami, ∗ odsunięciu toru i budowie urządzeń przechwytujących o odpowiednich wymiarach, takich jak rowy, półki zapory, ∗ budowie galerii osłaniającej drogę lub też objazdu tunelem (niezbędna analiza ekonomiczna),

Grupa	Wada i jej opis	Charakterystyczne objawy ułatwiające rozpoznanie wady	Najczęstsze przyczyny powstawania wady	• Zalecenia dot. bieżącego utrzymania – Zalecenia dot. sposobów napraw
1	2	3	4	5
	A.2.8 - uszkodzenia stromych skarp przekopów w lessach: stopniowe zmniejszania się nachyleń stromych skarp w gruntach lessowych (por. A.2.5 - A.2.7)  	Obserwuje się: zwiększanie się szczelin na powierzchni terenu przy górnej krawędzi skarpy, przychylanie się odłamów gruntu w stronę toru, gromadzenie się gruntu na półkach, niekiedy ciemnienie, zmianę barwy gruntu w dolnej części skarpy albo tworzenie się w tej części nisz.	Zmniejszenie się wytrzymałości gruntu części skarpowej na skutek: a) zmian temperatury i wilgotności (zmian objętości gruntu), działania wód powierzchniowych, uszkodzeń darniny itp., b) zawilgocenia gruntu przez wody podziemne (stwierdza się wtedy wyraźne osłabienie gruntu w dolnej części skarpy i występowanie nisz w tej części). c) drążenia otworów przez gryzonie i ptaki.	• przeglądy terenu przy skarpie, wypełnianie szczelin miejscowym gruntem, uszczelnianie powierzchni terenu, pielęgnowanie darniny, wyrównywanie (zacieranie) powierzchni skarpy po jej uszkodzeniu, oczyszczanie ław, półek i rowów, – budowa drenażu podziemnego pod rowem, – złagodzenie pochylenia skarpy,

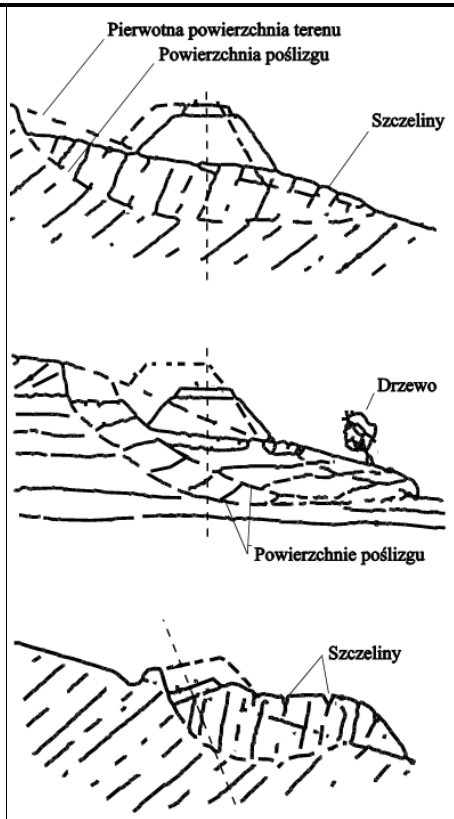
Grupa	Wada i jej opis	Charakterystyczne objawy ułatwiające rozpoznanie wady	Najczęstsze przyczyny powstawania wady	• Zalecenia dot. bieżącego utrzymania – Zalecenia dot. sposobów napraw
1	2	3	4	5
A3 - uszkodzenia podtorza w normalnej eksploatacji	A.3.1 - Zsunięcia nasypów A.3.1.1 - zsunięcie nasypu na rumoszu skalnym: poprzeczne przesuwanie się nasypu na rumoszu (gruzowisku, piargowisku)  	Niewielkie zazwyczaj przemieszczenia toków szynowych w kierunku spadku terenu oraz spękania nasypu. Najczęściej spodnie warstwy gruzowiska (gołoborza) lub osypiska zbudowane są ze żwirów, piasków, rzadziej zawilgoconych glin piaszczystych w górnej części stoku występują skalne urwiska.	1. Zwiększenie się sił przesuwających z powodu zwiększenia się masy rumoszu lub dodatkowego jego obciążenia. 2. Zmniejszenie się sił utrzymujących masy gruntowe w równowadze, np. po zawilgoceniu podłoża. UWAGA: dotychczas na PKP odkształceń takich nie notowano	• obserwacja podtorza, regulacja położenia toru, – najczęściej stosuje się: ∗ podparcie nasypu murem lub ścianą (dotyczy nasypu zlokalizowanego w dolnej części gruzowiska), ∗ poszerzenie nasypu o 1 - 2 m w celu umożliwienia regulacji położenia toru (dotyczy nasypu zlokalizowanego w górnej części gruzowiska), – w przypadku aktywnych gruzowisk na zboczach o pochyleniach większych od 30° należy rozważyć możliwość zmiany trasy lub przeprowadzenia drogi tunelem pod gruzowiskiem.

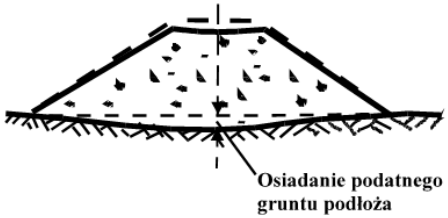
Grupa	Wada i jej opis	Charakterystyczne objawy ułatwiające rozpoznanie wady	Najczęstsze przyczyny powstawania wady	• Zalecenia dot. bieżącego utrzymania – Zalecenia dot. sposobów napraw
1	2	3	4	5
	A.3.1.2 - zsunięcie nasypu na zboczu lub po dnie błota: poprzeczne przesuwanie się nasypu po nachylonym, zawilgoconym podłożu zbudowanym z gruntów drobnoziarnistych (podłożem takim może być również dno błota)  	Przemieszczenia toru zgodne ze spadkiem poprzecznym terenu (podłoża nasypu). Niekiedy widoczne są podłużne szczeliny i garby, świadczące o wypieraniu gruntów nasypu.	1. Niewłaściwe przygotowanie podłoża pod budowany nasyp (pozostawiony humus, zbyt duży spadek poprzeczny stoku lub dna błota, brak stopni), 2. Zawilgocenie spoistych gruntów górnych warstw podłoża nasypu lub dolnych warstw nasypu.	• kontrola stanu i regulacja położenia toru, określanie tempa przemieszczania się nasypu, zapobieganie infiltracji wód opadowych w nasyp i jego podłoże, w razie potrzeby ograniczenie prędkości jazdy pociągów, – zabezpieczenie nasypu przed wodami spływającymi po stoku przy użyciu rowów, obniżenie poziomu wód podziemnych, budowa przypory.

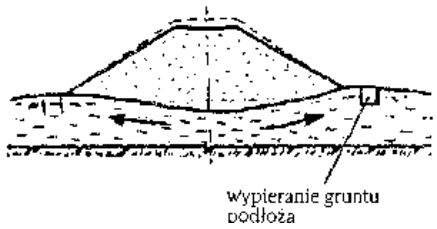
Grupa	Wada i jej opis	Charakterystyczne objawy ułatwiające rozpoznanie wady	Najczęstsze przyczyny powstawania wady	• Zalecenia dot. bieżącego utrzymania – Zalecenia dot. sposobów napraw
1	2	3	4	5
	A.3.2 - osiadania i rozpełzania nasypu a) osiadanie nasypu: zmniejszenie się wysokości nasypu posadowionego na statecznym podłożu (por. A.3.2 b oraz A.3.4)  	Równomierne zazwyczaj na długości osiadania toru i torowiska bez zauważalnych deformacji nasypu i jego podłoża. Występuje zazwyczaj w przypadku nasypów nowo wybudowanych i po zwiększeniu obciążeń.	1. Konsolidacja się niedostatecznie zagęszczonych gruntów nasypu, np. wbudowanych suchych lub przewilgoconych gruntów spoistych lub gruntów drobnoziarnistych ułożonych na przemian z gruntami gruboziarnistymi, 2. Zmniejszenie się objętości gruntów makroporowatych po ich zawilgoceniu, 3. Rozkładanie się wbudowanego w nasyp margla, 4. Zwiększenie obciążeń nasypu.	• kontrole stanu toru i podtorza, regulacja położenia toru, w razie potrzeby ograniczenie prędkości jazdy pociągów do czasu ustabilizowania się nasypu, – podtorze nie wymaga naprawy.

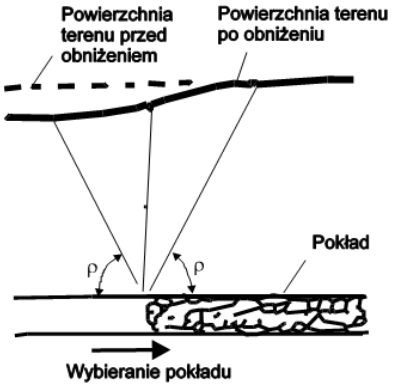
Grupa	Wada i jej opis	Charakterystyczne objawy ułatwiające rozpoznanie wady	Najczęstsze przyczyny powstawania wady	• Zalecenia dot. bieżącego utrzymania – Zalecenia dot. sposobów napraw
1	2	3	4	5
	b) rozpełzanie nasypu: zmniejszanie się wysokości nasypu posadowionego na statecznym podłożu, przy jednoczesnym zwiększaniu się szerokości podstawy nasypu (por. A.3.2a oraz A.3.4)  	Nierównomierne osiadanie toru i torowiska, zniekształcenia skarp, pustki pod darniną na skarpach lub bardzo małe zagęszczenie gruntów w częściach skarpowych. Niekiedy obserwuje się podwinięcia darniny u podnóży skarp, spękania skarp oraz wychlapki w torze.	1. Przewilgocenie spoistych gruntów nasypu: a) w czasie budowy nasypu, np. z powodu wbudowania przewilgoconego gruntu albo gruntu ze śniegiem lub lodem, b) w czasie eksploatacji, np. na skutek podciągania kapilarnego wód podziemnych, podtopienia nasypu, filtracji wód opadowych z niecek i worków podsypkowych, szczególnie wtedy, gdy nasyp zbudowano z suchych niezagęszczonych gruntów spoistych, 2. Zbyt duże nachylenie skarp.	• częste kontrole stanu toru i podtorza, pomiary osiadań, regulacja toru i uzupełnianie podsypki, zapewnianie szybkiego spływu wód opadowych (szczególnie z podłoża i torowiska), w razie potrzeby organicznie prędkości jazdy pociągów, – osuszanie gruntów nasypu za pomocą drenażu przyporowego (rigoli) lub wzmocnienie go przyporami, ujęcie wód powierzchniowych dopływających po terenie i torowisku, likwidacja zbiorników wody na torowisku (zob. A.1.1 - A.1.4), – dobudowa części nasypu z gruntu przepuszczalnego lub wzmocnienie istniejącego nasypu drenażem przyporowym,

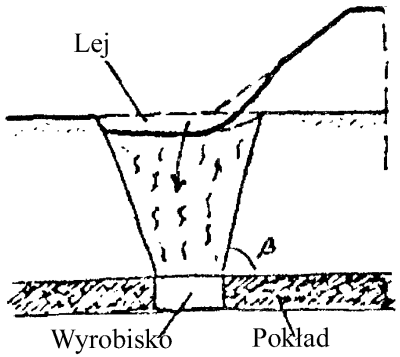
	A.3.3 - osuwiska: przemieszczanie się bez przewracania się i spadania, dużych mas gruntu; powierzchnie poślizgu tych mas, obejmujące swoim zasięgiem oba toki szynowe, mogą być zarówno krzywoliniowe, jak też płaskie przy zsuwaniu się jednej warstwy po innej warstwie (por. A.2.3)	O powstawaniu lub wystąpieniu osuwiska świadczą m. in.: ∗ narastanie odkształceń toru, ∗ szczeliny w podłożu i podtorzu (najwyżej położona szczelina ma najczęściej kształt wypukłego łuku), ∗ uskoki i stopnie prostopadłe do kierunku ruchu mas gruntowych, ∗ zmiany kształtu lub przemieszczenia podtorza, ∗ przemieszczenia, uszkodzenia lub zniszczenia urządzeń odwadniających, budynków itp., ∗ przechylanie się słupów i drzew, spękania pni drzew,	Najczęściej osuwisko powstaje na skutek jednoczesnego działania wielu, niekiedy trudnych do określenia, czynników powodujących zwiększenie sił występujących w gruntach lub zmniejszenie wytrzymałości gruntów. Na terenach równinnych w większości przypadków do powstania osuwiska doprowadza działalność człowieka Natomiast na terenach górskich duży wpływ mogą mieć warunki geologiczne. Zazwyczaj bezpośrednią przyczyną osuwiska jest: a) zwiększenie obciążeń podtorza (zwiększenie prędkości pociągów, zawilgocenie gruntu, obciążenie śniegiem itp.), b) podcięcie stoku wykopem, przekopem, na skutek falowania wód itp.,	• bieżące kontrole stanu toru, podtorza i jego umocnień, zapobieganie infiltracji wód opadowych, niedopuszczanie do robót ziemnych w strefie ochronnej pomiędzy podstawą osuwiska i linią wododziałową, pomiary i rejestracje przemieszczeń toru i gruntów, regulowanie położenia toru usuwanie uszkodzeń podtorza i urządzeń odwadniających, ustalanie bezpiecznych prędkości jazdy pociągów, w przypadku nagłego osunięcia się niewielkich mas gruntu - wykonanie prowizorycznych rowów powyżej osuwiska lub zabezpieczeń przed napływem wód oraz rowów odprowadzających wody z masy osuwiskowej, dalsze prace należy powierzyć wyspecjalizowanej jednostce - usunięcie wady A.3.3 najczęściej wymaga uregulowania stosunków wodnych w zagrożonym rejonie; sposoby napraw mogą polegać m. in. na: ∗ zapobieganiu dopływom wód do zagrożonego rejonu; zmniejszeniu wahań ich poziomów, usuwaniu masy osuwiskowej,

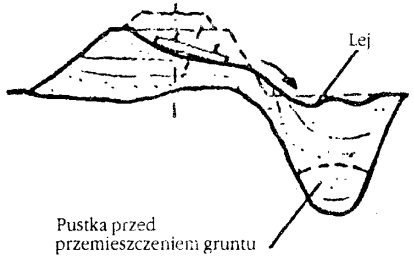
		∗zastoiska wody w górnej części stoku i wycieki wody w części dolnej, ∗przesunięcia kręgów w pobliskich studniach gospodarczych i nietypowe wahania poziomów wód w tych studniach. Proces narastania odkształceń osuwiskowych może trwać zarówno kilka sekund, jak i kilka lat.	c) zmniejszenie się wytrzymałości gruntów na ścinanie, np. na skutek dopływu wód z wyżej położonych zbiorników, nagłego zawilgocenia gruntów makroporowatych lub niedogęszczonych, itp., d) odspojenie górnych warstw podłoża zbudowanego ze skał, e) wymywanie cząstek gruntu z dolnych warstw podłoża, f) mała wytrzymałość gruntu na styku warstw (np. na skutek zawilgocenia, przemarzania gruntu), g) upłynnienie się gruntu na skutek drgań,	∗zapobieganiu abrazji, sufozji i erozji, szczególnie w dolnej części stoku, ∗wzmacnianiu gruntu spoiwami, elektrochemicznie, za pomocą wypalania itp., ∗mocowaniu odłamków gruntu palami, kotwami itp., ∗podparciu stoku lub podtorza przyporami, murami, ścianami, ∗zmniejszeniu nachylenia stoku, ∗biologicznym zagospodarowaniu zagrożonego rejonu; w uzasadnionych przypadkach stosuje się również ominięcie zagrożonego rejonu (zmiana trasy, estakada, tunel).

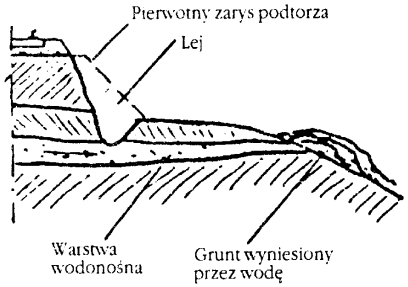
Grupa	Wada i jej opis	Charakterystyczne objawy ułatwiające rozpoznanie wady	Najczęstsze przyczyny powstawania wady	• Zalecenia dot. bieżącego utrzymania – Zalecenia dot. sposobów napraw
1	2	3	4	5
	A.3.4 - osiadanie nasypów na słabych podłożach A.3.4.1 - osiadanie nasypu na słabym podłożu bez jego wypierania; osiadania podłoża nasypu (por. A.3.2 i A.3.4.2)  	Osiadania i nierówności toru oraz torowiska. Niekiedy poprzeczne spękania środkowych części przepustów oraz zmiany profilu drenaży poprzecznych. Niekiedy gruba warstwa podsypki lub zsypywanie się jej na skarpy. Brak oznak wypierania gruntów podłoża nasypu, natomiast często obniżenie podłoża przy nasypie.	1. Zagęszczenie się słabo rozłożonego torfu lub przewilgoconego gruntu spoistego pod nasypem, 2. Zbyt szybkie odprowadzenie wód z podłoża nasypu (osuszenie podłoża), 3. Zawilgocenie gruntów zapadowych (makroporowatych),	• kontrole stanu toru i podtorza (zob. także A.3.4.2), regulowanie położenia toru, usuwanie uszkodzeń urządzeń odwadniających, w razie potrzeby zmniejszenie prędkości jazdy pociągów, – poszerzenie i zwiększenie wysokości nasypu z uwzględnieniem naddatku na przewidywane osiadania, wykonanie głębokich sączków wzdłuż nasypu w celu przyspieszenia konsolidacji podłoża nasypu, – poszerzenie i zwiększenie wysokości nasypu jak wyżej, zmniejszenie tempa odprowadzania wód, – budowa drenażu obniżającego poziom wód podziemnych, zabezpieczenie przed dopływem wód powierzchniowych.

