

Dyrekcja Generalna Lasów Państwowych

DROGI LEŚNE

poradnik techniczny



Warszawa - Bedoń 2006

Dyrekcja Generalna Lasów Państwowych

DROGI LEŚNE

Poradnik techniczny

Warszawa - Bedoń 2006

Poradnik został opracowany z inicjatywy Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych przez zespół powołany przez Ośrodek Rozwojowo-Wdrożeniowy Lasów Państwowych w Bedoniu w składzie:

mgr inż. Janusz Dzikowski
mgr inż. Andrzej Szarłowicz
mgr inż. Sławomir Burzyński
mgr inż. Marian Rajsman
mgr inż. Józef Satola
mgr inż. Zdzisław Wiązowski

Recenzja i weryfikacja merytoryczna opracowania:

prof. dr hab. Kazimierz Pieńkos

Nadzór nad pracami zespołu ze strony Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych:

Marek Jaworowski

Koordinacja prac zespołu opracowującego ze strony ORWLP w Bedoniu:

mgr inż. Dariusz Szumicki
mgr inż. Łukasz Bojarski

Skład i druk

Ośrodek Rozwojowo-Wdrożeniowy
Lasów Państwowych w Bedoniu
Nowy Bedoń, ul. Sienkiewicza 19
95-020 Andrespol
tel.: 042 677 25 00
fax: 042 677 25 02
www.bedon.lasy.gov.pl

Spis treści

1. WSTĘP	7
1.1. Zakres poradnika	8
1.2. Odbiorcy poradnika	9
1.3. Zakres stosowania poradnika	9
2. PRZYGOTOWANIE INWESTYCJI DROGOWEJ	10
2.1. Informacje ogólne	10
2.2. Aspekty prawne związane z projektowaniem dróg leśnych	10
2.3. Aspekty związane ze specyfikacją istotnych warunków zamówienia (SIWZ) w zamówieniach publicznych	12
2.4. Wersja elektroniczna dokumentacji	16
2.5. Akty prawne związane z inwestycjami drogowymi na terenie lasów państwowych	16
3. PODSTAWOWE POJĘCIA	18
3.1. Kategorie dróg	18
3.2. Klasyfikacja dróg leśnych	18
3.3. Elementy dróg	19
3.4. Klasyfikacja prac drogowych	20
3.5. Elementy konstrukcji nawierzchni	20
3.6. Rodzaje nawierzchni	21
4. SIEĆ DRÓG LEŚNYCH I SZLAKÓW OPERACYJNYCH	22
4.1. Docelowy plan sieci dróg leśnych	22
4.2. Sieć dróg leśnych i szlaków operacyjnych (zrywkowych).	23
4.3. Drogi przeciwpożarowe	26
4.4. Optymalna gęstość dróg na powierzchni leśnej	27
5. ZASADNICZE CZYNNIKI DECYDUJĄCE O PARAMETRACH DRÓG LEŚNYCH I OBIEKTÓW TOWARZYSZĄCYCH	30
5.1. Parametry pojazdów	30
5.2. Prędkość projektowa	31
5.3. Cechy ruchu	31
5.4. Ochrona środowiska leśnego	31
5.5. Estetyka dróg	32
5.6. Materiały miejscowe	33
5.7. Technologia prac leśnych	33
5.8. Uwarunkowania ekonomiczne	33
6. PARAMETRY TECHNICZNE DRÓG LEŚNYCH	34
6.1. Wymagania ogólne	34
6.2. Jezdnia	34
6.3. Pobocza	37
6.4. Niweleta	37
6.5. Skrajnia	38

7.	SKRZYŻOWANIA, ZJAZDY I MIJANKI	44
7.1.	Skrzyżowania	44
7.2.	Zjazdy	45
7.3.	Mijanki	46
8.	OBIEKTY TOWARZYSZĄCE - SKŁADNICE PRYZRĘBOWE	50
8.1.	Zadania składnic przyzrębowych	50
8.2.	Wymagania w stosunku do składnic	50
8.3.	Ustalanie powierzchni składnicy przyzrębowej	51
8.4.	Przygotowanie powierzchni składnicy	51
9.	KONSTRUKCJE NAWIERZCHNI	57
9.1.	Wprowadzenie - założenia	57
9.2.	Cel stosowania typowych nawierzchni	57
9.3.	Podstawowe zasady projektowania i wyboru typowych konstrukcji	58
9.4.	Określenie warunków gruntowo - wodnych	58
9.5.	Sposoby wzmocnienia podłoża	59
9.6.	Zestawienie typowych warstw konstrukcyjnych	62
9.7.	Zestawienie typowych konstrukcji nawierzchni	62
9.8.	Karty materiałowe typowych konstrukcji nawierzchni	64
10.	URZĄDZENIA ODWADNIAJĄCE	81
10.1.	Powierzchniowe odprowadzanie wody	81
10.2.	Rowy	81
10.3.	Zbiorniki odparowujące	83
10.4.	Rowy odparowujące	83
10.5.	Bystrotoki	83
10.6.	Ścieki	84
10.7.	Wodospusty	84
10.8.	Przepusty	84
10.9.	Sączki	86
10.10.	Dreny	86
10.11.	Nasypy filtracyjne	87
10.12.	Brody	87
10.13.	Obliczenia hydrauliczne pojedynczych cieków	87
11.	ZNAKI I URZĄDZENIA ZABEZPIEZAJĄCE	97
11.1.	Znaki drogowe na drogach leśnych	97
11.2.	Urządzenia zabezpieczające	98
11.3.	Bezpieczeństwo na przejazdach kolejowych	107
12.	TECHNOLOGIE PRAC REMONTOWYCH NA DROGACH LEŚNYCH	109
12.1.	Wprowadzenie	109
12.2.	Zakres prac remontowych ujętych w opracowaniu	110
12.3.	Technologie prac remontowych na drogach leśnych	112
13.	PODSUMOWANIE	136

**Zatwierdzam do użytku
służbowego**

1. WSTĘP

Warszawa, 2006.12.05

Trudno sobie wyobrazić trwały i zrównoważony rozwój wielofunkcyjnej gospodarki leśnej bez odpowiednio zaprojektowanej, wykonanej i utrzymanej sieci dróg leśnych, powiązanych funkcjonalnie z kompleksami leśnymi i wszystkimi elementami leśnej infrastruktury technicznej. Zadaniem publikacji jest przybliżenie zagadnień związanych z budową i utrzymaniem dróg leśnych i szlaków operacyjnych (zrywkowych), a także przedstawienie aspektów prawnych z tym związanych. Zamierzeniem inicjatorów i autorów opracowania było ułatwienie pracy służbom inwestycyjnym i remontowym Lasów Państwowych, zajmującym się inżynierskim zagospodarowaniem lasu.

Szybki postęp w rozwoju technik budowlanych, a także zmiany w prawie sprawiły, że zatwierdzony do użytku służbowego w 1990 roku *Katalog i wytyczne techniczne dla dróg leśnych wewnątrzakładowych* uległ znacznej dezaktualizacji pod względem technicznym, technologicznym i prawnym.

Niniejszy *Poradnik* aktualizuje ww. pozycję i dostosowuje do współczesnych wymagań. Opracowanie zostało wzbogacone między innymi o nowe technologie stosowane przy budowie dróg leśnych, rozdział dotyczący remontów dróg leśnych oraz o aspekty prawne.

Podane są aktualne wytyczne projektowania oraz podstawowe zasady budowy i remontów dróg leśnych, przedstawione zostały procedury przygotowania inwestycji drogowych, a także opisano wymogi dotyczące wykonania i odbioru prac.

Prawidłowe zaplanowanie procesu inwestycyjnego w zakresie budowy lub przebudowy dróg leśnych nakłada na pracowników Lasów Państwowych, zajmujących się tą dziedziną, obowiązek zaznajomienia się z uregulowaniami prawnymi oraz rozwiązaniami technicznymi i technologicznymi. Potrzeby udostępniania drzewostanów poprzez budowę i utrzymanie sieci dróg leśnych są w Lasach Państwowych bardzo duże, a ich zaspokojenie uzależnione jest głównie od możliwości finansowych. Dlatego tak ważnym zagadnieniem jest poszukiwanie i stosowanie nowoczesnych, a zarazem oszczędnych i przyjaznych środowisku technologii.

Przekazując do rąk zainteresowanych odbiorców niniejszy *Poradnik* mamy nadzieję, że ułatwi te poszukiwania.

Naczelnik Wydziału
Gospodarki Leśnej w DGLP
(F. Woźniak)
Mgr inż. Wojciech Fonder

1.1. ZAKRES PORADNIKA

Przy pracach nad niniejszym poradnikiem wykorzystano publikację z 1990 r. wykonaną na zlecenie Naczelnego Zarządu Lasów Państwowych zatytułowaną: *Katalog i wytyczne techniczne dla dróg leśnych wewnątrzakładowych*, która była opracowana przez zespół ekspertów w składzie:

- mgr inż. Jerzy Sidorowicz
 - mgr inż. Leszek Mikołajków
 - inż. Stanisław Zarzycki
 - mgr inż. Marek Kasztalski
 - inż. Piotr Wileński
 - mgr inż. Dariusz Petyniak
 - mgr inż. Tadeusz Godlewski
 - techn. Bogusław Kretkiewicz.
- oraz zweryfikowana przez:
- mgr. inż. Marcelę Latoszka,
 - inż. Andrzeja Gutkę.

Na całość opracowania składają się następujące działy:

Lp.	Temat/zagadnienie	Współpraca
1.	Wstęp	Wojciech Fonder Zdzisław Wiązowski
2.	Przygotowanie inwestycji drogowej	Józef Satola Zdzisław Wiązowski
3.	Podstawowe pojęcia	Janusz Dzikowski
4.	Sieć dróg leśnych i szlaków operacyjnych	
5.	Zasadnicze czynniki decydujące o parametrach dróg leśnych i obiektów towarzyszących	Sławomir Burzyński Marian Rajsman
6.	Parametry techniczne dróg leśnych	
7.	Skrzyżowania, zjazdy i mijanki	
8.	Obiekty towarzyszące – składnice przyrębne	Józef Satola Zdzisław Wiązowski
9.	Konstrukcje nawierzchni	Andrzej Szarłowicz
10.	Urządzenia odwadniające	Józef Satola Zdzisław Wiązowski
11.	Znaki drogowe na drogach leśnych Urządzenia zabezpieczające Bezpieczeństwo na przejazdach kolejowych	Andrzej Szarłowicz Józef Satola Zdzisław Wiązowski Sławomir Burzyński Marian Rajsman
12.	Technologie prac remontowych na drogach leśnych	Sławomir Burzyński Marian Rajsman
13.	Podsumowanie	Sławomir Burzyński

1.2. ODBIORCY PORADNIKA

Przewiduje się, że odbiorcami poradnika będą następujące jednostki organizacyjne Lasów Państwowych:

- regionalne dyrekcje Lasów Państwowych,
- nadleśnictwa,
- zakłady Lasów Państwowych.

Odbiorcami poradnika mogą być również instytucje spoza jednostek Lasów Państwowych:

- Instytut Badawczy Leśnictwa,
- Biuro Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej,
- biura projektów,
- firmy wykonawcze drogowe,
- zakłady usług leśnych,
- parki narodowe,
- wyższe uczelnie leśne,
- średnie szkoły leśne.

1.3. ZAKRES STOSOWANIA PORADNIKA

Poradnik określa warunki techniczne, jakim powinny odpowiadać drogi leśne i związane z nimi urządzenia technologiczne pozyskania drewna oraz ich usytuowanie. Ustalenia zawarte w opracowaniu mają zastosowanie do dróg leśnych o jednym pasie ruchu. Powinien on być stosowany do:

- projektowania sieci dróg leśnych, szlaków zrywkowych i składnic przyzrębowych w fazie sporządzania planu budownictwa drogowego,
- projektowania nowych dróg leśnych, szlaków zrywkowych i składnic przyzrębowych,
- budowy, remontu i przebudowy istniejących dróg leśnych,
- planowania i programowania inwestycji z zakresu budowy, przebudowy oraz remontów dróg leśnych.

2. PRZYGOTOWANIE INWESTYCJI DROGOWEJ

2.1. INFORMACJE OGÓLNE

Dokumentacja dróg leśnych powinna być opracowana w sposób niezwykle staranny przez projektantów posiadających niezbędne doświadczenie projektowe, a opracowana dokumentacja powinna podlegać ocenie przez Inwestora pod względem jej zgodności z zamówieniem. Problem ten jest niezwykle istotny, ponieważ inwestycje drogowe są kapitałochłonne, a nieprawidłowo wykonane mogą spowodować nieodwracalne zmiany w środowisku leśnym.

Przed opracowaniem dokumentacji na konkretne zadanie inwestycyjne należy spisać założenia z udziałem przedstawicieli Nadleśnictwa, Biura Projektów, Wydziałów Wdrożeń i Inżynierii RDLP odnośnie zakresu prac, rodzaju nawierzchni, ilości składnic, zjazdów, itp. Inwestor powinien dokonać rozpoznania na swoim terenie możliwości pozyskania materiałów miejscowych, ich cen oraz istotnych dla inwestycji składników cenotwórczych (koszty transportu, pracy sprzętu, robocizny, narzutów, itp.).

Koniecznością staje się staranne przygotowanie inwestycji zarówno od strony formalnej jak i projektowej. Projektant powinien przeanalizować różne warianty rozwiązań i dążyć do rozwiązań optymalnych pod względem technicznym i kosztowym. W konkretnym przypadku należy rozważyć opracowanie wstępnych koncepcji projektowych lub rozwiązań alternatywnych. Wiąże się to z odpowiednim wynagrodzeniem za prace projektowe, ale w efekcie da konkretne oszczędności finansowe podczas realizacji inwestycji.

2.2. ASPEKTY PRAWNE ZWIĄZANE Z PROJEKTOWANIEM DRÓG LEŚNYCH

Działalność obejmującą sprawy projektowania budowy, utrzymania obiektów budowlanych oraz działania organów administracji publicznej reguluje ustawa z dnia 07 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (Dz. U. Nr 207, poz. 2016) z późniejszymi zmianami.

2.2.1. Definicje związane z robotami budowlanymi

Budowa - przez budowę należy rozumieć wykonywanie obiektu budowlanego w określonym miejscu, a także odbudowę, rozbudowę, nadbudowę obiektu budowlanego.

Przebudowa - przez przebudowę należy rozumieć wykonywanie robót budowlanych, w wyniku których następuje zmiana parametrów użytkowych lub technicznych istniejącego obiektu budowlanego z wyjątkiem charakterystycznych parametrów, jak: kubatura, powierzchnia zabudowy, wysokość, długość, szerokość bądź liczba kondygnacji. W przypadku dróg są dopuszczalne zmiany charakterystycznych parametrów w zakresie nie wymagającym zmiany pasa istniejącej drogi leśnej.

W przypadku dróg leśnych należy zwrócić uwagę, że zgodnie z rozdz. 1 art. 3 ust. 2 Ustawy o lasach z dnia 28 września 1991 r. (tekst jednolity obwieszczenia Marszałka Sejmu z dnia 15 marca 2005 r. - Dz. U. nr 45 z 2005 r. poz. 435), drogi leśne są lasem. W związku z tym położone są na gruncie związanym z gospodarką leśną i nie posiadają odrębnych numerów działek ewidencyjnych. W takim przypadku przez pas drogowy należy rozumieć pas terenu, na którym znajdują się: jezdnia z pobocznymi tworzącą koronę drogi, skarpy wykopów i nasypów, rowy, ścieki i inne urządzenia odwadniające, zjazdy na szlaki zrywkowe i składnice przyrzębowe oraz pola widoczności na łukach i skrzyżowaniach.

Remont - przez remont należy rozumieć wykonywanie w istniejącym obiekcie robót budowlanych polegających na odtworzeniu stanu pierwotnego, a nie stanowiących bieżącej konserwacji, przy czym dopuszcza się stosowanie wyrobów budowlanych innych niż użyto w stanie pierwotnym.

Budowla - przez budowlę należy rozumieć każdy obiekt budowlany niebędący budynkiem lub obiektem małej architektury, jak lotniska, drogi, linie kolejowe, mosty, wiadukty, estakady, tunele, przepusty, sieci techniczne, wolnostojące maszty antenowe, wolnostojące trwale związane z gruntem urządzenia reklamowe, budowle ziemne, obronne, hydrotechniczne, zbiorniki, wolnostojące instalacje przemysłowe lub urządzenia techniczne, oczyszczalnie ścieków, składowiska odpadów, stacje uzdatniania wody, konstrukcje oporowe, nadziemne i podziemne przejścia dla pieszych, sieci uzbrojenia terenu, budowle sportowe, cmentarze, pomniki, a także części budowlane urządzeń technicznych (kotłów, pieców przemysłowych, elektrowni wiatrowych i innych urządzeń) oraz fundamenty pod maszyny i urządzenia jako odrębne pod względem technicznym części przedmiotów składających się na całość użytkową.

2.2.2. Zgłoszenie robót

Zgodnie z ustawą Prawo budowlane (Dz. U. z 2003 r. Nr 207, poz. 2016 z późn. zmianami) pozwolenia na budowę nie wymagają:

- art. 29 ust. 2 pkt 1 - roboty budowlane polegające na remoncie istniejących obiektów budowlanych i urządzeń budowlanych z wyjątkiem obiektów wpisanych do rejestru zabytków,
- art. 29 ust. 2 pkt 12 - roboty budowlane polegające na przebudowie dróg, torów i urządzeń kolejowych.

Pozostałe roboty wymagają uzyskania decyzji o pozwoleniu na budowę. Należy jednak podkreślić, że wstępnej kwalifikacji zamierzonych robót dokonuje inwestor, natomiast ostateczna ocena planowanych robót (czy będą podlegały obowiązkowi zgłoszenia, czy uzyskania

pozwolenia na budowę) należy do właściwego organu administracji architektoniczno-budowlanej, który w oparciu o przepisy ustawy oraz ocenę m.in. rodzaju i zakresu prowadzonych robót powinien zająć wiążące stanowisko. W związku z tym, że dla projektowanych dróg leśnych najczęściej wykorzystuje się powierzchnie linii podziału powierzchniowego, istniejących szlaków zrywkowych, duktów leśnych, itp. można założyć, że mamy do czynienia z przebudową dróg leśnych, a to zgodnie z ustawą Prawo budowlane wymaga jedynie zgłoszenia do właściwego organu administracji architektoniczno-budowlanej.

W zgłoszeniu należy określić:

- rodzaj, zakres i sposób wykonywania robót budowlanych oraz termin ich rozpoczęcia,
- oświadczenie o posiadanym prawie do dysponowania nieruchomością na cele budowlane,
- odpowiednie szkice i rysunki, a także pozwolenia, uzgodnienia oraz opinie wymagane odrębnymi przepisami.

2.2.3. Pozwolenie na budowę

W wyjątkowych przypadkach, gdy pozwolenie na budowę jest wymagane (np. w obszarach Natura 2000, rezerwach, parkach narodowych itp.), należy do niego dołączyć:

- cztery egzemplarze projektu budowlanego wraz z opiniami, uzgodnieniami, pozwoleniami i innymi dokumentami wymaganymi przepisami szczególnymi,
- oświadczenie o posiadanym prawie dysponowania nieruchomością na cele budowlane,
- wypis z planu przestrzennego zagospodarowania gminy lub decyzję o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu.

2.3. ASPEKTY ZWIĄZANE ZE SPECYFIKACJĄ ISTOTNYCH WARUNKÓW ZAMÓWIENIA (SIWZ) W ZAMÓWIENIACH PUBLICZNYCH

2.3.1. Zakres i forma dokumentacji projektowej

Zakres i formę dokumentacji projektowej regulują:

- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 03 lipca 2003 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego,
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 02 września 2004 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego.

Zakres dokumentacji projektowej ustala zamawiający, biorąc pod uwagę tryb udzielenia zamówienia publicznego oraz wymagania dotyczące postępowania poprzedzającego rozpoczęcie robót budowlanych wynikające z ustawy z dnia 07 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (Dz. U. Nr 207 z 2003 r., poz. 2016 z późn. zmianami).

2.3.2. Dokumentacja projektowa

Dokumentacja projektowa służąca do opisu przedmiotu zamówienia na wykonanie robót budowlanych, dla których jest wymagane pozwolenie na budowę składa się w szczególności z:

- projektu budowlanego w zakresie uwzględniającym specyfikę robót budowlanych,
- projektów wykonawczych,
- przedmiaru robót,
- informacji dotyczącej bezpieczeństwa i ochrony zdrowia (Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 23 czerwca 2003 r. w sprawie informacji dotyczącej bezpieczeństwa i ochrony zdrowia oraz planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia).

Dokumentacja projektowa służąca do opisu przedmiotu zamówienia na wykonanie robót budowlanych, dla których nie jest wymagane pozwolenie na budowę składa się w szczególności z:

- planów, rysunków lub innych dokumentów umożliwiających jednoznaczne określenie rodzaju i zakresu robót budowlanych podstawowych oraz uwarunkowań i dokładnej lokalizacji ich wykonania,
- przedmiaru robót,
- pozwoleń, uzgodnień i opinii wymaganych odrębnymi przepisami.

Projekty wykonawcze powinny uzupełniać i uszczegóławiać projekt budowlany w zakresie i stopniu dokładności niezbędnym do sporządzenia przedmiaru robót, kosztorysu inwestorskiego, przygotowania oferty przez wykonawcę i realizacji robót budowlanych.

Strona tytułowa dokumentacji projektowej

Strona tytułowa dokumentacji projektowej bez względu na tryb udzielenia zamówienia publicznego oraz obowiązek uzyskania pozwolenia na budowę zawiera w szczególności:

- nazwę nadaną zamówieniu przez zamawiającego,
- adres obiektu budowlanego,
- w zależności od zakresu robót budowlanych objętych przedmiotem zamówienia - nazwy i kody:

- * grup robót,

- * klas robót,

- * kategorii robót,

45233000-9 Roboty w zakresie konstruowania, fundamentowania
oraz wykonywania nawierzchni autostrad, dróg,

45233100-0 Roboty w zakresie budowy autostrad, dróg,

45233225-2 Drogi jednopasmowe,

45233120-6 Roboty w zakresie budowy dróg,

45233140-2 Roboty drogowe,

45233141-9 Roboty w zakresie konserwacji dróg,

45233142-6 Roboty w zakresie naprawy dróg,

45233226-9 Drogi dojazdowe,

- nazwę i adres zamawiającego,

- spis zawartości dokumentacji projektowej,
- nazwę i adres podmiotu, wraz z imionami i nazwiskami osób opracowujących części składowe dokumentacji projektowej oraz datę opracowania.

Przedmiar robót

Przedmiar robót powinien zawierać zestawienie przewidywanych do wykonania robót podstawowych w kolejności technologicznej ich wykonania wraz ze szczegółowym opisem, wskazaniem podstaw ustalających szczegółowy opis oraz wskazaniem właściwych specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych z wyliczeniem i zestawieniem ilości przedmiarowych robót podstawowych. Opracowanie przedmiaru robót składa się z:

- karty tytułowej,
- opisu działów przedmiaru robót,
- tabel przedmiaru robót.

Karta przedmiaru robót zawiera następujące informacje:

- nazwę nadaną zamówieniu przez zamawiającego,
- w zależności od zakresu robót budowlanych objętych przedmiotem zamówienia nazwy i kody:
 - * grup robót,
 - * klas robót,
 - * kategorii robót,
- adresu obiektu budowlanego,
- nazwę i adres zamawiającego,
- datę opracowania przedmiaru robót.

Spis działów przedmiaru powinien przedstawiać podział wszystkich robót budowlanych w danym obiekcie na grupy robót według Wspólnego Słownika Zamówień. Tabele przedmiaru robót powinny zawierać pozycje przedmiarowe odpowiadające robotom podstawowym. Do każdej pozycji przedmiaru robót należy podać następujące informacje:

- numer pozycji przedmiaru,
- kod pozycji przedmiaru,
- numer specyfikacji technicznej wykonania i odbioru robót budowlanych zawierającej wymagania dla danej pozycji przedmiaru,
- nazwę i opis pozycji przedmiaru oraz obliczenie ilości jednostek miary dla pozycji przedmiarowej,
- jednostkę miary, której dotyczy pozycja przedmiaru,
- ilość jednostek miary pozycji przedmiaru,
- ilości jednostek miary podane w przedmiarze powinny być wyliczone na podstawie rysunków w dokumentacji projektowej, wyłącznie w sposób zgodny z zasadami podanymi w specyfikacjach technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych.

2.3.3. Zakres i forma specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych

Specyfikacje techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych stanowią opracowania zawierające w szczególności zbiory wymagań, które są niezbędne do określenia standardu i jakości wykonania robót w zakresie sposobu wykonania robót budowlanych, właściwości wyrobów budowlanych oraz oceny prawidłowości wykonania poszczególnych robót.

Specyfikacje techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych zawierają co najmniej część ogólną, która powinna obejmować:

- nazwę nadaną zamówieniu przez zamawiającego,
- przedmiot i zakres robót budowlanych,
- wyszczególnienie i opis prac towarzyszących i robót tymczasowych,
- informacje o terenie budowy zawierające wszystkie niezbędne dane z punktu widzenia:
 - * organizacji robót budowlanych,
 - * zabezpieczenia interesów osób trzecich,
 - * odnowy środowiska,
 - * warunków bezpieczeństwa pracy,
 - * zaplecza dla potrzeb wykonawcy,
 - * warunków dotyczących organizacji ruchu,
 - * ogrodzenia,
- w zależności od zakresu robót budowlanych objętych przedmiotem zamówienia - nazwy i kody:
 - * grup robót,
 - * klas robót,
 - * kategorii robót,
- podstawowe określenia zawierające definicje pojęć i określeń nigdzie wcześniej nie definiowanych, a wymagających zdefiniowania w celu jednoznacznego rozumienia zapisów dokumentacji projektowej i specyfikacji technicznej wykonania i odbioru robót budowlanych,
- wymagania dotyczące właściwości wyrobów budowlanych oraz niezbędne wymagania związane z ich przechowywaniem, transportem, warunkami dostawy, składowaniem i kontrolą jakości - poszczególne wymagania odnosi się do postanowień norm,
- wymagania dotyczące sprzętu i maszyn niezbędnych lub zalecanych do wykonania robót budowlanych zgodnie z założoną jakością,
- wymagania dotyczące transportu,
- wymagania dotyczące wykonania robót budowlanych z podaniem sposobu wykończenia poszczególnych elementów, tolerancji wymiarowych, szczegółów technologicznych oraz niezbędne informacje dotyczące odcinków robót budowlanych, przerw i ograniczeń, a także wymagania specjalne,
- opis działań związanych z kontrolą, badaniami oraz odbiorem wyrobów i robót budowlanych w nawiązaniu do dokumentów odniesienia,
- opis sposobu odbioru robót budowlanych,

- dokumenty odniesienia - dokumenty będące podstawą do wykonania robót budowlanych, w tym wszystkie elementy dokumentacji projektowej, normy, aprobaty techniczne oraz inne dokumenty techniczne i aprobaty techniczne.

2.4. WERSJA ELEKTRONICZNA DOKUMENTACJI

Nowelizacja ustawy o zamówieniach publicznych z dnia 25 maja 2006 r. wprowadza, w przypadku niektórych trybów przetarowych, obowiązek publikowania Specyfikacji Istotnych Warunków Zamówienia na stronie internetowej zamawiającego. W związku z tym faktem taką dokumentację należy zamawiać również w wersji elektronicznej.

2.5. AKTY PRAWNE ZWIĄZANE Z INWESTYCJAMI DROGOWYMI NA TERENIE LASÓW PAŃSTWOWYCH

Stan prawny na dzień 01.04.2006 r.

- Ustawa z dnia 07 lipca 1994 r. - Prawo budowlane, Dz. U. nr 207, poz. 2016 z późniejszymi zmianami.
- Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. - Prawo wodne, Dz. U. nr 115, poz. 1229, zmiana Dz. U. nr 154, poz. 1803 z późniejszymi zmianami.
- Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. - Prawo ochrony środowiska, Dz. U. nr 62, poz. 627 z późniejszymi zmianami.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 03 lipca 2003 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego, Dz. U. nr 120, poz. 1133.
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 24 września 1998 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych, Dz. U. nr 126, poz. 839.
- Ustawa z dnia 29 stycznia 2004 r. - Prawo zamówień publicznych, Dz. U. nr 19, poz. 177 z późniejszymi zmianami.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 2 września 2004 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego, Dz. U. nr 202, poz. 2072.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 23 czerwca 2003 r. w sprawie informacji dotyczącej bezpieczeństwa i ochrony zdrowia oraz planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia, Dz. U. z 2003 r. nr 120, poz. 1126.
- Obwieszczenie Marszałka Sejmu RP z dnia 24 sierpnia 2004 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o drogach publicznych, Dz. U. nr 204, poz. 2086.

- Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie, Dz. U. nr 43, poz. 430.
- Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie, Dz. U. nr 63, poz. 735.
- Obwieszczenie Ministra Środowiska z dnia 28 września 1991 r. Ustawa o lasach, Dz. U. nr 101, poz. 444 z późniejszymi zmianami.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 22 marca 2006 r. w sprawie szczegółowych zasad zabezpieczenia przeciwpożarowego lasów, Dz. U. nr 58, poz. 405.

3. PODSTAWOWE POJĘCIA

3.1. KATEGORIE DRÓG

Zgodnie z ustawą z dnia 21 marca 1985 r. o drogach publicznych (Dziennik Ustaw Nr 204, poz. 2086 z 2004 r. z późniejszymi zmianami) **drogą publiczną** jest droga zaliczona na podstawie ustawy do jednej z kategorii dróg, z której korzystać może każdy, zgodnie z jej przeznaczeniem, z ograniczeniami i wyjątkami określonymi w ustawie lub innych przepisach szczególnych.

Drogi publiczne ze względu na funkcje w sieci drogowej dzielą się na następujące kategorie: drogi krajowe, wojewódzkie, powiatowe i gminne. Ze względów funkcjonalno-technicznych drogi publiczne dzielą się na klasy określone w warunkach technicznych, o których mowa w ustawie Prawo budowlane. Drogi niezaliczone do żadnej kategorii dróg publicznych, w szczególności drogi w osiedlach mieszkaniowych, dojazdowe do gruntów rolnych i leśnych, dojazdowe do obiektów użytkowane przez przedsiębiorców, itp. są **drogami wewnętrznymi**.

Na podstawie tego określenia wynika, że **droga leśna ogólnodostępna zalicza się do dróg wewnętrznych**. Budowa, przebudowa, remont, utrzymanie, ochrona i oznakowanie dróg wewnętrznych oraz zarządzanie nimi należy do zarządcy terenu, na którym jest zlokalizowana droga.

Droga leśna - wydzielony pas terenu znajdujący się na powierzchni gruntów leśnych, przeznaczony do ruchu lub postoju pojazdów oraz do ruchu pieszych, wraz z leżącymi w ciągu drogi mijankami, składnicami przyrzębowymi oraz technicznymi urządzeniami służącymi organizacji i zabezpieczeniu ruchu oraz technologii prac leśnych - nie będąca drogą publiczną.

3.2. KLASYFIKACJA DRÓG LEŚNYCH

Według funkcji udostępnienia drzewostanów drogi leśne dzielą się na:

- **drogi leśne główne**, na których skupiają się potoki ładunków drewna z całego obszaru transportowego lub ze znacznej jego części. Trasy tych dróg zapewniają połączenie obszaru transportowego z miejscami docelowymi odbioru drewna (zakładami drzewnymi, składnicami

przykolejowymi itp.), bezpośrednio lub za pośrednictwem dróg publicznych oraz połączenie z drogami bocznymi,

- **drogi leśne boczne**, udostępniające część obszaru transportowego, których przebieg zapewnia korzystne udostępnienie drzewostanu oraz połączenie z drogą główną i szlakami zrywkowymi.

Podział na drogi główne i boczne następuje w projekcie docelowej sieci drogowej, a jeśli takiego projektu nie ma, podziału dokonuje inwestor.

Ze względu na usytuowanie przebiegu drogi, w terenach górskich i podgórskich rozróżnia się:

- **drogi stokowe** - są to drogi powstające w wyniku wcięcia się w stok. Pas jezdny znajduje się w części wykopu, a w części nasypowej formuje się pas odkładu służący do składowania drewna,
- **drogi dolinowe** - drogi przebiegające w dolnej części doliny do miejsca, w którym spadek podłużny doliny osiąga wartość maksymalnego spadku podłużnego danej kategorii,
- **drogi grzbietowe** - projektowane na działach wód, grzbietach, siodłach i płaskowyżach.

3.3. ELEMENTY DRÓG

Pas drogowy - pas terenu, na którym znajdują się jezdnie z poboczami tworząca koronę drogi, skarpy wykopów i nasypów, rowy, ścieki i inne urządzenia odwadniające, zjazdy na szlaki zrywkowe i składnice przyrzębowe oraz pola widoczności na łukach i skrzyżowaniach. Pas drogowy ulega wylesieniu na okres budowy drogi na całej szerokości. Po zakończeniu budowy, skarpy mogą być ponownie zalesione, o ile nie zagraża to ich stateczności i nie ogranicza pola widoczności na łukach i skrzyżowaniach.

Jezdnie - część korony drogi przeznaczona do ruchu pojazdów. Jezdnie i pas drogowy drogi leśnej mogą być wykorzystywane do prac leśnych (np. obróbki drewna).

Korona drogi - jezdnie z mijankami oraz poboczami.

Pas ruchu - podłużny pas jezdni wystarczający dla ruchu jednej kolumny pojazdów wielośladowych.

Korpus drogowy - nasyp lub ta część wykopu, która jest ograniczona koroną i skarpami drogi.

Mijanka - poszerzenie jezdni o określonej odpowiedniej długości i szerokości, służące wymijaniu się dwóch pojazdów na drodze jednopasmowej.

Skrzyżowanie - przecięcie, połączenie lub rozwidlenie dróg, łącznie z powierzchniami utworzonymi przez takie przecięcia, połączenia lub rozwidlenia.

Obiekt mostowy - budowla przeznaczona do przeprowadzenia drogi, ciągu rowerowego lub pieszego, szlaku wędrówek zwierząt dziko żyjących lub innego rodzaju komunikacji nad przeszkodą terenową. Zalicza się tu: most, wiadukt, estakadę, kładkę, przepust.

Przepust - budowla o przekroju poprzecznym zamkniętym, przeznaczona do przeprowadzenia cieków, szlaków wędrówek zwierząt dziko żyjących lub urządzeń technicznych przez nasyp drogi.

Wodospust - urządzenie na powierzchni drogi służące do ujęcia wód powierzchniowych i odprowadzeniu ich poza koronę drogi.

Składnica przyrzębowa - odpowiednio przygotowana powierzchnia przy drogach, do której zrywane jest drewno i na której wykonywana jest manipulacja drewna i jego obróbka oraz składowanie przed załadunkiem na pojazdy.

3.4. KLASYFIKACJA PRAC DROGOWYCH

Budowa drogi - wykonywanie nowej trasy drogowej.

Przebudowa drogi - wykonywanie robót, w których wyniku następuje podwyższenie parametrów technicznych i eksploatacyjnych istniejącej drogi, niewymagających zmiany pasa drogowego. Ponieważ zgodnie z rozdz. 1 Art. 3, ust. 2 Ustawy o lasach z dnia 28 września 1991 r. (tekst jednolity obwieszczenia Marszałka Sejmu z dnia 15 marca 2005 r. - Dz. U. nr 45 z 2005 r., poz. 435) drogi leśne są lasem, więc przy drogach leśnych nie ma sytuacji zmian pasa drogowego. Wylesienia związane z przebudową (poszerzenie korony drogi, korekty łuków itp.) nie są zmianą pasa drogowego w rozumieniu ustawy prawo budowlane.

Remont drogi - wykonywanie robót przywracających pierwotny stan drogi, także przy użyciu wyrobów budowlanych innych niż użyte w stanie pierwotnym.

Utrzymanie drogi - wykonywanie robót konserwacyjnych, porządkowych i innych zmierzających do zwiększenia bezpieczeństwa i wygody ruchu, w tym także odśnieżanie i zwalczanie śliskości zimowej.

3.5. ELEMENTY KONSTRUKCJI NAWIERZCHNI

Nawierzchnia - warstwa lub zespół warstw służących do przyjmowania i rozkładania obciążeń od ruchu na podłoże i do zapewnienia dogodnych warunków dla ruchu.

Konstrukcja nawierzchni - układ warstw nawierzchni wraz ze sposobem ich połączenia, służących do przyjmowania i rozkładania obciążeń i zapewniająca dogodne warunki do ruchu pojazdów.

Warstwa ścierna - warstwa nawierzchni poddana bezpośredniemu oddziaływaniu ruchu i czynników atmosferycznych.

Podbudowa - dolna część nawierzchni służąca do przenoszenia obciążeń od ruchu na podłoże. W przypadkach wzmacniania istniejącą nawierzchnię uważa się za podbudowę.

Podłoże - grunt rodzimy lub nasypowy leżący pod nawierzchnią do głębokości przemarzania lub do głębokości, na której występują naprężenia równe 0,1 naprężeń istniejących na styku podłoża z nawierzchnią.

Podłoże ulepszone - wierzchnia warstwa podłoża wykonana z gruntu lub materiału spełniającego wymagania dotyczące podłoża niewysadzinowego.

3.6. RODZAJE NAWIERZCHNI

Rozróżnia się następujące rodzaje nawierzchni występujące na drogach leśnych: nawierzchnie gruntowe i nawierzchnie twarde. Nawierzchnie gruntowe mogą być naturalne i ulepszone, nawierzchnie twarde mogą być nieulepszone i ulepszone.

Nawierzchnia gruntowa naturalna - jest to nawierzchnia wykonana z gruntu rodzimego o odporności na działanie ruchu ograniczonej właściwościami rodzimego gruntu i wpływami atmosferycznymi, na drogach leśnych może być to droga gruntowa naturalna i gruntowa profilowana.

Nawierzchnia gruntowa ulepszona - nawierzchnia wykonana z gruntu ulepszanego mechanicznie lub chemicznie.

Nawierzchnia twarda nieulepszona - nawierzchnia odporna w dużym stopniu na działanie ruchu i wpływów atmosferycznych, nie przystosowana do szybkiego ruchu samochodowego. Do tej grupy zalicza się nawierzchnie tłuczniowe, żwirowe, żużlowe itp.,

Nawierzchnia twarda ulepszona - nawierzchnia odporna na działanie ruchu i wpływów atmosferycznych z górną warstwą ścieralną zamykającą, przystosowana do szybkiego ruchu samochodowego (nawierzchnie bitumiczne, betonowe itp.).

4. SIEĆ DRÓG LEŚNYCH I SZLAKÓW OPERACYJNYCH

Podane w opracowaniu zagadnienia dotyczące kształtowania sieci dróg leśnych, szlaków operacyjnych (zrywkowych) i składnic przyrębowych zawierają jedynie najważniejsze informacje pomocne w prowadzeniu bieżącej działalności nadleśnictw, zwłaszcza tych, które nie posiadają planu budownictwa drogowego na swoim terenie.

4.1. DOCELOWY PLAN SIECI DRÓG LEŚNYCH

Plany w zakresie budownictwa drogowego w Lasach Państwowych w formie założeń techniczno-ekonomicznych sieci dróg leśnych lub aneksów projektu sieci dróg, jakie były opracowywane zgodnie z instrukcją urządzania lasu z 1980 r., stanowiły integralną część planu urządzenia gospodarstwa leśnego dla każdego nadleśnictwa. Po zatwierdzeniu plan taki stawał się dokumentem określającym sposób realizacji zamierzeń gospodarczych w zakresie budowy i utrzymania dróg leśnych oraz stanowił podstawę do sporządzania projektów technicznych dróg leśnych oraz rocznych i wieloletnich planów gospodarczych.

W instrukcji urządzania lasu z 2003 r. zrezygnowano z opracowywania planów inżynierii leśnej, jako integralnej części planu urządzenia gospodarstwa leśnego i ograniczono te opracowania jedynie do inwentaryzacji infrastruktury technicznej.

Pomimo, że posiadanie przez nadleśnictwa docelowego planu sieci dróg nie jest obligatoryjne, to jednak racjonalnie zaprojektowana sieć dróg pozwala na osiągnięcie szeregu korzyści gospodarczych i ekologicznych i z tych względów zaleca się opracowanie projektu docelowej sieci dróg. Projekt ten powinien uwzględniać wiele czynników wpływających na gospodarkę leśną, takich jak:

- lokalne warunki terenowe,
- równomierne udostępnienie kompleksów leśnych,
- zabezpieczenie przeciwpożarowe,
- kierunki transportu drewna i połączenia z drogami publicznymi,
- procesy technologiczne prac leśnych,
- wielkość pozyskania drewna i zapewnienie miejsc składowania,
- sieć szlaków operacyjnych (zrywkowych),
- linie podziału powierzchniowego.

Docelowy plan sieci dróg powinien zapewniać optymalne zagęszczenie sieci dróg leśnych dostosowane do miejscowych warunków i projektowanej technologii prac leśnych, maksymalnego wykorzystania (głównie w terenach nizinnych) linii podziału powierzchniowego na ciągi drogowe, stwarzać warunki umożliwiające właściwą ochronę przeciwpożarową i pozwalającą stosować nowoczesne technologie prac leśnych.

Opracowany projekt docelowej sieci dróg leśnych powinien stanowić podstawę dla nadleśnictwa w prowadzeniu działalności związanej z budową i utrzymaniem dróg leśnych w zależności od aktualnych potrzeb i posiadanych środków finansowych.

4.2. SIEĆ DRÓG LEŚNYCH I SZLAKÓW OPERACYJNYCH (ZRYWKOWYCH)

Szlak operacyjny (zrywkowy) - pas terenu, po którym odbywa się zrywka drewna z miejsca pozyskania do drogi wywozowej (składnicy przyrębowej) oraz służący realizacji innych procesów technologicznych związanych z gospodarką leśną. Wyróżnia się szlaki operacyjne stałe, czasowe (wykorzystywane w okresie czyszczeń) i zbiorcze, (od których odgałęziają się inne szlaki). Połączenia szlaków zrywkowych i składnic przyrębowych z drogami leśnymi należy uzgodnić z personelem nadleśnictwa.

W **terenach równinnych i falistych** o regularnej siatce podziału powierzchniowego, co druga linia gospodarcza (ostępowa) powinna spełniać rolę drogi leśnej. Przy takiej drodze powinny być zlokalizowane składnice przyrębowe, do których powinny dochodzić szlaki operacyjne. Muszą one być dostosowane do procesów technologicznych ścińki, obróbki i zrywki drewna w fazie użytkowania przedrębego we wszystkich rodzajach zabiegów, a w fazie użytkowania rębego w drugiej i wyższych rodzajach rębni. Przy zakładaniu zrębu zupełnego (rębnia I), stałe szlaki operacyjne nie są wykorzystywane na samej powierzchni zrębowej, a na dalszych odcinkach służyć mogą jako trasy zrywki do składnic przyrębowych.

Odstępy pomiędzy drogami określone są długością dłuższych boków dwóch oddziałów i wynoszą na ogół od 1000 do 1400 m.

Poza drogami leśnymi technologicznymi, w sieci dróg leśnych w terenach równinnych i falistych mogą występować: drogi łączące drogi leśne z siecią dróg publicznych, punktami docelowego transportu drewna, drogi prowadzące do osiedli leśnych, szkółek, obiektów i urządzeń turystyczno-wypoczynkowych, punktów czerpania wody, baz sprzętu i środków gaśniczych, drogi ułatwiające zwalczanie pożarów leśnych itp.

Ważny element udostępnienia drzewostanów dla prowadzenia prac leśnych z zakresu pielęgnacji, ochrony oraz użytkowania lasu stanowią szlaki operacyjne wraz z liniami podziału powierzchniowego oraz systemem składnic przyrębowych. Racjonalnie rozbudowana sieć szlaków zrywkowych umożliwia pełne respektowanie obowiązujących zasad hodowli lasu oraz wprowadzenie do prac leśnych maszyn i ciągników. Przyczynia się ona również do:
- optymalizacji odległości i kosztów zrywki,

- ograniczenia zniszczeń w pozostającym drzewostanie i uszkodzeń zrywanego drewna,
- poprawy bezpieczeństwa pracy,
- ułatwienia kontroli stanu sanitarnego lasu,
- zwalczania występujących zagrożeń.

Można więc stwierdzić, że szlaki operacyjne spełniają w udostępnieniu drzewostanów zarówno funkcje proekologiczne, jak i produkcyjne. Sieć szlaków w terenach nizinnych powinna zapewniać równomierne udostępnienie wszystkich partii drzewostanów.

Odstępy pomiędzy szlakami operacyjnymi zależą od ukształtowania terenu, składu i wieku drzewostanów, rodzaju rębni, podatności gleby na erozję, od zakładanych metod pozyskiwania drewna i przewidywanych środków do wykonywania operacji zrywki. Odstępy składnic przyrzębowych są zależne od wzajemnych odstępów linii oddziałowych. Składnice przy drogach leśnych powinny być tak lokalizowane w stosunku do linii oddziałowych, aby drewno zrywane cieńszym końcem mogło być składowane grubszym końcem (odziomkiem) w kierunku wywozu.

W terenach górskich i podgórskich zalesione stoki odznaczają się często dużymi spadkami i poprzecinane są często ciekami wodnymi, niekiedy w głębokich jarach. Występują tam zjawiska erozji wodnej, a grunty charakteryzują się na ogół słabą nośnością. Sieć dróg leśnych, szlaków operacyjnych i składnic przyrzębowych musi być dostosowana do tych warunków, do przewidywanej technologii zrywki drewna i do zasad zagospodarowania drzewostanów górskich. W warunkach górskich i podgórskich bardzo istotny wpływ na kształtowanie sieci dróg leśnych, szlaków operacyjnych i składnic przyrzębowych ma nachylenie stoku, z czego wynika również projektowana technologia zrywki drewna.

Innym ważnym czynnikiem jest podatność na erozję i niekorzystne właściwości wytrzymałościowe gruntów, szczególnie na obszarze Krainy VIII Karpackiej (flisz karpacki). Zasadniczy układ sieci dróg leśnych w terenach górskich i podgórskich składa się z dróg dolinowych, prowadzonych wzdłuż potoków do maksymalnego spadku doliny 12% i odchodzących od nich dróg stokowych. W terenach górskich i podgórskich należy zdecydowanie zrezygnować ze schematycznego przebiegu szlaków. Ich rozmieszczenie w dużej mierze zależy od istniejącej sieci dróg i ukształtowania terenu.

Odstępy pomiędzy drogą dolinową a drogą stokową, a na długich stokach pomiędzy kolejnymi drogami stokowymi, powinny wynosić od 400 do 600 m w partiach przeznaczonych do zrywki za pomocą ciągników zrywkowych lub koni, przy czym tę większą wartość należy stosować na łagodniejszych stokach (do około 18%), a mniejszą na stokach o większym pochyleniu (do 35%).

Odstępy między szlakami operacyjnymi zależą od zastosowanego procesu technologicznego a także środków technicznych zastosowanych do ścinki, okrzesywania i przerzynki. Ogólnie przyjmuje się, że odstępy szlaków operacyjnych w warunkach górskich i podgórskich są takie same jak w terenach równinnych i falistych.

Rozmieszczenie składnic przyrzębowych w terenach górskich i podgórskich nie może być tak regularne jak w terenie równinnym. Dlatego też projektowanie sieci szlaków opera-

cyjnych należy poprzedzić zlokalizowaniem składnic przyrzębowych w takich miejscach, gdzie warunki terenowe na to pozwalają. Przy drogach dolinowych będą to istniejące poszerzenia doliny, przy drogach stokowych odcinki o stosunkowo niewielkim nachyleniu stoku, gdzie odkład gruntu z wykopu utrzyma się i utworzy wystarczającą powierzchnię do manipulacji, obróbki i składowania zerwanego drewna długiego. Do tak zlokalizowanych składnic doprowadzony jest zbiorczy szlak, od którego odchodzą inne szlaki operacyjne.

Pochylenia podłużne są istotnym zagadnieniem w projektowaniu sieci dróg leśnych i szlaków operacyjnych w terenach górskich i podgórskich. Pochylenia podłużne szlaków operacyjnych wynikają z podatności miejscowych gruntów na erozję oraz z wymogów zapewnienia bezpieczeństwa pracy podczas zrywki. Podatność szlaków operacyjnych na skutki erozji może być oceniana według czterostopniowej klasyfikacji następstw erozji, odnoszącej się do dróg o nawierzchni gruntowej naturalnej.

Klasyfikacja ta rozróżnia następujące stopnie erozji:

- I - gdy szkody powodowane przez wodę są niewielkie, ślady po ściekającej wodzie są powierzchniowe, nie głębokie, a przydatność drogi jest stała,
- II - gdy na powierzchni drogi tworzą się bruzdy głębokości około 5-10 cm,
- III - gdy na powierzchni drogi tworzą się bruzdy głębokości około 30-40 cm, powodujące ograniczenie używalności drogi,
- IV - gdy droga nie nadaje się do użytku wskutek rozmycia.

Na szlakach operacyjnych stosuje się pochylenia podłużne powodujące objawy II stopnia, a w wyjątkowych przypadkach III stopnia.

Jeżeli występują spadki podłużne charakterystyczne dla objawów erozji II lub III stopnia, niezbędne jest nadanie szlakom operacyjnym odpowiednich pochyłeń poprzecznych i wykonywanie w odstępach kilkudziesięciometrowych wodospuśtów poprzecznych odprowadzających wodę. Wymagane jest także zapewnienie odpowiedniej konserwacji i utrzymania szlaków operacyjnych.

Przy zatosowaniu ciągników zrywkowych należy przestrzegać instrukcji fabrycznych, przy czym maksymalne pochylenia nie powinny przekraczać III stopnia następstw erozji. Przy nachyleniu stoku powyżej 25% należy rozważyć zastosowanie kolejek linowych do zrywki. Należy unikać, z wyjątkiem terenów równinnych, projektowania szlaków operacyjnych o pochyleniach podłużnych mniejszych od 5% oraz nie projektować szlaków po warstwicach. Pochylenia podłużne należy projektować umożliwiając zrywkę drewna w kierunku z góry w dół, do drogi wywozowej. Przy projektowaniu szlaku operacyjnego niezgodnego z kierunkiem transportu, pochylenie podłużne nie powinno przekraczać 10%. Natomiast pochylenie poprzeczne szlaków operacyjnych nie powinno być większe od 8%. Dla zmniejszenia robót ziemnych przy wykonywaniu szlaków na stokach, pochylenia poprzeczne można wykonać w kierunku odstokowym.

Szerokość szlaku operacyjnego powinna być dostosowana do technologii oraz zastosowanego sprzętu zrywkowego. W miejscach skrętów, łuków lub na odcinkach prowadzonych wzdłuż warstwicy na zboczach o niewielkim nachyleniu, szlak operacyjny musi być szerszy.

Szlak operacyjny powinien być w miarę możliwości prosty z łagodnymi łukami. Należy zdecydowanie unikać ostrych skrętów.

Przy planowaniu sieci szlaków operacyjnych powinno uwzględnić się następujące elementy:

- ukształtowanie terenu,
- istnienie naturalnych luk w drzewostanie,
- przebieg rzędów drzew,
- kształt powierzchni roboczej i układ dróg,
- lokalizację miejsc składowania drewna,
- pochylenie drzew w drzewostanie.

Szczegółowe informacje i wytyczne dotyczące projektowania i wykonywania szlaków operacyjnych zawarte są w obowiązującym w Lasach Państwowych opracowaniu Instytutu Badawczego Leśnictwa z 1996 r.

4.3. DROGI PRZECIWPOŻAROWE

Dla potrzeb ochrony przeciwpożarowej terenów leśnych sieć dróg leśnych powinna zapewniać:

- szybki dojazd jednostek ratowniczych i potrzebnego sprzętu do terenów leśnych objętych pożarem,
- dowóz sprzętu i środków gaśniczych z baz sprzętu do miejsca pożaru,
- operatywne działanie sprzętu pożarniczego, zwłaszcza samochodów pożarniczych w trakcie akcji ratowniczej,
- sprawny dojazd do punktów czerpania wody istniejących przy naturalnych i sztucznych zbiornikach.

Wymogi dotyczące dróg leśnych reguluje Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 22 marca 2006 r. w sprawie szczegółowych zasad zabezpieczenia przeciwpożarowego lasów.

Drogi leśne, wykorzystywane jako drogi dojazdowe pożarowe, powinny być oznakowane i utrzymane w sposób zapewniający ich przejezdność. Drogi spełniające funkcję dróg dojazdowych pożarowych, budowane lub przebudowywane powinny mieć następujące parametry:

- nawierzchnię gruntową lub utwardzoną o nośności co najmniej 10 ton i nacisku na oś 5 ton,
- promień na zjazdach co najmniej 11 m,
- odstęp między koronami drzew o szerokości co najmniej 6 m, zachowany do wysokości 4 m od nawierzchni jezdni,
- jezdnię o szerokości co najmniej 3 m,
- plac manewrowy o wymiarach co najmniej 20 x 20 m w przypadku drogi bez przejazdu,
- mijanki o szerokości co najmniej 3 m i długości 23 m, położone w odległości nie większej niż 300 m od siebie, z zapewnieniem z nich wzajemnej widoczności.

Odległości pomiędzy dowolnym punktem położonym w lesie a najbliższą drogą spełniającą rolę drogi dojazdowej pożarowej nie powinna przekraczać:

- 750 m dla lasów zaliczonych do I kategorii zagrożenia pożarowego,
- 1500 m dla lasów zaliczonych do II lub III kategorii zagrożenia pożarowego.

Zwarte obszary leśne o powierzchni powyżej 10000 ha zaliczone do I lub II kategorii zagrożenia pożarowego można rozdzielać pasami przeciwpożarowymi, tworzącymi miejsca do prowadzenia działań ratowniczych.

4.4. OPTIMALNA GĘSTOŚĆ DRÓG NA POWIERZCHNI LEŚNEJ

Gęstość dróg na powierzchni leśnej jest to długość dróg przypadająca na jednostkę powierzchni leśnej. Gęstość ta jest miernikiem udostępnienia drzewostanów i określa się ją według wzoru:

$$g = d : p$$

gdzie:

g - gęstość dróg na powierzchni leśnej [m/ha]

d - długość dróg na powierzchni leśnej [m]

p - powierzchnia leśna [ha]

Pomiędzy gęstością dróg a średnim odstępem dróg zachodzi zależność, która wyraża się wzorem:

$$b = \frac{10000p}{d}$$

gdzie:

b - odstęp dróg na powierzchni leśnej [m]

Z punktu widzenia konieczności prawidłowego udostępnienia drzewostanów wprowadzono pojęcie optymalnej gęstości dróg na powierzchni leśnej. Wskaźnik ten stanowi istotny czynnik w planowaniu rozwoju i modernizacji dróg leśnych oraz w ustalaniu potrzeb w zakresie budownictwa drogowego w poszczególnych kompleksach leśnych. Wskaźnik gęstości dróg określany jest według kryterium minimalizującego sumę nakładów finansowych na zrywkę i planowanych kosztów budowy dróg przy określonych systemach szlaków operacyjnych oraz potencjalnych możliwościach produkcyjnych siedlisk.

Potrzeby w zakresie rozbudowy sieci dróg leśnych w określonym obszarze określa się według wzoru:

$$r = \frac{(g - g_1)p}{100}$$

gdzie:

r - brakująca długość dróg [km]

g - optymalny wskaźnik gęstości dróg według tabeli 4.1 [m/ha],

g₁ - aktualny wskaźnik gęstości dróg na danej powierzchni leśnej [m/ha],

p - powierzchnia leśna [ha].

Optymalne wskaźniki gęstości dróg na powierzchni leśnej w podziale na krainy i dzielnice przyrodniczo-leśne podane są w tabeli 4.1.

Wskaźniki te obejmują wszystkie drogi na powierzchni leśnej (publiczne i leśne) związane z technologią transportu leśnego. W określonych przypadkach powinny być dodawane drogi prowadzące do szkółek leśnych, osiedli, obiektów związanych z turystyką i rekreacją a przebiegające przez tereny leśne oraz drogi służące ochronie przeciwpożarowej.