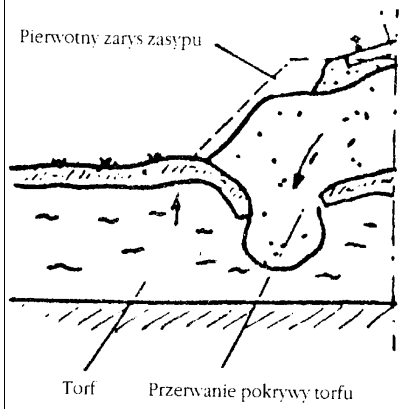
Grupa	Wada i jej opis	Charakterystyczne objawy ułatwiające rozpoznanie wady	Najczęstsze przyczyny powstawania wady	• Zalecenia dot. bieżącego utrzymania – Zalecenia dot. sposobów napraw
1	2	3	4	5
	A.3.4.2 - osiadanie nasypu na słabym podłożu z wypieraniem podłoża; osiadania i wypierania podłoża nasypu (por. A.3.3 i A.3.4.1)  	Osiadania i nierówności toru oraz torowiska. Niekiedy podłużne lub skośne spękanie torowiska. Wypieranie gruntu przy podstawie nasypu (wybrzuszenia, przechylanie się słupów, zmiana położenia lub zwężenie się rowów). Odkształcenia przepustów lub uszkodzenia ich wlotów i wylotów. Często gruba warstwa podsypki i zaleganie jej na skarpach.	1. Niedostateczna wytrzymałość podłoża nasypu z gruntów organicznych lub przewilgoconych gruntów spoistych, 2. Zmniejszenie nośności podłoża na skutek wykonania w pobliżu nasypu wykopu, rowu itp.	• kontrola położenia toru i stanu podtorza (niwelacja), regulowanie położenia toru, usuwanie uszkodzeń urządzeń odwadniających, zapobieganie infiltracji wód opadowych w podłoże nasypu (odprowadzanie tych wód), zmniejszenie prędkości jazdy pociągów, – przyspieszenie konsolidacji gruntów podłoża za pomocą drenaży podziemnych przy nasypie lub pali piaskowych, budowa przypór obciążających podłoże albo pali wzmacniających podłoże, ew. przebudowa nasypu połączona z wymianą gruntu lub zastosowaniem studni piaskowych (w przypadku gruntów organicznych zob. też A.3.6.3) – zasypanie wykopu, w razie potrzeby budowa przypory obciążającej podłoże.

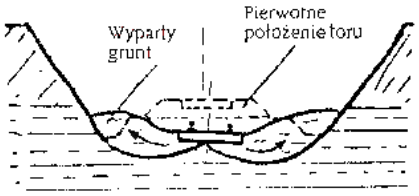
Grupa	Wada i jej opis	Charakterystyczne objawy ułatwiające rozpoznanie wady	Najczęstsze przyczyny powstawania wady	• Zalecenia dot. bieżącego utrzymania – Zalecenia dot. sposobów napraw
1	2	3	4	5
	A.3.5 – szkody górnicze A.3.5.1 - odkształcenie ciągłe nad wyrobiskiem górniczym; powolne odkształcenia terenu (podtorza) nad wyrobiskiem górniczym (czas narastania odkształcenia 2 -10 lat)  	Nierównomierne osiadania toru; zależnie od kierunku wybierania kopalin - zmiany przechyłki lub profilu podłużnego toru, zmiany luzów szynowych, złe działanie rozjazdów itp. Odkształcenie i uszkodzenia podtorza; m. in. wypieranie podłoży wysokich nasypów, osuwiska skarp. Odkształcenia i uszkodzenia ciągów odwadniających.	1. Osiadania terenu nad wyrobiskiem górniczym, znajdującym się poniżej tzw. krytycznej głębokości; głębokość krytyczna zależy od miejscowych warunków geologicznych (najczęściej wynosi ona 50 - 100 m), 2. Rozpełzanie gruntu podłoża przy przechodzeniu frontu robót podziemnych pod trasą kolejową.	• prognozowanie wspólnie z nadzorem górniczym zagrożeń, planowanie robót przy podnoszeniu torów, wydłużanie obiektów, poszerzanie nasypów, przebudowa odwodnień, oględziny podtorza i pomiary osiadań toru, ustalanie bezpiecznych prędkości jazdy pociągów, bieżące usuwanie skutków osiadań; na istniejącym torowisku tor można w zasadzie podnieść do 40 cm; przy osiadaniach większych najczęściej konieczne jest poszerzenie nasypu (zob. C.1) – budowa przypór zapobiegających wypieraniu gruntu podłoża, szczególnie w przypadku wysokich nasypów, – budowa urządzeń odprowadzających wody z powstających niecek terenowych,

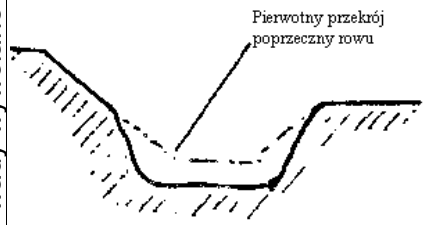
Grupa	Wada i jej opis	Charakterystyczne objawy ułatwiające rozpoznanie wady	Najczęstsze przyczyny powstawania wady	• Zalecenia dot. bieżącego utrzymania – Zalecenia dot. sposobów napraw
1	2	3	4	5
	A.3.5.2 - odkształcenie nieciągłe nad wyrobiskiem górniczym; lokalne, gwałtowne (zapadliskowe) obniżenie terenu (podtorza) nad wyrobiskiem górniczym (zob. też A.3.6.1)  	Nagłe pojawienie się na powierzchni terenu (podtorza) lejów (zapadlisk) o średnicy do 10 m., osuwisk lub rzadziej odkształceń liniowych w postaci pęknięć, szczelin, progów lub garbów.	Ujawnianie się starych wyrobisk górniczych, znajdujących się powyżej tzw. głębokości krytycznej (zob. A.3.5.1). UWAGA: obecnie eksploatacja taka jest prawnie zabroniona - kopaliny z filarów ochronnych pod obiektami wybiera się z jednoczesnym wypełnianiem pustek, co powoduje powstawanie wad A.3.5.1.	• wzmożona kontrola toru i podtorza na terenie występowania odkształceń nieciągłych, instalowanie urządzeń sygnalizujących wystąpienie uszkodzenia podtorza (urządzeniem takim może być np. wbudowany w podtorze cienki przewód z ułożonymi na nim korytkami betonowymi), w razie potrzeby wstrzymanie ruchu pociągów, – odkształcenia nieciągłe można zmienić na mniej groźne odkształcenia ciągłe A.3.5.1, umieszczając tor na nasypie z gruntu sypkiego, na długich płytach wbudowanych w podsypkę albo na specjalnej podbudowie zbrojonej geosiatkami; w przypadku dużego zagrożenia uzasadniona może być zmiana trasy linii.

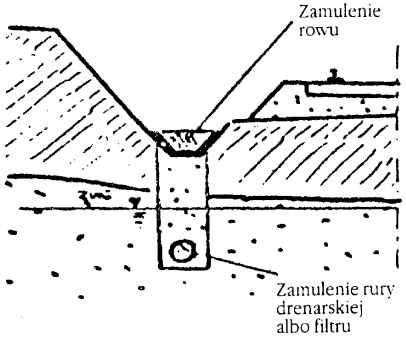
Grupa	Wada i jej opis	Charakterystyczne objawy ułatwiające rozpoznanie wady	Najczęstsze przyczyny powstawania wady	• Zalecenia dot. bieżącego utrzymania – Zalecenia dot. sposobów napraw
1	2	3	4	5
	A.3.6 - zapadliska A.3.6.1 - zapadlisko krasowe: lokalne, gwałtowne obniżenie się terenu (podtorza) nad pustką krasową (zob. też A.3.5.2)  	Powstawanie na powierzchni terenu spękań i lejów (zapadlisk) o średnicy od kilku do kilkunastu metrów. Zapadliskami zagrożone są złoża wapieni, dolomitów, gipsów, soli kamiennej oraz tereny lessowe. Na zagrożonych terenach spotyka się kotlinki, jeziora, świeże leje, żłobki krasowe, unory (miejsca znikania cieków), wywierzyska, lessowe bulwy (tzw. kukiełki).	1. Ujawnianie się pustek krasowych, takich jak groty, jaskinie, studnie, kanały. Powstają one w wyniku rozpuszczania się skał (kras) lub wymywania gruntów lessowych (pseudokras). 2. Zawilgocenie gruntów zapadowych (makroporowatych), np. lessów.	• przeglądy drogi i otaczającego terenu; w przypadku zagrożenia (pojawienia się świeżych lejów), wzmocnienie toru dwiema długimi szynami przymocowanymi do podkładów, zasypanie lejów gruntami spoistymi z dodatkiem cementu, w razie potrzeby ograniczenie prędkości jazdy pociągów, – odcięcie dopływu wód powierzchniowych i podziemnych do zagrożonego rejonu, wzmocnienie gruntu i wypełnienie pustek w tym rejonie (silikatyzacja gruntu, iniekcja itp.), budowa toru na długich płytach żelbetowych umieszczonych w podsypce (zob. też A.3.5.2),

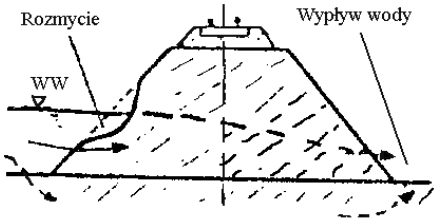
Grupa	Wada i jej opis	Charakterystyczne objawy ułatwiające rozpoznanie wady	Najczęstsze przyczyny powstawania wady	• Zalecenia dot. bieżącego utrzymania – Zalecenia dot. sposobów napraw
1	2	3	4	5
	A.3.6.2 - zapadlisko sufozyjne: lokalne osiadanie terenu (podtorza) na skutek wyniesienia gruntu przez wody podziemne (por. A.2.4 oraz B.3)  	Zapadliska lub lokalne osiadania podtorza. Rzeźba terenu i budowa geologiczna w rejonie uszkodzenia urozmaicona. W pobliżu często spotyka się wycieki wody.	Wymywanie przez wodę z warstwy wodonośnej, albo warstwy do niej przyległej, cząstek gruntu lub związków rozpuszczalnych w wodzie.	• kontrole stanu podtorza i toru, regulacje położenia toru, bieżące usuwanie uszkodzeń, – zależnie od miejscowych warunków stosuje się: ∗ odcięcie dopływu i odprowadzenie wód podziemnych przed rejonem odkształceń (rozwiązanie możliwe w przypadku warstw wodonośnych znajdujących się na głębokościach do 5 m.), ∗ wzmacnianie gruntu ulegającego sufozji (silikatyzację, iniekcję itp.), ∗ przypory z gruntu przepuszczalnego (jeśli występują osuwiska),

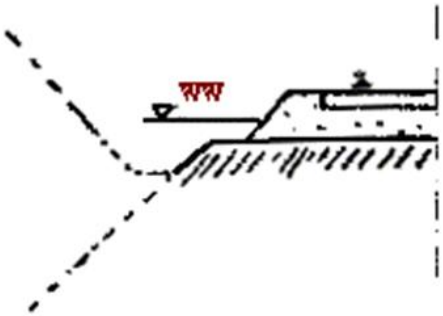
Grupa	Wada i jej opis	Charakterystyczne objawy ułatwiające rozpoznanie wady	Najczęstsze przyczyny powstawania wady	• Zalecenia dot. bieżącego utrzymania – Zalecenia dot. sposobów napraw
1	2	3	4	5
	A.3.6.3 - zapadlisko na błocie: gwałtowne osiadanie podtorza na skutek przerwania się pokrywy torfu  	Duże lokalne odkształcenia toru oraz ubytki podtorza na terenach bagiennych. Spękania skarp i wypieranie gruntu podłoża przy podstawie nasypu. Zob. też A.3.4.2.	1. Zbyt duża ściśliwość nieustabilizowanych gruntów podłoża nasypu, ich niejednorodność lub zbyt szybkie osuszanie, powodujące zróżnicowane ugięcia pokrywy i przerwanie kożucha torfu, 2. Przewilgocenie i zmniejszenie wytrzymałości gruntów podłoża na skutek podniesienia się poziomu wód podziemnych, 3. Zwiększenie obciążeń podłoża nasypu, np. po elektryfikacji linii.	• wzmożona kontrola stanu toru i podtorza (pomiary), regulacja położenia toru, oczyszczanie urządzeń odwadniających, w razie potrzeby zmniejszenie prędkości lub wstrzymanie ruchu pociągów, – zależnie od rodzaju podłoża nasypu stosuje się zmniejszenie pochyleń skarp, poszerzenie nasypu, obustronne przypory, drenaże równoległe do nasypu przy jego podstawie, niekiedy zmianę trasy linii,

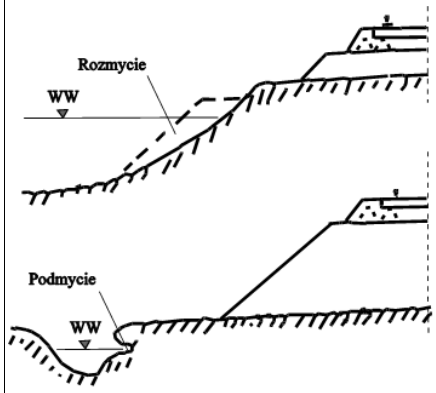
Grupa	Wada i jej opis	Charakterystyczne objawy ułatwiające rozpoznanie wady	Najczęstsze przyczyny powstawania wady	• Zalecenia dot. bieżącego utrzymania – Zalecenia dot. sposobów napraw
1	2	3	4	5
	A.3.7 - wypieranie gruntów w przekopach: odkształcenia w przekopach, wynikające z naruszenia stateczności mas gruntowych pod torem (zob. też A.2.3 b)  	W początkowej fazie tor najczęściej podnosi się, później zaś osiada (zapada). Ponadto obserwuje się wypieranie gruntu przy torze (podłużne szczeliny, garby, przemieszczanie lub zwężanie się rowów), wtórne uszkodzenia skarp (spękania skarp, ich osuwiska) - por. A.2.3. Objawy występują z jednej lub z obu stron toru w głębokich przekopach.	Wyciskanie uplastycznionego gruntu pod torem na skutek silnego zawilgocenia gruntu lub zbyt dużych obciążeń znajdujących się wyżej warstw.	• kontrole stanu toru i podtorza, regulowanie położenia toru, usuwanie zastoisk wody w rowach bocznych i górnych, naprawy umocnień skarp, w razie potrzeby zmniejszenie prędkości jazdy pociągów, – odciążenie skarp (np. tarasowanie ich z pozostawieniem półek na poziomach stropów słabych warstw, zmniejszenie nachylenia), ew. osuszenie skarp drenażem przyporowym, – odcięcie dopływu wód podziemnych do uplastycznionego gruntu za pomocą ścianek z drenażem wykonanych w dolnych częściach skarp, – osuszenie i wzmocnienie uplastycznionego gruntu pod torem (elektroosmoza, pale wapienne, niekiedy uszczelnienie powierzchni),

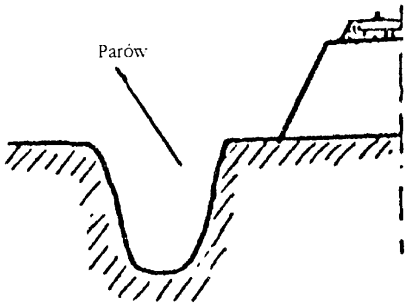
Grupa	Wada i jej opis	Charakterystyczne objawy ułatwiające rozpoznanie wady	Najczęstsze przyczyny powstawania wady	• Zalecenia dot. bieżącego utrzymania – Zalecenia dot. sposobów napraw
1	2	3	4	5
B - wady wywołane przez czynniki	B.1 - rozmycia rowów: zwiększenie się przekrojów poprzecznych rowów, lub ich uszkodzenia, na skutek wynoszenia gruntów przez wodę (zob. też B.5 - B.6)  	Po spływie wód stwierdza się uszkodzenia umocnień rowów, ubytki gruntu, zmiany przekroju poprzecznego rowów, zastoiska wody. Zazwyczaj największe uszkodzenia występują na załomach i przy wylotach rowów.	1. Zbyt duże prędkości przepływu wód, 2. Niewłaściwe umocnienia rowów,	• zapobiegawcze naprawy umocnień rowów, usuwanie zastoisk wody, lodu i zatorów, przygotowanie worków z piaskiem do ochrony podsypki przed rozmyciem, przygotowanie koryt do przeprowadzania wód przez tor (zob. B.4), po przejściu wód oględziny i usuwanie uszkodzeń, – zmiana obudowy rowu, zmniejszenie prędkości przepływu wód (budowa stopni, kaskad itp.), przebudowa na bystrotok, – naprawa umocnień.

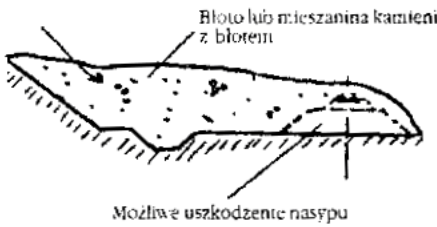
Grupa	Wada i jej opis	Charakterystyczne objawy ułatwiające rozpoznanie wady	Najczęstsze przyczyny powstawania wady	• Zalecenia dot. bieżącego utrzymania – Zalecenia dot. sposobów napraw
1	2	3	4	5
	B.2 - zamulenia rowów i drenaży podziemnych: zanieczyszczenia ciągów odwadniających, powodujące zmniejszenie lub brak odpływu wód  	O niedrożności ciągów odwodnieniowych świadczą objawy wymienione w p. C.4 oraz zasypane albo zarośnięte rowy, zasypane albo zamulone studzienki, całkowicie zamulone rury drenarskie, brak wody w studzienkach lub jednakowe jej poziomy w dwóch sąsiednich studzienkach, woda utrzymująca się w zasypce filtracyjnej nad rurą drenarską, spiętrzenia wód na pewnych odcinkach ciągów.	1. Zapełnienie cieku gruntami gliniastymi, piaszczysto-gliniastymi lub innymi materiałami na skutek: a) zbyt małego spadku cieku, b) zmycia gruntu ze skarp i przylegającego terenu c) uszkodzenia ścian cieku (np. przez korzenie drzew) d) zanieczyszczenia cieku różnymi materiałami lub przedmiotami 2. Zamulenie filtru drenażu podziemnego	• bieżące naprawy umocnień skarp i powierzchni terenu w sąsiedztwie urządzeń odwadniających (w tym uzupełnianie pokryć roślinnych), oczyszczanie rowów i drenaży podziemnych, usuwanie materiałów i przedmiotów utrudniających spływ lub łatwo porywanych przez wody, – zwiększenie spadku lub zmniejszenie szorstkości obudowy cieku, – budowa ochronnych pokryć zapobiegających zmywaniu gruntów, – zlokalizowanie i usunięcie uszkodzenia obudowy cieku, – zlokalizowanie i usunięcie zatoru, przepłukanie cieku, – wymiana filtru,

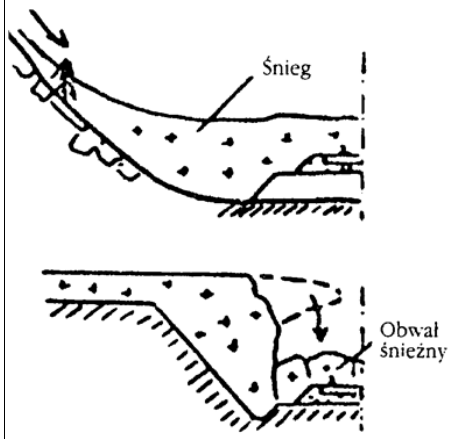
Grupa	Wada i jej opis	Charakterystyczne objawy ułatwiające rozpoznanie wady	Najczęstsze przyczyny powstawania wady	• Zalecenia dot. bieżącego utrzymania – Zalecenia dot. sposobów napraw
1	2	3	4	5
	B.3 - rozmycia skarp (podtorza) na terenach zalewowych: uszkodzenia skarp (podtorza) przez wodę i lód na terenach zalewowych (zob. też B.4 - B.5)  	Przewilgocenie gruntów części skarpowych. Ubytki gruntu (rozmycia) skarp lub pustki pod płytami wzmacniającymi skarpy. Przecieki wody przez nasyp lub jego podłoże (zob. też A.2.4, A.3.6.2), zwiększające niebezpieczeństwo przebicia hydraulicznego i przerwania nasypu.	Niewłaściwe umocnienie skarp podtorza lub niewłaściwe zagospodarowanie terenu zalewanego.	• naprawa umocnień skarp, przygotowanie materiałów do tymczasowych zabezpieczeń (zob. też B.4), kontrole stanu podtorza, zapobiegawcze kruszenie lodu, w przypadku stwierdzenia przecieków lub zbyt wysokiego poziomu wód - wstrzymanie ruchu pociągów, – zmniejszenie prędkości przepływu wód i ich falowania (zadrzewienie przylegającego terenu, budowa ostróg), – umocnienie skarpy narzutem kamiennym, przyporami z gruntu, płytami itp., w przypadku przecieków skarpę i podłoże nasypu od strony dopływu wód uszczelnia się, natomiast po przeciwnej stronie zapobiega się wypływom wód na skarpę i obciąża podłoże (filtry, przypory z gruntu przepuszczalnego, drenaże podziemne, zmniejszenie nachylenia skarp itp.),

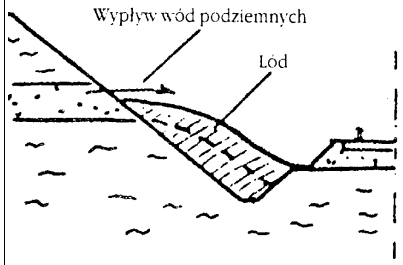
Grupa	Wada i jej opis	Charakterystyczne objawy ułatwiające rozpoznanie wady	Najczęstsze przyczyny powstawania wady	• Zalecenia dot. bieżącego utrzymania – Zalecenia dot. sposobów napraw
1	2	3	4	5
	B.4 - zalania podtorza: uszkodzenia wynikające z podtopienia lub zalania torowiska oraz przelania się przez nie wody (zob. też B.3, oraz B.5) 	Zwiększone osiadania toru, zamulenia i rozmycia podsypki, rozmycia podtorza, osuwanie się skarp. Objawy takie stwierdza się najczęściej w dolnych częściach przekopów i środkowych częściach niskich nasypów.	Podtopienie lub zalanie torowiska przez wody powodziowe, napływające na skutek ulewnego deszczu, sztormu, przerwania tamy, lub wody pochodzące z uszkodzonych kanałów, pękniętych rurociągów itp. Do zwiększenia zagrożenia przyczynia się brak odwodnienia podtorza, niewłaściwe jego działanie, brak umocnień skarp, składowanie odsiewek i innych materiałów.	• przygotowanie koryt umożliwiających przepuszczanie wód przez tory oraz worków z piaskiem do osłonięcia podsypki, usuwanie zatorów na drodze spływu wód, stałe obserwacje, w razie potrzeby ograniczenie prędkości lub wstrzymanie ruchu pociągów, – stosuje się sposoby napraw odpowiednie do rodzaju uszkodzeń; w większości przypadków przywracanie pierwotnej przydatności eksploatacyjnej podtorza trwa bardzo długo (m. in. w wyniku zalania powstają odkształcenia torowiska),

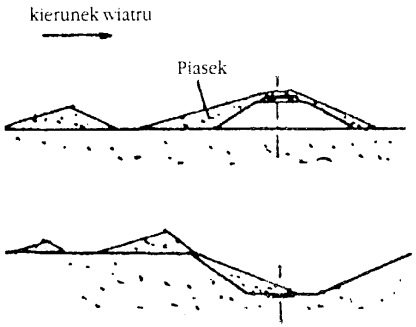
Grupa	Wada i jej opis	Charakterystyczne objawy ułatwiające rozpoznanie wady	Najczęstsze przyczyny powstawania wady	• Zalecenia dot. bieżącego utrzymania – Zalecenia dot. sposobów napraw
1	2	3	4	5
	B.5 - rozmycia podłoży nasypów; uszkodzenia brzegów cieków, zbiorników wodnych i budowli ochronnych przez wody płynące, fale i mróz, zagrażające znajdującym się w pobliżu nasypom (zob. też B.1 oraz B.6)  	Rozmycia brzegów cieków przez wysokie wody. Podmycia brzegów cieków przez wody niskie i płynące okresowo. Uszkodzenie cieków przez lód.	Brak lub niewłaściwa konstrukcja zabezpieczeń brzegów przed niszczącym działaniem wód i lodu.	• kontrole stanu brzegów i budowli ochronnych, usuwanie stwierdzonych uszkodzeń, zgromadzenie materiału do napraw awaryjnych, w razie potrzeby ograniczenie prędkości jazdy pociągów, – zależnie od miejscowych warunków stosuje się: ∗ umocnienia brzegów faszyną, ∗ przypory o kształtach zbliżonych do kształtu brzegów przed uszkodzeniem, ∗ wzmocnienia płytami (przy wysokości fal do 1,5 m), ∗ wzmocnienia płytami monolitycznymi (przy wysokości fal do 3,0 m.) ∗ ściany odbojowe, narzut kamienny, ostrogi (przy większych wysokościach fal),

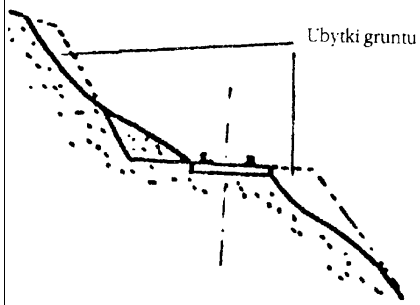
Grupa	Wada i jej opis	Charakterystyczne objawy ułatwiające rozpoznanie wady	Najczęstsze przyczyny powstawania wady	• Zalecenia dot. bieżącego utrzymania – Zalecenia dot. sposobów napraw
1	2	3	4	5
	B.6 - uszkodzenia (zagrożenia) podtorza przez parowy; uszkodzenia lub zagrożenia podtorza przez cieki prowadzące wody okresowo (zob. też B.1; B.5)  	Głębokie cieki o stromych skarpach (parowy) prowadzące okresowo wody. Parowy najczęściej tworzą się w gruntach, takich jak lessy i piaski gliniaste. Tempo wydłużania się parowów może sięgać 50 m/rok.	1. Zniszczenie umocnień powierzchni terenu na skutek spływu wód (bruzdy), usunięcia darniny, wyrębu lasu odsłonięcia gruntu przy robotach ziemnych itp., 2. Niewłaściwe konstrukcje lub umocnienia wylotów rowów, przepustów i małych mostów, 3. Uaktywnienie się jaru (zarośniętego dawnego parowu) na skutek przyczyn wymienionych w p. 1 i 2,	• wypełnienie bruzd na stokach w początkowym okresie tworzenia się bruzd, ochrona i uzupełnianie pokryć roślinnych (darniny, krzaków, lasu), – wykonanie rowu lub wału powyżej zagrożonego rejonu, odprowadzenie wód bystrotokiem lub ciekiem wykonanym na dnie jaru, – przebudowa umocnień wylotów cieków, – budowa stopni, ścian i przegród zmniejszających prędkość przepływu wód i zwiększających zamulanie, ew. zasypanie parowu gruntem, umocnienie powierzchni, uporządkowanie spływu wód,

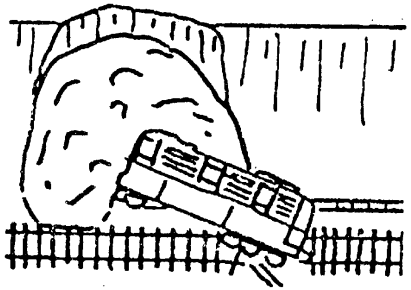
Grupa	Wada i jej opis	Charakterystyczne objawy ułatwiające rozpoznanie wady	Najczęstsze przyczyny powstawania wady	• Zalecenia dot. bieżącego utrzymania – Zalecenia dot. sposobów napraw
1	2	3	4	5
	B.7 - uszkodzenia lub zanieczyszczenie podtorza przez potoki i lawiny błotne: uszkodzenia i zanieczyszczenia podtorza powstające na skutek zalania go przewilgoconym gruntem.  	Zalanie podtorza błotem, błotem z kamieniami lub mieszanką wodno-kamienną. Spływy występują najczęściej latem w terenach górskich i podgórskich. Na zagrożenie wskazują: silna erozja, podłużne spękania zboczy, nagromadzenie zwietrzelin i materiałów osuwiskowych w nieckach, zatory w korytach i dolinach.	Bezpośrednią przyczyną spływu są najczęściej ulewne deszcze, które powodują spiętrzenie wód w basenach i korytach, przewilgocenie znajdujących się tam materiałów i ich ruch z prędkością 2 - 12 m/s. Objętości spływających mas wynoszą 2 - 6000 tys. m^3, zaś największe wymiary transportowych odłamków skalnych 0,4 - 10,0 m.	• okresowe przeglądy przyległego terenu, – w przypadku dużego zagrożenia budowa wiaduktu, umożliwiającego przepuszczenie błota oraz ścian kierujących błoto w stronę wiaduktu,

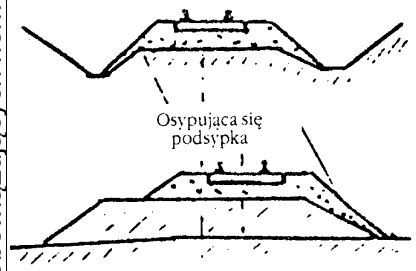
Grupa	Wada i jej opis	Charakterystyczne objawy ułatwiające rozpoznanie wady	Najczęstsze przyczyny powstawania wady	• Zalecenia dot. bieżącego utrzymania – Zalecenia dot. sposobów napraw
1	2	3	4	5
	B.8 - zasypanie lub uszkodzenie podtorze przez lawinę lub obwał śnieżny: zsunięcie się lub obwalenie się śniegu na podtorze.  	Zasypanie drogi kolejowej, częste zniszczenia urządzeń i budowli. Objętość lawiny może zawierać się w granicach od kilkuset do kilku milionów m^3, zaś prędkość jej przemieszczania się wynosi 30 - 100 m/s.	Duże opady śniegu, niekorzystne warunki terenowe i klimatyczne, drgania. Zagrożenie lawinami jest największe wiosną, po długotrwałych opadach i zamieciach, w przypadku stoków o nachyleniu 22 - 55° przy grubości warstwy śniegu większej od 25 cm. UWAGA: lawiny nie występują w rejonach wododziałów.	• prognozowanie zagrożeń na podstawie danych meteorologicznych i oględzin, ustalanie zasad kursowania pociągów na niebezpiecznych odcinkach, przygotowanie sprzętu do usuwania śniegu, – budowa sygnalizacji przeciwlawinowej (np. stan sygnalizatora może zmieniać się po zerwaniu naciągniętego drutu), ew. budowa urządzeń ochronnych, zatrzymujących śnieg lub zmieniających kierunek jego ruchu.

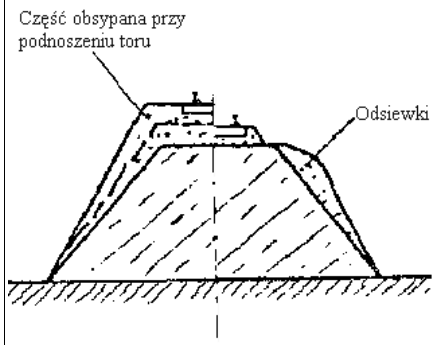
Grupa	Wada i jej opis	Charakterystyczne objawy ułatwiające rozpoznanie wady	Najczęstsze przyczyny powstawania wady	• Zalecenia dot. bieżącego utrzymania – Zalecenia dot. sposobów napraw
1	2	3	4	5
	B.9 - zalodzenia podtorza; zalodzenia powodujące zakłócenia w ruchu pociągów lub utrudniające utrzymanie drogi  	W zależności od miejscowych warunków wystąpić mogą: ∗ zalodzenie toru, ∗ zalodzenie skarp i obwalanie się lodu na tor, ∗ zalodzenie wlotów drenaży, ∗ zalodzenie drenaży głębokich, ∗ uszkodzenia na skutek zalodzeń.	Wymienionym w kolumnie 3 objawom odpowiadają następujące przyczyny: a) niewłaściwe odwodnienie podtorza, b) jak poprzednio oraz niekorzystne ukształtowanie terenu w rejonie podtorza, c) gwałtowne obniżenie się temperatury powietrza, d) zbyt płytkie umieszczenie drenażu.	• zabezpieczenie jesienią wlotów drenaży za pomocą drewnianych płyt i usuwanie płyt przed wiosennym spływem wód, • wykuwanie dróg spływu wody do najbliższych odbiorników (np. drenaży), przepuszczanie wód przez tor, usuwanie nawisów lodowych, oczyszczanie wlotów drenaży, usuwanie zatorów, • budowa wałów śniegowych, – budowa lub przebudowa urządzeń odwadniających, – odsunięcie zalodzeń od toru (zwiększenie wysokości nasypu, budowa przypór, wałów albo rowów w odległości 50 - 100 m.), – przebudowa drenażu lub wykonanie izolacji przeciwmrozowej,

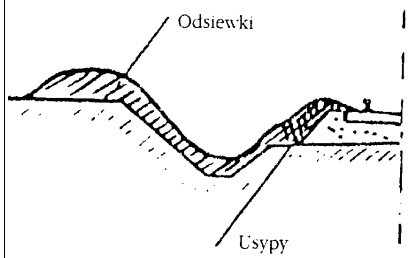
Grupa	Wada i jej opis	Charakterystyczne objawy ułatwiające rozpoznanie wady	Najczęstsze przyczyny powstawania wady	• Zalecenia dot. bieżącego utrzymania – Zalecenia dot. sposobów napraw
1	2	3	4	5
	B.10 - zasypanie podtorza piaskiem; naniesienie przez wiatr gruntu na podtorze (zob. też B.11) 	Gromadzenie się nawianego piasku na skarpach, ławach torowiska i torze. UWAGA: wada B.10 występuje tylko w rejonach zalegania suchych, ruchomych piasków.	Nawiewanie piasków przez wiatr na skutek: a) niedostatecznego umocnienia sąsiadującego terenu, b) braku umocnień powierzchni skarp, c) niewłaściwego zabezpieczenia podtorza przed nawiewanym gruntem.	• ustawianie i przestawianie płotów zapobiegających zawiewaniu, usuwanie gruntu nawianego na tor, oczyszczanie torów, – obsiewanie i zalesienie terenu, wzmocnienie piasków środkami wiążącymi na czas ukorzeniania się roślin (hydroobsiew), – zwiększenie szerokości umocnionych pasów do 100 m. oraz liczby sadzonek (nasion) o 25% w stosunku do liczby wymaganej, coroczne dosadzanie, w przypadku złych wyników humusowanie albo wyłożenie terenu płytami, – ustawienie płotków lub budowa wałów w odległości min. 10 h (h - wysokość płotka lub wału), umocnienie skarp. Zlikwidowanie „dzikich” przejść, podniesienie toru,

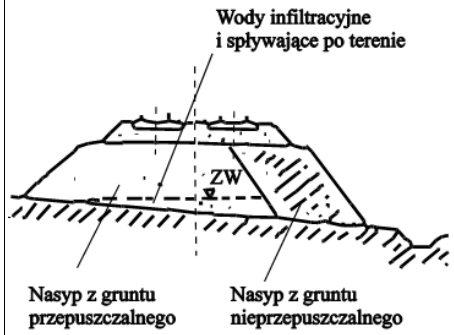
Grupa	Wada i jej opis	Charakterystyczne objawy ułatwiające rozpoznanie wady	Najczęstsze przyczyny powstawania wady	• Zalecenia dot. bieżącego utrzymania – Zalecenia dot. sposobów napraw
1	2	3	4	5
	B.11 - rozwianie skarp i części krawędziowych podtorza: zniszczenie skarp (zwłaszcza ich krawędzi) spowodowane przez wiatr (zob. też B.10)  	Nierówności skarp i ław torowiska spowodowane wywiewaniem i nawiewaniem gruntu. Zmniejszenie szerokości torowiska i zaokrąglenia jego krawędzi. Największe zagrożenie występuje w przypadku podtorza z drobnoziarnistych piasków.	1. Uszkodzenie umocnień skarp 2. Brak umocnień skarp	• systematyczne naprawy umocnień skarp, w tym wypełnianie ubytków w częściach skarpowych materiałem gruboziarnistym lub gruntem miejscowym stabilizowanym spoiwami, – umocnienie skarp warstwami materiału gruboziarnistego (np. tłucznia) lub gliną, ew. obudowa skarp płytami.