Tab. 4.1. Optymalne wskaźniki gęstości dróg na powierzchni leśnej
(wg S. Antończyka i J. Dziłkowskiego)

Lp.	Kraina przyrodniczo-leśna	Dzielnica przyrodniczo-leśna	Opis warunków terenowych, systemu użytkowania lasu, rodzaju sieci oraz systemu szlaków operacyjnych	Srednie charakterystyczne nachylenie stoków terenu [%]	Optymalna odległość zrywki [m]	Optymalny odstęp dróg [m]	Gęstość dróg (g) [m/ha]
1	2	3	4	5	6	7	8
1	I Bałtycka II Mazursko-Podlaska III Wielkopolsko-Pomorska IV Mazowiecko-Podlaska	wszystkie	tereny nizinne, grunty na ogół nośne; użytkowanie systemem zrębowym; sieć regulowana na liniach podziału powierzchniowego; system szlaków regularnych w „jodełkę”	<18	450 - 420	1070 - 980	14,6 - 18,4
2		1,2,4,5,6		<18	412 - 375	690 - 500	17,5 - 22,6
3	V Śląska	3	tereny podgórskie i faliste, grunty o dobrej nośności, użytkowanie drzewostanów systemem przerebowym; sieć dróg dostosowana do rzeźby terenu; system szlaków typowy dla warunków górskich, uzależniony od spadku stoku	>20	300	480	22,6 - 23,6
4	VI Wyżyn Środkowo-Polskich	1-5, 7-14	jak poz. 1 i 2	<18	440 - 400	1050 - 650	15,0 - 18,4
5		6		>20	310	500	18,4 - 21,4
6	VII Sudecka	-	tereny podgórskie i górskie; użytkowanie systemem przerebowym; sieć dróg dostosowana do rzeźby terenu; system szlaków typowy dla warunków górskich, uzależniony od spadku i charakteru stoków	25 - 30	380 - 350	450 - 413	25,8 - 28,3
7	VIII Karpacka	1-7		18 - 40	537 - 430	620 - 410	18,4 - 27,8

5. ZASADNICZE CZYNNIKI DECYDUJĄCE O PARAMETRACH DRÓG LEŚNYCH I OBIEKTÓW TOWARZYSZĄCYCH

Parametry dróg leśnych określono przy uwzględnieniu danych technicznych pojazdów wywożących drewno, prędkości projektowej, charakterystyki ruchu, ochrony środowiska leśnego, estetyki, materiałów miejscowych, technologii prac leśnych i ekonomii.

5.1. PARAMETRY POJAZDÓW

Istotne dla projektowania dróg są następujące parametry pojazdów:

- rozstawy osi i układ geometryczny pojazdu,
- naciski osi,
- promienie zawracania,
- rozstaw kół,
- długość i szerokość pojazdu,
- wymiary opon i ciśnienie w oponach.

Maksymalne parametry techniczne dla zestawów transportowych podano w tablicy 5.1.

Tab. 5.1. Parametry techniczne dla zestawów transportowych

Wyszczególnienie	Jednostka miary	Wielkość
Rozstaw osi	[m]	2,92 - 1,35 - 7,59 - 1,35
Rozstaw kół	[m]	1,94 - 1,80 - 1,80
Ładowność	[Mg]	28
Szerokość	[m]	2,50
Długość	[m]	17,50
Nacisk osi bez ładunku	[kN]	53,4 - 66,9 - 31,7
Nacisk osi z ładunkiem	[kN]	69,2 - 190,9 - 175,9
Promień zawracania zewnętrznego	[m]	10,0

5.2. PRĘDKOŚĆ PROJEKTOWA

Prędkość projektowa dróg leśnych wynosi 30 km/h. W przypadku konieczności zastosowania niższych prędkości projektowych należy przyjmować rozwiązania indywidualne (dotyczy łuków pionowych i poziomych oraz widoczności).

Niższych prędkości projektowych nie należy stosować na drogach o nawierzchniach umożliwiających rozwijanie prędkości rzeczywistych znacznie przekraczających projektowe.

5.3. CECHY RUCHU

Na parametry dróg wpływają głównie następujące cechy ruchu: natężenie, skład i rozkład w czasie. Natężenie ruchu decyduje o szerokości jezdni. Na drogach leśnych jest ono na tyle małe, że z reguły wystarczy jezdnia szerokości jednego pasa ruchu. Na konstrukcję nawierzchni wpływają istotnie tylko pojazdy ciężarowe o nacisku osi ponad 30 kN.

5.4. OCHRONA ŚRODOWISKA LEŚNEGO

Drogi na powierzchni leśnej dają korzyści gospodarce leśnej, ale mogą wyrządzać także szkody w środowisku leśnym. Szkody te powstają na skutek:

- wylesienia i zniszczenia całego ekosystemu na pasie drogowym,
- stosowania nieodpowiednich rozwiązań technicznych i technologicznych,
- eksploatacji drogi.

W opracowaniu przyjęto takie rozwiązania, które ograniczają szkody do minimum umożliwiając zachowanie pełnej użyteczności dróg i obiektów towarzyszących.

Szerokość zajętego przez drogę pasa drogowego (szerokość wylesienia) jest zależna od:

- szerokości jezdni,
- szerokości elementów drogi takich, jak: pobocza, rowy, skarpy nasypów i wykopów, poszerzenia na lukach i mijankach.

Ze względu na wymaganie ochrony środowiska leśnego, szerokość całego pasa drogowego i szerokości wszystkich jego elementów należy ograniczać do niezbędnego minimum.

Środowisko leśne jest bardzo wrażliwe na zakłócenie stosunków wodnych; w związku z tym należy unikać stosowania rowów, a przynajmniej ograniczyć ich głębokości. Tam gdzie są one niezbędne, zaleca się rowy o łagodnych skarpach. Rowy takie nie utrudniają zrywki drewna i jego manipulacji i nie powodują konieczności budowy kosztownych zjazdów.

Na drogach stokowych należy ograniczać do przypadków wyjątkowych stosowanie rowów i ścieków przystokowych. Droga stokowa przerywa spływ powierzchniowy i podpo-

wierzchniowy. Spływ ten nie powinien być przechwytywany przez rów lub ściek przystokowy i kierowany wzdłuż drogi do przepustu lub potoku, ponieważ w dolnej części stoku następuje wówczas zakłócenie stosunków wodnych, podmywanie skarp, niszczenie korpusu drogowego. W takich przypadkach zaleca się stosować odstokowe pochylenia jezdni i poprzeczne powierzchniowe urządzenia odwadniające, jak: wodospusty, progi, muldy itp.

Wykopy i nasypy powodują konieczność wykonania kosztownych robót ziemnych i wylesienia terenu, a ponadto wywierają niekorzystny wpływ na stosunki wodne w otaczającym drzewostanie. Wykopy, podobnie jak i rowy przydrożne, przerywają spływ powierzchniowy i podpowierzchniowy, szczególnie gdy teren jest nachylony w kierunku prostopadłym do osi drogi. Droga i roboty odwadniające mogą spowodować odwodnienie bagien śródleśnych i zniszczenie torfowisk, odgrywających tak ważną rolę w środowisku leśnym.

Wykonywanie na terenach leśnych nasypów z gruntów nieprzepuszczalnych może natomiast zahamować spływ powierzchniowy i podpowierzchniowy i w efekcie stać się przyczyną zabagnienia terenu. W związku z tym na drogach przebiegających przez tereny leśne należy unikać lub ograniczać do uzasadnionych przypadków stosowanie głębokich wykopów i wysokich nasypów.

Ponieważ drogi leśne charakteryzują się najniższymi, parametrami geometrycznymi i ruchowymi, przeto ich szkodliwy wpływ na środowisko leśne podczas eksploatacji jest znikomy.

5.5. ESTETYKA DRÓG

W środowisku leśnym należy uwzględniać zagadnienie estetyki trasy drogowej i obiektów jej towarzyszących. Duże znaczenie ma tutaj płynne wpisanie trasy w krajobraz i dostosowanie jej do rzeźby terenu, aby uniknąć znacznych wykopów i nasypów oraz głębokich rowów przydrożnych. Estetykę dróg podnoszą łagodne łuki i płytkie rowy o łagodnych skarpach.

W terenie falistym stosowanie niewielkich wykopów i nasypów bywa niezbędne, podobnie jak na drogach stokowych. Skarpy tych nasypów i wykopów powinny być łagodne i dostosowane do otoczenia. Skarpy należy utrwalać odpowiednio dobranym zestawem roślin, które oprócz ochronnej roli dla gleby mogą stanowić cenną domieszkę biocenotyczną w środowisku leśnym. W wielu przypadkach łagodne skarpy mogą być zalesione, dzięki czemu unika się strat powierzchni produkcyjnej.

W terenach górskich, widoczne elementy budowli związanych z trasą drogową (mury oporowe i podporowe, murki czołowe u wylotu przepustów, wodospusty itp.) należy wykonywać z miejscowego kamienia lub powinny być obłożone kamieniem.

Drogi leśne są często wykorzystywane przez turystów pieszych. Przy takich drogach mogą być lokalizowane miejsca biwakowania, miejsca widokowe itp. obiekty.

5.6. MATERIAŁY MIEJSCOWE

W robotach związanych z budową i utrzymaniem dróg leśnych należy wykorzystywać, w maksymalnie możliwym stopniu, miejscowe zasoby materiałowe. Dzięki stosowaniu materiałów miejscowych uzyskuje się znaczne obniżenie kosztów i energochłonności wykonywanych robót oraz unika się trudności związanych z dowozem na duże odległości deficytowych materiałów.

5.7. TECHNOLOGIA PRAC LEŚNYCH

Postępowe procesy technologiczne prac leśnych mogą być stosowane w drzewostanach wyposażonych w odpowiednią sieć dróg wywozowych, składnic przyrzębowych i szlaków operacyjnych (zrywkowych).

Przy drogach leśnych mogą być wykonywane prace z zakresu manipulacji i obróbki drewna. Konstrukcje przekroju poprzecznego i nawierzchni powinny być przystosowane do tego rodzaju prac. Załadunek drewna może się odbywać na pojazd stojący na drodze leśnej lub na mijance.

5.8. UWARUNKOWANIA EKONOMICZNE

W wyborze technologii wykonywania robót ziemnych, typu urządzeń odwadniających, rodzaju konstrukcji jezdni, należy uwzględniać czynniki ekonomiczne. W szczególności w budowie konstrukcji nawierzchni należy wykorzystywać materiały miejscowe.

6. PARAMETRY TECHNICZNE DRÓG LEŚNYCH

6.1. WYMAGANIA OGÓLNE

Droga i związane z nią urządzenia powinny mieć formę architektoniczną dostosowaną do krajobrazu i otaczającego zagospodarowania. Dla drogi leśnej jednopasowej ustala się prędkość projektową 30 km/godz.

6.2. JEZDNI

Drogi leśne mają jezdnię jednopasową o szerokości:

- drogi główne - 3,5 m z pobocznymi 0,75 m
- drogi boczne - 3,0-3,5 m z pobocznymi 0,50-0,75 m

Przewidziano typowe przekroje poprzeczne dla dróg gruntowych profilowanych (rys. 6.1.) i dróg z nawierzchnią (rys. 6.2.)

Oddzielnie zaprojektowano przekroje dla dróg stokowych (rys. 6.3. i 6.4.). Pochylenie poprzeczne drogi stokowej biegnącej w nasypie jest w kierunku do stoku, chyba że potrzeba pochylenia odstokowego wynika z konstrukcji jezdni na łuku poziomym. W celu odwodnienia dróg stokowych w wykopie stosuje się ściek (wyjątkowo rów) lub poszerza się koronę drogi uzyskując powierzchnię na składnicę.

Na drodze leśnej należy zachować wzajemną widoczność pojazdów, a mijanki umożliwiają wymijanie pojazdów. Szerokość jezdni na drogowym obiekcie inżynierskim powinna być nie mniejsza niż przed obiektem. Szerokość pasa ruchu powinna być zwiększona na łuku kołowym w planie o wartość podaną w tab. 6.1.

Zmiana szerokości jezdni powinna być wykonana na prostej przejściowej (rys. 6.5.). Długość prostej przejściowej wynosi:

- 30 m dla promieni $R \leq 40$ m,
- 25 m dla promieni $R > 40$ m.

W szczególnych przypadkach można stosować proste przejściowe o długości 15 m.

Jezdnia drogi powinna mieć pochylenie poprzeczne umożliwiające sprawny spływ wody. Pochylenie poprzeczne jezdni powinno wynosić nie mniej niż:

- 2,0% - nawierzchni twardej ulepszonej,
- 3,0% - nawierzchni twardej nieulepszonej,
- nawierzchni gruntowej wg tab nr 6.2.

Tab. 6.1. Poszerzenia jezdni

Promień łuku [m]	Poszerzenie [m]
13	4,70
14-15	3,80
16-20	2,70
21-25	2,10
26-30	1,70
31-35	1,50
36-40	1,30
41-45	1,10
46-50	1,00
51-75	0,70
76-100	0,50
101-150	0,30
151-250	0,25
>250	-

Tab. 6.2. Dane techniczne nawierzchni gruntowej w zależności od rodzaju gruntu

		Największe pochylenie poprzeczne [%]	Wyniesienie niwelety drogi [m]	Pochylenie skarpy rowu	Głębokość rowu [m]
Symbol na rysunku		i	h	s	g
Rodzaj gruntu	Ciężkie: gliny, ility	5	0,3	1:1	0,4
	Średnie: glina piaszczysta, piasek gliniasty, pospółka lub żwir gliniasty	4	0,2	1:1,5	0,3
	Lekkie: piasek, piasek pylasty	3	0,15	1:1,5(3,0)	0,2

Jezdnia na odcinku prostym lub na odcinku krzywoliniowym niewymagającym jednostronnego pochylenia poprzecznego, powinna mieć kształt daszkowy lub jednostronny. Oś jezdni drogi w planie może składać się z odcinków prostych lub krzywoliniowych. Odcinek krzywoliniowy może zawierać łuk kołowy, kombinacje łuków kołowych i krzywych przejściowych, a także inne rodzaje krzywych. Najmniejszy promień łuku poziomego w planie wynosi: 40 m. Praktycznie stosowane promienie łuków poziomych powinny wynosić, co najmniej 100 m. Najmniejszy promień łuku poziomego niewymagający jednostronnej przechyłki wynosi 300 m.

W celu zapewnienia płynności trasy, dobrego prowadzenia optycznego i bezpieczeństwa jazdy, zaleca się projektowanie sąsiednich łuków o stosunku promieni nie większym niż 2,0, a lepiej - nie większym niż 1,5 (tzn. po łuku o promieniu np. 200 m, promień następnego łuku nie powinien być większy niż 400 m i mniejszy niż 100 m, lepiej - nie większy niż 300 m i nie mniejszy niż 135 m). Na łukach poziomych o kącie zwrotu trasy mniejszym niż 5° należy projektować promienie łuków większe niż 180 m. Między odwrotnymi łukami kołowymi należy zachować, co najmniej odległość umożliwiającą wstawienie dwóch prostych przejściowych.

Na drodze leśnej dopuszcza się zmniejszenie promienia łuku w planie do 20 m, a przy kącie załamania trasy zbliżonym do 90° - do 12 m.

Serpentyny

Na drogach w terenach górskich i podgórskich może zachodzić potrzeba stosowania serpentyn. Najmniejszy dopuszczalny promień podstawowego łuku serpentyny wynosi 15 m, a promień zalecany wynosi 20 m. W celu zmniejszenia kosztów robót ziemnych należy serpentyny lokalizować na możliwie łagodnym stoku. Serpentyne zaleca się dopasowywać do rzeźby terenu stosując w razie potrzeby niesymetryczny kształt.

Lokalizacja serpentyny powinna uwzględniać warunki geologiczne i hydrologiczne, by zapewnić stateczność nasypów i nie zakłócać stateczności zboczy. Pochylenie podłużne niwelety jezdni na długości serpentyny powinno być stałe i nie może przekraczać 4%. Przechyłkę na łukach serpentyny można dopuszczać do 6% (wyjątkowo do 7%). Poszerzenie jezdni na głównym łuku serpentyny wykonuje się do wewnątrz lub 1/2 poszerzenia do wewnątrz i 1/2 na zewnątrz.

Tab. 6. 3. Parametry serpentyn

Parametr serpentyny	Prędkość projektowa serpentyny [km/h]		
	30	20	15
Promień łuku podstawowego w osi jezdni nie mniejszy niż [m]	30	25	15
Pochylenie poprzeczne jezdni na łuku podstawowym [%]	5	5	5
Długość krzywej (prostej) przejściowej nie mniejsza niż [m]	30	25	20

6.3. POBOCZA

Pochylenie poprzeczne gruntowego pobocza na odcinku prostym lub na odcinku krzywoliniowym o pochyleniu poprzecznym jezdni jak na odcinku prostym powinno wynosić 6%. Pochylenie poprzeczne gruntowego pobocza na odcinku krzywoliniowym o pochyleniu poprzecznym jezdni innym niż na odcinku prostym powinno wynosić:

- o 2% do 3% więcej niż pochylenie jezdni, jeżeli jest to pobocze po wewnętrznej stronie łuku,
- tyle co pochylenie jezdni - jeżeli jest to pobocze po zewnętrznej stronie łuku.

Pochylenie skarp

Pochylenia skarp wykopów 1:n nie powinno być większe niż pochylenie bezpieczne wg normy **BN-72/8932-01**:

- w skałach litych mało spękanych - ściany pionowe,
- w gruntach spoistych i bardzo spoistych (gliny, ropy) - 2:1,
- w skałach spękanych i rumoszach zwietrzałych - 1:1,
- w gruntach mało spoistych oraz rumoszach zwietrzelinowych gliniastych - 1:1,25,
- w gruntach sypkich - 1:1,5.

W przypadku stanów plastycznych stosuje się pochylenie:

- 1:1,5, gdy wysokość skarpy < 2 m,
- 1:1,75, gdy wysokość skarpy > 2 m,
- a dla większych wysokości - na podstawie obliczeń stateczności zbocza.

W nasypach kąt pochylenia skarp nie powinien być mniejszy niż tarcia wewnętrzna, wynoszący dla gruntów sypkich 30-40°, dla spoistych zwartych ok. 45° i dla spoistych luźnych < 45°.

6.4. NIWELETA

Niweleta jezdni może składać się z odcinków o stałym pochyleniu, krzywych wypukłych lub krzywych wklęsłych. Niweleta drogi powinna być możliwie dopasowana do ukształtowania terenu, a więc prowadzona w zasadzie po poziomie terenu, z zachowaniem jednak dopuszczalnych pochyłeń podłużnych i dopuszczanych łuków pionowych.

Projektując niweletę drogi spełnić należy następujące wymagania:

- rzędne niwelety jezdni powinny być dopasowane do poziomu krzyżujących się z nią dróg, linii kolejowych, trwałych urządzeń ziemnych i podziemnych; należy również uwzględnić poziom szlaków zrywkowych, składnic, zabudowań w pobliżu drogi,
- niweleta robót ziemnych powinna być wzniesiona co najmniej 1,0 m nad przeciętny poziom wody gruntowej,
- niweleta nawierzchni nad przepustem powinna być wzniesiona najmniej 0,5 m nad jego wierzchem, by zapobiec nadmiernemu jego obciążeniu,

- w terenie równinnym należy dążyć do wyniesienia niwelety robót ziemnych lekko ponad teren (ok. 0,10 m, jeśli podłoże gruntowe jest niewysadzinowe, ok. 0,15 m - na podłożu niepewnym, 0,20 m - wysadzinowym), zwłaszcza na odcinkach bez rowów,
- należy dążyć do minimalizowania ilości robót ziemnych i bilansowania mas ziemnych z zachowaniem jak najmniejszych przerzutów gruntu.

Nasypy (wysokości ponad 0,5 m) stosuje się głównie na przekroczeniach cieków i debr.

Wykopy stosuje się wyjątkowo, głównie w miejscach przekroczenia dużych wzniesień i łączenia dróg leśnych z innymi drogami przechodzącymi w wykopie. Na drogach stokowych wyznacza się niweletę osi całej drogi (wraz ze składnicą przyzrębową) na poziomie zerowym tzn. w miejscu przejścia przekroju poprzecznego z wykopu w odkład (rys. 6.3. a i b).

Największe dopuszczalne pochylenie podłużne niwelety wynosi 12%. Na terenach nizinnych nie powinno się stosować pochyłeń większych niż 7%. Na drogach o pochyleniu niwelety ponad 6% na długości ponad 500 m należy stosować spoczniki o pochyleniu do 4%. W miejscu spoczników należy sytuować mijanki. Pochyleń ponad 6% nie należy stosować na łukach poziomych o promieniu 40-300 m, a pochyłeń ponad 4% na łukach o promieniu do 40 m.

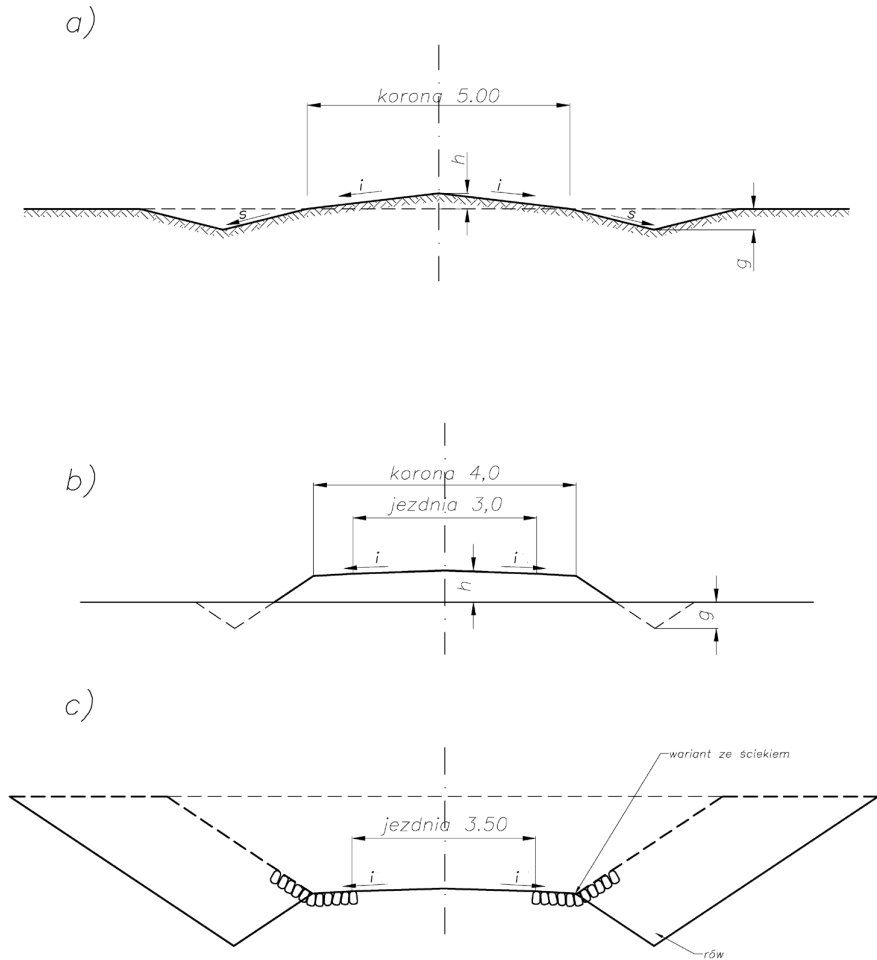
Na drogach gruntowych wzniesienia w kierunku przeciwnym do kierunku transportu drewna nie powinny być większe niż 4%, zaś na drogach twardych nie większe niż 7%. Minimalne pochylenie podłużne niwelety wynosi 0,2% na drogach z nawierzchnią twardą i 0,4% na drogach gruntowych profilowanych. Mniejsze pochylenia dopuszcza się na odcinkach dróg prowadzonych w nasypach i w innych przypadkach, gdy nie jest wymagane odwodnienie rowami.

Na drogach stokowych zaleca się stosowanie pochyłeń podłużnych w granicach od 4 do 7%. Załamania niwelety większe niż 1% o algebraicznej różnicy pochyłeń większej niż 0,01 należy łagodzić łukami pionowymi.

Promienie krzywych wypukłych i wklęsłych niwelety jezdni, nie powinny być mniejsze niż 300 m. W wyjątkowo trudnych warunkach dopuszcza się stosowanie łuków wklęsłych o promieniu 200 m. Załamania wypukłe niwelety mniejsze niż 5% należy wyokrąglać łukiem o promieniu, co najmniej 1000 m. Jeżeli na to pozwalają warunki miejscowe, powinna być zapewniona kompozycja przestrzenna elementów geometrycznych drogi w planie i w przekroju podłużnym.

6.5. SKRAJNIA

Nad drogą powinna być zachowana wolna przestrzeń, zwana dalej „skrajnią drogi”, o wymiarach określonych na rys. 6.6. Na drodze leśnej, a szczególnie na drodze zaliczonej do dróg przeciwpożarowych, nie może być w skrajni grubych gałęzi które mogłyby uniemożliwić poruszanie się wozów gaśniczych straży pożarnej.



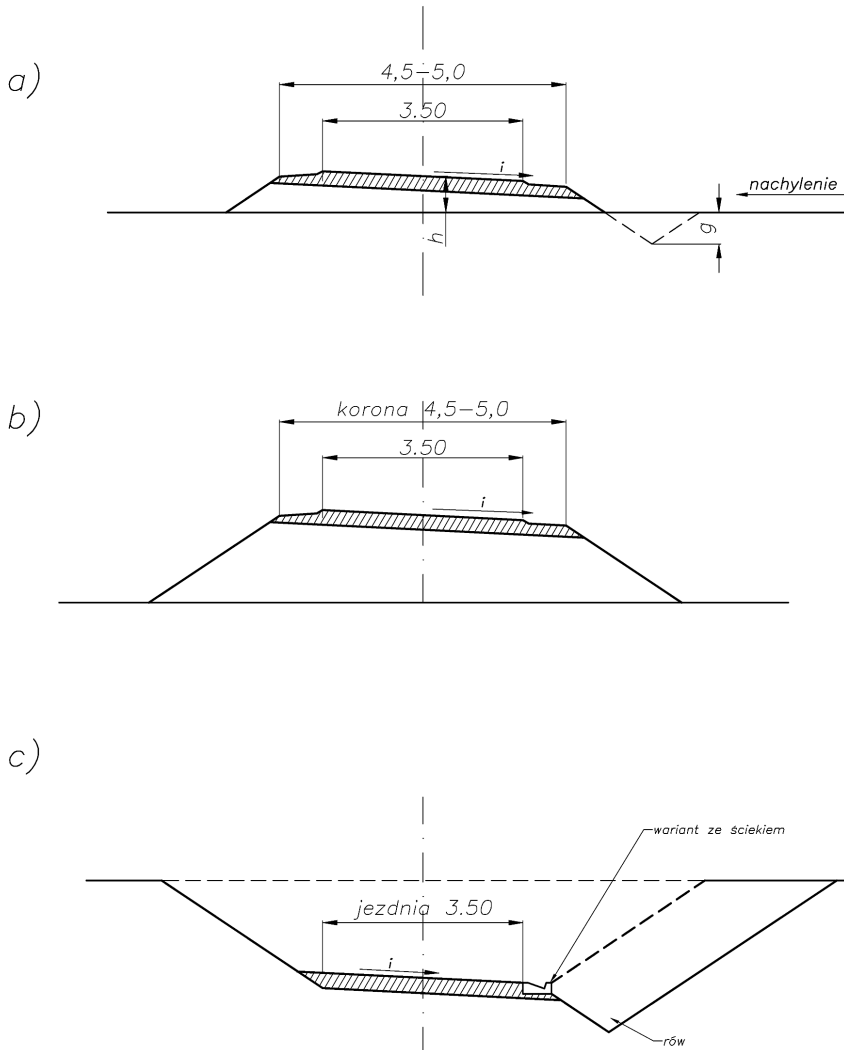
Rys. 6.1. Droga gruntowa, profilowana w terenie płaskim

a - w poziomie terenu - przekrój sierpowy

b - w poziomie terenu - przekrój daszkowy

c - w wykopie

Uwaga: Przekrój w nasypie taki jak dla drogi z nawierzchnią



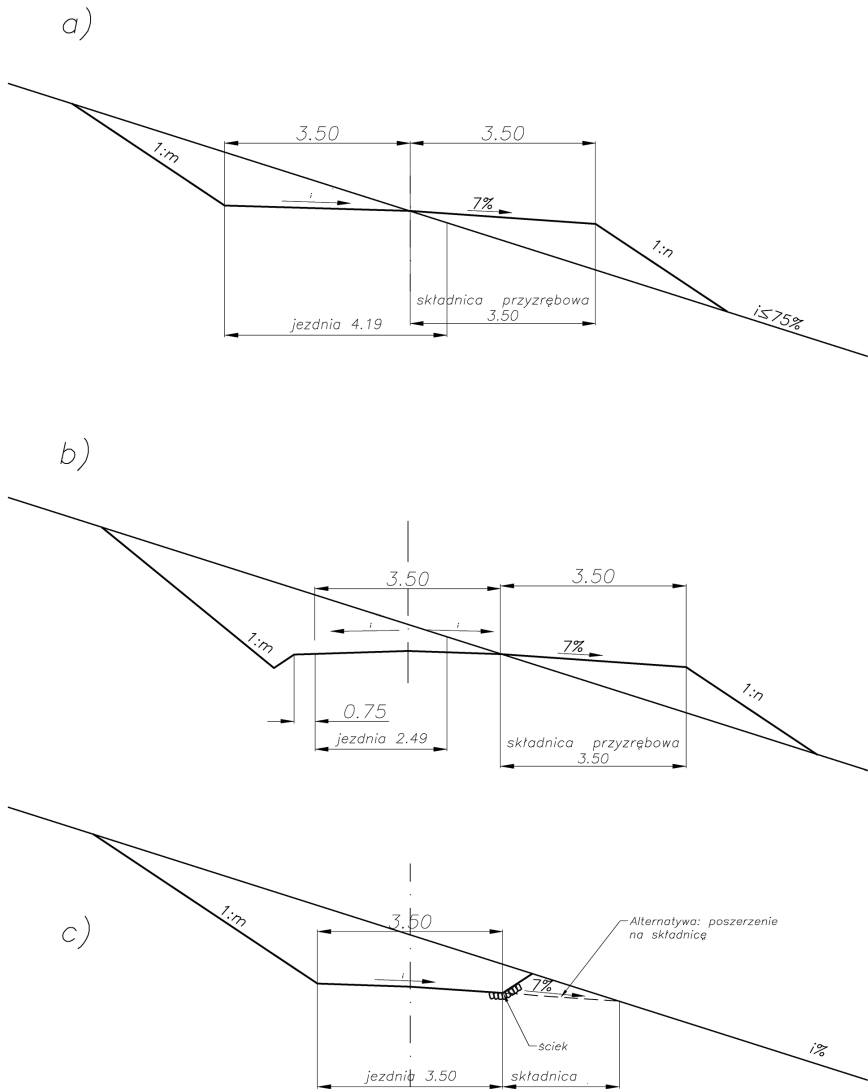
Rys. 6.2. Droga z nawierzchnią układaną na całej szerokości korony

a - w poziomym terenie - bez lub z rowem (rowami),

b - na nasypie,

c - w wykopie.

Uwaga: Można stosować zarówno przekrój jednostronny jak i daszkowy.



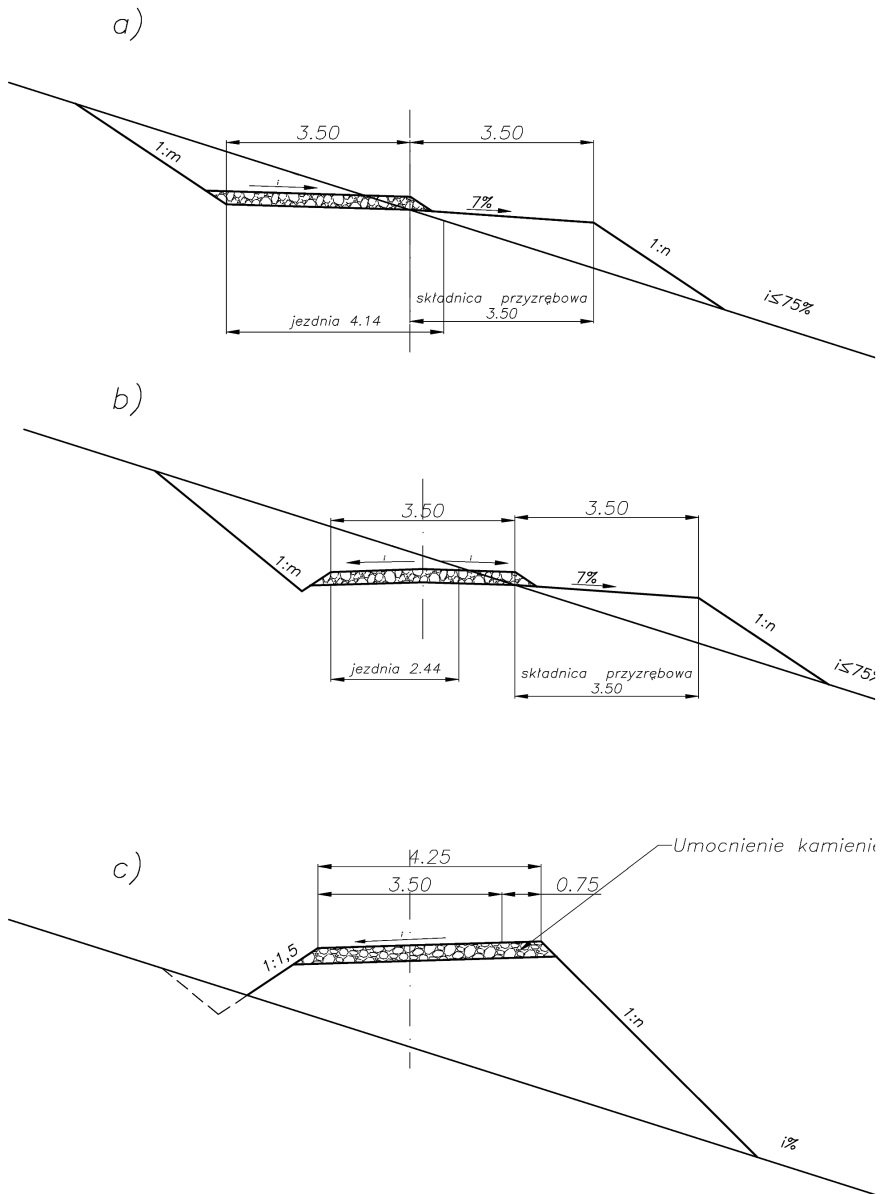
Rys. 6.3. Droga gruntowa w stoku

a - przekrój odcinkowy (wykop - odkład) bez rowu,

b - przekrój odcinkowy (wykop - odkład) z rowem - wyjątkowo w uzasadnionych przypadkach

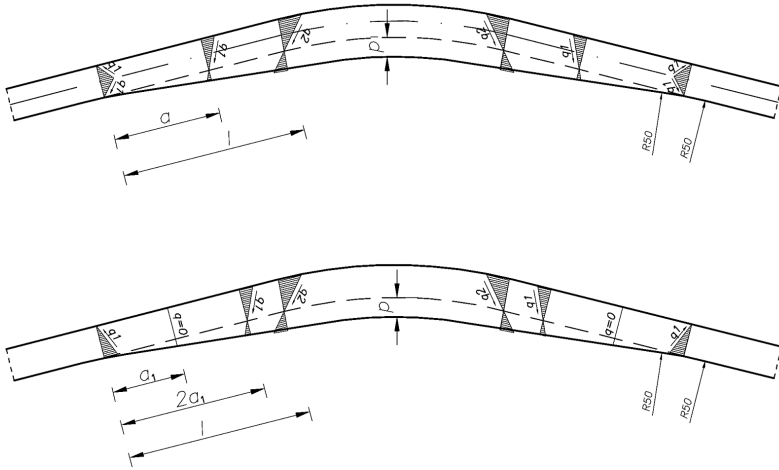
c - przekrój w wykopie.

Uwaga: Można stosować zarówno przekrój jednostronny jak i daszkowy.

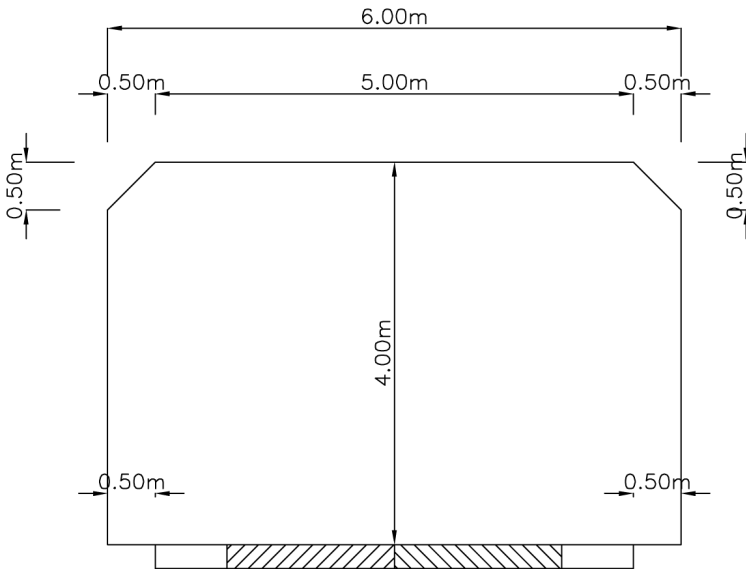


Rys. 6.4. Droga z nawierzchnią na stoku

- a - przekrój bez rowu,
- b - przekrój z rowem (wyjątkowo w uzasadnionych przypadkach),
- c - przekrój na nasypie.



Rys. 6.5. Proste przejściowe



Rys. 6.6. Skrajnia drogi leśnej

7. SKRZYŻOWANIA, ZJAZDY I MIJANKI

7.1. SKRZYŻOWANIA

Skrzyżowania dróg leśnych z publicznymi powinny być zatwierdzone przez zarządcę drogi publicznej. Usytuowanie i geometria skrzyżowania powinny spełniać warunki określone w Rozporządzeniu Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie. (Dz. U. Nr 43, poz. 430) oraz warunki zawarte w ustawie o drogach publicznych (tekst jednolity z dnia 24 sierpnia 2004 r. - obwieszczenie Marszałka Sejmu - Dz. U. Nr 204, poz. 2085 i 2086).

Poniżej zostaną omówione jedynie skrzyżowania dróg leśnych.

7.1.1. Założenia

W opracowaniu przewidziano skrzyżowania dostosowane do wszystkich pojazdów wywożących drewno. Zestaw do wywozu drewna wymaga podczas skręcania pasa ruchu o szerokości do 9,5 m. Szerokości takie zapewnia się przez wprowadzenie na skrzyżowaniach dróg jednopasowych mijanek. Na skrzyżowaniach przewidziano wyokrąglenie jezdni łukami o promieniu 11 m oraz skosy na wlotach i wylotach skrzyżowań, wielkości 1:7.

7.1.2. Układ skrzyżowań

Ze względu na bezpieczeństwo, osie krzyżujących się dróg powinny się przecinać pod kątem prostym. W przypadku, gdy osie te przecinają się pod małym kątem, należy dokonać korekty układu.

7.1.3. Pochylenia podłużne

Pochylenie podłużne drogi w obrębie skrzyżowania musi być dostosowane do spadku poprzecznego przecinanej drogi. Załamania niwelety drugorzędnej drogi większe niż 1% powinny być wyokrąglane łukami pionowymi; minimalny promień łuku wypukłego na skrzyżowaniu wynosi 100 m, a wklęsłego - 80 m.

Pochylenie podłużne wlotów nie powinny przekraczać - 3%, wyjątkowo 4%. Jeśli wlot jest na wzniesieniu większym niż dopuszczalny, należy zastosować spocznik długości min. 10-20 m o małym pochyleniu (do 2%).

7.1.4. Widoczność

Na skrzyżowaniach powinno się zapewnić odpowiednią widoczność pojazdów jadących krzyżującą się drogą. Wymagane odległości widoczności zależą od rodzaju regulacji ruchu.

Z zasady, na skrzyżowaniach dróg leśnych stosowany jest sposób bez regulacji ruchu (skrzyżowania równorzędne). Należy wtedy zapewnić dojeżdżającemu do skrzyżowania z prędkością projektową V_2 , a znajdującemu się w odległości d_2 przed punktem przecięcia osi torów pojazdów, widoczność pojazdu nadjeżdżającego z jego prawej strony z prędkością V_1 w chwili, gdy znajduje się on w odległości d_1 . Odległość d_1 i d_2 wynoszą 30 m

W razie konieczności zastosowania znaku B-20 „STOP” lub A-7 „Ustąp pierwszeństwa” należy stosować zasady takie jak dla dróg publicznych.

7.1.5. Przykłady skrzyżowań

W opracowaniu przedstawiono przykładowe rozwiązania skrzyżowań dróg jednopasowych (rys. 7.1. i 7.2):

- pod kątem prostym,
- ukośnych,
- dostosowanych do zestawu z naczepą.

W sytuacjach poszerzenia jezdni jednopasowych na skrzyżowaniu przy pomocy mijanek należy lokalizować je z tej strony drogi, z której są one na całym ciągu drogi. W przypadku przewidywania ruchu długich zestawów należy przewidywać na skrajach pasa ruchu szerokości 8,5 m.

7.2. ZJAZDY

Zjazdy z dróg publicznych na drogi leśne powinny spełniać następujące warunki podane w Rozporządzeniu Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie.

7.2.1. Zakwalifikowane jako zjazdy publiczne na drogi leśne wewnętrzne (ogólnodostępne) powinny mieć:

- szerokość nie mniejszą niż 5,0 m, w tym jezdnię o szerokości nie mniejszej niż 3,5 m i nie większą niż szerokość jezdni na drodze,
- nawierzchnię twardą w granicach pasa drogowego drogi publicznej,
- przecięcie krawędzi nawierzchni zjazdu i drogi wyokrąglone łukiem kołowym o promieniu nie mniejszym niż 5 m,
- pochylenie podłużne zjazdu w obrębie korony drogi dostosowane do jej ukształtowania,
- na długości nie mniejszej niż 7,0 m od krawędzi korony drogi pochylenie podłużne zjazdu nie większe niż 5%, a na dalszym odcinku - nie większe niż 12%.

7.2.2. Zakwalifikowane jako zjazdy indywidualne na drogi leśne (dostępne tylko dla LP) powinny mieć:

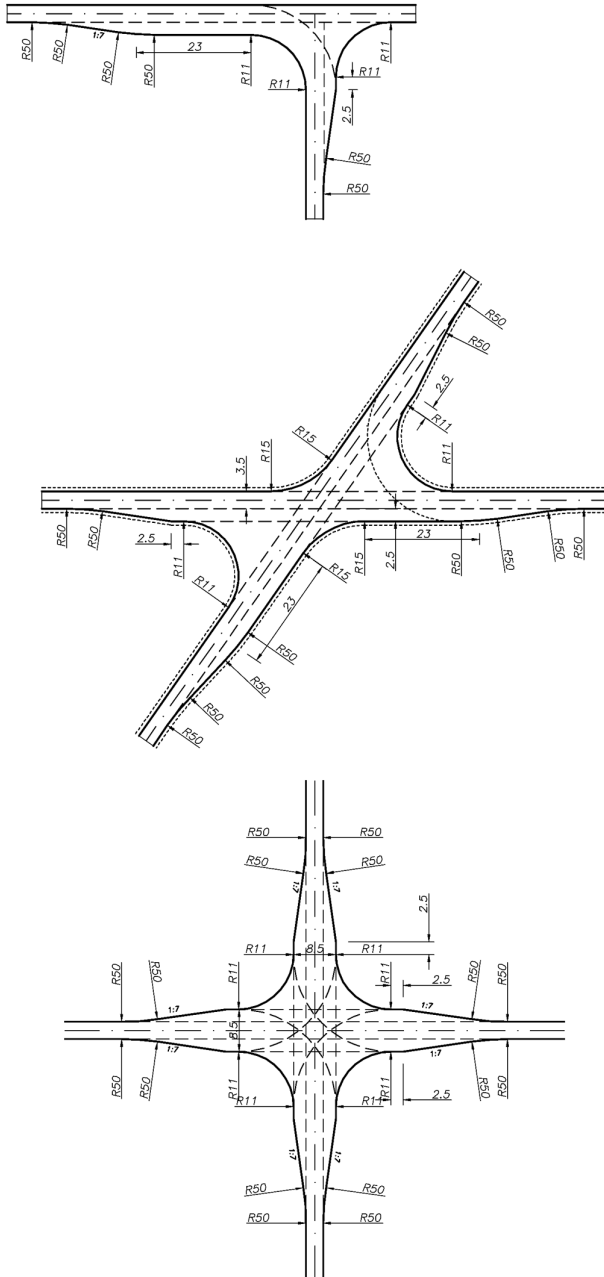
- szerokość nie mniejszą niż 4,5 m, w tym jezdnię o szerokości nie mniejszej niż 3,0 m i nie większej niż szerokość jezdni na drodze,
- nawierzchnię co najmniej twardą w granicach pasa drogowego drogi publicznej,
- przecięcie krawędzi nawierzchni zjazdu i drogi wyokrąglone łukiem kołowym o promieniu nie mniejszym niż 3 m,
- pochylenie podłużne zjazdu w obrębie korony drogi dostosowane do jej ukształtowania,
- na długości nie mniejszej niż 5,0 m od krawędzi korony drogi pochylenie podłużne nie większe niż 5%, a na dalszym odcinku - nie większe niż 12%.

Wjazd z drogi leśnej o nawierzchni gruntowej na drogę publiczną powinien być utwardzony na długości min. 20 m. Zjazdy na szlaki zrywkowe z drogi leśnej powinny mieć promienie wyokrąglające min. 5 m a szerokość 3-5 m.

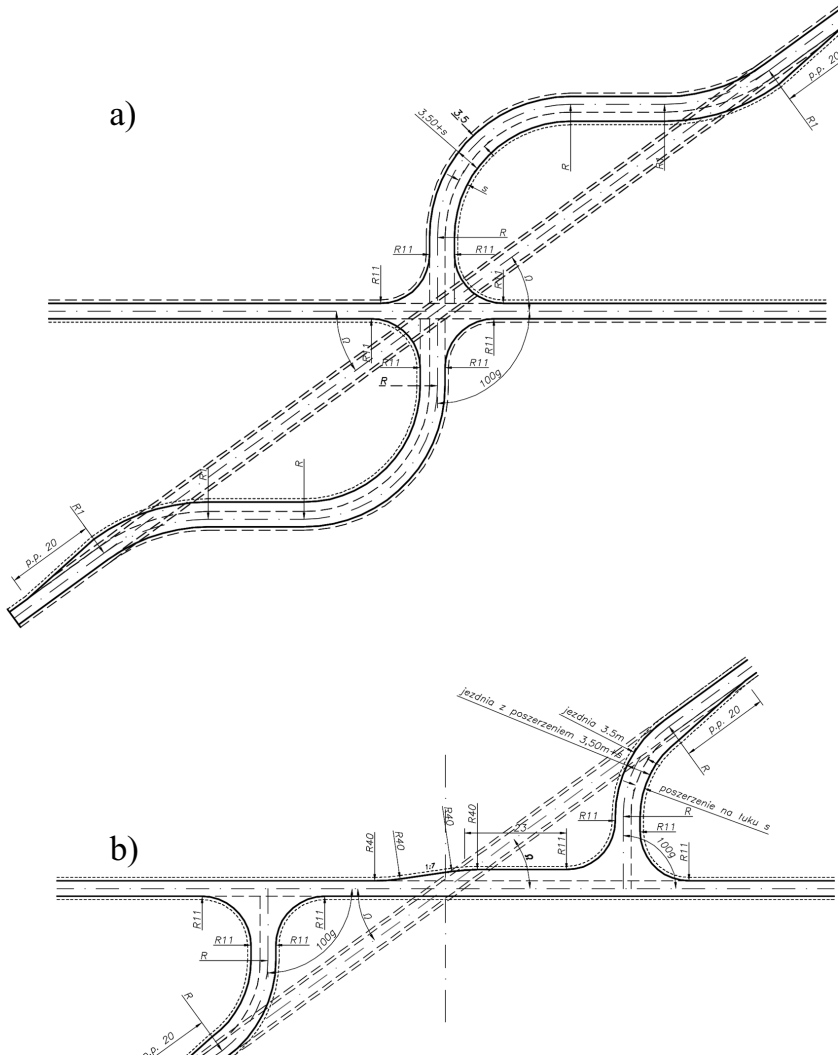
7.3. MIJANKI

Mijanki stosuje się na drogach jednopasmowych. Sytuuje się je w odstępach do 300 m tak, by z danej mijanki można było widzieć następną. W przypadku, gdy takie odstępy nie zapewniają widoczności, należy mijanki zageścić. W terenach równinnych, gdy droga leśna usytuowana jest na linii gospodarczej, odległości mijanek mogą być zgodne z odległościami linii oddziałowych. Należy wtedy wspólnie projektować je ze zjazdami.

Szerokość jezdni wraz z mijanką powinna wynosić min. 6,0 m. Na łukach mijanki poszerza się tak, jak pasy ruchu, zgodnie z tabelą 6.1. Ich długość, nie licząc skosów, powinna wynosić 23 m dla jednego zestawu transportowego. Typową mijankę na prostej przedstawiono na rysunku nr 7.3. Przykładowe rozwiązania na łukach - na rysunkach nr 7.4. i 7.5. Mijanki na drodze stokowej wykonuje się na pasie nasypu, chyba że lokalne złagodzenie nachylenia stoku pozwala na wykonanie jej w części przystokowej bez konieczności wykonania dużych robót ziemnych. Stok na odcinku formowania nasypu pod mijankę powinien być przygotowany w formie schodkowej, a grunt nasypowy należy zageścić warstwami.



Rys. 7.1. Skrzyżowania dróg jednopasowych



**Rys. 7.2. Sposoby poprawienia układu skrzyżowania pod kątem ostrym $<45^\circ$
(układ przed korektą zaznaczono linią przerywaną)**

- a - poprawa przez zwiększenie kąta skrzyżowania się osi,
- b - poprawa układu przez zmianę skrzyżowania 4-włotowego na dwa 3-włotowe.



8. OBIEKTY TOWARZYSZĄCE - SKŁADNICE PRYZRĘBOWE

8.1. ZADANIA SKŁADNIC PRYZRĘBOWYCH

W zależności od procesu technologicznego obróbki ściętego drewna, na składnicach przyrzębowych mogą być wykonywane następujące operacje: okrzyszanie, przerzynka, łupanie, korowanie, zrębkowanie, myglowanie, ustawianie drewna stosowego, konserwacja drewna, roztaczanie stosu (mygły), podciąganie i podtaczanie drewna, załadunek na pojazdy. W niektórych przypadkach, gdy na składnicę przyrzębową zrywane jest drewno w postaci gotowych sortymentów, składnice takie spełniają rolę punktów przeładunkowych drewna. Wówczas na składnicach tych mogą być wykonywane następujące operacje: myglowanie, ustawianie drewna stosowego, konserwacja drewna, roztaczanie stosu (mygły) i załadunek na pojazdy.

W okresie budowy drogi wylesiona powierzchnia składnicy przyrzębowej może służyć do zawracania maszyn i pojazdów, przejściowego składowania materiałów drogowych, itp. celów. W okresach, gdy składnica przyrzębową nie jest wykorzystywana do obróbki i składowania drewna, może być udostępniona do biwakowania, o ile spełnia pozostałe warunki lokalizacji takich miejsc.

8.2. WYMAGANIA W STOSUNKU DO SKŁADNIC

Składnice przyrzębowe lokalizowane przy drogach publicznych muszą spełniać następujące warunki:

- znajdować się poza pasem drogowym drogi publicznej,
- umożliwiać wjazd, załadunek i wyjazd załadowanego pojazdu ze składnicy przyrzębowej na drogę publiczną,
- wykluczać zrywkę i składowanie drewna na pasie drogowym drogi publicznej.

Składnice przyrzębowe lokalizowane przy drogach leśnych, do których ciąży masa drewna - w jednym nawrocie cięć - większa niż 600 m³ powinny być projektowane również według przykładu przedstawionego na rysunku, z tym że w rozwiązaniach projektowych można przewidywać zrywkę drewna przez drogę.

Składnice przyrębowe lokalizowane przy drogach leśnych, do których ciąży masa drewna - w jednym nawrocie cięć - mniejsza niż 600 m³ należy projektować w założeniu, że pojazd wywożący drewno będzie ładowany na drodze. Z tego względu składnice te powinny mieć kształt prostokąta przylegającego dłuższym bokiem do drogi, przy czym ich szerokość nie powinna być mniejsza od 12,0 m.

Zrywkę drewna do takich składnic można przewidywać również przez drogę stosując odpowiednie zabezpieczenie nawierzchni twardej, szczególnie ulepszonej. W celu zaoszczędzenia powierzchni wylesianej, w przykładach tych - oprócz składnic przyrębowych - uwzględniono i inne obiekty: mijankę - zaliczaną do powierzchni składnicy i zjazd z drogi na linię oddziałową (niezbędny do zwalczania pożarów leśnych).

Składnice przyrębowe zlokalizowane przy drodze leśnej na łagodnym stoku górskim powstają na odpowiednio uformowanym odkładzie gruntu pochodzącego z ukopu bocznego drogi stokowej i łączącego się z nią szlaku zrywkowego zbiorczego. Składnice przyrębowe zlokalizowane przy drodze na stromym stoku wykonuje się z żerdzi na okres prowadzenia zrywki liniowej.

8.3. USTALANIE POWIERZCHNI SKŁADNICY PRZYRĘBOWEJ

Potrzebną powierzchnię składnicy przyrębowej brutto wylicza się ze wzoru:

$$P_b = M \times W$$

gdzie:

P_b - powierzchnia brutto składnicy przyrębowej [m²],

M - masa drewna możliwa do pozyskania z oddziałów ciężących do składnicy w jednym nawrocie cięć [m³],

W - wskaźnik powierzchniowy brutto:

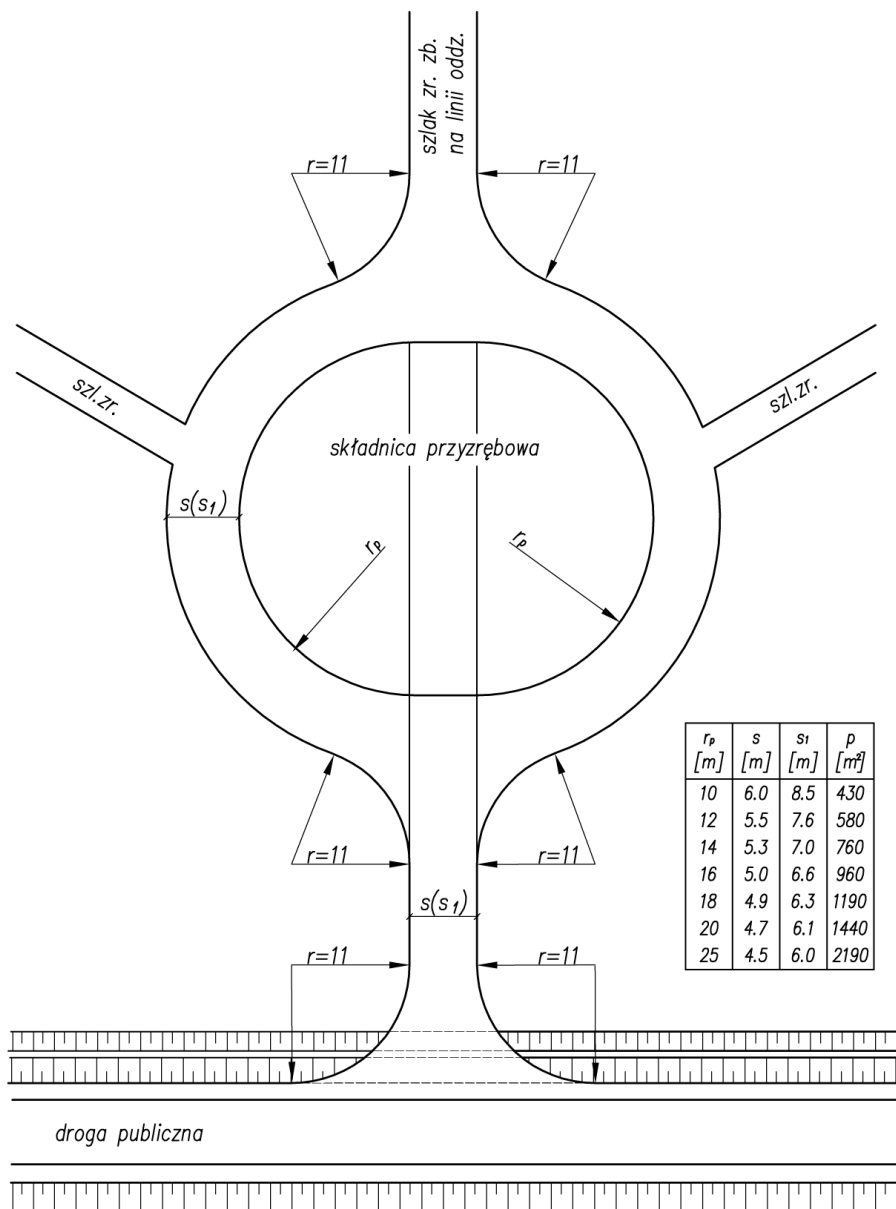
- dla składnic przyrębowych, na które nie będą wjeżdżały pojazdy wywozowe = 4

- dla składnic przyrębowych, na które będą wjeżdżały pojazdy wywozowe = 6

O ile warunki terenowe uniemożliwiają wykonanie składnicy przyrębowej o odpowiedniej powierzchni (np. przy drodze stokowej), to wówczas należy przewidzieć odpowiednią rotację wywozu, żeby uniknąć gromadzenia na składnicy drewna w ilości przekraczającej jej pojemność.