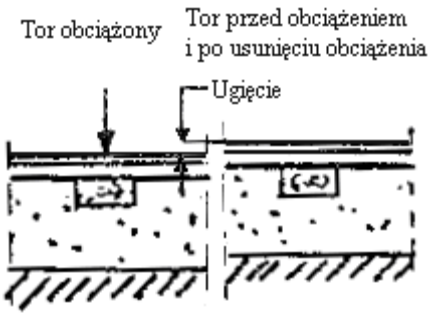
Grupa	Wada i jej opis	Charakterystyczne objawy ułatwiające rozpoznanie wady	Najczęstsze przyczyny powstawania wady	• Zalecenia dot. bieżącego utrzymania – Zalecenia dot. sposobów napraw
1	2	3	4	5
	B.12 - uszkodzenia i zagrożenia w wyniku awarii, katastrof itp.: uszkodzenia i zagrożenia podtorza, wynikające z niesprawności innych elementów drogi, taboru, urządzeń i budowli 	Podstawą zaliczenia wady do grupy B.12 jest główna przyczyna uszkodzenia lub zagrożenia podtorza (np. katastrofa), a nie rodzaj uszkodzenia lub zagrożenia podtorza (np. osunięcie się gruntu). UWAGA: główną przyczyną nie może być wada podtorza.	Awarie, katastrofy i zagrożenia, takie jak: a) katastrofa kolejowa, b) eksplozja lub groźba eksplozji niewybuchu, c) skażenie podtorza, np. na skutek wylania się środków żrących.	• zabezpieczenie uszkodzonego (zagrożonego) odcinka odpowiednimi sygnałami, powiadomienie zainteresowanych o wypadku, • zapotrzebowanie środków niezbędnych do usunięcia skutków wypadku.

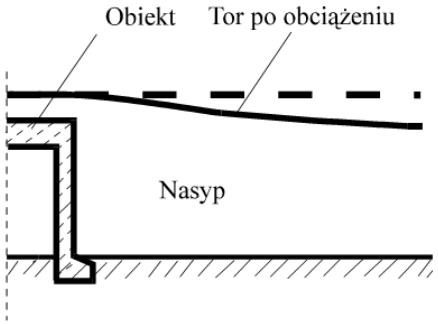
Grupa	Wada i jej opis	Charakterystyczne objawy ułatwiające rozpoznanie wady	Najczęstsze przyczyny powstawania wady	• Zalecenia dot. bieżącego utrzymania – Zalecenia dot. sposobów napraw
1	2	3	4	5
C - odchylenia od obowiązujących norm	C.1 - braki lub zawężenia ław torowisk; szerokości ław torowiska mniejsze od szerokości wymaganych  	Oprócz zbyt małej szerokości ławy torowiska, często stwierdza się: ∗ osypywanie się podsypki na skarpy, ∗ zwiększone nachylenia skarp, ∗ uszkodzenia czołowych ścianek przepustów, ∗ zasypywanie podsypką wlotów i wylotów przepustów.	1. Modernizacja nawierzchni bez przebudowy podtorza, w tym: a) wbudowanie grubszej warstwy podsypki, b) poprzeczne przesunięcia toru, wynikające ze zmiany jego geometrycznego układu, 2. Zbyt szeroka lub nieoprofilowana warstwa podsypki.	• oczyszczenie rowów bocznych w przekopach, oczyszczanie wlotów i wylotów przepustów, kontrole skarp nasypów, – wbudowanie głębokich, wąskich korytek zastępujących rowy boczne w przekopach, wydłużenie przepustów i innych obiektów, poszerzenie nasypów po uprzednim usunięciu podsypki ze skarp i wykonaniu na nich stopni (w zasadzie szerokość dobudowanej części nasypu nie powinna być mniejsza od 2 m.). – zebranie nadmiaru podsypki lub jej oprofilowanie,

Grupa	Wada i jej opis	Charakterystyczne objawy ułatwiające rozpoznanie wady	Najczęstsze przyczyny powstawania wady	• Zalecenia dot. bieżącego utrzymania – Zalecenia dot. sposobów napraw
1	2	3	4	5
	C.2 - zwiększone pochylenie skarp; pochylenia skarp (lub ich części) większe od dopuszczalnych  	Zwiększone pochylenie skarp. Zmywanie (zob. A.2.1) lub zsuwanie się (zob. A.2.2.) gruntu słabo związanego ze skarpą, niekiedy osunięcia skarp (zob. A.2.3). Zanieczyszczenia rowów.	1. Osypywanie się podsypki (szczególnie w przypadku wady C.1), 2. Oczyszczanie podsypki z odkładaniem odsiewek na skarpy (zob. C.3), 3. Zwiększanie wysokości nasypu bez jednoczesnego jego poszerzania (zob. A.3.5.1)	• kontrole stanu skarp nasypów i przekopów, oczyszczanie urządzeń odwadniających, – sposoby podane w p. C.1, – usunięcie odsiewek ze skarp, oczyszczenie ław torowiska, – poszerzenie nasypu z jednoczesnym zmniejszeniem nachylenia jego skarp (w przypadku braku miejsca stosuje się odpowiednie obudowy lub ściany podporowe),

Grupa	Wada i jej opis	Charakterystyczne objawy ułatwiające rozpoznanie wady	Najczęstsze przyczyny powstawania wady	• Zalecenia dot. bieżącego utrzymania – Zalecenia dot. sposobów napraw
1	2	3	4	5
	C.3 - odkłady odsiewek na skarpach, ławach i w rowach; zmiana przekroju poprzecznego długo eksploatowanego podtorza  	Objawy jak w C.2, C.4 i B.2, szczególnie w przypadku dużych usypów z wagonów i niewłaściwie wykonywanych robót podsypkowych (bez usuwania odsiewek) na silnie obciążonych, długo eksploatowanych liniach.	1. Oczyszczanie podsypki przy użyciu oczyszczarek z wyrzucaniem odsiewek na skarpy, ławy torowisk i do rowów, 2. Zanieczyszczanie ław torowisk i urządzeń odwadniających usypami z wagonów.	• kontrole stanu skarp nasypów i przekopów, oczyszczanie urządzeń odwadniających, rozplantowywanie odsiewek, – usuwanie odsiewek ze skarp, ław torowisk i urządzeń odwadniających, zmiana technologii robót podsypkowych, – oczyszczanie ław torowisk, usuwanie usypów z międzytorzy i rowów bocznych,

Grupa	Wada i jej opis	Charakterystyczne objawy ułatwiające rozpoznanie wady	Najczęstsze przyczyny powstawania wady	• Zalecenia dot. bieżącego utrzymania – Zalecenia dot. sposobów napraw
1	2	3	4	5
	C.4 - brak, niewłaściwe położenie lub konstrukcja ciągów odwadniających; uszkodzenia podtorza z powodu braku lub nieprawidłowości konstrukcji urządzeń odwadniających 	Okresowe lub ciągłe przewilgocenie gruntów podtorza, zastoiska wody, zalania, odkształcenia podtorza i toru. Nasilenie występujących objawów może być różne, zależne m. in. od rodzaju gruntu podtorza, jego umocnienia, opadów.	Błędy projektowe lub wykonawcze, niekiedy zmiany zachodzące w sąsiedztwie podtorza.	• wzmożony nadzór (szczególnie w okresach opadów i roztopów), niedopuszczanie do stagnacji wód powierzchniowych i ich wsiąkania (wykonywanie prowizorycznych cieków), w razie potrzeby ograniczenie prędkości jazdy pociągów, – budowa (ew. przebudowa) urządzeń odwadniających, naprawa uszkodzeń podtorza.

Grupa	Wada i jej opis	Charakterystyczne objawy ułatwiające rozpoznanie wady	Najczęstsze przyczyny powstawania wady	• Zalecenia dot. bieżącego utrzymania – Zalecenia dot. sposobów napraw
1	2	3	4	5
	C.5 - zbyt duże sprężyste osiadania torowiska; zbyt duże ugięcia torowiska po obciążeniu go taborem 	Zwiększona liczba pęknięć szyn. Brak objawów wskazujących na występowanie trwałych odkształceń podtorza.	Przekroczenie naprężeń dopuszczalnych w materiale szyn na skutek nadmiernych ugięć. Przyczyną ugięć może być ściśliwy; np. organiczny, grunt podtorza (zob. p. A.3.6.3). UWAGA: przyczyną pękania szyn może być również zbyt mała sztywność nawierzchni (np. zbyt cienka warstwa podsypki).	• kontrole stanu toru, zabezpieczanie pęknięć szyn, – zwiększenie sztywności podtorza (wbudowanie pod podsypką dodatkowej warstwy gruntu albo płyt, ew. wymiana gruntu górnej części podtorza), – zwiększenie sztywności nawierzchni (zwiększenie grubości podsypki, zwiększenie liczby podkładów, ułożenie cięższych szyn).

Grupa	Wada i jej opis	Charakterystyczne objawy ułatwiające rozpoznanie wady	Najczęstsze przyczyny powstawania wady	• Zalecenia dot. bieżącego utrzymania – Zalecenia dot. sposobów napraw
1	2	3	4	5
	C.6 - efekty progowe; zróżnicowane ugięcia obciążonego torowiska na długości toru  	Pionowe, pogarszające spokojność jazdy, wymuszenia taboru przy obiektach, takich jak mosty i wiadukty, oraz na stykach odcinków o różnej konstrukcji podtorza. Odmienne narastanie trwałych odkształceń toru na sąsiadujących ze sobą odcinkach.	1. Gwałtowna zmiana podatności podtorza na długości toru (najczęściej przy obiektach i pomiędzy odcinkami z podtorzem istniejącym i przebudowanym), 2. Pomijanie w pracach utrzymaniowych (np. oczyszczaniu podsypki) odcinków przylegających do obiektów, przejazdów, rozjazdów itp.	• częste kontrole stanu toru i regulacje jego położenia, w razie potrzeby ograniczenie prędkości jazdy pociągów, – wykonanie tych samych robót utrzymaniowych na całej długości toru, – wykonanie odcinków przejściowych przy obiektach inżynieryjnych i stykach podtorza o odmiennej konstrukcji (zabudowa płyt lub innych konstrukcji zmieniających stopniowo sztywność torowiska na dostatecznie długich odcinkach).

Załącznik 18 Przyczyny złego stanu drenaży (I)

Rodzaje wad	Błędy w projektowaniu i wykonawstwie	Niewłaściwe utrzymanie	Inne przyczyny
1	2	3	4
Uszkodzenia mechaniczne	– zbyt małe odległości od obciążonych stref – wbudowanie uszkodzonych elementów – zła jakość elementów – niewłaściwa obudowa lub wzmocnienie	– niewłaściwe wykonywanie robót ziemnych w pobliżu drenażu – stosowanie środków wybuchowych	– duża agresywnoś wód (w przypadku betonu pH < 5,5) – działanie mrozu (szczególnie w przypadku elementów ceramicznych i beto-nowych) – klęski żywiołowe
Przemieszczenia	– niezgodność z projektem – nieodpowiednia technologia robót – zbyt mała odległość od obciążonego rejonu – odkształcenia gruntu	– niedostateczne zabezpieczenia drenażu przed przemieszczenia mi	– ruchy gruntów (osuwiska, wypieranie gruntów, szkody górnicze itp.)
Niedrożność	– zbyt małe spadki lub zbyt duże przekroje poprzeczne – zbyt ostre załomy – niewłaściwie dobrana lub zanieczyszczona zasypka filtracyjna lub geowłóknina – zbyt niskie umieszczenie wylotu względem odbiornika – brak możliwości kontroli i oczyszczania	– zbyt rzadkie oczyszczanie, szczególnie studzienek i wylotów – niewykonywanie na czas napraw – niewłaściwa technologia robót nawierzchniowych	– wrastanie korzeni drzew i roślin (na głębokość do 4 m przy odległości od drenażu do 10 m) – rozwój mikroorganizmów – zanieczyszczenie związkami żelaza zasypki filtracyjnej lub geowłókniny

Załącznik 19 Karta pomiarów diagnostycznych podtorza (I)

(dane do systemu eksperckiego Diagnostyka Podtorza)

Nr...../...../.....

nr kolejny karty nr linii wg Id-12 (D-29) rok badania

linia..... szlak / stacja.....

tor nr..... km.....

a=.....

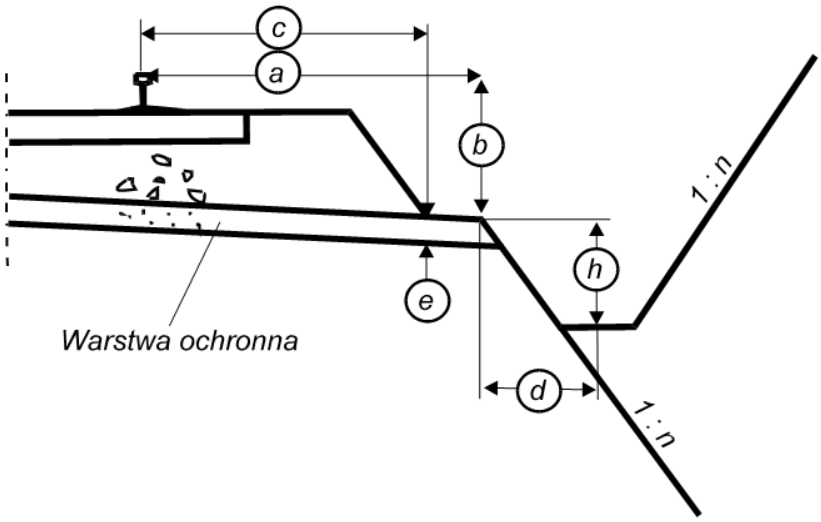
b=.....

c=.....

d=.....

e=.....

h=.....



1. Charakterystyka terenu:

   nachylenie w stosunku do toru.....

   miejscowe zagrożenia.....

2. Charakterystyka podtorza:

   rodzaj budowli (nasyp / przekop).....

   lokalizacja (nasypu / przekopu).....

   .....

   wymiary nasypu / przekopu (wysokość / głębokość, nachylenie skarpy 1: n) .....

   .....

3. Odwodnienie: (rodzaj urządzeń, głębokość drenażu, ilość wody w rowie, drenażu, itp.)

.....

.....

.....

.....

4. Charakterystyka nawierzchni:

typ szyn....., typ podkładów.....

liczba podkładów na długości (szt/1 km).....

materiał podsypki.....

grubość warstwy podsypki:

przeciętna....., zmierzona we wcince .....

5. Oznaki złego stanu toru: (rodzaj i umiejscowienie odkształceń – rozjazdy, przejazdy, złącza, na odcinku, na całym szlaku).....

.....

.....

.....

6. Oznaki złego stanu podsypki: (wybrzuszenia, spękania, wychlapy, ubytek tłucznia, zanieczyszczenia – grubość warstwy podsypki silnie zanieczyszczonej zmierzona we wcince).....

.....

.....

.....

.....

7. Oznaki złego stanu torowiska: (odkształcenia, spękania ławy, obniżenia ławy, sprężyste osiadanie podkładów).....

.....

.....

8. Oznaki złego stanu skarpy: (odkształcenia, spękania, zawilgocenie, wycieki)

.....

.....

.....

9. Oznaki zagrożeń na terenie przylegającym do podtorza: (odkształcenia, spękania, zawilgocenia, zastoiska wody)

.....

.....

.....

10. Inne spostrzeżenia:

.....

.....

.....