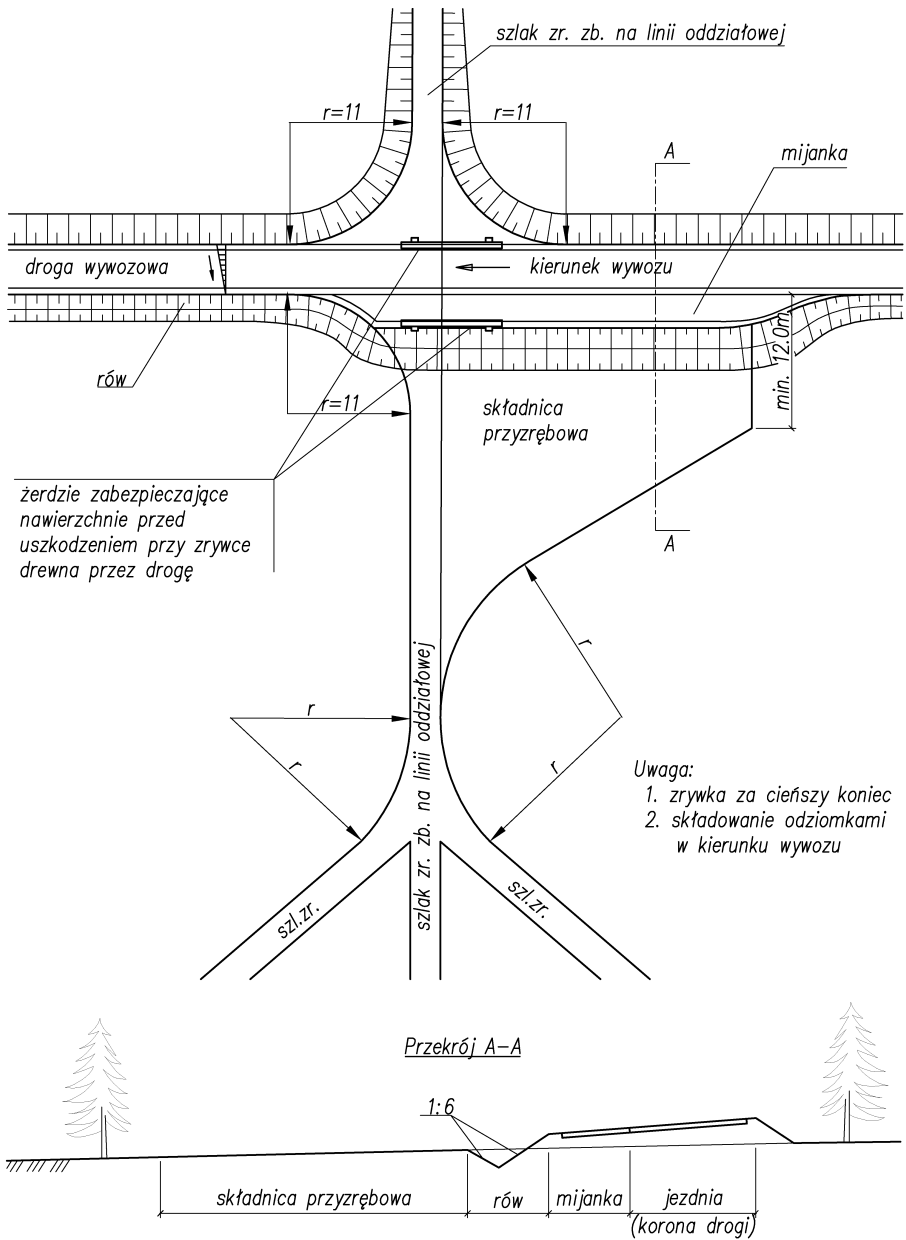
8.4. PRZYGOTOWANIE POWIERZCHNI SKŁADNICY

Składnice mogą mieć nawierzchnię gruntową, ulepszoną lub twardą. Ponieważ coraz częściej odbiorcy wymagają, aby drewno, które odbierają było wolne od zanieczyszczeń, koniecznością staje się budowa składnic z nawierzchnią. Grubość nawierzchni jest zależna od warunków terenowych.

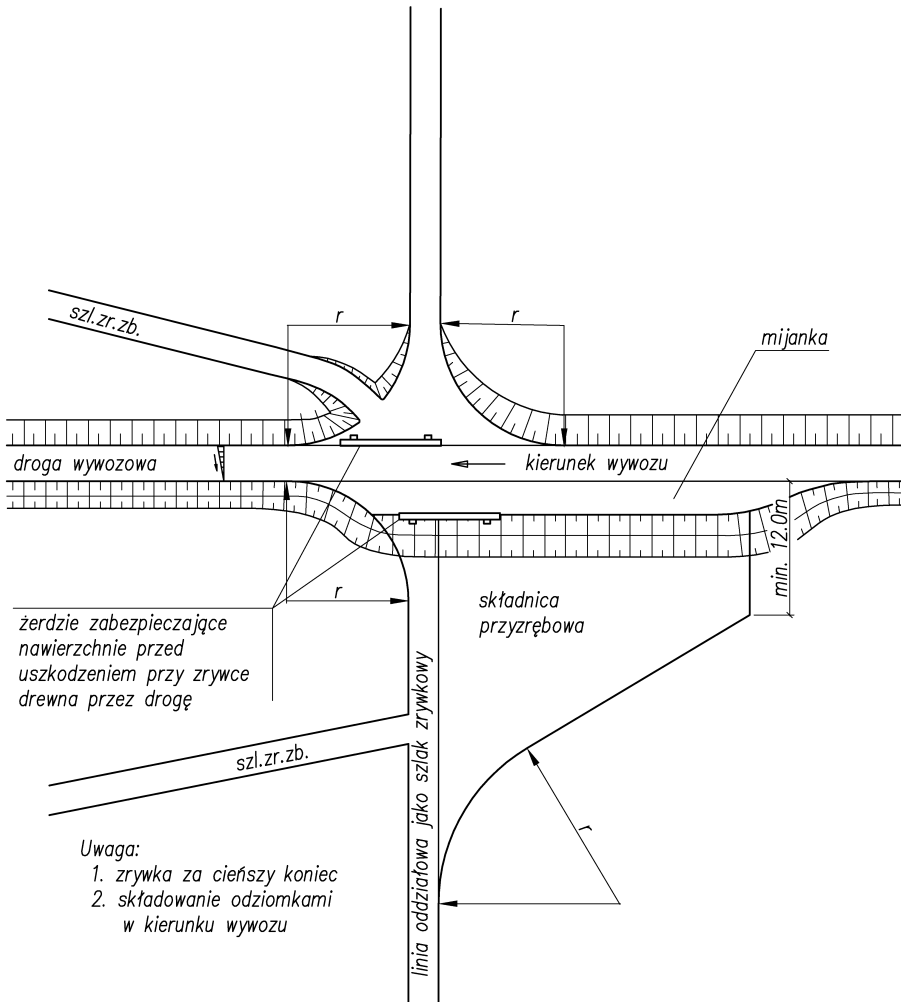


Rys. 8.1. Pętla do zawracania dostosowana do systemu szlaków wzór w jodelkę, ze składnicą przyrębową

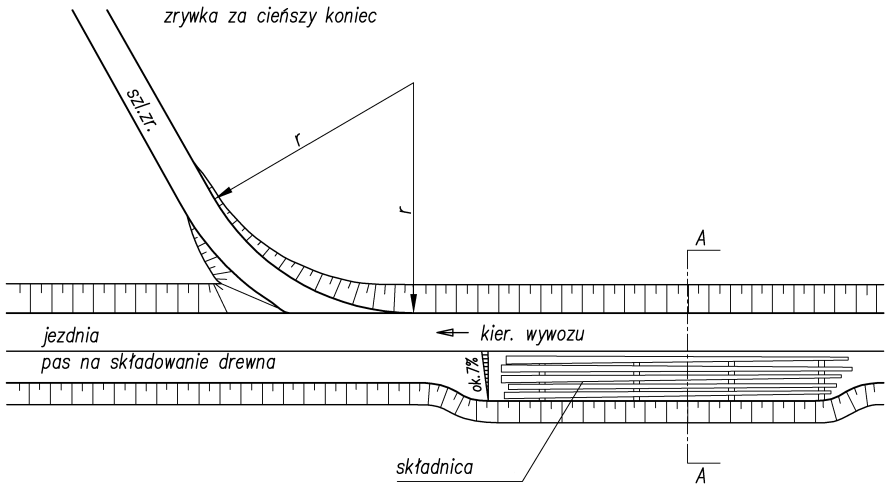
s_1 - szerokość jezdni zestawu wysokotonażowego, s - szerokość jezdni dla pozostałych pojazdów, P - powierzchnia składnicy przyrębowej.



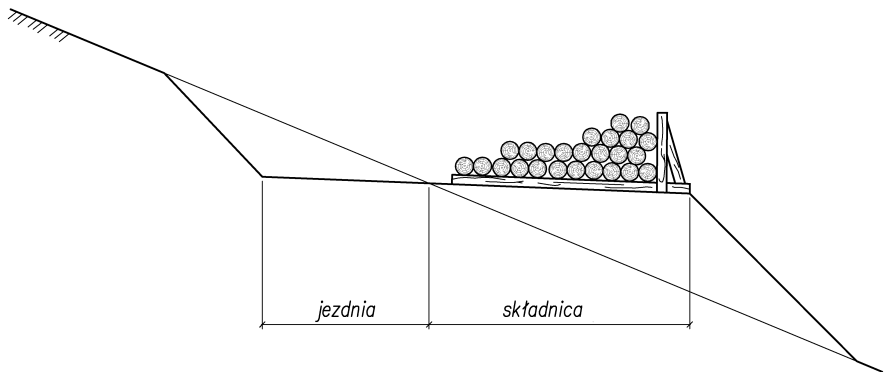
Rys. 8.2. Składnica przyrzębowa przy drodze leśnej, dostosowana do systemu szlaków zrębowych w jodelkę, załadunek na drodze (mijance)



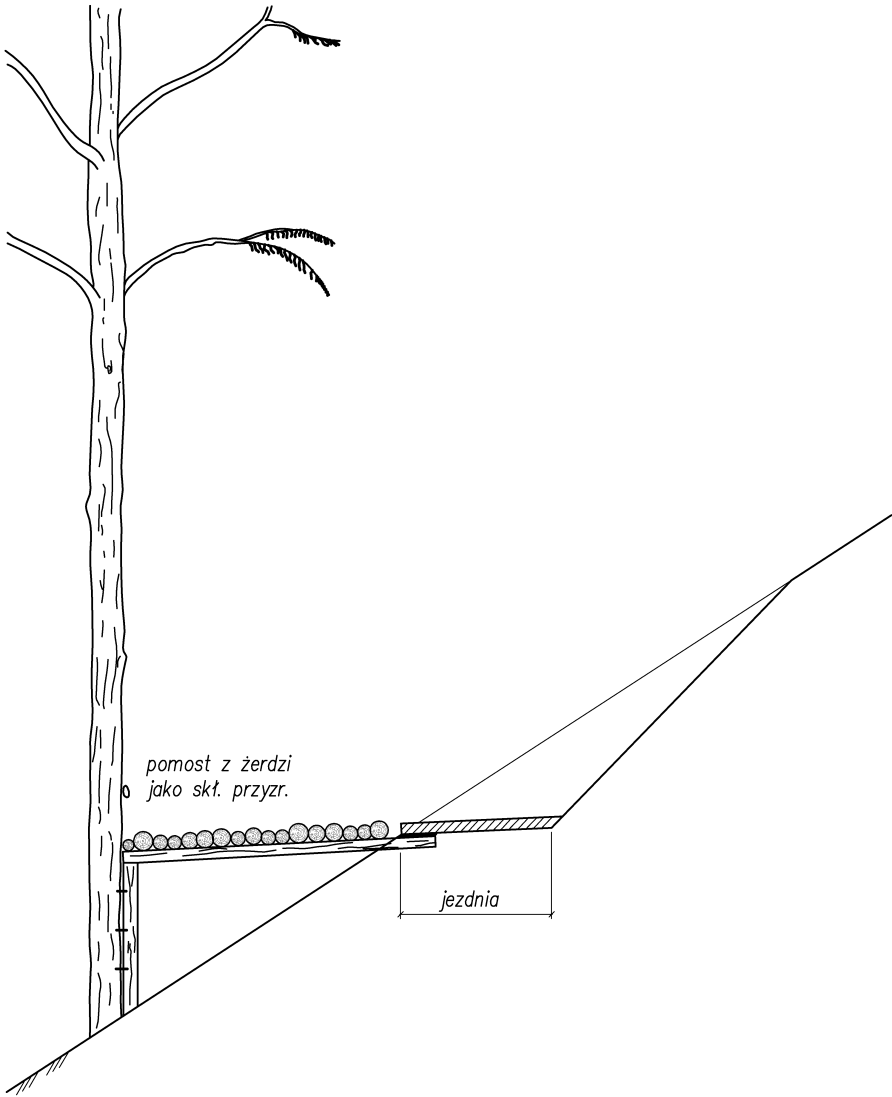
Rys. 8.3. Składnica przyrębowa przy drodze leśnej, dostosowana do systemu szlaków zrywkowych prostopadłych, załadunek na drodze (mijance)



Przekrój A-A



Rys. 8.4. Składnica przyrębowa przy drodze stokowej - na łagodnym stoku



**Rys. 8.5. Składnica przyrzębowa przy drodze stokowej, na pomoście z żerdzi
- na stromym stoku zakwalifikowanym do zrywki linowej**

9. KONSTRUKCJE NAWIERZCHNI

9.1. WPROWADZENIE - ZAŁOŻENIA

Ze względu na funkcję oraz warunki eksploatacji drogi leśne różnią się w istotny sposób od dróg publicznych. Drogi leśne nie są przystosowane do szybkiego ruchu samochodów oraz dużego natężenia ruchu. Tym nie mniej muszą gwarantować minimum komfortu jazdy, a przede wszystkim przejezdność w ciągu całego roku. Konstrukcji nawierzchni dróg leśnych nie projektuje się na wieloletni okres bezremontowej eksploatacji i dlatego wymagają one częstych zabiegów utrzymaniowych oraz sukcesywnego wzmacniania.

Biorąc pod uwagę stopień trudności oraz złożoność technicznego projektowania konstrukcji jezdni w Poradniku umieszczono typowe rozwiązania konstrukcyjne dostosowane do warunków budowy i eksploatacji dróg leśnych. Nie zwalnia to jednak projektantów od krytycznego ustosunkowania się do proponowanych rozwiązań i stosowania w przypadkach uzasadnionych indywidualnie zaprojektowanych konstrukcji.

9.2. CEL STOSOWANIA TYPOWYCH NAWIERZCHNI

Poradnik zawiera typowe rozwiązania konstrukcyjne nawierzchni dla dróg leśnych. Stosowanie typowych konstrukcji nawierzchni wg Poradnika ma na celu:

- ujednolicenie konstrukcji nawierzchni przeznaczonych dla określonych warunków budowy i eksploatacji dróg leśnych,
- wyeliminowania nieekonomicznych, przypadkowych i nieracjonalnych konstrukcji,
- ułatwienie opracowania zapotrzebowań na materiały i sprzęt w fazie projektowania oraz wstępnego planowania.

9.3. PODSTAWOWE ZASADY PROJEKTOWANIA I WYBORU TYPOWYCH KONSTRUKCJI

Podczas wyboru rodzaju nawierzchni przede wszystkim należy uwzględnić, jako podstawowe następujące czynniki:

- rodzaj i wielkość obciążenia ruchem,
- rodzaj materiałów i sposób wykonania nawierzchni,
- warunki gruntowo - wodne podłoża drogi,
- okres przydatności eksploatacyjnej nawierzchni,
- techniczne i ekonomiczne uwarunkowania realizacyjne.

W projektowaniu i wyborze konstrukcji nawierzchni drogowych powinny być przestrzegane następujące podstawowe zasady:

- wybierając konstrukcję nawierzchni należy ustalić plan docelowej sieci drogowej na danym obszarze leśnym z podziałem na drogi główne i boczne,
- należy określić przewidywane obciążenie ruchem,
- projektowane konstrukcje należy dostosowywać do aktualnych potrzeb, z możliwością etapowego wzmocnienia nawierzchni w przypadku wzrostu obciążenia drogi lub w miarę wzrostu technicznych i ekonomicznych możliwości realizacyjnych,
- dokonując wyboru odpowiedniego rozwiązania konstrukcyjno-technologicznego należy uwzględnić możliwości odnośnie sposobu wykonania i wykorzystania dostępnych materiałów.

9.4. OKREŚLENIE WARUNKÓW GRUNTOWO-WODNYCH

Wybór odpowiedniego typu konstrukcji nawierzchni należy poprzedzić rozpoznaniem rodzaju podłoża gruntowego oraz poziomu zalegania wody gruntowej. Cechy gruntu powinny być ustalone na podstawie badań laboratoryjnych. W przypadku przygotowywania uproszczonej dokumentacji technicznej dla dróg o mniejszym znaczeniu (drogi boczne) dopuszcza się ustalenie cech gruntu na podstawie badań makroskopowych. Określenie warunków gruntowo-wodnych pozwala zakwalifikować podłoże do jednej z czterech grup nośności podłoża (tabela 9.1.).

Konstrukcje nawierzchni zestawione w Poradniku zaprojektowano wychodząc z następujących założeń:

- grupa nośności podłoża: G1
- konstrukcja (niweleta robót ziemnych) jest wyniesiona co najmniej 0,1 m ponad poziom przyległego terenu,
- występują co najmniej przeciętne warunki wodne,
- wskaźnik zagęszczenia podłoża gruntowego wynosi 0,95.

W przypadku występowania podłoża zakwalifikowanych do grup nośności G2, G3 i G4 należy doprowadzić je do grupy nośności G1 poprzez zaprojektowanie indywidualnych rozwiązań np. stabilizacja granulometryczna, wymiana gruntów, stabilizacja gruntu spoiwami czy zastosowanie geosyntetyków.

Tab. 9.1. Grupy nośności podłoża

Rodzaj gruntów podłoża	Grupa nośności podłoża dla warunków wodnych		
	dobrych	przeciętnych	złych
1	2	3	4
Grunty niewysadzinowe: rumosze (niegliniaste), żwiry i pospółki, piaski grubo-, średnio- i drobnoziarniste, żuźle nierozpadowe	G1	G1	G1
Grunty wątpliwe: piaski pylaste	G1	G2	G2
Grunty wątpliwe: zwietrzeliny gliniaste i rumosze gliniaste, żwiry i pospółki gliniaste	G1	G2	G3
Grunty małowysadzinowe: gliny zwięzłe, gliny piaszczyste i pylaste zwięzłe, iły, iły piaszczyste i pylaste	G2	G3	G4
Grunty bardzo wysadzinowe: piaski gliniaste, pyły piaszczyste, pyły, gliny, gliny piaszczyste i pylaste, iły wawrowe	G3	G4	G4

Warunki wodne przedstawione w tabeli określa się poprzez głębokość występowania swobodnego zwierciadła wody:

- warunki dobre: > 2 m,
- warunki przeciętne: od 1 m do 2 m,
- warunki złe: < 1 m.

9.5. SPOSOBY WZMOCNIENIA PODŁOŻA

Poradnik przedstawia rozwiązania stosowane w lasach. Należy jednak pamiętać, że każdy sposób wzmocnienia powinien być projektowany indywidualnie z uwzględnieniem cech gruntu.

9.5.1. Stabilizacja granulometryczna (doziarnianie)

Obecnie rzadko stosowana metoda polegająca na:

- laboratoryjnym dobraniu odpowiedniego składu mieszanki optymalnej dostosowanej do rodzaju podłoża gruntowego,

- zmieszaniu gruntu rodzimego z doziarniającym,
- wyprofilowaniu i zagęszczeniu mieszanki.

9.5.2. Wymiana gruntów

Polega na wymianie warstwy gruntu podłoża nawierzchni na warstwę gruntu niewysadzinowego. Najczęściej grubość wymienianej warstwy waha się w granicach od 15 cm do 30 cm. W przypadku konieczności wymiany warstwy grubszej należy rozpatrzyć możliwość zastosowania geosyntetyków.

9.5.3. Stabilizacja podłoża spoiwami

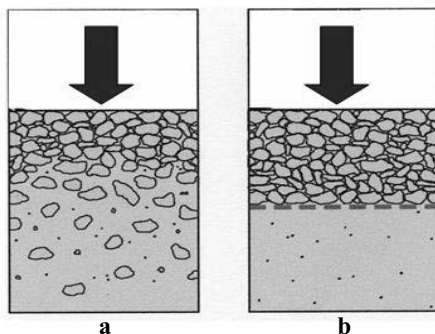
Stabilizacja podłoża spoiwami polega na zagęszczeniu jednej lub dwóch warstw mieszanki spoiwa (cement, wapno, popioły lotne), gruntu i wody, która po osiągnięciu właściwej wytrzymałości na ściskanie, może stanowić fragment nośnej części nawierzchni drogowej.

Grubość warstwy stabilizowanej spoiwami zależy od rodzaju podłoża:

- na podłożu o grupie nośności G2, G3: 10 cm warstwy stabilizowanej o $R_m=1,5$ MPa,
- na podłożu o grupie nośności G4: 15 cm warstwy stabilizowanej o $R_m=1,5$ MPa.

9.5.4. Wzmocnienie podłoża geowłókniną lub geotkaniną

Geotkaniny i geowłókniny należą do grupy geosyntetyków płaskich i w budownictwie drogowym pełnią głównie funkcję separacyjną i wzmacniającą. Funkcja separacyjna polega na tworzeniu bariery pomiędzy podłożem, a warstwą podbudowy. Zapobiega to mieszanemu się materiałów (kruszywo nie jest wciskane w podłoże), a co za tym idzie utrzymaniu nośności konstrukcji. Przenoszenie dużych sił rozciągających przy małym wydłużeniu polepsza rozkład naprężeń działających na podłoże, co powoduje jego wzmocnienie. Właściwości te pozwalają np. na zmniejszenie grubości warstwy gruntu niewysadzinowego przy wymianie gruntów.

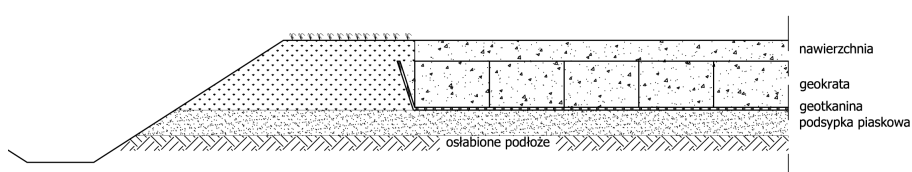


Rys. 9.1. Schematyczny rozkład siły działających na grunt pod wpływem naprężeń przekazywanych od koła pojazdu

- a) bez geowłókniny - utrata żwiru przez wnikanie w grunt rodzimy lub miękką podbudowę,
- b) z geowłókniną - nie ma utraty żwiru, lepsza spoistość.

9.5.5. Wzmocnienie podłoża geokrata

Geokrata jest przestrzennym geosyntetykiem komórkowym służącym do stabilizacji gruntów słabonośnych. Geokrata jest zbudowana z kilkudziesięciu taśm z tworzywa połączonych w taki sposób, że po rozłożeniu przypominają strukturą plaster miodu. Komórki geokraty wypełniane są kruszywem, co sprawia, że uzyskana konstrukcja stanowi formę zazbrojenia powierzchni gruntu rodzimego o zwiększonej nośności i odporności na deformację. Pod geokrata należy rozłożyć geowłókninę, która spełnia rolę separacyjną i filtracyjną. Stosowanie geokraty wraz z geowłókniną jest szczególnie zalecane w przypadku występowania wody, gruntów o niskiej nośności lub w przypadku ograniczenia miąższości gruntu do wymiany.



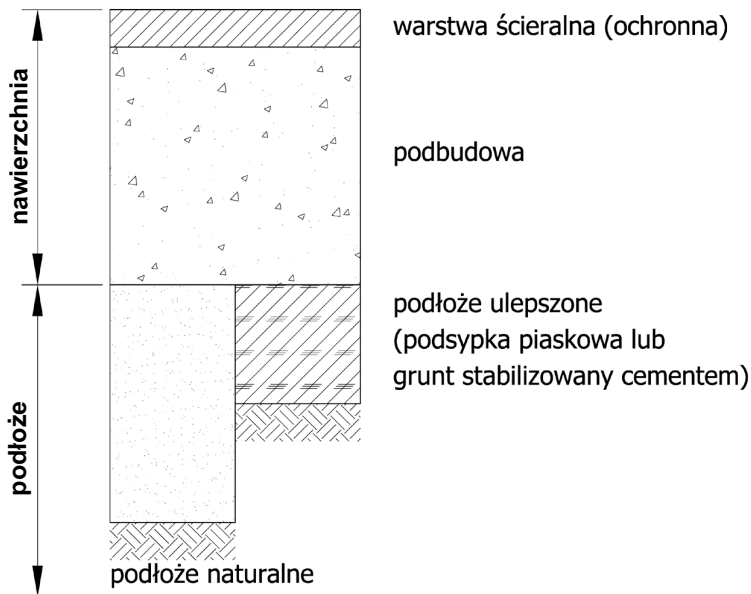
Rys. 9.2. Przekrój przez konstrukcję

Zastosowanie geokraty umożliwia uzyskanie następujących efektów:

- redukcję grubości konstrukcji w porównaniu do rozwiązań konwencjonalnych dzięki eliminacji głębokiej wymiany gruntu,
- znaczne zwiększenie odporności materiałów wypełniających geokrata na ścinanie w wyniku ich zamknięcia, ograniczenia i znacznego zagęszczenia wewnątrz komórek,
- znaczne zmniejszenie osiadania spowodowanego naturalnym zagęszczeniem oraz ograniczenie bocznych przesunień kruszywa wypełniającego geokrata,
- zmniejszenie naprężeń przekazywanych na podłoże gruntowe od obciążenia użytkowego oddziaływującego na nawierzchnię,
- w przypadku gruntów o niskiej nośności zastosowanie geokraty i geowłókniny w sposób zdecydowany poprawia wytrzymałość drogi.

9.6. ZESTAWIENIE TYPOWYCH WARSTW KONSTRUKCYJNYCH

Rysunek 9.3. przedstawia elementy konstrukcji drogowej. Poszczególne warstwy konstrukcji mogą być wykonane z różnych materiałów i z zastosowaniem odmiennych technologii. W tabeli 9.2. zestawiono typowe warstwy konstrukcyjne stosowane na drogach leśnych.















Rys 9.3. Nazwy warstw konstrukcji nawierzchni





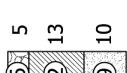




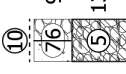
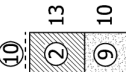











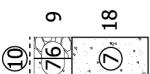
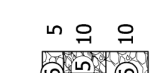
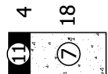


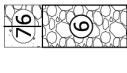




9.7. ZESTAWIENIE TYPOWYCH KONSTRUKCJI NAWIERZCHNI

Typowe konstrukcje nawierzchni złożone z warstw podanych w tabeli 9.2. zestawiono w tabeli 9.3. Konstrukcje te dobiera się w zależności od przewidywanych obciążeń, trwałości nawierzchni i warstwy ścieralnej oraz możliwości materiałowych i technologicznych.