.....

11. Ocena makroskopowa gruntu (wstępne rozpoznanie gruntu warstwy filtracyjnej, pod warstwą filtracyjną, skarpy, podłoża).

    Opis badań terenowych: (np. sondowanie, wiercenia)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

UWAGA:

- wskazane wcześniejsze zapoznanie się z systemem eksperckim Diagnostyka Podtorza DP

Załącznik 20 Karta ewidencyjna słabego (zagrożonego) miejsca w podtorzu (N)

Zakład Linii Kolejowych w.....

Sekcja Eksploatacji.....

1. Dane ogólne

Linia nr i nazwa wg Id-12 (D-29)	Szlak (stacja)	Tor lub tory nr	Kilometr	
			od	do
1	2	3	4	5

Łączna długość torów na podtorzu z wadą [m]	Podtorze				
	rok modernizacji lub remontu wzmocnienia torowiska	rok modernizacji lub remontu odwodnienia	nasyp / przekop	największa wysokość /głębokość [m]	grubość warstwy ochronnej torowiska [cm]
6	7	8	9	10	11

Nawierzchnia			Eksploatacja		
szyny [S42, S49, S60]	podkłady [drewniane, strunobet.]	grubość warstwy podsypki [cm]	prędkość rozkładowa [km/h]	ograniczenie prędkości [km/h]	długość torów z ograniczeniami prędkości [m]
12	13	14	15	16	17

Kwalifikacja wady do grupy wg zał. 17	Wpływ wady na stan toru	Wiarygodność oceny stanu podtorza
18	19	20

Objaśnienia do kolumn 18 - 20:

W kolumnie 18 należy wpisać ostatnią kwalifikację wady do grupy wg zał. 17 , jeśli rozpoznanie nie było wystarczające, należy podać grupę ogólną, np. A1 (uszkodzenia torowiska)

W kolumnie 19 należy wpisać aktualny wpływ wady na stan toru:

1 - gdy wpływ jest duży (np. osuwisko obejmujące tor, brak podparcia podkładów, ograniczenie prędkości)

2 - gdy wpływ jest umiarkowany (np. wada torowiska stwarzająca problemy utrzymaniowe)

3 - gdy wpływu nie ma (np. płytkie osunięcie skarpy w szerokim przekopie, zastoisko wody przy statecznym nasypie)

W kolumnie 20 należy wpisać wiarygodność oceny stanu podtorza:

1 - ocena wiarygodna (rodzaj wady i jej zasięg określony na podstawie przeglądów, badań, pomiarów, ekspertyz, itp.)

2 - wada prawdopodobna (gdy badań nie przeprowadzono albo objawy lub wyniki badań nie są jednoznaczne)

2. Szkic sytuacyjny i przekrój słabego (zagrożonego) miejsca podtorza, w tym odwodnień, urządzeń wzmacniających i zabezpieczających, z kilometracją, objaśnieniami, z zaznaczeniem ewentualnych punktów pomiarowych

UWAGA: Szkic sytuacyjny i przekrój dla miejsc, gdzie występują osunięcie się mas skalnych, rozmycia, kras, potoki i lawiny błotne, wykonuje się tylko dla odcinków podlegające bezpośrednio tym zjawiskom.

Dla miejsc podlegających innym deformacjom - szkic i przekrój powinien obejmować cały nasyp lub przekop oraz zbocze, na którym zlokalizowane jest podtorze.

Ustalone punkty pomiarowe muszą tworzyć dwie linie krzyżujące się (minimum cztery punkty na jednej linii), przy czym skrajne punkty muszą znajdować się poza zasięgiem słabego miejsca).

3. Dodatkowy opis słabego (zagrożonego) miejsca podtorza, stanowiący uzupełnienie szkicu w p. 2

4. Dane dot. historii podtorza w ewidencjonowanym miejscu

Data (okres)	Opis wady (odkształceń)	Prawdopodobne przyczyny	Zmiany kwalifikacji wady do grupy wg zał. 17	Zastosowane środki zaradcze	Efekty zastosowanych środków	Zalecenia przeglądu (ekspertyzy)	Termin następnego przeglądu komisyjnego
1	2	3	7	4	5	8	9

5. Dane uzupełniające

Etap	Wykonawca	Termin wykonania	Uwagi
Dokumentacja geotechniczna			
Projekt naprawy			
Naprawa			

Zasady prowadzenia karty ewidencyjnej

1. Kartę ewidencyjną sporządza się dla tych miejsc podtorza, których stan jest powodem wprowadzenia ograniczeń w eksploatacji linii kolejowej (ograniczenie prędkości, zmniejszenie nacisków osi, zamknięcie toru dla ruchu) lub istnieje obawa ich wystąpienia.
2. Kartę sporządza się w dwóch egzemplarzach; jeden przechowuje zespół diagnostyczny sporządzający kartę, drugi przekazuje się do sekcji eksploatacji.
3. Kartę prowadzi się i uaktualnia do momentu zlikwidowania ograniczeń eksploatacyjnych, przy czym przechowuje się jeszcze przez okres 5 lat, a następnie archiwizuje.
4. Wszelkie wpisy w karcie ewidencyjnej dokonane przez zespół diagnostyczny muszą być przekazane do sekcji eksploatacji.

   Aktualizacji tej należy dokonać w ciągu 2 tygodni od momentu dokonania zapisu w dokumencie podstawowym.
5. Za sporządzenie i prowadzenie kart odpowiedzialny jest kierownik jednostki organizacyjnej.
6. Istniejące karty ewidencyjne, sporządzone przed wprowadzeniem niniejszych warunków technicznych, mogą być prowadzone na formularzach dotychczasowych.

Załącznik 21 Protokół z przeglądu okresowego podtorza (N)

Lokalizacja: linia.....

Szlak (stacja) ..... tor nr ..... od km ..... do km .....

....

....

....

Istniejące ograniczenia eksploatacyjne.....

.....

.....

Komisja w składzie:

.....

(imię i nazwisko, stanowisko, jednostka podpis)

.....

(imię i nazwisko, stanowisko, jednostka podpis)

.....

(imię i nazwisko, stanowisko, jednostka podpis)

przy udziale:

.....

(imię i nazwisko, stanowisko, jednostka podpis)

.....

(imię i nazwisko, stanowisko, jednostka podpis)

.....

(imię i nazwisko, stanowisko, jednostka podpis)

podczas przeglądu okresowego dokonanego w dniu ..... stwierdziła potrzebę wykonania napraw w następujących lokalizacjach:

Od km	Do km	Nr toru	Rodzaj naprawy (K, NB, NG)	Element podtorza, jego stan i zakres robót	Potrzeba zamknięć torowych (tak/nie)	Uwagi
1	2	3	4	5	6	7

Załącznik 22 Wzory protokołów z odbiorów i sprawdzeń (N)

Niniejszy załącznik zawiera:

1. Wzór protokołu odbioru częściowego / końcowego i przekazania do dalszej fazy / eksploatacji robót / obiektu /zespołu obiektów / inwestycji (WZÓR "A")[*)]
2. Wzór protokółu odbioru pogwarancyjnego (WZÓR "B")
3. Wzory protokołów sprawdzeń

[*)] Wzór "A" dotyczy również robót zanikających i robót podlegających zakryciu

WZÓR „A”

PROTOKÓŁ

odbioru częściowego / końcowego*) i przekazania do

dalszej fazy /eksploatacji robót /obiektu /zespołu obiektów /inwestycji

spisany w dniu ..... 20..... r. w .....

Część I

1. Nazwa i lokalizacja/fazy robót/obiektu/zespołu obiektów .....
   .....
   .....
   .....
2. Numer i nazwa tytułu inwestycyjnego / remontowego .....
3. Składnik tytułu inwestycyjnego / obiekt .....
4. Krótka charakterystyka odbieranej fazy robót / obiektu / zespołu obiektów / z określeniem zakresu rzeczowego, planowanych efektów produkcyjnych / eksploatacyjnych
   .....
   .....
   .....
   .....
   .....
   .....
   .....
5. System wykonawstwa zlecony / gospodarczy .....
6. Zamawiający .....
7. Generalny Wykonawca / wykonawca bezpośredni .....
8. Podwykonawcy:
   1) .....
   2) .....
   3) .....
9. Przyjmujący (Inwestor) .....
   .....

*) dotyczy również robót zanikających i robót podlegających zakryciu

10. Skład Komisji Odbioru: (nazwisko i imię, jednostka służbowa, stanowisko)

Przewodniczący:.....

Przedstawiciele wykonawcy: .....

.....

.....

.....

Przedstawiciele zamawiającego:.....

.....

.....

.....

Przedstawiciele Inwestora: .....

.....

.....

.....

11. Inne osoby obecne przy odbiorze:

1) inspektor nadzoru inwestorskiego:.....

.....

.....

2) kierownik robót / budowy / generalnego wykonawcy / wykonawcy bezpośredniego /:

.....

.....

3) kierownik robót / budowy/ podwykonawcy /:.....

.....

.....

4) rzeczoznawcy: .....

.....

5) inni: .....

.....

12. Komisja Odbioru powołana została przez:.....

.....

pismem nr.....z dnia.....20.....roku na podstawie formalnego zgłoszenia wykonawcy / generalnego wykonawcy

z dnia.....

13. Podstawą wykonania robót / obiektu/ zespołu obiektów, były:

1) kontrakt /umowa/ zlecenie nr..... z dnia .....
2) porozumienie dodatkowe .....
3) dokumentacja projektowa dostarczona w dniu: .....
4) pozwolenie na budowę - modernizację (dla zadań wymagających takiego dokumentu), wydane przez..... dnia.....

14. Komisji Odbioru przedłożono następujące dokumenty dotyczące przedmiotu odbioru:

1) dokumentację projektową powykonawczą.....
.....
2) inwentaryzację geodezyjną powykonawczą /operaty geodezyjne.....
.....
3) dziennik budowy .....
4) protokoły konieczności wykonania robót dodatkowych .....
.....
5) protokołów odbiorów częściowych / końcowych / robót zanikających / robót zakrytych
.....
6) wyniki pomiarów / badań / próbnych obciążeń / prób technicznych instalacji i urządzeń / prób eksploatacyjnych.....
.....
7) dokumenty dopuszczające wbudowane materiały / prefabrykaty / urządzenia / do eksploatacji.....
.....
8) wyniki ekspertyz, badań materiałów /prefabrykatów /urządzeń .....
.....
9) inne dokumenty mające wpływ na przebieg odbioru.....
.....

Część II

1. Na podstawie przedłożonych dokumentów, po zapoznaniu się z przedmiotem odbioru, wykonaniu uzupełniających sprawdzeń / pomiarów /badań.....
.....

Komisja odbioru stwierdza:

1) zgodność / niezgodność / wykonanych robót z dokumentacją projektową;

2) wykonanie / niewykonanie / wymaganych prób i sprawdzeń tj. .....

.....

3) zgodność / niezgodność / wyników wykonanych sprawdzeń / badań / prób/ z dokumentacją projektową .....

4) odstępstwa i rozbieżności spowodowane zostały .....

.....

5) wady i niedoróbki dające się usunąć, które stanowią załącznik nr .....

6) wady i niedoróbki trudne do usunięcia, ale nie naruszające warunków bezpieczeństwa i funkcjonalności / eksploatacji / obiektu, które stanowią załącznik nr .....

2. Terminowość wykonania zobowiązań:

1) termin przekazania placu budowy: umowny:.....rzeczywisty:.....

2) termin przekazania dokumentacji: umowny:.....rzeczywisty:.....

3) termin rozpoczęcia robót: umowny:.....rzeczywisty:.....

4) termin zakończenia robót: umowny:.....rzeczywisty:.....

3. Przyczyny powstałych opóźnień:

1) przerwy w prowadzeniu robót / budowy /, za które odpowiedzialność ponosi zleceniodawca .....

.....

2) inne przyczyny: .....

.....

.....

4. Opóźnienie wykonania robót / zakończenia zakresu rzeczowego / zakończenia obiektu / stanowiące ..... dni / tygodni /, Komisja Odbioru uznaje za usprawiedliwione / nieusprawiedliwione / i ustala nienaliczanie/ naliczanie / kar umownych .....

.....

Część III

1. Komisja Odbioru postanawia uznać wymieniony w części i p. 4 niniejszego protokołu zakres robót / obiekt / zespół obiektów / za:

1) zakończony zgodnie z warunkami szczegółowymi, odebrany i całkowicie przygotowany do dalszej fazy robót/ montażu urządzeń/ eksploatacji

2) odebrany tymczasowo i przekazany do dalszej fazy robót / montażu urządzeń / eksploatacji / z usterkami, które wykonawca zobowiązuje się usunąć w terminie do dnia: .....

.....

3) odebrany i przekazany do dalszej fazy robót / montażu urządzeń / eksploatacji / z usterkami trudnymi do usunięcia, lecz umożliwiającymi eksploatację zgodnie z założeniami projektowymi i nie powodującymi zagrożenia bezpieczeństwa

.....

.....

2. Komisja Odbioru ocenia jakość wykonanego (zakresu rzeczowego) obiektu .....

.....

.....

3. Tytułem zabezpieczenia na wykonanie robót związanych z usunięciem wad, czasowo potrąca się z należności dla wykonawcy kwotę: .....zł, która zostanie rozliczona na podstawie protokołu stwierdzającego usunięcie wad.
4. W związku ze zmniejszoną wartość użytkową, spowodowaną wadami trudnymi do usunięcia, należność dla wykonawcy zmniejsza się o kwotę: .....zł.
5. Zakres rzeczowy / obiekt / zespół obiektów / należy dostosować do zgodności z projektem i umową w terminie do dnia.....
6. Zabezpieczenie i utrzymanie odebranego / zakresu rzeczowego / obiektu / zespołu obiektów / z dniem ....., należy do.....
7. Początek okresu gwarancyjnego ustala się od dnia .....

   Zakończenie okresu gwarancyjnego przypada dnia .....
8. Kaucja gwarancyjna stanowi .....% należności wykonawcy i wynosi .....zł.

   Kaucja zostanie wypłacona po upływie okresu gwarancyjnego i rozliczeniu robót związanych z usunięciem ewentualnych wad stwierdzonych w okresie gwarancyjnym.
9. Należność wykonawcy wg umowy wynosi .....zł.

   Po korektach (potrąceniach) z tytułu wad/ kaucji gwarancyjnej/ wynosi

   .....zł.
10. Orientacyjna wartość przekazanego / zakresu robót / obiektu / zespołu obiektów / wynosi łącznie z wartością: / materiałów / urządzeń / inwestorskich ogółem kwotę:

    .....zł.

11. Szczegółowe rozliczenie należności wykonawcy i wartości przedmiotu odbioru nastąpi w terminie .....

Część IV

Ewentualne zastrzeżenia stron do ustaleń protokołu:

.....

.....

.....

.....

Protokół po przeczytaniu podpisano:

Przewodniczący Komisji: .....

Przedstawiciele wykonawcy/ wykonawców .....

.....

.....

.....

Przedstawiciele Inwestora : .....

.....

.....

.....

Załączniki:

.....

Uwaga:

wzór niniejszego protokołu stanowi ramowe wytyczne w zakresie przeprowadzania odbioru, wymagające każdorazowego dostosowania zasobu danych do konkretnej sytuacji na budowie.

WZÓR „B”

PROTOKÓŁ

odbioru pogwarancyjnego

spisany w dniu ..... 20.....roku w .....

1. W nawiązaniu do protokołu odbioru nr ..... spisanego dnia....., dotyczącego:

1.1. Nazwa i lokalizacja/ fazy robót / obiektu / zespołu obiektów .....

.....

.....

1.2. Nr i nazwa tytułu inwestycyjnego / remontowego.....

.....

.....

1.3. Składnik tytułu inwestycyjnego / obiektu.....

.....

2. Komisja odbioru pogwarancyjnego, powołana przez Inwestora w składzie według załączonej listy uczestników odbioru, stwierdza:

2.1. Zgodnie z protokołem odbioru końcowego,

a) gwarancja na podstawowe roboty upływa w dniu: .....

b) gwarancją dłuższą ponad w/w termin objęte są:

- materiały ..... do dnia.....
- urządzenia ..... do dnia.....
- inne ..... do dnia.....

c) usterki stwierdzone w trakcie odbioru końcowego usunięto / nie usunięto / wg załącznika nr .....

2.2. W okresie gwarancyjnym wady i braki ukryte nie wystąpiły/ wystąpiły.

2.3. Ujawnione w okresie gwarancyjnym wady i braki:

a) dające się usunąć, wyszczególnione w załączniku nr ..... zostały usunięte / nie usunięte wg załącznika nr....., w którym określono terminy ich usunięcia,

b) trudne do usunięcia, ale nie naruszające bezpieczeństwa i funkcjonalności obiektu, które wymieniono w odrębnym załączniku nr ..... określając zakres i terminy wykonania robót poprawkowych,

c) trudne do usunięcia, zagrażające bezpieczeństwu lub uniemożliwiające funkcjonowanie obiektu, które wymieniono w odrębnym załączniku nr .....

3. Należność Wykonawcy wstrzymana w trakcie odbioru końcowego z tytułu kaucji gwarancyjnej, ujawnionych usterek i wad, w wysokości: .....

a) zostaje zwolniona:

- całkowicie,

- częściowo w wysokości: ..... z tytułu usuniętych usterek i wad.

b) zmniejszenie wartości użytkowej obiektu, spowodowane wadami wg punktu 2.3b, skalkulowano na kwotę ....., która zostaje rozliczona w ramach kaucji gwarancyjnej.

c) usterki i wady wg punktu 2.3c:

- wykonawca usunie na koszt własny w terminie do dnia .....

- użytkownik zleci innemu wykonawcy, a kosztami obciąży Wykonawcę: .....

.....

4. Inne ustalenia komisji .....

.....

.....

.....

Protokół po przeczytaniu podpisano:

Przewodniczący Komisji:.....

Przedstawiciele Wykonawcy / Wykonawców.....

.....

.....

.....

Przedstawiciele Inwestora .....

.....

.....

Załączniki: .....

.....

.....

Uwaga:

wzór niniejszego protokołu stanowi ramowe wytyczne w zakresie przeprowadzania odbioru pogwarancyjnego, wymagające dostosowania do konkretnej sytuacji, przez odpowiednie skreślenie, wypełnienie lub dopisanie koniecznych stwierdzeń.

Załącznik nr .....

do protokołu odbioru z dn. .....

Wyniki sprawdzeń robót podtorzowych - TOROWISKO

Linia ..... szlak .....

tor ..... km – km .....

Wielkości sprawdzane i sposób (metoda) sprawdzenia		Lokalizacja	Wielkość wymagana	Dopuszczalne odchyłki	Wynik sprawdzenia
1.	szerokość	km.....	.....	dla szer. < 20 m	.....
	Pomiar taśmą	km.....	.....	+ 20 cm; - 5 cm	.....
	mierniczą w wybranych	km.....	.....	dla szer. > 20 m	.....
	5 przekrojach	km.....	.....	+ 50 cm; - 10 cm	.....
	rozmieszczonych na	km.....	.....		.....
	całej długości				
2.	profil podłużny/	km.....	.....	+ 1 cm; - 1 cm	.....
	niweleta	km.....	.....		.....
	Niwelacja w wybranych	km.....	.....		.....
	5 przekrojach	km.....	.....		.....
	rozmieszczonych na	km.....	.....		.....
	całej długości				
3.	spadek poprzeczny	km.....	.....	+ 0,5 %; - 0,5%	.....
	Pomiar łatą	km.....	.....		.....
	z poziomnicą	km.....	.....		.....
	w wybranych 5	km.....	.....		.....
	przekrojach	km.....	.....		.....
	rozmieszczonych na				
	całej długości				
4.	równość powierzchni	km.....	.....	+ 3 cm; - 3 cm	.....
	Pomiar łatą o długości	km.....	.....		.....
	4 m w wybranych 5	km.....	.....		.....
	przekrojach	km.....	.....		.....
	rozmieszczonych na	km.....	.....		.....
	całej długości				
	WYNIK SPRAWDZENIA TOROWISKA: pozytywny/ negatywny				

Podpisy komisji:

.....

.....

.....

.....

.....Dnia .....20..... roku

Załącznik nr .....

do protokołu odbioru z dn. .....

Wyniki sprawdzeń robót podtorzowych - WARSTWA OCHRONNA TOROWISKA

Linia ..... szlak .....

tor ..... km – km .....

Wielkości sprawdzane i sposób (metoda) sprawdzenia		Lokalizacja	Wielkość wymagana	Dopuszczalne odchyłki	Wynik sprawdzenia
1.	szerokość Pomiar taśmą mierniczą w wybranych 2 przekrojach rozmieszczonych na całej długości	km..... km.....	....	+ 20 cm; - 5 cm	....
2.	grubość Pomiar taśmą lub łatą i przez sondowanie w wybranych 2 przekrojach rozmieszczonych na całej długości	km..... km.....	....	+ 5%; -5% grubości projektowanej	....
3.	grubość na odcinku przejściowym Pomiar taśmą lub łatą lub przez sondowanie w połowie długości odcinka przejściowego	km.....	.....	+20%; -20% grubości projektowanej	.....
4.	wskaźnik zagęszczenia Na podstawie badań kontrolnych wykonanych w trakcie robót, w razie wątpliwości - oznaczenie wskaźnika zagęszczenia wg zał. 3	km..... km..... km..... km..... km..... km..... km..... km..... km.....	....	w max. 20% prób zmniejszenie nie więcej niż o 0,04	....
5.	jakość materiału ocena wizualna				.....
	WYNIK SPRAWDZENIA WARSTWY OCHRONNA TOROWISKA: pozytywny/ negatywny				

Podpisy komisji:

.....

.....

.....

.....Dnia .....20..... roku

Załącznik nr .....

do protokołu odbioru z dn. .....

Wyniki sprawdzeń robót podtorzowych - WZMOCNIENIE ŁAWY TOROWISKA

Linia ..... szlak .....

tor ..... km – km .....

Wielkości sprawdzane i sposób (metoda) sprawdzenia		Lokalizacja	Wielkość wymagana	Dopuszczalne odchyłki	Wynik sprawdzenia
1.	szerokość Pomiar taśmą mierniczą w wybranych 2 przekrojach rozmieszczonych na całej długości	km ..... km	.....	+ 20 cm; - 5 cm	....
2.	grubość Pomiar taśmą lub łatą i przez sondowanie w wybranych 2 przekrojach rozmieszczonych na całej długości	km ..... km	.....	+ 5%; -5% grubości projektowanej	....
3.	jakość materiału ocena wizualna				.....
	WYNIK SPRAWDZENIA WZMOCNIENIA ŁAWY TOROWISKA: pozytywny/ negatywny				

Podpisy komisji:

.....

.....

.....

.....

..... Dnia ..... 20 ..... roku

Załącznik nr .....

do protokołu odbioru z dn. .....

Wyniki sprawdzeń robót podtorzowych - SKARPA

Linia ..... szlak .....

tor ..... km – km .....

Wielkości sprawdzane i sposób (metoda) sprawdzenia		Lokalizacja	Wielkość wymagana	Dopuszczalne odchyłki	Wynik sprawdzenia
1.	pochylenie Pomiar taśmą z poziomnicą, uniwersalnym trójkątem skarpiarskim lub przez niwelację w wybranych 5 przekrojach rozmieszczonych na całej długości	km ..... km ..... km ..... km ..... km	.....	+ 5%; - 10% w stosunku do projektu	.....
2.	równość powierzchni Pomiar łatą o długości 4 m w wybranych 5 przekrojach rozmieszczonych na całej długości (mierzy się wielkość zagłębień)	km ..... km ..... km ..... km ..... km	.....	dla nieumocnionej + 5 cm; - 5 cm dla umocnionej + 3 cm; - 3 cm	.....
	WYNIK SPRAWDZENIA SKARPY: pozytywny/ negatywny				

Podpisy komisji:

.....

.....

.....

.....

..... Dnia ..... 20 ..... roku

Załącznik nr .....

do protokołu odbioru z dn. .....

Wyniki sprawdzeń robót podtorzowych – RÓW ODWADNIAJĄCY

Linia ..... szlak .....

tor ..... km – km .....

Wielkości sprawdzane i sposób (metoda) sprawdzenia		Lokalizacja	Wielkość wymagana	Dopuszczalne odchyłki	Wynik sprawdzenia
1.	położenie w planie Domiar taśma mierniczą do wyznaczonej osnowy co najmniej w 3 punktach na wybranym odcinku 100 m	1) .... 2) .... 3)	....	+ 5 cm, - 5 cm	....
2.	położenie w profilu Niwelacja dna w stosunku do założonych reperów w co najmniej 3 punktach na wybranym odcinku 100 m	1) .... 2) .... 3)	....	+ 2 cm, - 2 cm (rów nieobudowany) + 1 cm, -1 cm (rów obudowany)	....
3.	długość Pomiar taśmą wzdłuż osi rowu lub sprawdzenie wg kilometracji	km	.....	+ 50 cm, -50 cm	.....

Wielkości sprawdzane i sposób (metoda) sprawdzenia		Lokalizacja	Wielkość wymagana	Dopuszczalne odchyłki	Wynik sprawdzenia
4.	pochylenie skarp rowu Pomiar szablonem lub pochyłomierzem co 20m na wybranym odcinku 100 m	km..... ..... km..... ..... km..... ..... km..... ..... km.....	....	dla nieobudowanego + 5%, - 10% w stosunku do projektu, dla obudowanego – nie sprawdza się	....
5.	spadek dna Niwelacja co 10 m na wybranym odcinku 100 m	km..... ..... km..... ..... km..... ..... km..... ..... km..... ..... km..... ..... km..... ..... km..... ..... km..... ..... km.....	....	+ 10%, - 10% w stosunku do projektu	....

Wielkości sprawdzane i sposób (metoda) sprawdzenia		Lokalizacja	Wielkość wymagana	Dopuszczalne odchyłki	Wynik sprawdzenia
6.	szerokość dna Pomiar szablonem z miarką lub taśmą co 20 m na wybranym odcinku 100 m	km..... ..... km..... ..... km..... ..... km..... ..... km.....	....	dla nieobudowanego + 3 cm, - 2 cm, dla obudowanego – nie sprawdza się	....
7.	równość dna Pomiar łatą długości 4 m co 20 m na wybranym odcinku 100 m	km..... ..... km..... ..... km..... ..... km..... ..... km.....	....	dla nieobudowanego + 3 cm, - 3 cm dla obudowanego + 2 cm, - 2 cm	....
8.	równość skarp Pomiar szablonem lub pochyłomierzem co 20 m na wybranym odcinku 100 m	km..... ..... km..... ..... km..... ..... km..... ..... km.....	....	dla nieobudowanego + 3 cm, - 3 cm, dla obudowanego + 2 cm, - 2 cm	....
9.	jakość korytek ocena wizualna			max. 5% uszkodzonych lecz naprawionych	.....
	WYNIK SPRAWDZENIA ROWU ODWADNIAJĄCEGO: pozytywny/ negatywny				

Podpisy komisji:

.....

.....

.....

.....

.....Dnia .....20..... roku

Załącznik nr .....

do protokołu odbioru z dn. .....

Wyniki sprawdzeń robót podtorzowych – DRENAŻ PODZIEMNY

Linia ..... szlak .....

tor ..... km – km .....

Wielkości sprawdzane i sposób (metoda) sprawdzenia		Lokalizacja	Wielkość wymagana	Dopuszczalne odchyłki	Wynik sprawdzenia
1.	położenie studzienki w planie Domiar taśmą mierniczą do wyznaczonej osnowy	1) .... 2) .... 3)	....	+ 5 cm, - 5 cm	....
2.	rzędna dna studzienki Niwelacja dna wybranych 10 studni	1) .... 2) .... 3) .... 4) .... 5) .... 6) .... 7) .... 8) .... 9) .... 10)	....	+ 2 cm, - 2 cm	....

Wielkości sprawdzane i sposób (metoda) sprawdzenia		Lokalizacja	Wielkość wymagana	Dopuszczalne odchyłki	Wynik sprawdzenia
3.	rzędna pokrywy studzienki Niwelacja pokryw 10 wybranych studni	km.....	.....	+ 2 cm, - 2 cm	.....
4.	rzędne wlotu i wylotu drenu Niwelacja wlotu i wylotu drenu w 10 wybranych studniach	km..... ..... km..... ..... km..... ..... km..... ..... km.....	....	+ 1 cm, - 1 cm	....
5.	uszczelnienie dna studzienki Ocena wizualna w 10 wybranych studniach	km..... ..... km..... ..... km..... ..... km..... ..... km..... ..... km..... ..... km..... ..... km..... ..... km..... ..... km.....	....	wg projektu	....

Wielkości sprawdzane i sposób (metoda) sprawdzenia		Lokalizacja	Wielkość wymagana	Dopuszczalne odchyłki	Wynik sprawdzenia
6.	osadzenie drenu w ścianie studni Ocena wizualna w 10 wybranych studniach	km..... ..... km..... ..... km..... ..... km..... ..... km.....	....	wg projektu	....
	WYNIK SPRAWDZENIA DRENAŻU PODZIEMNEGO: pozytywny/ negatywny				

Podpisy komisji:

.....

.....

.....

.....

.....Dnia .....20..... roku

Załącznik nr .....

do protokołu odbioru z dn. .....

Wyniki sprawdzeń robót podtorzowych – INNE ELEMENTY

Linia ..... szlak .....

tor ..... km – km .....

Wielkości sprawdzane i sposób (metoda) sprawdzenia		Lokalizacja	Wielkość wymagana	Dopuszczalne odchyłki	Wynik sprawdzenia
1.	INNE Wg projektu i ustaleń komisji	....	....	....	....
	WYNIK SPRAWDZENIA INNYCH ELEMENTÓW PODTORZA: pozytywny/ negatywny				
2.	ELEMENTY PODTORZA OBJĘTE ODBIORAMI CZĘŚCIOWYMI: Wynik sprawdzenia wg dokumentów odbiorów częściowych: pozytywny/ negatywny				
3.	UPRZĄTNIĘCIE TERENU: Ocena wizualna uprzątnięcia terenu: pozytywny/ negatywny				
WYNIK KOŃCOWY DOKONANYCH SPRAWDZEŃ ROBÓT PODTORZOWYCH: pozytywny/ negatywny					

Podpisy komisji:

.....

.....

.....

.....

..... Dnia ..... 20..... roku

Załącznik 23 Pociąg do napraw podtorza – PNP (I)

1. Charakterystyka pociągu

   1) Podstawowymi elementami Pociągu do Napraw Podtorza są (rys. 23-1):

      a) maszyna wiodąca AHM 800-R PL,

      b) transportery typu MFS-40Y-P lub MFS-100-P wyposażone w magistrale wodne (np. 14 szt. z przodu maszyny, w tym 8 do odwozu materiału, 20 szt. z tyłu),

      c) platforma załadowcza BLS na podwoziu gąsienicowym wykorzystywana do nawadniania i załadunku nowego materiału na transportery,

      d) ładowarka kołowa Volvo wykorzystywana do załadunku nowego materiału na transportery,

      e) cysterny do dowożenia wody (2 szt.),

      f) wagony zaplecza techniczno-socjalnego.

   2) Podczas jednego cyklu roboczego maszyna AHM może usunąć urobek, tzn. podsypkę i grunty podtorza, do głębokości 1,07 m mierzonej od główki szyny i wbudować wzmocnienie torowiska o grubości do 0,40 m na szerokości równej 4,2 - 6,0 m mierzonej na powierzchni warstwy ochronnej.

   3) Zakres prac wykonywanych w jednym cyklu może obejmować (rys. 23-2):

      a) usunięcie istniejącej podsypki pierwszym (małym) łańcuchem maszyny AHM (do ew. częściowego wykorzystania jako materiał warstwy ochronnej),

      b) rozdrobnienie usuniętej podsypki do frakcji 0 - 32 mm,

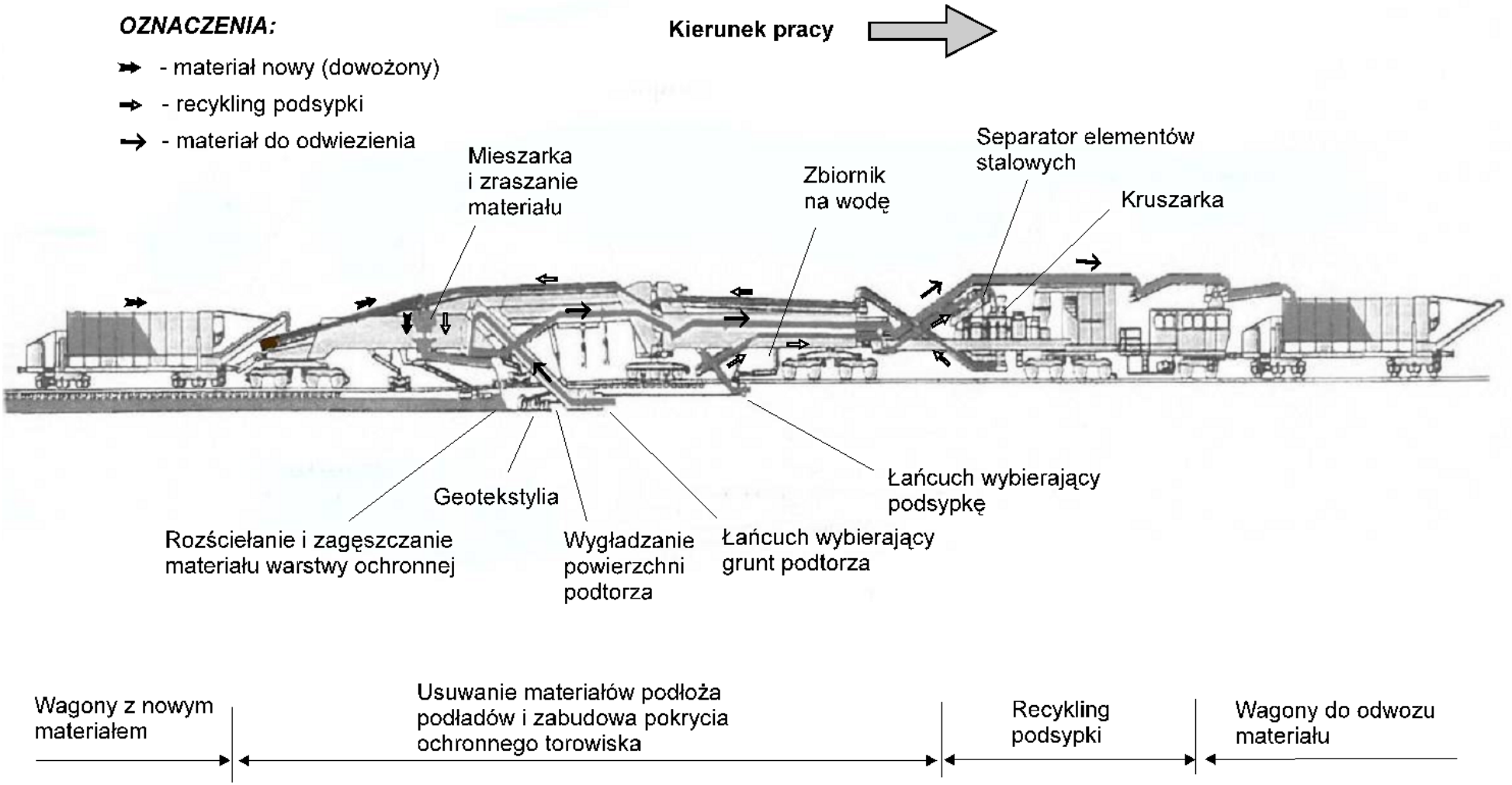
      c) usunięcie reszty podsypki i gruntu górnych warstw podtorza drugim (dużym) łańcuchem maszyny AHM,