Tab. 9.2. Zestawienie typowych warstw konstrukcyjnych wraz z numerami

L.P.	WARSTWA KONSTRUKCYJNA	KARTA MATERIAŁOWA
1	 NAWIERZCHNIA GRUNTOWA NIEULEPSZONA	1
2	 GRUNT STABILIZOWANY CEMENTEM $R_m=5,0 \text{ MPa}$	2
3	 GRUNT STABILIZOWANY CEMENTEM $R_m=2,5 \text{ MPa}$	2
4	 GRUNT STABILIZOWANY SPOIWEM $R_{7-14} \geq 0,4 \text{ MPa}$	3
5	 KRUSZYWO NATURALNE STABILIZOWANE MECHANICZNIE, ULEPSZONE SPOIWEM	4
6	 KRUSZYWO NATURALNE STABILIZOWANE MECHANICZNIE	5
7	 KRUSZYWO ŁAMANE STABILIZOWANE MECHANICZNIE	5
8	 KRUSZYWO STABILIZOWANE MECHANICZNIE WZMOCNIONE GEOKRATĄ	6
9	 WARSTWA ODSĄCZAJĄCA I ODCINAJĄCA	7
10	 POWIERZCHNIOWE UTRWALENIE	8
11	 MIESZANKA MINERALNO- ASFALTOWA	9
12	 PREFABRYKOWANE PŁYTY BETONOWE	10

Tab. 9.3. Typowe konstrukcje nawierzchni

RODZAJ DROGI	boczna		główna	
	-	do 5 lat*	5-10 lat*	10 lat*
TRWAŁOŚĆ NAWIERZCHNI			<div>    </div>	<div>   </div>
			<div>    </div>	<div>    </div>
			<div>    </div>	<div>   </div>
			<div>    </div>	<div>   </div>
			<div>    </div>	<div>   </div>

Objaśnienia:

1. Liczbami w kółkach oznaczono rodzaje materiałów warstw konstrukcyjnych zgodnie z tab. 9.2.
2. Liczbami przy warstwach oznaczono ich grubość

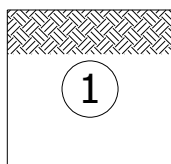
* zależnie od częstotliwości okresowych napraw i regeneracji

9.8. KARTY MATERIAŁOWE TYPOWYCH KONSTRUKCJI NAWIERZCHNI

Szczegółowe informacje na temat zasad i warunków wykorzystania warstw konstrukcji drogowych przedstawionych w tabeli nr 9.2. powinny zawierać Szczegółowe Specyfikacje Techniczne Wykonania i Odbioru Robót. Przedstawione karty materiałowe mają jedynie charakter informacyjny i służą przyswojeniu podstawowych danych o materiałach.

KARTA MATERIAŁOWA NR 1

Nawierzchnia gruntowa nieulepszona



Grunt rodzimy

Określenie

Nawierzchnia gruntowa profilowana - wydzielony pas terenu, przeznaczony do ruchu lub postoju pojazdów, w którym występujący grunt podłoża jest wyrównany i odpowiednio ukształtowany w profilu podłużnym i przekroju poprzecznym oraz zagęszczony.

Opis robót

- w przypadku, gdy w podłożu drogi zalegają spoiste grunty, należy je spulchnić i rozdrobnić przy użyciu zrywarki lub sprzętu rolniczego (pługa lub kultywatora),
- profilowanie nawierzchni gruntowej należy rozpocząć od wykopania rowów (o przekroju trójkątnym przy użyciu równiarki) z jednoczesnym przesunięciem gruntu uzyskanego z wycięcia rowów, na koronę drogi,
- przesunięty urobek rozściela się i wstępnie wyrównuje w profilu podłużnym i przekroju poprzecznym przy użyciu równiarki,
- ostateczne wyrównanie korony drogi z nadaniem wymaganych spadków podłużnych i poprzecznych należy wykonać kolejnym przejściem równiarki,
- po wyrównaniu i sprofilowaniu drogę gruntową należy zagęścić. Nawierzchnię gruntową zagęszcza się przy wilgotności optymalnej. Zagęszczenie należy uznać za dostateczne, gdy nie występują ślady po przejeździe sprzętu zagęszczającego.

Nawierzchnia gruntowa po oddaniu do eksploatacji wymaga systematycznych zabiegów pielęgnacyjnych.

Sprzęt

Wykonawca przystępujący do wykonania nawierzchni gruntowej profilowanej powinien wykazać się możliwością korzystania z następującego sprzętu:

- zrywarek lub pługów, kultywatorów do ewentualnego spulchnienia gruntów,
- zgarniarek lub spycharek, jeśli wymagane jest wstępne wyrównanie profilu podłużnego,
- równiarek do wyprofilowania przekroju poprzecznego korony drogi,
- walców statycznych, gładkich lub ogumionych, ewentualnie walców wibracyjnych lub płytowych zagęszczarek wibracyjnych,
- przewoźnych zbiorników na wodę (drogowe, rolnicze itp.) wyposażonych w urządzenia do równomiernego i kontrolowanego rozpryskiwania wody.

Zalety

Prosty i niekosztowny sposób wykonania nawierzchni.

Wady

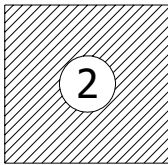
Mała trwałość i odporność na wpływy atmosferyczne, mały komfort jazdy, konieczność stosowania stałych zabiegów utrzymaniowych.

Zalecany zakres stosowania

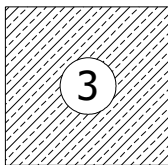
Drogi boczne o niewielkim lub okresowym obciążeniu ruchem.

KARTA MATERIAŁOWA NR 2

Podbudowa z gruntu stabilizowanego cementem



Grunt stabilizowany cementem o $R_m = 5,0$ MPa
($R_{28} = 2,5 \div 5,0$ MPa)



Grunt stabilizowany cementem o $R_m = 2,5$ MPa
($R_{28} = 1,5 \div 2,5$ MPa)

Określenia

Mieszanka cementowo-gruntowa - mieszanka gruntu, cementu i wody, a w razie potrzeby również dodatków ulepszących, dobranych w optymalnych ilościach.

Podbudowa z gruntu stabilizowanego cementem - jedna lub dwie warstwy zagęszczonej mieszanki cementowo-gruntowej, która po osiągnięciu właściwej wytrzymałości na ściskanie, stanowi fragment nośnej części nawierzchni drogowej.

Opis robót

Przygotowanie i wbudowanie mieszanki może odbywać się bezpośrednio w korycie drogi (sposób A) lub w betoniarkach (sposób B).

Sposób A obejmuje następujące czynności:

- dowiezenie i rozścielenie kruszywa celem doziarnienia gruntu rodzimego w ilości odpowiadającej projektowanej grubości warstwy albo wstępne spulchnienie gruntu rodzimego na odpowiednią głębokość,
- wyrównanie nawierzchni,
- równomierne rozścielenie ustalonej ilości cementu,
- wstępne przemieszanie gruntu z cementem,
- nawilgocenie mieszanki wodą do ustalonej wilgotności optymalnej,
- powtórne przemieszanie gruntu w sposób zapewniający jednorodność na określonej głębokości, gwarantującą uzyskanie projektowanej grubości warstwy po zagęszczeniu,
- profilowanie nawierzchni celem nadania wymaganych projektem pochyłości podłużnych i poprzecznych,
- zagęszczenie mieszanki walcem w celu uzyskania właściwego wskaźnika zagęszczenia.

Sposób B obejmuje następujące czynności:

- mieszanie gruntu lub kruszywa z cementem, a następnie z wodą według ustalonego składu w betoniarkach,
- dowiezenie przygotowanej mieszanki do miejsca wbudowania,
- rozłożenie mieszanki w korycie drogi (ewentualnie między prowadnicami); mieszanka powinna być ułożona ściśle do przewidzianego profilu z zapasem na zagęszczenie,
- zagęszczenie mieszanki walcem w celu uzyskania właściwego wskaźnika zagęszczenia.

Warstwa gruntu stabilizowanego cementem powinna być pielęgnowana w okresie twardnienia przez posypywanie piaskiem i polewanie wodą lub spryskanie emulsją asfaltową i posypanie piaskiem.

Rodzaje i orientacyjne ilości materiałów

Skład mieszanki powinien być tak zaprojektowany, aby po 28 dniach zapewnić uzyskanie projektowanej wytrzymałości (2,5 MPa lub 5,0 MPa). Cement: portlandzki klasy 32,5 w ilości maksymalnie 10% w stosunku do masy suchego gruntu. Zawartość wody w mieszance powinna odpowiadać wilgotności optymalnej.

Doziarniając grunt rodzimy można stosować piaski, żwiry i mieszanki tych kruszyw.

Sprzęt

Wykonawca przystępujący do wykonania stabilizacji gruntu cementem powinien wykazać się możliwością korzystania z następującego sprzętu:

w przypadku wytwarzania mieszanek gruntowo-cementowych na miejscu (sposób A):

- mieszarek jedno lub wielowirnikowych do wymieszania gruntu ze spoiwami,
- spycharek, równiarek lub sprzętu rolniczego (pługi, brony, kultywatory) do spulchniania gruntu,

- ciężkich szablonów do wyprofilowania warstwy,
- rozsypywarek wyposażonych w osłony przeciwpylne i szczeliny o regulowanej szerokości do rozsypywania spoiw,
- przewoźnych zbiorników na wodę, wyposażonych w urządzenia do równomiernego i kontrolowanego dozowania wody,
- walców ogumionych i stalowych wibracyjnych lub statycznych do zagęszczania,
- zagęszczarek płytowych, ubijaków mechanicznych lub małych walców wibracyjnych do zagęszczania w miejscach trudnodostępnych.

W przypadku wytwarzania mieszanek kruszywowo-cementowych w mieszarkach (sposób B):

- mieszarek stacjonarnych,
- układarek lub równiarek do rozkładania mieszanki,
- walców ogumionych i stalowych wibracyjnych lub statycznych do zagęszczania,
- zagęszczarek płytowych, ubijaków mechanicznych lub małych walców wibracyjnych do zagęszczania w miejscach trudnodostępnych,

Zalety

Ekonomiczność, szczególnie w przypadku wykorzystania gruntów miejscowych (sposób A), stosunkowo duża nośność, możliwość całkowitego lub częściowego zmechanizowania robót z wykorzystaniem typowego sprzętu rolniczego.

Wady

Możliwość występowania spękań (skurczowych, termicznych oraz na skutek ruchu), konieczność pielęgnacji w początkowym okresie twardnienia, konieczność przekrycia kolejną warstwą konstrukcyjną.

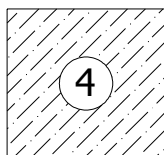
Zalecany zakres stosowania

Sposób A zaleca się szczególnie do stabilizacji wcześniej rozłożonej warstwy wzmacniającej z piasku lub pospółki, względnie gdy w podłożu występują grunty mało spójne i niespójne przydatne do bezpośredniej stabilizacji oraz gdy dostępny jest podstawowy sprzęt np. glebogryzarki.

Stosowanie sposobu B należy ograniczyć do przypadków pogrubienia (wzmocnienia) istniejących nawierzchni.

KARTA MATERIAŁOWA NR 3

Podłoże ulepszone spoiwem



Grunt stabilizowany spoiwem (cement, wapno, popioły lotne)
 $R_{14} \geq 0,5 \text{ MPa}$

Określenia

Grunt stabilizowany spoiwem - mieszanka spoiwa (cement, wapno, popioły lotne), gruntu i wody, zagęszczona i stwardniała w wyniku ukończenia procesu wiązania.

Opis robót

Przygotowanie mieszanki powinno odbywać się bezpośrednio w korycie drogi. Wykonanie warstwy gruntu stabilizowanego spoiwem obejmuje następujące czynności:

- wstępne spulchnienie gruntu rodzimego na odpowiednią głębokość lub ewentualne dowiezienie i rozścielenie kruszywa celem doziarnienia gruntu rodzimego w ilości odpowiadającej projektowanej grubości warstwy,
- wyrównanie nawierzchni,
- równomierne rozścielenie ustalonej ilości spoiwa,
- wstępne przemieszanie gruntu ze spoiwem,
- nawilgocenie mieszanki wodą do ustalonej wilgotności optymalnej,
- powtórne przemieszanie gruntu w sposób zapewniający jednorodność na określonej głębokości, gwarantującą uzyskanie projektowanej grubości warstwy po zagęszczeniu,
- profilowanie nawierzchni celem nadania wymaganych projektem pochyłeń podłużnych i poprzecznych,
- zagęszczenie mieszanki walcem w celu uzyskania właściwego wskaźnika zagęszczenia.

Rodzaje i orientacyjne ilości materiałów

- cement: od 8% do 10% w stosunku do masy gruntu suchego,
- wapno: od 3% do 7% w stosunku do masy gruntu suchego,
- popioły lotne: od 6% do 10% w stosunku do masy gruntu suchego.

Zawartość wody w mieszance powinna odpowiadać wilgotności optymalnej.

Doziarniając grunt rodzimy można stosować piaski, żwiry i mieszanki tych kruszyw.

Sprzęt

Wykonawca przystępujący do ułożenia warstwy kruszywa wraz z ulepszeniem spoiwem powinien wykazać się możliwością korzystania z następującego sprzętu:

- mieszarek jedno lub wielowirnikowych do wymieszania gruntu ze spoiwami,

- spycharek, równiarek lub sprzętu rolniczego (pługi, brony, kultywatory) do spulchniania gruntu,
- ciężkich szablonów do wyprofilowania warstwy,
- rozsypywarek wyposażonych w osłony przeciwpylne i szczeliny o regulowanej szerokości do rozsypywania spoiw,
- przewoźnych zbiorników na wodę, wyposażonych w urządzenia do równomiernego i kontrolowanego dozowania wody,
- walców ogumionych i stalowych wibracyjnych lub statycznych do zagęszczania,
- zagęszczarek płytowych, ubijaków mechanicznych lub małych walców wibracyjnych do zagęszczania w miejscach trudnodostępnych.

Zalety

Ekonomiczność, możliwość osuszenia i ulepszenia nadmiernie zawilgoconych i uplastycznionych gruntów spoistych i uzyskania przejezdności w krótkim okresie czasu.

Wady

Konieczność przekrycia kolejną warstwą konstrukcyjną.

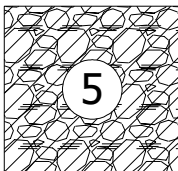
Zalecany zakres stosowania

Warstwę z gruntu stabilizowanego spoiwami stosuje się jako ulepszenie podłoża z gruntów o grupie nośności G2, G3 i G4.

Do ulepszania cementem szczególnie przydatne są grunty niespoiste i małospoiste. Popioły lotne stosujemy do ulepszania gruntów małospoistych i spoistych. Wapno palone jest skuteczne do stabilizowania gruntów średniospoistych i bardzo spoistych w stanie plastycznym i miękkoplastycznym. Wapno hydratyzowane stosujemy do gruntów średnio i bardzo spoistych (o ile stan gruntów umożliwia przemieszanie dostępnymi maszynami).

KARTA MATERIAŁOWA NR 4

Kruszywo naturalne stabilizowane mechanicznie, ulepszone spoiwem



**Kruszywo naturalne stabilizowane mechanicznie,
ulepszone spoiwem**

Określenia

Kruszywo stabilizowane spoiwem - mieszanka kruszywa naturalnego, spoiwa i wody, a w razie potrzeby dodatków ulepszających, dobranych w optymalnych ilościach, zagęszczona i stwardniała w wyniku ukończenia procesu wiązania cementu.

Opis robót

Ułożenie warstwy kruszywa wraz z ulepszeniem spoiwem obejmuje następujące czynności:

- wyprofilowanie i zagęszczenie podłoża,
- dowiezenie i rozścielenie zwilżonego oraz nierozsegregowanego kruszywa w ilości odpowiadającej projektowanej grubości,
- równomierne rozścielenie ustalonej ilości spoiwa,
- przemieszanie kruszywa w sposób zapewniający jednorodność mieszania na całej grubości warstwy,
- profilowanie nawierzchni celem nadania wymaganych projektem pochyłeń podłużnych i poprzecznych,
- zagęszczenie przy wilgotności optymalnej walcem z równoczesnym posypaniem miałem kamiennym.

Rodzaje materiałów

Kruszywa: piaski, żwiry i mieszanki tych kruszyw.

Spoiwo:

- cement portlandzki,
- wapno.

Zawartość wody w mieszance powinna odpowiadać wilgotności optymalnej.

Dopuszcza się stosowanie innych spoiw pod warunkiem uzyskania równorzędnych efektów ulepszania kruszywa.

Sprzęt

Wykonawca przystępujący do ułożenia warstwy kruszywa wraz z ulepszeniem spoiwem powinien wykazać się możliwością korzystania z następującego sprzętu:

- mieszarek jedno lub wielowirnikowych do wymieszania kruszywa ze spoiwami,
- spycharek, równiarek lub sprzętu rolniczego (pługi, brony, kultywatory),
- rozsypywarek wyposażonych w osłony przeciwpylne i szczeliny o regulowanej szerokości do rozsypywania spoiw,
- przewoźnych zbiorników na wodę, wyposażonych w urządzenia do równomiernego i kontrolowanego dozowania wody,
- walców ogumionych i stalowych wibracyjnych lub statycznych do zagęszczania,
- zagęszczarek płytowych, ubijaków mechanicznych lub małych walców wibracyjnych do zagęszczania w miejscach trudnodostępnych,
- samochody skrzyniowe lub samochody wywrotki, ciągniki z przyczepami skrzyniowymi lub przyczepami wywrotkami.

Zalety

Technologia wykonania stosunkowo prosta, duża nośność warstwy.

Wady

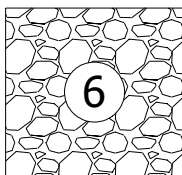
Konieczne częste zabiegi utrzymaniowe.

Zalecany zakres stosowania

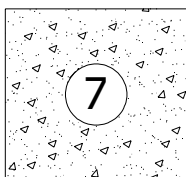
Zaleca się do stosowania na drogach bocznych. Stosując konstrukcję na drogach głównych należy dodatkowo wykonać powierzchniowe utrwalenie nawierzchni.

KARTA MATERIAŁOWA NR 5

Warstwa z kruszyw stabilizowanych mechanicznie



Kruszywo naturalne stabilizowane mechanicznie



Kruszywo łamane stabilizowane mechanicznie

Określenia

Stabilizacja mechaniczna - proces technologiczny, polegający na odpowiednim zagęszczeniu w optymalnej wilgotności kruszywa o właściwie dobranym uziarnieniu. Warstwa z kruszywa stabilizowanego mechanicznie - jedna lub więcej warstw zagęszczonej mieszanki, która stanowi warstwę nośną nawierzchni drogowej.

Opis robót

- a) z zastosowaniem kruszywa o uziarnieniu ciągłym (mieszanki):
- rozścielenie zwilżonego i nierozsegregowanego kruszywa na odpowiednio wyprofilowanym i zagęszczonym podłożu,
 - wyprofilowanie powierzchni kruszywa,
 - zagęszczenie przy wilgotności optymalnej walcem z równoczesnym posypaniem miałem kamiennym.
- b) z zastosowaniem tłucznia i kłińca:
- rozścielenie kruszywa łamanego (tłucznia) o uziarnieniu 31,5/63 mm,
 - polanie wodą i zagęszczenie walcem,
 - rozścielenie kłińca 4/31,5 mm i kruszywa drobnego 0,075/4 mm,
 - polanie wodą i zagęszczenie walcem.

Sprzęt

Wykonawca przystępujący do ułożenia warstwy kruszywa powinien wykazać się możliwością korzystania z następującego sprzętu:

- równiarek albo układarek do rozkładania kruszywa,
- walców ogumionych i stalowych wibracyjnych lub statycznych do zagęszczania,
- w miejscach trudnodostępnych powinny być stosowane zagęszczarki płytowe, ubijaki mechaniczne lub małe walce wibracyjne,
- samochody skrzyniowe lub samochody wywrotki, ciągniki z przyczepami skrzyniowymi lub przyczepami wywrotkami.

Rodzaje materiałów

Kruszywo naturalne: pospółka.

Kruszywo łamane:

- mieszanki (tzw. niesorty) o uziarnieniu ciągłym 0/31,5 mm i 0/63 mm.
- tłuczeń o uziarnieniu 31,5/63 mm.
- kliniec o uziarnieniu 4/31,5 mm.
- kruszywo drobne (miał kamienny) o uziarnieniu 0,075/4 mm.

Zalety

Technologia wykonania stosunkowo prosta, duża nośność warstwy. Nawierzchnia łatwa w utrzymaniu.

Wady

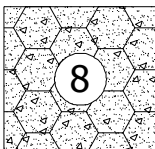
Konieczne częste zabiegi utrzymaniowe, szczególnie na nawierzchniach z kruszywa naturalnego.

Zalecany zakres stosowania

Warstwa ścieralna z kruszywa naturalnego może być stosowana na wszystkich rodzajach dróg leśnych.

KARTA MATERIAŁOWA NR 6

Warstwa kruszywa na podłożu wzmocnionym geokrata



**Kruszywo stabilizowane mechanicznie
na podłożu wzmocnionym geokrata**

Określenia

Stabilizacja mechaniczna - proces technologiczny, polegający na odpowiednim zagęszczeniu w optymalnej wilgotności kruszywa o właściwie dobranym uziarnieniu. Warstwa z kruszywa stabilizowanego mechanicznie - jedna lub więcej warstw zagęszczonej mieszanki, która stanowi warstwę nośną nawierzchni drogowej.

Geokrata - lekka, przestrzenna i elastyczna konstrukcja wykonana z zespołu taśm z polietylenu (HDPE). W pozycji rozłożonej tworzy układ przypominający „plaster miodu”, który można wypełnić określonym materiałem.

Opis robót

Tok robót jest następujący:

- ułożenie warstwy z piasku na gruncie rodzimym,
- ułożenie geowłókniny lub geotkaniny,
- rozciągnięcie geokraty przy pomocy ramy montażowej lub szpilek montażowych (kolejne sekcje geokrat łączy się za pomocą opasek samozaciskowych),
- wypełnienie geokraty kruszywem z jednoczesnym wykonaniem projektowanej warstwy ścieralnej (nie mniejszej niż 7 cm),
- zagęszczenie przy wilgotności optymalnej walcem z równoczesnym posypaniem miałem kamiennym.

Sprzęt

Wykonawca przystępujący do ułożenia warstwy kruszywa powinien wykazać się możliwością korzystania z następującego sprzętu:

- lekkie walce wibracyjne,
- w miejscach trudnodostępnych powinny być stosowane zagęszczarki płytowe, ubijaki mechaniczne lub małe walce wibracyjne,
- samochody skrzyniowe lub samochody wywrotki, ciągniki z przyczepami skrzyniowymi lub przyczepami wywrotkami.

Rodzaje materiałów

Do wykonywania nawierzchni dróg leśnych należy stosować geokratę o wysokości 100 mm. Projektant uwzględniając niekorzystne warunki gruntowo-wodne może zaprojektować wyższe geokraty: 150 mm, 200 mm lub nawet 300 mm. Po rozłożeniu jedna sekcja geokraty ma wymiary 3,5 m x 6,6 m. Do wypełnienia komórek geokraty należy stosować kruszywa o uziarnieniu ciągłym do 31,5 mm np.: żwir, pospółka, kruszywo łamane oraz piasek.

Zalety

Stosunkowo łatwa technologia wykonywania niewymagająca używania dużej ilości sprzętu. Redukcja grubości konstrukcji w porównaniu do rozwiązań konwencjonalnych. Zmniejszenie naprężeń przekazywanych na podłoże od obciążenia użytkowego.

Wady

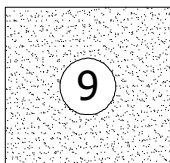
Wymaga pracy ręcznej przy rozkładaniu. Konieczne częste zabiegi utrzymaniowe, szczególnie na nawierzchniach z kruszywa naturalnego.

Zalecany zakres stosowania

Ze względu na swoje właściwości geokratę zaleca się kłaść na gruntach słabych, gdzie wraz z geowłókniną stanowi również wzmocnienie podłoża. Ze względu na cenę geokraty, jej użycie należy poprzedzić analizą techniczno-ekonomiczną.

KARTA MATERIAŁOWA NR 7

Warstwa wzmacniająca lub odsączająca i odcinająca z piasku



Piasek gruby lub średni różnoziarnisty - warstwa odsączająca
Piasek drobny - warstwa odcinająca

Określenia

Warstwa odsączająca - warstwa służąca do odprowadzenia wody przedostającej się do nawierzchni.

Warstwa odcinająca - warstwa stosowana w celu uniemożliwienia przenikania cząstek drobnych gruntu do warstwy nawierzchni leżącej powyżej.

Opis robót

- rozścielenie piasku na odpowiednio wyprofilowanym i zagęszczonym podłożu,
- wyprofilowanie powierzchni piasku,
- zagęszczenie walcem lub wibratorem płytowym przy wilgotności optymalnej.

Sprzęt

Wykonawca przystępujący do ułożenia warstwy kruszywa powinien wykazać się możliwością korzystania z następującego sprzętu:

- równiarek,
- walców statycznych,
- płyt wibracyjnych lub ubijaków mechanicznych.

Rodzaje materiałów

Materiałami stosowanymi przy wykonywaniu warstw odsączających są:

- piaski,
- żwir i mieszanka,

a odcinających - oprócz wyżej wymienionych:

- miał (kamienny).

Zalety

Prosta technologia, niewielki koszt wykonania warstwy w przypadku wykorzystania materiałów miejscowych.

Wady

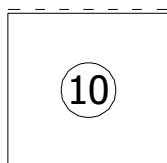
Konieczność transportu piasku nieraz ze znacznych odległości. Stosunkowo wysoki koszt wykonania w okolicach pozbawionych piasku.

Zalecany zakres stosowania

Warstwy odsączającą i odcinającą stosujemy na gruntach wysadzinowych i w wątpliwych przypadkach, gdy wykonanie stabilizacji wg KARTY 2 jest nieuzasadnione ekonomicznie lub technicznie.

KARTA MATERIAŁOWA NR 8

Warstwa ochronna



Powierzchniowe utwardzenie nawierzchni

Określenia

Powierzchniowe utwardzenie powierzchni jest zabiegiem, który pozwala na uszczelnienie istniejącej nawierzchni. Technologię wykonania uszczelnienia dzielimy na różne sposoby:

1. Pojedyncze powierzchniowe utwardzenie nawierzchni jest zabiegiem polegającym na kolejnym rozłożeniu:

- warstwy lepiszcza,
- warstwy kruszywa o wąskiej frakcji.



2. Pojedyncze powierzchniowe utwardzenie z podwójnym rozłożeniem grys jest zabiegiem polegającym na kolejnym rozłożeniu:

- warstwy lepiszcza,
- warstwy kruszywa o wąskiej frakcji,
- drugiej warstwy drobniejszego kruszywa.



3. Pojedyncze powierzchniowe utwardzenie typu „sandwich” jest zabiegiem polegającym na kolejnym rozłożeniu:

- warstwy kruszywa,
- warstwy lepiszcza,
- warstwy drobniejszego kruszywa.



Opis robót

Nawierzchnia, na której ma być wykonane powierzchniowe utwardzenie, powinna posiadać właściwy profil podłużny i poprzeczny oraz powierzchnię charakteryzującą się dużą jednorodnością pod względem twardości i tekstury.

Tok robót jest następujący:

- oczyszczenie wcześniej wykonanej nawierzchni z błota i zanieczyszczeń organicznych,
- spryskanie nawierzchni emulsją,
- rozsypanie kruszywa zgodnie z ustaloną technologią,
- wałowanie nawierzchni.

Sprzęt

Wykonawca przystępujący do ułożenia warstwy kruszywa powinien wykazać się możliwością korzystania z następującego sprzętu:

- szczotek mechanicznych - do oczyszczania nawierzchni i usuwania niezwiązanych ziarn po wykonaniu powierzchniowego utwardzenia,
- skrapiarek lepiszcza - do rozłożenia lepiszcza na nawierzchni,
- rozsypywarek kruszywa - do rozłożenia kruszywa na nawierzchni,
- walców drogowych - do przywałowania rozłożonego kruszywa.

Rodzaje materiałów

Do powierzchniowego utwardzania należy stosować grysy lub żwiry kruszone o wąskich frakcjach uziarnienia: od 4 mm do 6,3 mm; od 6,3 mm do 10 mm; od 10 mm do 12,8 mm i od 12,8 mm do 16 mm. Jako lepiszcze, stosuje się drogowe kationowe emulsje asfaltowe szybkozestawne niemodyfikowane rodzaju K1-65, K1-75.

Zalety

Zapewnia dobre właściwości przeciwpoślizgowe warstwy ścieralnej. Tania i prosta technologia w porównaniu z warstwą ścieralną z mieszanki mineralno-asfaltowej.

Wady

Prawidłowe wykonanie powierzchniowego utwardzania wymaga stosowania specjalistycznych skrapiarek i rozkładarek kruszywa oraz wymaga doświadczenia wykonawcy. Powierzchniowe utwardzenie nie wpływa na poprawę nośności i równości drogi.