      d) wyrównanie i dogęszczenie podłoża warstwy ochronnej (gruntu podtorza),

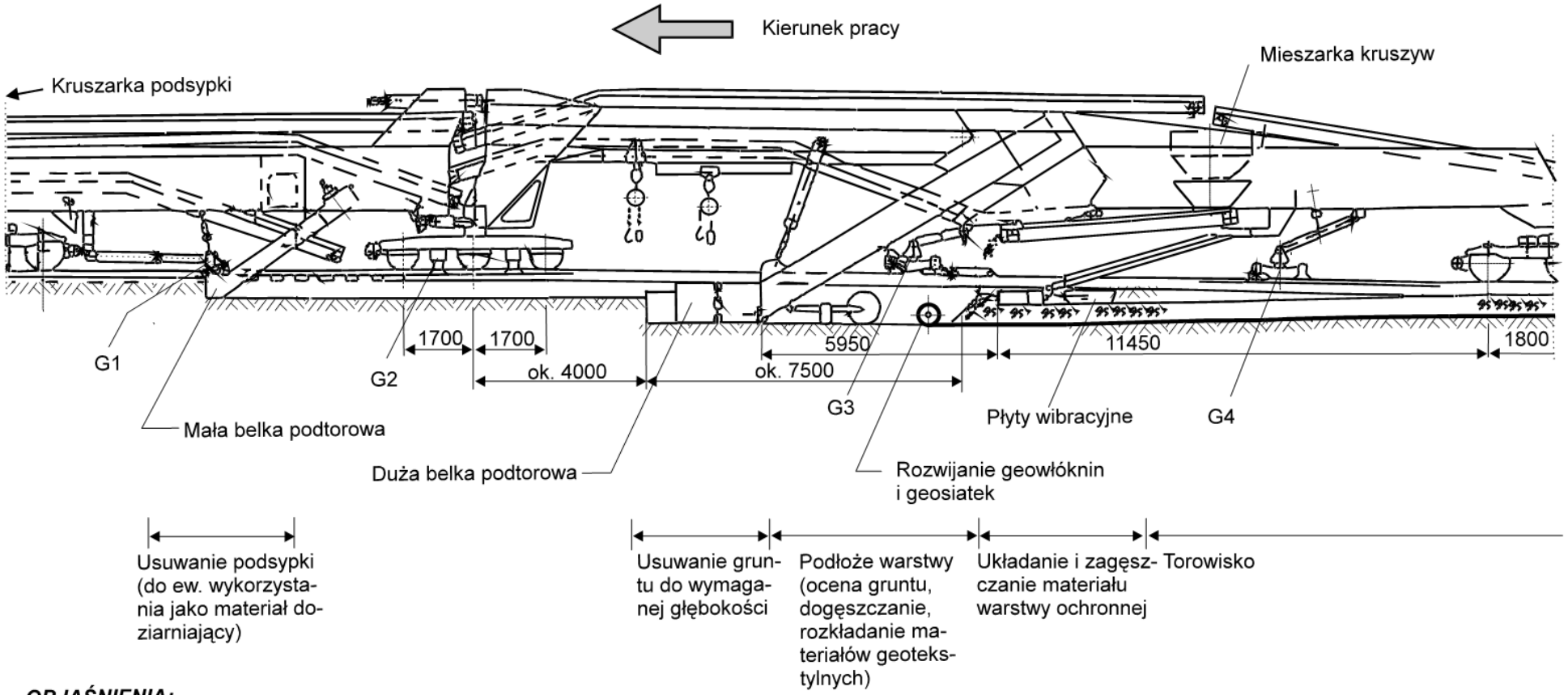
      e) rozwinięcie jednego lub dwóch płaskich materiałów geotekstylnych na podłożu warstwy - najczęściej układa się geowłókninę i geosiatkę (geosiatka może być również układana w warstwie ochronnej), natomiast materiały przestrzenne, takie jak geoweb, nie mogą być układane,

      f) dodatkowe zwilżenie dowiezionego materiału warstwy ochronnej, ułożenie i zagęszczenie tego materiału z ew. domieszką rozdrobnionej podsypki (w praktyce grubości jednorazowo układanych warstw ogranicza się do 0,40 m).

   4) Możliwe warianty stosowania maszyny AHM opisano w regulaminie jej pracy.



Rys. 23-1. Pociąg do Napraw Podtorza (PNP)



OBJAŚNIENIA:

wymiary w milimetrach
G - rolki mocujące

Rys. 23-2. Maszyna AHM 800-R PL

2. Wydajność zestawu PNP

Przy projektowaniu robót zestawem PNP można przyjmować praktyczne dzienne wydajności zabudowy wzmocnienia torowiska w granicach 200 - 300 m.

Większe wydajności odnoszą się do dobrych warunków gruntowych i cienkich warstw bez geotekstyliów, mniejsze zaś do warunków trudnych (niekorzystne grunty podtorza, gruba warstwa ochronna, układanie dwóch materiałów geotekstylnych, liczne przeszkody w torze).

3. Ograniczenia eksploatacyjne na sąsiednim torze

    1) Biorąc pod uwagę stateczność sąsiedniego toru i bezpieczeństwo pracowników, w przypadku międzytorza o szerokości min. 4,0 m oraz maksymalnej różnicy poziomu główki szyny toru czynnego i poziomu gruntu w torze remontowanym nie przekraczającej 1,1 m, wymagane jest wprowadzenie ograniczenia prędkości pociągów na sąsiednim torze do 50 km/h.

    2) Przy węższym międzytorzu lub większym obniżeniu powierzchni gruntu, wymagane jest określenie warunków eksploatacji z uwzględnieniem stateczności czynnego toru i wymiarów maszyny AHM 800-R.

4. Dobór odcinków do robót zestawem PNP

    1) Do robót zestawem PNP zaleca się wybierać odcinki, na których:

        a) podtorze jest stateczne, lecz stwierdzono tylko wady torowiska,

        b) nie występują zbyt liczne przeszkody utrudniające pracę PNP, takie jak przejazdy w poziomie szyn, mosty, perony, itp. (na niektórych liniach utrudnienie mogą stanowić również słupy trakcyjne i nadlewki fundamentów),

        c) zaprojektowane wzmocnienie torowiska może być wykonane w jednym cyklu roboczym zestawu PNP.

    2) Pokryć ochronnych torowisk nie należy układać na odcinkach, na których:

        a) konieczne jest wcześniejsze zwiększenie stateczności całej budowli, np. wzmocnienie odkształcającego się nasypu lub jego podłoża,

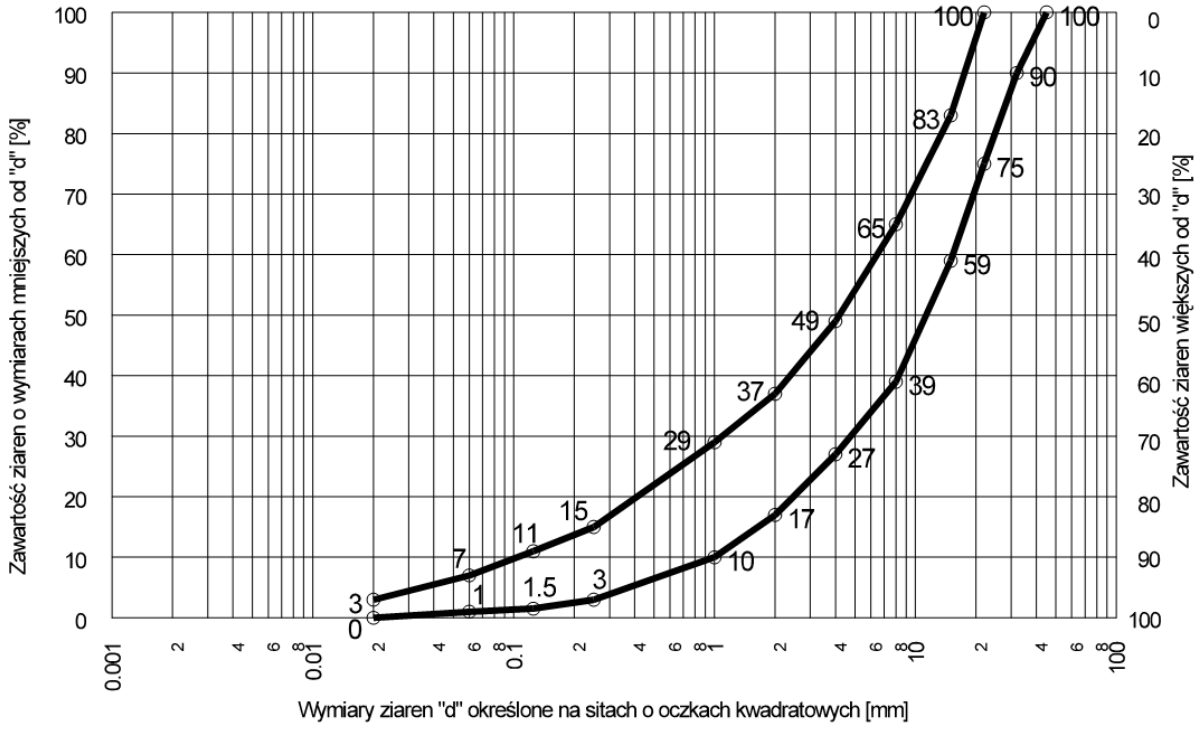
        b) planuje się zabudowę kabli lub innych urządzeń.

5. Materiały

    1) Materiał nowy (dowożony)

Ze względu na unifikację procesu technologicznego, utwardzenie ławy torowiska, jednorodność wzmocnienia oraz dobre współdziałanie z geosiatkami, na warstwy ochronne układane za pomocą maszyny AHM 800-R zaleca się stosować materiały o parametrach lepszych od wymaganych, tzn. materiały które spełniają dodatkowo następujące wymagania:

- zawartość ziaren węglanowych nie większa niż 20% masy (badanie wg PN EN 932-3:1999),
- nasiąkliwość nie większa niż 1,5% (badania wg PN-B-06714-18:1977),
- mrozoodporność - ubytek masy po cyklach zamrażania i rozmrażanie nie większy niż 2% (badanie wg PN-B-06714-19:1978),
- odporność na rozdrabianie - ubytek masy nie większy niż 25% (badanie Los Angeles wg PN-EN 1097-2:2000),
- zawartość ziaren całkowicie przekruszonych i łamanych oraz ziaren przekruszonych i łamanych równa co najmniej 90% (badanie wg PN-EN 933-5),
- wskaźnik różnoziarnistości U ≥ 10,
- wskaźnik wygięcia krzywej uziarnienia C = 1 - 3.



Rys. 23-3. Graniczne krzywe uziarnienia materiału zalecanego do budowy warstw ochronnych przy użyciu maszyny AHM 800-R

Materiał (niesort kamienny 0/31,5 mm) o uziarnieniu pokazanym na rys. 23-3 spełnia większość podstawowych i dodatkowych wymagań; m.in. nie jest wysadzinowy, dobrze zagęszcza się przy wilgotności 6 - 7% (U = 16 - 64, C = 1,5 - 1,7), dobrze współpracuje z warstwą podsypki i ułożoną pod nim geosiatką. w trakcie projektowania należy sprawdzić jedynie warunek Terzagi'ego dla styku warstwy z podtorzem oraz w przypadku warstw filtracyjnych - wodoprzepuszczalność materiału.

Z dotychczasowych doświadczeń wynika, że moduł odkształcenia zagęszczonego niesortu 0/31,5 mm wynosi 200 - 210 MPa.

2) Podsypka z toru

a) Najczęściej, z powodu zanieczyszczenia, można wykorzystać 0,5 - 0,7 pryzmy istniejącej podsypki, natomiast w praktyce, względu na wydajność transporterów maszyny AHM - warstwę o grubości 10 -15 cm (wykorzystanie warstwy podsypki o grubości 10 cm przy przeciętnej szerokości torowiska 5,5 m pozwala zmniejszyć ilość dowożonego materiału warstwy ochronnej o grubości 20, 30 i 40 cm odpowiednio o 48, 32, 23%).

b) Ze względu na wykorzystanie istniejącej podsypki zaleca się następujące technologie:

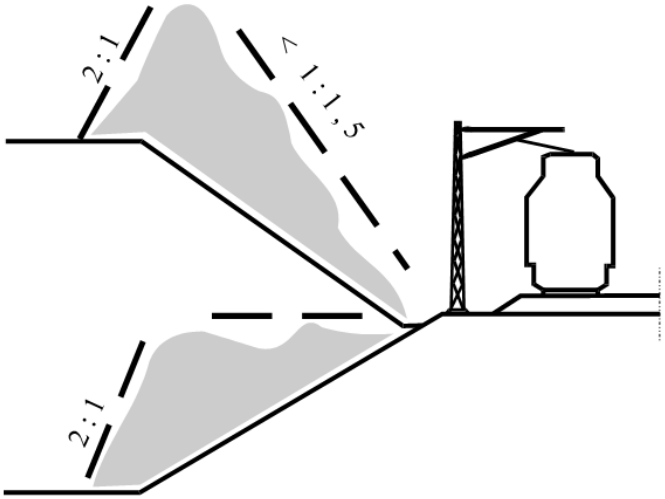
- oczyszczenie podsypki przed wprowadzeniem maszyny AHM, jej usunięcie i składowanie w celu powtórnego wykorzystania w nawierzchni - technologia ta jest wskazana w przypadku grubej warstwy podsypki dobrej jakości lub konieczności obniżenia torowiska,
- usunięcie podsypki przez maszynę AHM z jednoczesnym wykorzystaniem części podsypki (warstwy ok. 10 - 15 cm) jako materiału warstwy ochronnej - technologia taka jest wskazana w przypadku podsypki dostatecznie czystej, jednak nieprzydatnej do powtórnego wbudowania.

3) Geosyntetyki

Średnice rolek układanych materiałów nie mogą być większe niż 1,0 m, masy rolek nie powinny natomiast przekraczać 100 kg.

Załącznik 24 Utrzymanie roślinności (N)

1. Zakrzewienia skarp dopuszcza się pod warunkiem utrzymywania roślinności w granicach pokazanych na rys. 24-1.



Rys. 24-1. Kształtowanie roślinności w przekroju poprzecznym drogi kolejowej

(z wyjątkiem odcinków na których przewidziano pasy przeciwpożarowe)

2. Pozostawianie drzew na obszarze już zalesionym lub zadrzewionym dopuszcza się, gdy spełnione są następujące warunki:
   1) odległość przewodu trakcyjnego o napięciu 3 kV do koron drzew wynosi co najmniej 22,5 m,
   2) stan drzew, ich wysokości i odległości od torów nie wskazują na możliwość zagrożenia bezpieczeństwa ruchu pociągów (odległości drzew od najbliższych torów nie powinny być mniejsze od półtorakrotnej wysokości drzew).
3. 3 Żywopłoty zakłada się i pielęgnuje zgodnie z zasadami podanymi w Instrukcji o zapewnieniu sprawności kolei w zimie Id-11 (D-17).
4. Z uwagi na bezpieczeństwo ruchu, odwodnienie i koszty utrzymania, wzrost roślinności powinien być regularnie kontrolowany, zaś podtorze odchwaszczane według następujących zasad:
   1) nadmierny wzrost roślinności należy ograniczać przede wszystkim poprzez stwarzanie jej niekorzystnych warunków wegetacji: usuwanie usypów z wagonów, należyte odwodnienie, umacnianie ław torowisk, koszenie traw i karczowanie krzaków, niszczenie nadziemnych części roślin za pomocą gorącej pary, urządzeń mikrofalowych, itp.,
   2) karczowanie, koszenie i pielenie wykonuje się w czasie wczesnej wegetacji roślin, przed ich wyrastaniem i rozsiewaniem nasion. Przed ukończeniem pracy dziennej roślinność należy usunąć poza obręb torowiska i w ustalony sposób zlikwidować,

3) chemiczne środki chwastobójcze (herbicydy) mogą być stosowane tylko wtedy, gdy zostały one przebadane i dopuszczone do stosowania w torach kolejowych przez uprawnioną jednostkę badawczą. Używać należy je w minimalnych dawkach i w odpowiednich warunkach (dzień bezdeszczowy i bezwietrzny). Roboty muszą być prowadzone pod nadzorem pracownika znającego dokładnie odcinek linii objęty odchwaszczaniem i wszystkie miejscowe ograniczenia.

Załącznik 25 Wybrane przepisy i normy związane (N)

Uwaga: aktualność podanych aktów normatywnych należy każdorazowo sprawdzić.