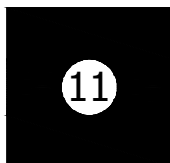
Zalecany zakres stosowania

Zaleca się stosowanie powierzchniowego utrwalenia jako warstwę poprawiającą warunki eksploatacyjne nawierzchni z kruszyw stabilizowanych mechanicznie oraz jako zabieg utrzymaniowy wykonywany na nawierzchniach bitumicznych.

Można również stosować powierzchniowe utwardzenie do regeneracji nawierzchni. Wówczas należy stosować kruszywo drobne o frakcji od 2 do 4 mm z nadmiarem w stosunku do stopnia pokrycia powierzchni.

KARTA MATERIAŁOWA NR 9

Warstwa ścieralna z mieszanek mineralno-asfaltowych otaczanych na gorąco



Mieszanka mineralno-asfaltowa

Określenia

Mieszanka mineralna - mieszanka kruszywa i wypełniacza mineralnego o określonym składzie i uziarnieniu.

Mieszanka mineralno-asfaltowa - mieszanka mineralna z odpowiednią ilością asfaltu lub polimeroasfaltu, wytworzona na gorąco, w określony sposób, spełniająca określone wymagania.

Opis robót

Podłoże pod warstwę nawierzchni z mieszanki mineralno-asfaltowej powinno być wyprofilowane i równe. Powierzchnia podłoża powinna być sucha i czysta. Przed rozłożeniem warstwy nawierzchni, podłoże należy skropić emulsją asfaltową lub asfaltem upłynnionym w ilości określonej przez projektanta. Mieszanka mineralno-asfaltowa powinna być wbudowywana układarką wyposażoną w układ z automatycznym sterowaniem grubości warstwy i utrzymywaniem niwelety zgodnie z dokumentacją projektową. Zagęszczanie mieszanki powinno odbywać się bezzwłocznie i należy je rozpocząć od krawędzi nawierzchni ku osi.

Sprzęt

Wykonawca przystępujący do wykonania warstw nawierzchni z mieszanki mineralno-asfaltowej powinien wykazać się możliwością korzystania z następującego sprzętu:

- wytwórni (otaczarki) o mieszanii cyklicznym lub ciągłym do wytwarzania mieszanek mineralno-asfaltowych,
- układarek do układania mieszanek mineralno-asfaltowych,
- skrapiałek,

- walców lekkich, średnich i ciężkich,
- walców stalowych gładkich,
- walców ogumionych,
- szczotek mechanicznych lub/i innych urządzeń czyszczących,
- samochodów samowyladowczych z przykryciem lub termosów.

Rodzaje mieszanek

Warstwę ścieralną może stanowić beton asfaltowy lub asfalt piaskowy. Skład mieszanki mineralno-asfaltowej projektuje się indywidualnie. Projektowanie mieszanki polega na:

- doborze składników mieszanki mineralnej,
- doborze optymalnej ilości asfaltu,
- określeniu jej właściwości i porównaniu wyników z założeniami projektowymi.

Krzywa uziarnienia mieszanki mineralnej powinna mieścić się w polu dobrego uziarnienia wyznaczonego przez krzywe graniczne.

Zalety

Duża trwałość, odporność na wpływy atmosferyczne, wysoki komfort jazdy.

Wady

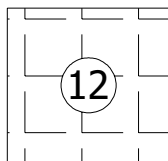
Technologia stosunkowo droga i wymagająca stosowania specjalistycznego sprzętu. Układanie tylko na odpowiednio przygotowanych podbudowach.

Zalecany zakres stosowania

Zaleca się stosowanie na najbardziej obciążonych nawierzchniach oraz gdy zachodzi potrzeba przystosowania nawierzchni do szybkiego ruchu pojazdów.

KARTA MATERIAŁOWA NR 10

Nawierzchnia z płyt betonowych



Nawierzchnia z płyt betonowych

Określenia

Betonowa płyta prefabrykowana - element betonowy lub żelbetowy z otworami lub pełny.

Nawierzchnia z płyt betonowych - nawierzchnia, której warstwa ścieralna jest wykonana z płyt betonowych.

Opis robót

- przygotowanie, wyrównanie i zagęszczenie podłoża ewentualnie podsypki piaskowej,
- układanie płyt ręcznie lub z użyciem żurawia na pełną szerokość projektowanej jezdni.

Rodzaje materiałów

Materiałami stosowanymi przy wykonywaniu nawierzchni z elementów prefabrykowanych są:

- płyty drogowe, betonowe lub żelbetowe,
- piasek na podsypkę i do zamulania spoin,
- woda.

W zależności od kształtu płyt rozróżnia się następujące rodzaje:

- płyty drogowe betonowe sześciokątne,
- płyty drogowe żelbetowe wielootworowe,
- płyty drogowe żelbetowe pełne.

Sprzęt

Wykonawca przystępujący do wykonania nawierzchni z elementów prefabrykowanych powinien wykazać się możliwością korzystania z następującego sprzętu:

- żurawi samochodowych lub samojezdnych,
- walców ogumionych,
- równiarek,
- wibratorów płytowych,
- ubijaków,
- beczkowsów.

Zalety

Szybki i łatwy montaż szczególnie na prostych, pozbawionych łuków odcinków dróg. Nawierzchnia praktycznie nie wymaga konserwacji. Po zlikwidowaniu nawierzchni płyty mogą być wykorzystane ponownie.

Wady

Wysokie koszty prefabrykatów oraz wykonanej nawierzchni. Jeśli podłoże nie jest starannie przygotowane może wystąpić klawiszowanie płyt.

Zalecany zakres stosowania

Jako drogi tymczasowe podlegające likwidacji, projektowane dla ciężkiego sprzętu w rejonach pozbawionych materiałów lokalnych, przydatnych do budowy dróg.

10. URZĄDZENIA ODWADNIAJĄCE

10.1. POWIERZCHNIOWE ODPROWADZANIE WODY

Pochylenia poprzeczne powierzchni korony drogi na odcinkach prostych nie powinny być mniejsze niż 2% dla jezdni i 6% dla poboczy. Na odcinkach przejściowych oraz na łukach poziomych minimalne pochylenie ukośne nie powinno być mniejsze niż 0,7%. W obrębie korpusu drogi zwierciadło wody gruntowej nie powinno sięgać wyżej niż do rzędnej położonej 1,0 m poniżej najniższego punktu spodu konstrukcji nawierzchni.

10.2. ROWY

Rowy przydrożne (rys. 10.1. a, b) należy stosować jako podstawowe rozwiązanie odwodnienia powierzchniowego pasów drogowych na obszarach niezabudowanych. Rowy stosuje się wtedy, gdy istnieje możliwość rozmycia skarpy drogowej przez wodę spływającą ze stoku. Rowów można nie stosować, gdy średni poziom wody gruntowej jest niższy niż 1,0 m w gruntach niewysadzinowych, 1,2 m w gruntach wątpliwych i 1,5 m w gruntach wysadzinowych, w stosunku do niwelety robót ziemnych.

10.2.1. Rów przydrożny

Rów przydrożny wykonuje się w kształcie:

- trapezowym o szerokości dna co najmniej 0,4 m, nachyleniu skarp od 1:1 do 1:3 oraz głębokości dostosowanej do warunków terenowych,
- trójkątnym z dnem wyokrąglonym łukiem kołowym o promieniu 0,5 m, nachyleniu skarpy wewnętrznej 1:3, skarpy zewnętrznej od 1:3 do 1:10 oraz głębokością dostosowaną do warunków terenowych.

10.2.2. Rów stokowy

Rów stokowy wykonuje się w kształcie trapezowym o szerokości dna co najmniej 0,4 m, głębokości co najmniej 0,5 m oraz pochyleniu skarp od 1:1,5 do 1:3. Rów ten powinien być oddalony co najmniej 3,0 m od krawędzi skarpy drogowej przy gruntach suchych i zwartych, a co najmniej 5,0 m w pozostałych przypadkach.

10.2.3. Rów odpływowy

Rów odpływowy wykonuje się w kształcie trapezowym o minimalnej szerokości dna 0,4 m i minimalnej głębokości 0,5 m. Rów ten powinien mieć przebieg prostoliniowy z łukami kołowymi o promieniu co najmniej 10,0 m na załamaniach trasy.

10.2.4. Parametry rowów

Najmniejszy dopuszczalny spadek podłużny rowu wynosi 0,2%, a w wyjątkowych sytuacjach na odcinkach o długości nie przekraczającej 200,0 m - 0,1%.

Największy spadek podłużny rowu nie powinien przekraczać:

a) przy nieumocnionych skarpach i dnie:

- w gruntach piaszczystych - 1,5%,
- w gruntach piaszczysto-gliniastych, pylastych, gliniastych i ilastych - 2,0%,
- w gruntach gliniastych i ilastych - 3,0%,
- w gruntach skalistych - 10,0%,

b) przy skarpach i dnie umocnionym:

- matą trawiastą - 2,0%,
- darnią - 3,0%,
- faszyną - 4,0%,
- brukiem na sucho - 6,0%,
- elementami betonowymi - 10,0%,
- brukiem na podsypce cementowo-piaskowej o grubości minimum 20 cm z wypełnieniem spoin zaprawą cementową 1:2 - 15,0%.

Przy prędkości przepływu wody w rowie poniżej $V = 0,2$ m/s nie ma potrzeby umacniania skarp i dna rowu, a wyższych prędkości zaleca się przyjmować następujące sposoby tego umacniania:

- maty trawiaste dla V od 0,2 do 1,0 m/s,
- darnia na płask dla V od 0,2 do 1,5 m/s,
- darnia na płask umocniona rozścieloną i przymocowaną faszyną dla V od 1,5 do 2,0 m/s,
- darnia rębem dla V od 1,5 do 2,0 m/s,
- płotki faszynowe w kratę z wypełnieniem krat kamieniami dla V od 1,5 do 2,0 m/s,
- płotki faszynowe w kratę z zabrukowaniem jednowarstwowym krat dla V od 1,5 do 2,0 m/s,
- płotki faszynowe w kratę z zabrukowaniem dwuwarstwowym krat dla V od 2,0 do 2,5 m/s,
- bruk pojedynczy dla V od 1,5 do 2,0 m/s,
- bruk podwójny dla V od 2,0 do 3,0 m/s,
- bruk na zaprawie dla V od 3,0 do 5,0 m/s,
- budowle siatkowo-kamienne dla $V > 3,0$ m/s.

10.3. ZBIORNIKI ODPAROWUJĄCE

- Przy wykonywaniu zbiornika odparowującego należy zachować następujące warunki:
- odległość zbiornika od stopy nasypu drogowego lub zewnętrznej krawędzi rowu powinna wynosić co najmniej 3,0 m,
 - głębokość wody w zbiorniku nie powinna być większa niż 1,5 m,
 - poziom maksymalny wody w zbiorniku powinien znajdować się co najmniej 1,0 m poniżej krawędzi korony drogi i co najmniej 0,5 m poniżej przyległego terenu,
 - pochylenie skarp zbiornika powinno wynosić od 1:2 do 1:10,
 - spadek dna zbiornika w kierunku od wlotu powinien wynosić 2%,
 - przy wykonywaniu dwóch zbiorników, położonych po przeciwnych stronach drogi, można je połączyć przepustem pod drogą w celu wyrównania poziomów wody w zbiornikach.

10.4. ROWY ODPAROWUJĄCE

- Przy wykonywaniu rowu odparowującego należy zachować następujące warunki:
- spadek rowu powinien wynosić co najmniej 0,2% od korony drogi,
 - spadek skarp minimum 1:1,5.

10.5. BYSTROTOKI

W przypadku wystąpienia obliczeniowego spadku podłużnego rowu większego niż 15% stosuje się bystrotoki (rys. 10.2. i 10.3.) lub kaskadę.

Bystrotoki wykonuje się z bloków skalnych lub głazów kamiennych o minimalnych wymiarach 0,25 m x 0,35 m układanych rębem na betonowej lub żelbetowej warstwie fundamentowej o grubości co najmniej 30 cm z wypełnieniem szczelin zaprawą cementową 1:2. U spodu bystrotoku należy przewidzieć poduszkę wodną. Konstrukcja bystrotoku powinna wykluczać możliwość rozmycia gruntu pod fundamentem.

Wysokość stopnia kaskady nie powinna przekraczać 0,5 m, a u spodu kaskady pojedynczej w zespole kaskad należy przewidzieć poduszkę wodną. Fundament poduszki wodnej oraz stopień i ścianki kaskady wykonuje się z betonu lub muru kamiennego. Grubość ścianek powinna wynosić od 20 cm do 30 cm, fundamentu poduszki wodnej od 25 cm do 40 cm, a szerokość stopnia od 30 cm do 50 cm. Skarpy i dno rowu przy stopniu należy wzmocnić płytami betonowymi lub brukiem, układanymi na podsypce cementowo-piaskowej.

10.6. ŚCIEKI

Ścieki (rys. 10.1. c) stosuje się dla zastąpienia rowów przydrożnych (muldy), lokalizując je przy krawędzi korony drogi. Ścieki przydrożne wykonuje się w kształcie:

- trójkątnym o pochyleniu skrzydła wewnętrznego od 1:5 do 1:10, a skrzydła zewnętrznego od 1:3 do 1:5 i głębokości do 30 cm,
- korytkowym o zagłębieniu $h < 30$ cm i szerokości co najmniej 6 h.

Ścieki powinny być wykonane z materiałów nienasiąkliwych na podbudowie zapewniającej trwałość konstrukcji w przypadku najazdu kołami pojazdów. Najmniejszy dopuszczalny spadek podłużny dna ścieku wynosi 0,2%.

10.7. WODOSPUSTY

Wodospusty stosuje się na drogach stokowych w terenie górskim i falistym na odcinkach dróg z niweletą w pochyleniu podłużnym i większym niż 2% z nawierzchnią gruntową i twardą nieulepszoną. Zaleca się stosowanie jednolitego nachylenia wodospustów w stosunku do osi drogi 30%. Przekroje poprzeczne typowych wodospustów przedstawiono na rysunku 10.4.

10.8. PRZEPUSTY

10.8.1. Uwagi ogólne

Przy projektowaniu przepustów należy zwrócić uwagę na obowiązującą ustawę z dnia 18 lipca 2001 r. Prawo wodne (Dz. U. Nr 155, poz. 1229 z późn. zm.). Zgodnie z rozdz. 2 Prawo własności wód Lasy Państwowe nie są właścicielem wód na terenie lasów. Zgodnie z art. 36.1 ustawy, właścicielowi gruntu przysługuje prawo do zwykłego korzystania z wód stanowiących jego własność oraz z wody podziemnej znajdującej się na jego gruncie. Ustawa ta nie stanowi prawa do wykonywania urządzeń wodnych bez wymaganego pozwolenia wodnoprawnego.

Kolejnym ważnym aktem prawnym, na który należy zwrócić uwagę, jest Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie.

Zgodnie z §49 ust. 3 na potokach górskich nie dopuszcza się zastosowania przepustów o wlotach zatopionych i wielootworowych oraz przewodach kołowych.

10.8.2. Lokalizacja przepustów

Przepusty należy stosować w miejscach gdzie droga przecina:

- naturalne spływy wód powierzchniowych małymi rzekami i potokami,

- naturalne duże spływy wód powierzchniowych bruzdami terenu, jarami okresowo suchymi i ciekami lub małymi strugami,
- duże spływy rowami istniejącymi bądź projektowanymi.

Kąt między osią przepustu a osią korony drogi nie powinien być mniejszy od 60°. Przepusty wykonuje się w kształcie (rys. 10.9.):

- prostokątnym - najmniejsze wymiary w świetle 600 mm x 800 mm,
- kołowym - najmniejsza średnica wewnętrzna wynosi 600 mm,
- łukowym - najmniejsza wysokość 600 mm,
- łukowo - kołowym - najmniejsza wysokość 600 mm,
- inne dopuszczone do stosowania w budownictwie drogowym.

W przypadku odprowadzania wody z rowów dopuszcza się przepusty o innych średnicach minimum 400 mm. Najmniejsze wymiary przepustów podane j.w. stosuje się do przepustów o długości mniejszej od 10,0 m. Dla przepustów o długości od 10,0 m do 20,0 m wartości te należy zwiększyć o 35%, a dla długości ponad 20,0 m zwiększyć o 50%.

Odległość w pionie najwyższego punktu sklepienia przepustu od krawędzi korony drogi nie powinna być mniejsza od 0,5 m. Jeżeli nie ma konieczności prowadzenia przepustów w spadkach minimalnych zaleca się, aby wynosiły one od 0,5% do 2,0%.

Wlot i wylot z przepustu

Wlot i wylot z przepustu należy tak konstruować, aby zapobiec:

- rozmyciu dna i skarp koryta rowu,
- zamuleniu dna koryta rowu przed wlotem,
- spiętrzenia wód powyżej wypływu z przepustu.

Dopuszcza się projektowanie przepustów o wlocie zatopionym i przepływie wody pod ciśnieniem pod warunkiem, że spiętrzenie wód przed wlotem nie będzie większe od 20 cm licząc od najwyższego punktu wlotu do zwierciadła wody obliczeniowej.

Fundamenty pod przepusty

W zależności od rodzaju podłoża gruntowego fundamenty należy projektować indywidualnie.

Ścianki czołowe

W zależności od wielkości przepustu należy projektować ścianki czołowe z drewna, z kamienia na zaprawie, z bloczków betonowych, itp.

Zasypanie przepustu

Wykonując zasypkę przepustów należy przestrzegać następujących zasad:

- zasyпка powinna być układana równocześnie z obu stron prefabrykatów przepustu warstwami grubości 10 cm,
- wskaźniki zagęszczenia zasyпки powinny być zbliżone do 1,0,
- grunt zasyпки powinien być niewysadzinowy, możliwie jednorodny o średnicy ziaren < 30 mm.

10.9. SĄCZKI

Sączki stosuje się do:

- odprowadzenia wody z warstw nawierzchni drogowej (sączki poprzeczne),
- odprowadzenie wody z podłoża gruntowego drogi (sączki podłużne).

Sączek poprzeczny składa się ze żwirowej warstwy filtracyjnej o szerokości co najmniej 0,5 m i grubości co najmniej 0,2 m oraz przykrycia ochronnego z geowłókniny lub gruntu nieprzepuszczalnego. Przy wlocie sączka poprzecznego warstwa filtracyjna powinna być poszerzona o co najmniej 0,5 m w poziomie i co najmniej 0,2 cm w pionie.

Dno wlotu powinno się znajdować co najmniej 0,1 m od spodu warstwy mroзоochronnej. Wylot sączka poprzecznego powinien być zabezpieczony grubym żwirem lub tłucznem na długości 30 cm. Dno wylotu powinno się znajdować co najmniej 20 cm nad dnem rowu. Najmniejszy dopuszczalny spadek podłużny warstwy filtracyjnej sączka poprzecznego wynosi 1,5%, a największy 3,5%.

Sączek podłużny składa się ze żwirowej warstwy filtracyjnej o szerokości od 50 cm do 100 cm i grubości co najmniej 80 cm oddzielonej od gruntu rodzimego przekładką z geowłókniny. Dno sączka podłużnego służącego do odwadniania podłoża gruntowego powinno się znajdować co najmniej 150 cm od powierzchni gruntu. Najmniejszy dopuszczalny spadek warstwy filtracyjnej sączka podłużnego wynosi 1%.

10.10. DRENY

Dreny stosuje się w celu:

- obniżenia poziomu zwierciadła wody gruntowej, jeśli funkcji tej nie mogą pełnić sączki podłużne,
- stabilizacji stosunków wodno-gruntowych naruszonych budową drogi, w tym w szczególności na obszarach osuwiskowych, na stokach (drenaż stokowy, drenaż odcinający) oraz na skarpach wykopów (drenaż skarpowy).

Rury drenarskie powinny mieć średnicę wewnętrzną nie mniejszą niż 50 mm. Rury drenarskie zbierające wodę z sączków podstawowych (zbieracze) powinny mieć średnicę wewnętrzną nie mniejszą niż 100 mm. Spód rury drenarskiej powinien znajdować się co najmniej 20 cm ponad spodem warstwy filtracyjnej. Najmniejszy dopuszczalny spadek podłużny warstwy filtracyjnej i rury drenarskiej wynosi 0,2%.

10.11. NASYPY FILTRACYJNE

Nasypy filtracyjne (rys. 10.5., 10.6. i 10.7.) stosuje się dla zastąpienia przepustów. Nasypy filtracyjne składają się z:

- warstwy filtracyjnej z kruszywa o jednorodnym uziarnieniu w granicach od 2 mm do 8 mm, o szerokości co najmniej 2,0 m i grubości co najmniej 0,3 m zabezpieczonej ze wszystkich stron warstwą ochronną z geowłókniny filtracyjnej,
- warstwy wlotowej (wsiękowej) z piasku lub żwiru o jednorodnym uziarnieniu zapewniającej przesiąkanie napływających wód powierzchniowych w warstwę filtracyjną,
- warstwy wylotowej (wysiękowej) z piasku lub żwiru o jednorodnym uziarnieniu zapewniającej wypływ wód z warstwy filtracyjnej na powierzchnię terenu,
- warstwy konstrukcyjnej nasypu z materiału przepuszczalnego lub nieprzepuszczalnego.

Nasyp filtracyjny powinien zapewniać przepuszczenie i odprowadzenie (w kierunku poziomym do wylotu) napływających wód powierzchniowych. Dopuszcza się okresową retencję tych wód przed wlotem pod warunkiem, że zwierciadło wód obliczeniowych nie będzie położone wyżej od wierzchu warstwy filtracyjnej.

10.12. BRODY

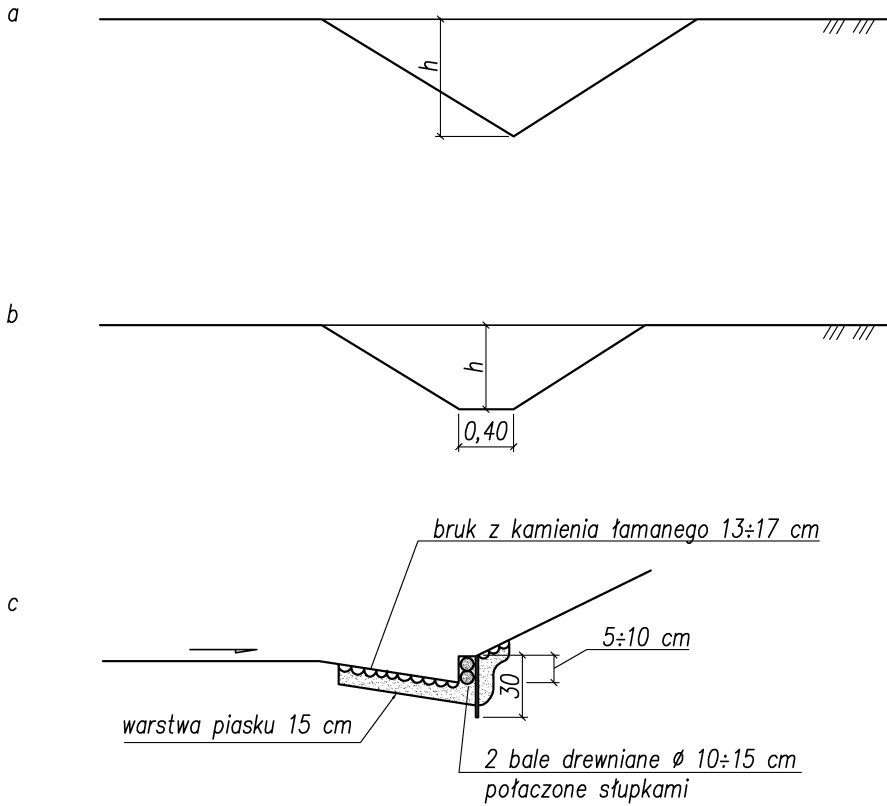
Bród (rys. 10.8.) umożliwia przejazd bezpośrednio po dnie na drugą stronę przeszkody wodnej. Zaleca się stosowanie brodów na okresowo suchych, małych ciekach wodnych.

Oś brodu powinna być prostopadła do osi przekraczanego cieku. Spadek podłużny skarp przejazdu nie powinien przekraczać 10%. Sposób wykonania i umocnienia brodu w gruntach małoonośnych przedstawiono na rysunku. W przypadku występowania w korycie gruntów nośnych należy zrezygnować z pokazanych na tym rysunku płotków faszynowych.

10.13. OBLICZENIA HYDRAULICZNE POJEDYNCZYCH CIEKÓW

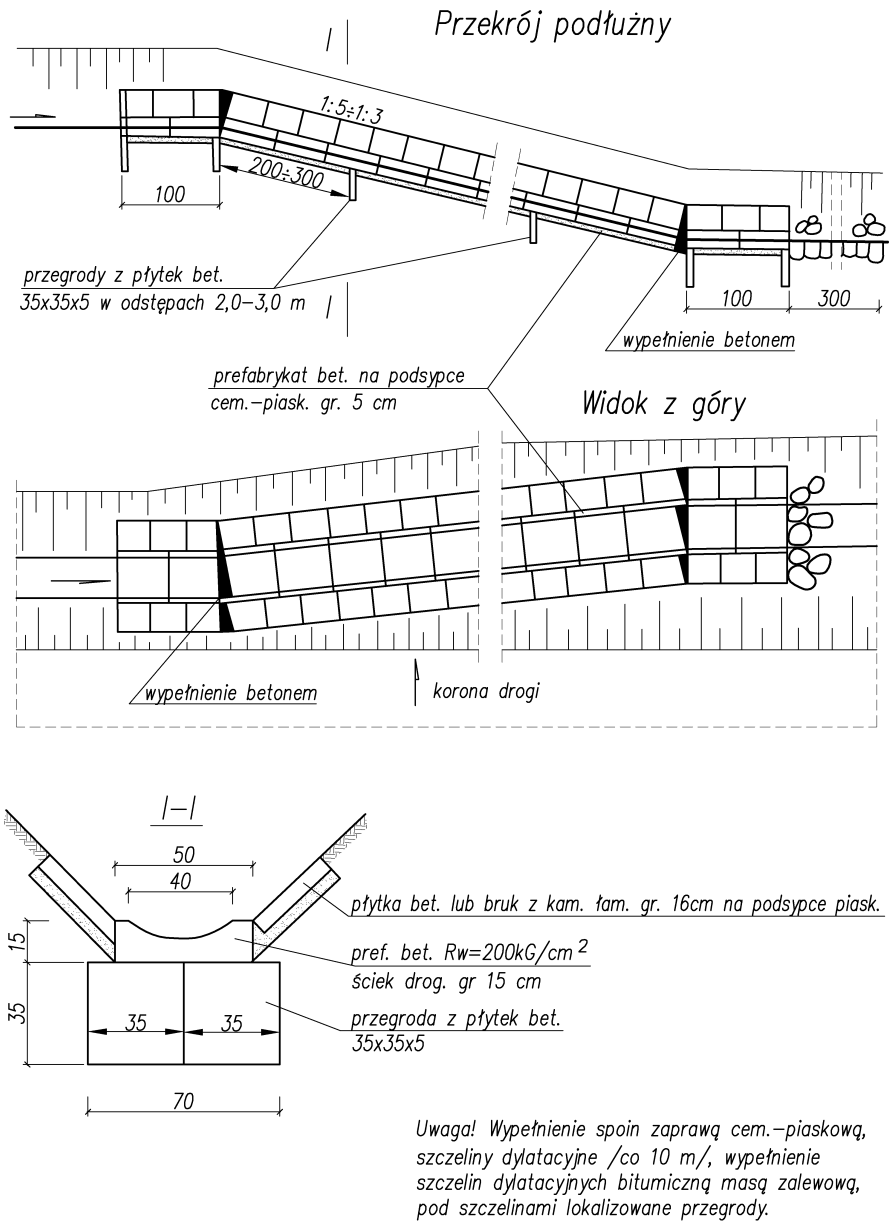
Obliczenia hydrauliczne elementarne

Obliczenia hydrauliczne pojedynczych cieków, tj. rowów, ścieków, przepustów i kanałów przeprowadza się w oparciu o metodę granicznych natężeń deszczu według normy **PN-S-02204**.