1. Zarządzenia, przepisy, wytyczne

    a) ogólne

[1] Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane. Tekst jednolity D.U. 2006.156.1118 z późniejszymi zmianami),

[2] Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych. D. U. 2004.92. 881

[3] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 11 sierpnia 2004 r. w sprawie sposobów deklarowania zgodności wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym. D. U. 2004.198.2041

[4] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych. D.U. 2003.47.401

    b) kolejowe

[5] Ustawa z dnia 28 marca 2003 r. o transporcie kolejowym (tekst jednolity). D.U. 2007.16.94 z późniejszymi zmianami.

[6] Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 10 września 1998 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle kolejowe i ich usytuowanie. D. U. 1998.151.987.

[7] Warunki techniczne utrzymania nawierzchni na liniach kolejowych Id-1 (D-1). Zarządzenie nr 14 Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. z dnia 18 maja 2005 r.

[8] Warunki techniczne dla kolejowych obiektów inżynieryjnych Id2 (D-2). Zarządzenie nr 29 Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. z dnia 5 października 2005 r.

[9] Wykaz linii Id-12 (D-29). Zarządzenie nr 7 Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. z dnia 22 marca 2006 r.

[10] Tymczasowe warunki techniczne wykonania i odbioru podsypki tłuczniowej naturalnej i z recyklingu stosowanej w nawierzchni kolejowej (ILK-3b-5100/10/07). Biuro Dróg Kolejowych Centrali PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.

[11] Instrukcja o zapewnieniu sprawności kolei w zimie Id-11 (D-17). Zarządzenie nr 20 Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. z dnia 11 października 2006 r.

[12] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 7 sierpnia 2008 r. w sprawie wymagań i warunków dopuszczających usytuowanie drzew lub krzewów, elementów ochrony akustycznej i wykonywania robót ziemnych w sąsiedztwie linii kolejowej, a także sposobu urządzania i utrzymywania zasłon odśnieżnych oraz pasów przeciwpożarowych (D. U. 2008.153.955)

[13] Earthworks and track-bed layers for railway lines. Code 719 R. International Union of Railways 1994

[14] Opracowanie prototypowo-użytkowego systemu wspomagającego ocenę jakości robót podtorzowych. Praca CNTK nr 6910/22. Warszawa 1996

[15] Rozszerzenie istniejącego systemu Diagnostyka Podtorza o dodatkowe funkcje. Praca CNTK nr 2052/22. Warszawa 1998

[16] Aktualizacja katalogu materiałów na warstwy ochronne podtorza kolejowego pod kątem wykorzystania ich na liniach o dużych prędkościach. Praca CNTK nr 2055/22. Warszawa 1998

[17] Tymczasowe wytyczne układania włóknin i pap pod eksploatowanymi rozjazdami. Praca COBiRTK, Warszawa 1985

c) dotyczące środowiska naturalnego

[18] Ustawa z dnia 31 stycznia 1980 r. o ochronie i kształtowaniu środowiska (D. U. Nr 3, poz. 6 ze zmianami D. U. 1994.49.196, D. U. 1995.90 446., D. U. 1995.141.692 , D. U. 1996.106.496 i 1996.132.622, D. U. 1997.46.296, D. U. 1997.96.592, D. U. 1997.121.770, D. U. 1997.133.885, D. U. 1998.106. 668)

[19] Rozporządzenie MOSZNiL w sprawie ustalenia stref ochronnych źródeł i ujęć wody z 15 listopada 1991 roku (D. U. 1991.116.504)

[20] Rozporządzenie Rady Ministrów z 22 grudnia 1998 r. w sprawie kar pieniężnych za naruszanie wymagań ochrony środowiska oraz rejestru decyzji dotyczących kar (D. U. 1998.162.1138)

[21] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach. D. U. 2001.62.628

[22] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 27 września 2001 r. w sprawie katalogu odpadów. D. U. 2001.112.1206

[23] Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 5 lipca 2004 r. w sprawie ograniczeń, zakazów lub warunków produkcji, obrotu lub stosowania substancji niebezpiecznych i preparatów niebezpiecznych oraz zawierających je produktów. D. U. 2004.168.1762

[24] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 8 lipca 2004 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego. D. U. 2004.168.1763

[25] Decyzja Komisji 94/3/EEC z 20 grudnia 1994 r. uzupełniająca dyrektywę 75/442/EEC o wykaz opadów (zawiera Europejski Katalog Odpadów)

2. Normy

a) dotyczące kolei

[1] PN-69/K-02057 Koleje normalnotorowe. Skrajnie budowli

[2] BN-75/8846-01 Roboty ziemne w podtorzu kolejowym do układania przewodów rurowych. Wymagania i badania

[3] BN-76/8847-01 Ściany oporowe budowli kolejowych i drogowych. Wymagania i badania

[4] BN-88/8930-03 Gruntowe podtorze i podłoże kolejowe. Nazwy i określenia

[5] BN-88/8932-02 Podtorze i podłoże kolejowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania

[6] BN-74/8935-04 Przepusty kolejowe i drogowe. Elementy prefabrykowane (ze zmianami z 1985 r.)

[7] BN-79/8939-14 Prefabrykowane elementy betonowe i żelbetowe wyposażenia obiektów kolejowych. Wymagania i badania

[8] BN-80/8939-17 Przeprowadzanie rurociągów i kabli pod torami kolejowymi. Wymagania i badania

[9] BN-71/9317-90 Sieć trakcyjna kolejowa. Roboty fundamentowo-słupowe. Wymagania i badania przy odbiorze

[10] PN-68/S-10045 Przepusty kolejowe. Wymagania i badania przy odbiorze (norma wycofana bez zastąpienia)

[11] PN-EN 13250:2002 Geotekstylia i wyroby pokrewne. Właściwości wymagane w odniesieniu do wyrobów stosowanych do budowy dróg kolejowych + zmiana A1:2006

[12] PN-EN 13450:2004 Kruszywa na podsypkę kolejową (EN 13450:2002) + zmiana AC:2004

[13] PN-T-45002:1998 Telekomunikacyjne linie przewodowe. Skrzyżowania z liniami kolejowymi. Wymagania ogólne

b) dotyczące gruntów i robót ziemnych

[14] PN-S-02205:1998 Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania

[15] PN-B-02479:1998 Geotechnika. Dokumentowanie geotechniczne. Zasady ogólne

[16] PN-86/B-02480 Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów (częściowo wycofana, w zakresie załącznika 1 zastąpiona przez PN-B-02481:1998)

[17] PN-B-02481:1998 Geotechnika - Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar

[18] PN-81/B-03020 Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie

[19] PN-B-04452:2002 Geotechnika. Badania polowe

[20] PN-88/B-04481 Grunty budowlane. Badania próbek gruntu

[21] PN-55/B-04492 Grunty budowlane. Badania właściwości fizycznych. Oznaczanie wskaźnika wodoprzepuszczalności (wycofana bez zastąpienia)

[22] PN-B-06050:1999 Geotechnika. Roboty ziemne. Wymagania ogólne

[23] PN-EN ISO 14688-1:2006 Badania geotechniczne - Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów -
Część 1: Oznaczanie i opis

[24] PN-EN ISO 14688-2:2006 Badania geotechniczne - Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów -
Część 2: Zasady klasyfikowania

c) dotyczące kruszyw

[25] PN-EN 932-3:1999 Badania podstawowych właściwości kruszyw – Procedura i terminologia uproszczonego opisu petrograficznego (EN 932-3:1996) + zmiana A1:2004

[26] PN-EN 933-1:2000 Badania geometrycznych właściwości kruszyw – Oznaczanie składu ziarnowego. Metoda przesiewania (EN 933-1:1997) + zmiana A1:2006

[27] PN-EN 933-5:2000 Badania geometrycznych właściwości kruszyw -- Oznaczanie procentowej zawartości ziarn o powierzchniach powstałych w wyniku przekruszenia lub łamania kruszyw grubych (EN 933-5:1998) + zmiana A1:2005

[28] PN-EN 1097-2:2000 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw – Metody oznaczanie odporności na rozdrabianie (EN 1097-2:1998) + zmiana A1:2006(U)

[29] PN-EN 1097-5:2001 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw - Część 5: Oznaczanie zawartości wody przez suszenie w suszarce z wentylacją

[30] PN-EN ISO 14689-1:2006 Badania geotechniczne - Oznaczanie i klasyfikowanie skał - Część 1: Oznaczanie i opis

d) dotyczące tworzyw sztucznych i geosyntetyków

[31] GRI Test Method GG2-87:1988 (Geogrid Junction Strength. Geosynthetic Research Institut, Drexel University, USA)

[32] PN-EN ISO 527-1:1998 Tworzywa sztuczne. Oznaczenie właściwości wytrzymałościowych przy statycznym rozciąganiu. Zasady ogólne

[33] PN-EN ISO 527-2:1998 Tworzywa sztuczne. Oznaczenie właściwości mechanicznych przy statycznym rozciąganiu. Warunki badań tworzyw sztucznych przeznaczonych do prasowania, wtrysku i wytłaczania

[34] PN-EN ISO 527-3:1998 Tworzywa sztuczne. Oznaczanie właściwości mechanicznych przy statycznym rozciąganiu. Warunki badań folii i płyt

[35] PN-EN ISO 527-4:2000 Tworzywa sztuczne. Oznaczanie właściwości mechanicznych przy statycznym rozciąganiu. Warunki badań kompozytów tworzywowych izotropowych i ortotropowych wzmocnionych włókninami

[36] PN-EN ISO 527-5:2000 Tworzywa sztuczne. Oznaczanie właściwości mechanicznych przy statycznym rozciąganiu. Warunki badań kompozytów tworzywowych wzmocnionych włókninami jednokierunkowo

[37] PN-EN ISO 13433:2006(U) Geotekstylia i wyroby pokrewne. Wyznaczanie dynamiki perforacji (badanie opadającym stożkiem)

[38] PN-EN ISO 1183-1:2006 Tworzywa sztuczne. Metody oznaczania gęstości tworzyw sztucznych nieporowatych. Część 1: Metoda zanurzeniowa, metoda piknometru cieczowego i metoda miareczkowa

[39] PN-EN 1897:2004 Geotekstylia i wyroby pokrewne. Wyznaczanie właściwości pełzania przy ściskaniu

[40] PN-EN ISO 22088-3:2006(U) Tworzywa sztuczne. Oznaczanie odporności na środowiskową korozję naprężeniową (ESC). Część 3: Metoda zgiętej taśmy

[41] BN-84/6353-02 Folia zdwajana z plastyfikowanego poli(chlorku winylu)

[42] PN-EN ISO 9862:2007 Geosyntetyki. Pobieranie próbek laboratoryjnych i przygotowywanie próbek do badań

[43] PN-EN ISO 9863-2:1999 Geotekstylia i wyroby pokrewne. Wyznaczanie grubości przy określonych naciskach. Określenie grubości warstwy pojedynczej wyrobów wielowarstwowych

[44] PN-EN ISO 9864:2007 Geosyntetyki. Metoda badań do wyznaczania masy powierzchniowej geotekstyliów i wyrobów pokrewnych

[45] PN-ISO 10319:1996 Geotekstylia. Badanie wytrzymałości na rozciąganie metodą szerokich próbek + zmiana Ap1/1998

[46] PN-EN ISO 11058:2002 Geotekstylia i wyroby pokrewne. Wyznaczanie wodoprzepuszczalności w kierunku prostopadłym do powierzchni wyrobu, bez obciążenia

[47] PN-EN ISO 11501:2005 Tworzywa sztuczne. Folie i płyty. Oznaczenie zmian wymiarów liniowych w czasie ogrzewania

[48] PN-EN ISO 12236:2006(U) Geosyntetyki. Badanie na przebicie statyczne (badanie CBR)

[49] PN-EN ISO 12956:2002 Geotekstylia i wyroby pokrewne. Wyznaczanie charakterystycznej wielkości porów

[50] PN-EN ISO 12958:2002 Geotekstylia i wyroby pokrewne. Wyznaczanie zdolności przepływu wody w płaszczyźnie wyrobu

[51] PN-EN ISO 13426-1:2005 Geotekstylia i wyroby pokrewne. Wytrzymałość połączeń wewnątrzstrukturalnych. Część 1: Geosyntetyki komórkowe

[52] PN-EN 13719:2005 Geotekstylia i wyroby pokrewne. Wyznaczanie długoterminowej skuteczności ochronnej geotekstyliów w kontakcie z barierami geosyntetycznymi + poprawka AC:2006

[53] PN-C-89221:1998 Rury z tworzyw sztucznych. Rury drenarskie karbowane z niezmiękczonego poli(chłorku winylu) (PVC-U) + zmiana Az1:2004

[54] PN-C-89258-2:1997 Tworzywa sztuczne. Folie opakowaniowe. Folia z polietylenu małej gęstości

e) dotyczące drenaży, kanalizacji i wodociągów

[55] PN-EN 124:2000 Zwieńczenia wpustów i studzienek kanalizacyjnych do nawierzchni dla ruchu pieszego i kołowego. Zasady konstrukcji, badania typu, znakowanie, sterowanie jakością.

[56] PN-EN 295-1:1999 Rury i kształtki kamionkowe i ich połączenia w sieci drenażowej i kanalizacyjnej - Wymagania IDT EN 295-1;1991+ zmiana A2:1996, A3:2002

[57] PN-EN 295-2:1999 Rury i kształtki kamionkowe i ich połączenia w sieci drenażowej i kanalizacyjnej - Sterowanie jakością i pobieranie próbek IDT EN 295-2:1991 + zmiana A1:2002

[58] PN-EN 295-3:1999 Rury i kształtki kamionkowe i ich połączenia w sieci drenażowej i kanalizacyjnej -Metody badań IDT EN 295-3:1991 + zmiana A1:2002

[59] PN-EN 744:1997 Systemy przewodowe z tworzyw sztucznych. Rury z tworzyw termoplastycznych. Badanie odporności na uderzenia zewnętrzne metodą spadającego ciężarka

[60] PN-EN 1329-1:2001 Systemy przewodowe z tworzyw sztucznych do odprowadzania nieczystości i ścieków (o niskiej i wysokiej temperaturze) wewnątrz konstrukcji budowli. Niezmiękczony poli(chlorek winylu)(PVC-U). Część 1: Wymagania dotyczące rur, kształtek i systemu

[61] PN-EN 1452-3:2000 Systemy przewodowe z tworzyw sztucznych - Systemy przewodowe z niezmiękczonego poli(chlorku winylu) (PCV-U) do przesyłania wody - Kształtki

[62] PN-EN 1610:2002 Budowa i badania przewodów kanalizacyjnych

[63] PN-EN ISO 9969:1997 Rury z tworzyw termoplastycznych. Oznaczanie sztywności obwodowej

[64] PN-EN 10210-1:2006(U) Kształtowniki zamknięte wykonane na gorąco ze stali konstrukcyjnych niestopowych i drobnoziarnistych. Część 1: Warunki techniczne dostawy

[65] PN-EN 10210-2:2006(U) Kształtowniki zamknięte wykonane na gorąco ze stali konstrukcyjnych niestopowych i drobnoziarnistych. Część 2: Tolerancje, wymiary i wielkości statyczne

[66] PN-EN 10224:2006 Rury i złączki ze stali niestopowej do transportu wody i innych płynów wodnych. Warunki techniczne dostawy

[67] PN-B-10725:1997 Wodociągi. Przewody zewnętrzne. Wymagania i badania

[68] PN-B-10726:1999 Wodociągi. Przewody zewnętrzne z rur stalowych i żeliwnych na terenach górniczych. Wymagania i badania przy odbiorze

[69] PN-92/B-10727 Kanalizacja. Przewody kanalizacyjne na terenach górniczych. Wymagania i badania przy odbiorze

[70] PN-B-10736:1999 Roboty ziemne. Wykopy otwarte dla przewodów wodociągowych i kanalizacyjnych. Warunki techniczne wykonania

[71] PN-B-12030:1996 Wyroby budowlane ceramiczne i silikatowe. Pakowanie, przechowywanie i transport + zmiana Az1:2002

[72] PN-B-12040:1998 Wyroby budowlane ceramiczne. Rurki drenarskie

[73] PN-B-12089:1997 Drenowanie. Układanie sączków drenarskich. Wymagania i badania przy odbiorze

f) dotyczące wyrobów betonowych

[74] PN-EN 206-1:2003 Beton - Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność + zmiany Ap1:2004, A1:2005

[75] BN-67/6744-08 Rury betonowe

[76] BN-83/8971-06.00 Prefabrykaty budowlane z betonu. Rury i kształtki bezciśnieniowe. Ogólne wymagania i badania

[77] BN-83/8971-06.01 Prefabrykaty budowlane z betonu. Rury bezciśnieniowe. Kielichowe rury betonowe i żelbetowe WIPRO

[78] BN-83/8971-06.02 Prefabrykaty budowlane z betonu. Rury bezciśnieniowe. Rury betonowe i żelbetowe typów O, Os, C, Cs

[79] PN-80/B-10021 Prefabrykaty budowlane z betonu. Metody pomiaru cech geometrycznych (częściowo wycofana oraz częściowo zastąpiona przez PN-EN 991:1999)

[80] PN-EN 12390-3:2002 Badania betonu - Część 3: Wytrzymałość na ściskanie próbek do badania

[81] PN-EN 13369:2005 Wspólne wymagania dla prefabrykatów z betonu + zmiana A1:2006 (U)

g) inne

[82] PN-69/B-10260 Izolacje bitumiczne. Wymagania i badania przy odbiorze

[83] PN-EN ISO/IEC 17050:2005 Ocena zgodności. Deklaracja zgodności składana przez dostawcę. Część 1: Wymagania ogólne

[84] PN-75/D-96000 Tarcica iglasta ogólnego przeznaczenia