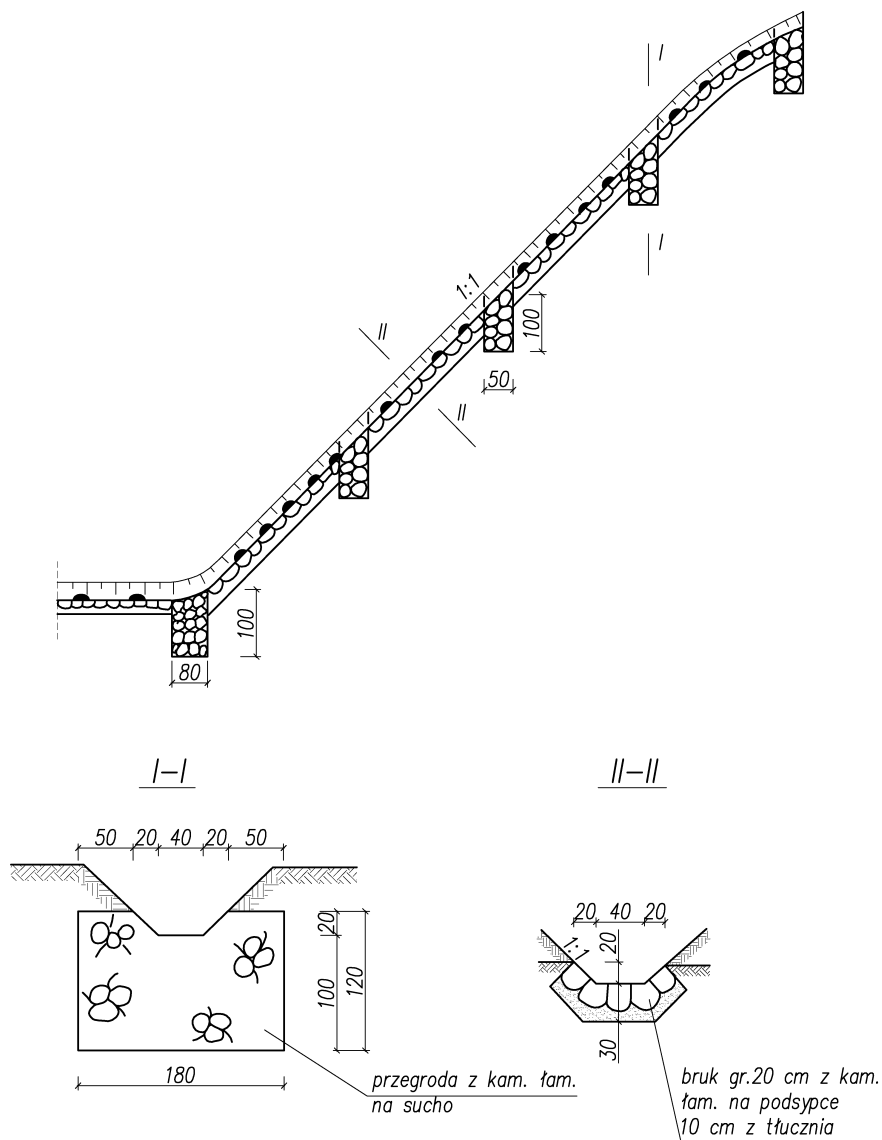


Rys. 10.1. Przykładowe przekroje rowów i ścieków

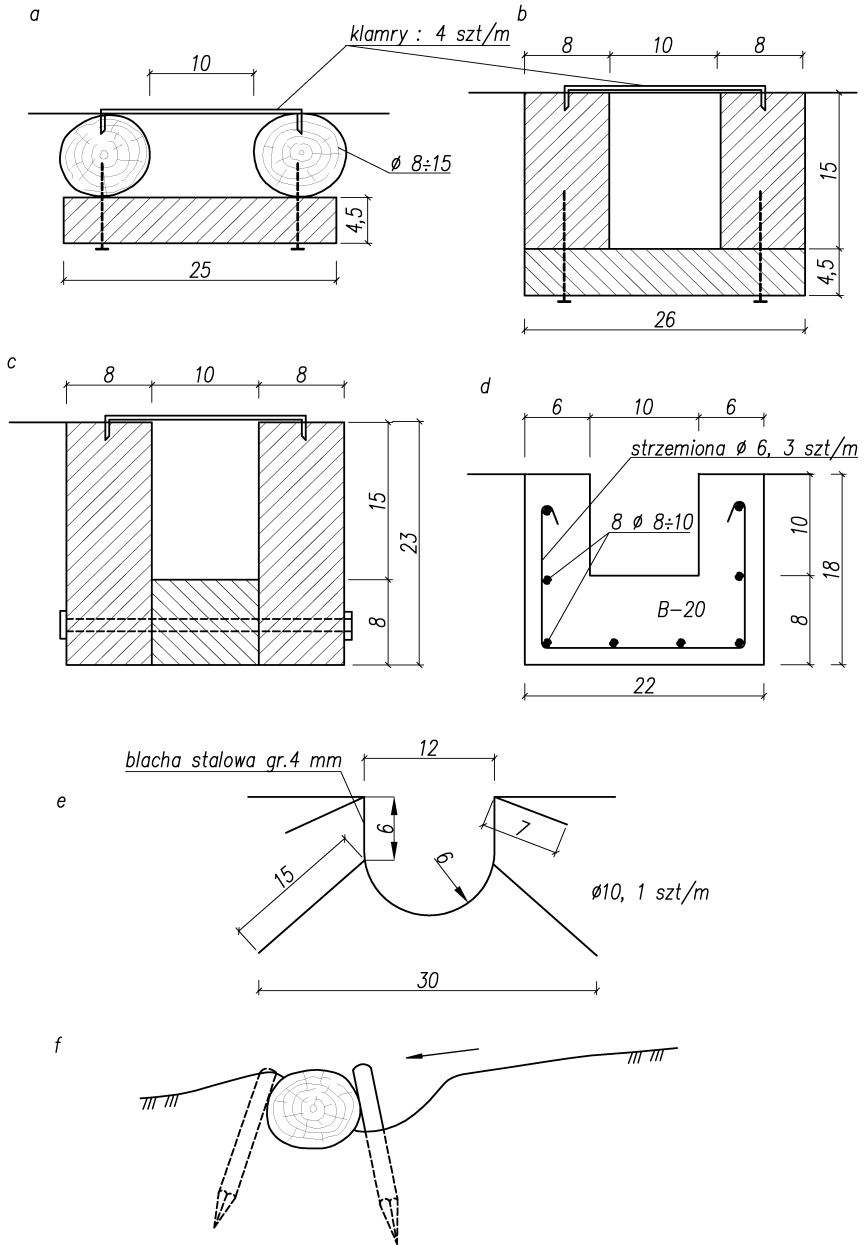
- a - rów trójkątny
- b - rów trapezowy
- c - ściek jednoskrzydłowy



Rys. 10.2. Bystrotok na rowie otwartym z prefabrykatów betonowych



Rys. 10.3. Bystrotok na rowie otwartym, brukowany



Rys. 10.4. Przekroje typowych wodopustów

a - drewniany z bali

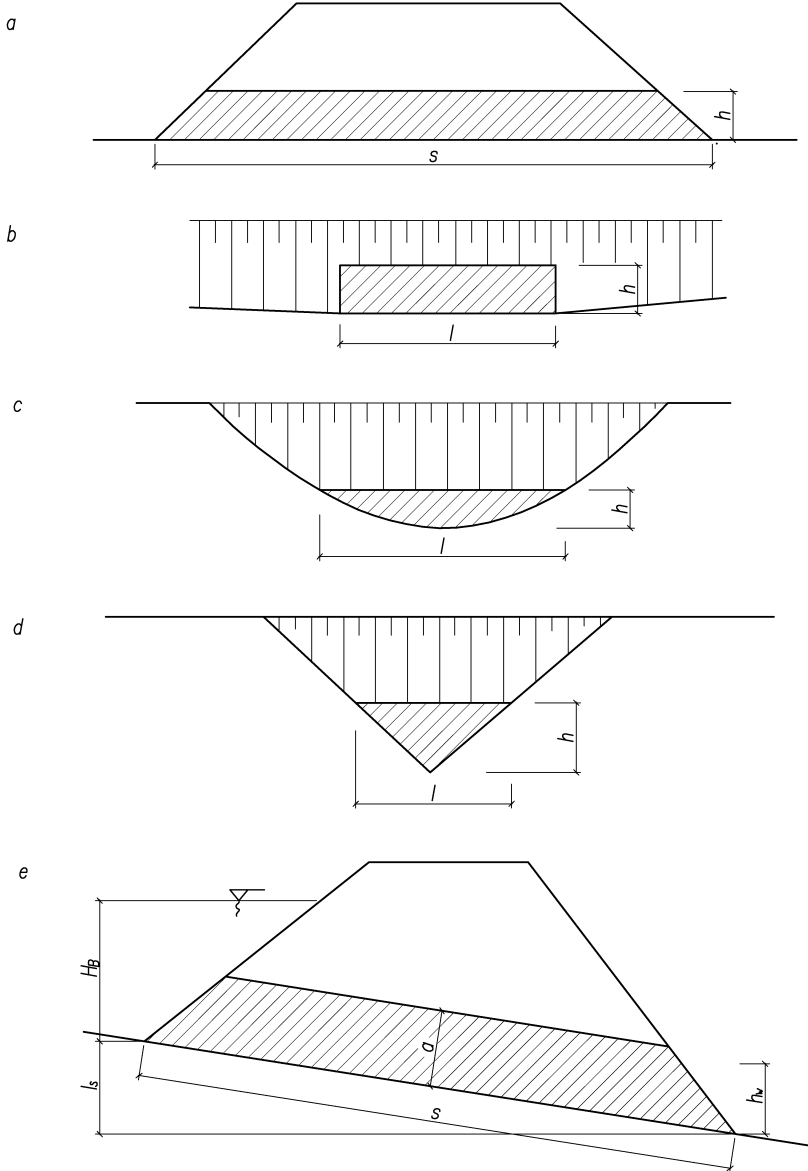
b - drewniany z krawędziaków Typ I

c- drewniany z krawędziaków Typ II

d - żelbetowy

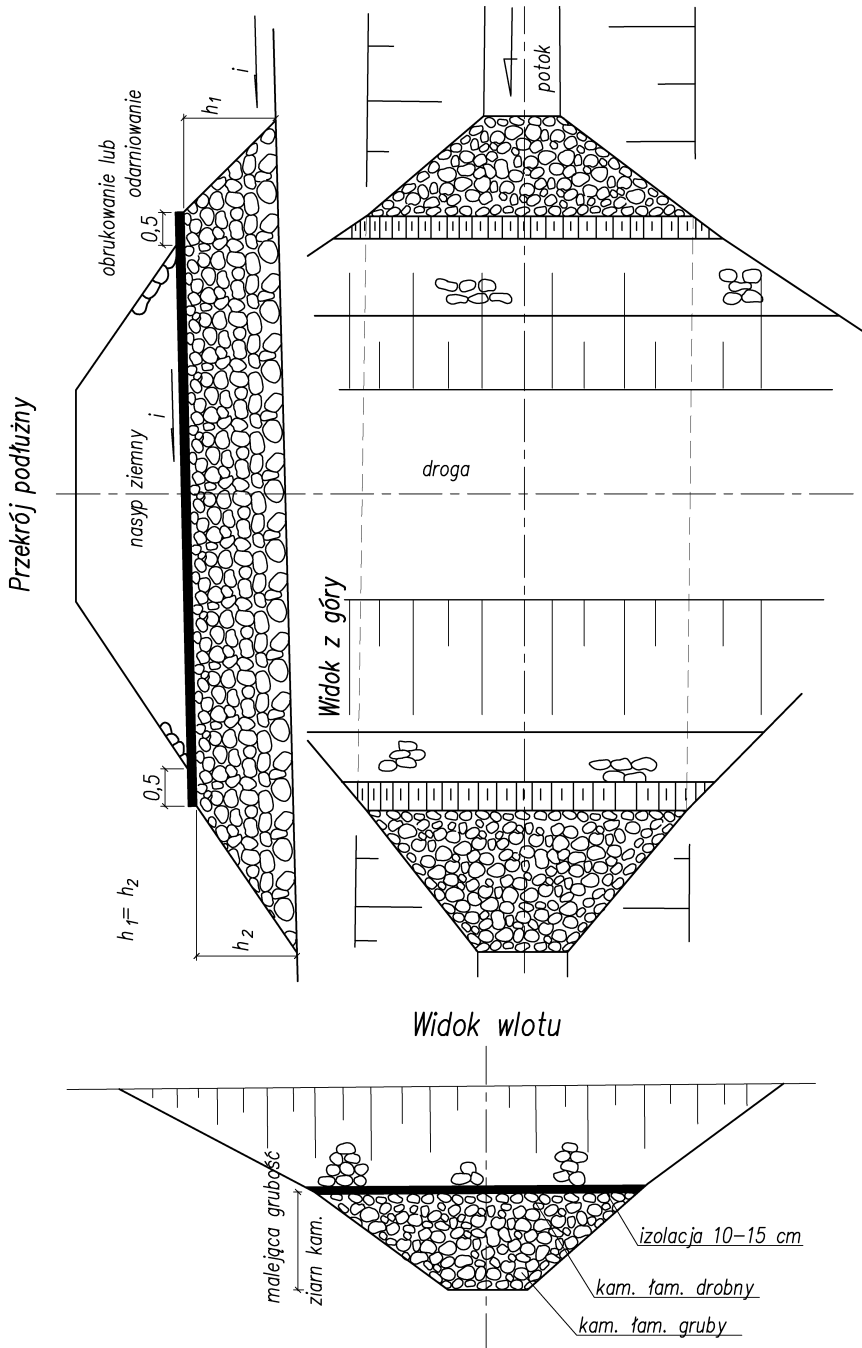
e - stalowy

f - z kamienia lub drewna

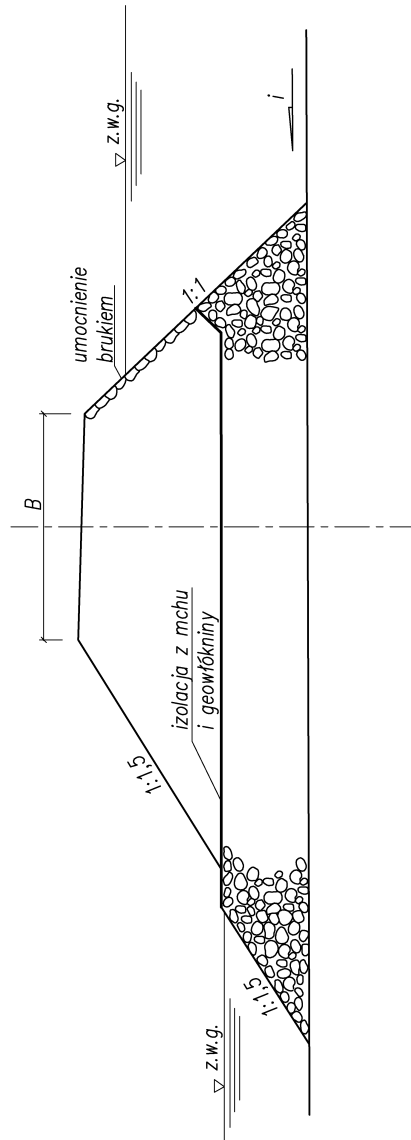


Rys. 10.5. Nasypy filtracyjne

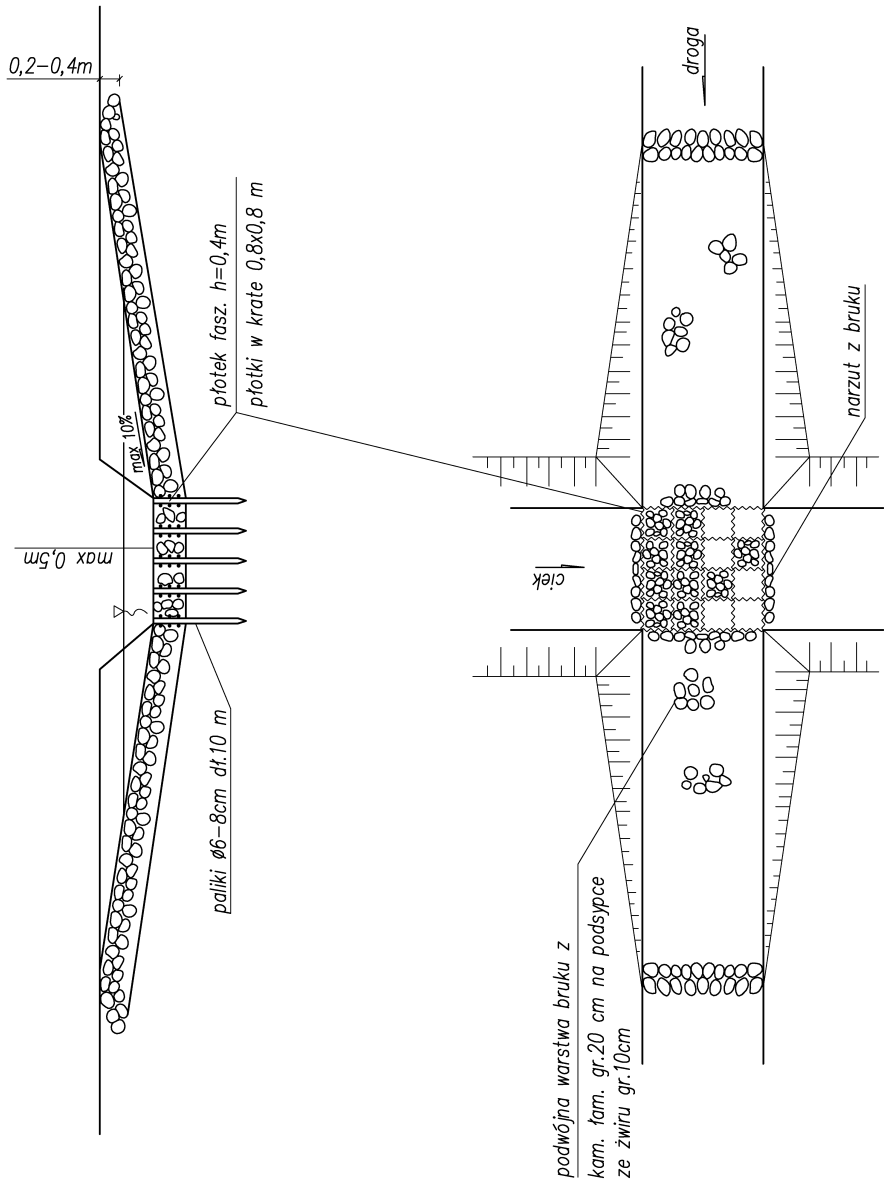
- a - nasyp poziomy o poziomej podstawie
- b - wkładka filtracyjna prostokątna
- c - wkładka filtracyjna paraboliczna
- d - wkładka filtracyjna trójkątna
- e - nasyp na stoku



Rys. 10.6. Nasyp filtracyjny

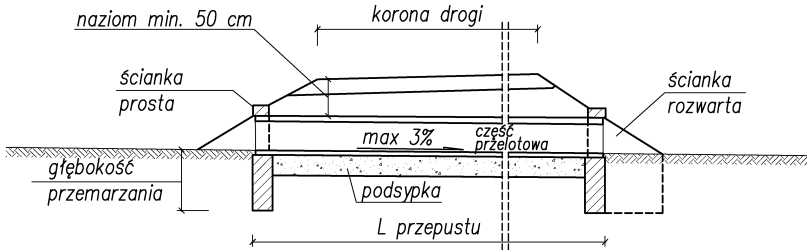


Rys. 10.7. Nasyp filtracyjny z przepływem pod ciśnieniem

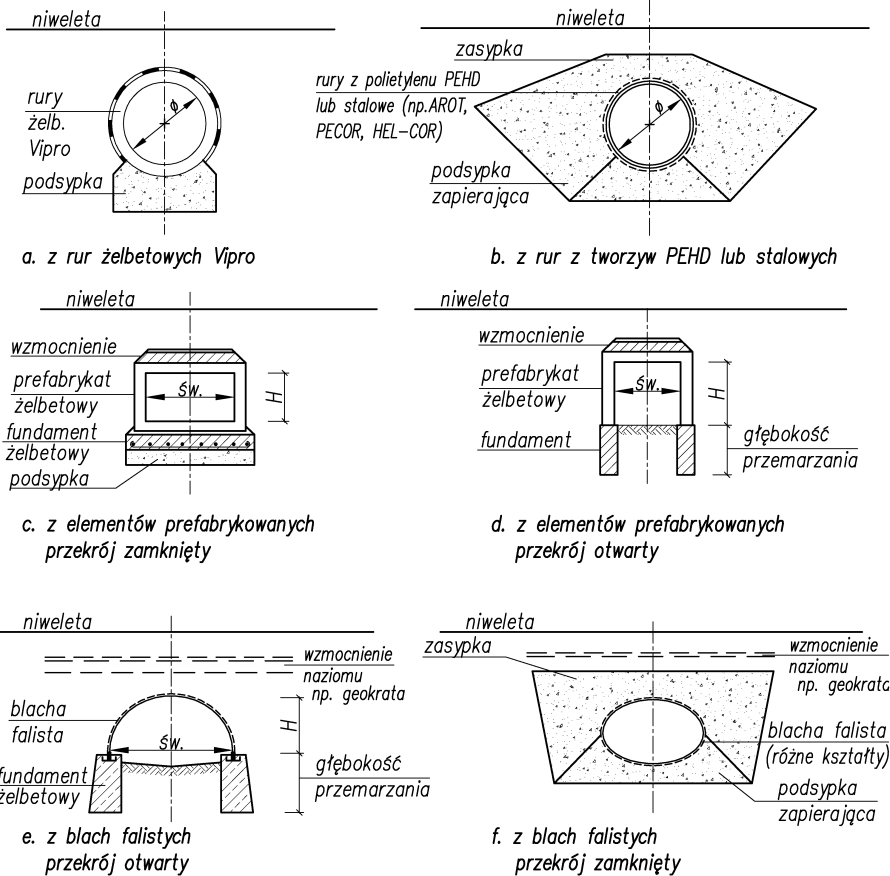


Rys. 10.8. Bród w korycie o dnie małonośnym

Przekrój podłużny przepustów



Rodzaje przepustów



Rys. 10.9. Przepusty

typy: a, b, f - na rowach i ciekach równinnych,
typy: c, d, e - na ciekach górskich

11. ZNAKI I URZĄDZENIA ZABEZPIECZAJĄCE

11.1. ZNAKI DROGOWE NA DROGACH LEŚNYCH

Art. 29 ustawy z dnia 28 września 1991 r. o lasach określa, kto i w jakich okolicznościach może poruszać się po drogach leśnych. Wynika z niego, że drogi leśne niedopuszczone do ruchu publicznego nie wymagają oznakowania. Zdarzają się jednak sytuacje wynikające z przebiegu drogi leśnej (np. przeplatanie z drogą publiczną), które powodują potrzebę regulacji ruchu. W takich przypadkach można na drodze leśnej ustawić znaki B1 (zakaz ruchu) lub B2 (zakaz wjazdu) zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003 r. w sprawie szczegółowych warunków technicznych dla znaków i sygnałów drogowych oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego i warunków ich umieszczania na drogach. Należy przy tym pamiętać, że decydując się na ustawienie znaków zakazu należy oznakować wszystkie połączenia z drogami publicznymi na danym obszarze leśnym.

Drogi leśne dopuszczone do ruchu publicznego zgodnie z art. 29 ustawy, muszą być oznakowane drogowiskiem stosowanym na drogach publicznych. Na takiej drodze należy również wyznaczyć i oznakować miejsca postoju pojazdów.

Regionalne Dyrekcje Lasów Państwowych mogą w obszarze swojego działania określić zasady oznakowań dróg leśnych na potrzeby prowadzonej działalności. Dotyczy to w szczególności znaków kierunkowych i informacyjnych. Zaleca się wówczas zastosowanie znaków odmiennych od dróg publicznych, aby nie wprowadzać u użytkowników dróg mylnego wrażenia o dostępności drogi leśnej.

Określając zasady oznakowania dróg należy pamiętać, że:

- na drogach leśnych obowiązują przepisy Prawa o ruchu drogowym,
- skrzyżowania dróg leśnych są skrzyżowaniami równorzędnymi,
- w przypadku konieczności regulacji ruchu na skrzyżowaniu wyjątkowo można ustawić znaki A7 (ustęp pierwszeństwa przejazdu) lub B20 (stop),
- na drogach leśnych obowiązuje ograniczenie prędkości do 30 km/h.



Rys. 11.1. Przykładowe znaki leśne: a) przykłady tablic, b) znak kierunkowy stosowany na drogach leśnych ogólnodostępnych (E3), c) przykład znaku kierunkowego na drogach leśnych

11.2. URZĄDZENIA ZABEZPIECZAJĄCE

11.2.1. Wprowadzenie

Ruch na drogach leśnych jest na ogół sporadyczny i odbywa się z niewielką prędkością. Stąd zakres stosowania urządzeń bezpieczeństwa ruchu jest znacznie węższy niż na drogach publicznych. Urządzenia zabezpieczające powinny być stosowane tylko w rzeczywistości niezbędnych przypadkach. Wynika to między innymi ze szczególnych cech ruchu na tych drogach. W ruchu tym uczestniczą kierowcy samochodów ciężarowych średniej i dużej ładowności, często z naczepami lub przyczepami, a więc posiadacze zawodowych praw jazdy, o większych niż przeciętne umiejętnościach i doświadczeniu zawodowym. W dużej części są zaznajomieni z drogami, którymi się poruszają.

Udział w ruchu innych kierujących - kierowców ciągników rolniczych, woźniców i rowerzystów, a tym bardziej przypadkowych kierowców - jest niewielki. Stąd możliwość ograniczenia zarówno liczby jak i zakresu stosowania urządzeń zabezpieczających do najbardziej niezbędnych.

W założeniu urządzenia zabezpieczające, a w szczególności zabezpieczenia krawędzi dróg, stosowane na drogach, mają pełnić jedynie funkcje pomocnicze. Podstawowym natomiast środkiem przeciwdziałającym zagrożeniom bezpieczeństwa ruchu, w tym m.in. zjechaniu pojazdu z drogi, musi być na tych drogach zachowana należyta ostrożność i należyte umiejętności kierujących. Założeniom tym powinny być podporządkowane decyzje związane ze stosowaniem urządzeń zabezpieczających na tych drogach.

W projektowaniu urządzeń zabezpieczających na drogach należy uwzględnić fakt dużej nierównomierności ruchu na tych drogach. Inny powinien więc być zakres stosowania tych urządzeń, np. na drogach leśnych głównych, gdzie intensywność ruchu może być dość duża, a inny na drogach wykorzystywanych rzadko, a tym bardziej doraźnie.

Stąd konieczność rozważnego podejmowania decyzji o stosowaniu urządzeń zabezpieczających na określonych drogach, tak by dróg tych nie wyposażać w sposób nadmierny i nieuzasadniony, lecz równocześnie, by znalazły się na nich te zabezpieczenia, które są niezbędne technicznie, uzasadnione ekonomicznie i konieczne ze względu na dobro interesu społecznego.

Większe zastosowanie na drogach powinny mieć zastawy i zapory oraz wały ochronne, szczególnie tam, gdzie ruch pojazdów może wyrządzić znaczne szkody w środowisku leśnym i gdy środowisko podlega szczególnej ochronie.

11.2.2. Słupki ograniczające (pachołki) i prowadzące

Określenia ogólne i zasady stosowania

Słupki ograniczające (pachołki) stosowane są w celu wyznaczenia krawędzi drogi w sposób ograniczający ruch użytkowników drogi do tej jej części w przekroju poprzecznym, na której nie zachodzi zagrożenie obsunięcia się krawędzi drogi. Słupki prowadzące stosowane są w celu wzrokowego prowadzenia kierujących w warunkach lub w sytuacjach, które utrudniają lub uniemożliwiają rozpoznanie dalszego ciągu drogi. Słupki stosowane na drogach często spełniają równocześnie obie te funkcje.

Na drogach nie przewiduje się szerszego stosowania słupków ograniczających. Stosowanie tych słupków może być jednak uzasadnione w następujących podstawowych przypadkach:

- na drogach w grząskim lub bagnistym terenie, gdy jest konieczne wyraźne wskazanie, że wyjazd poza krawędź drogi jest niedogodny lub niebezpieczny (możliwość ugrzęźnięcia lub przewrócenia pojazdu, itp.), szczególnie na odcinkach bez uformowanego pasa odkładu,
- na drogach stokowych lub innych, gdy jest konieczne wskazanie kierującym dalszego przebiegu drogi oraz wyraźne wyznaczenie jej krawędzi,
- na nasypach o wysokości większej od 3,5 m,
- na odcinkach dróg z głębokimi rowami,
- w miejscach, gdzie występują utrudnienia w prawidłowym określeniu dalszego przebiegu drogi i konieczne jest wzrokowe wyznaczenie tego przebiegu (łuki o małym promieniu w otwartym terenie, wprowadzający w błąd układ otoczenia drogi i inne).

Słupki ograniczające i prowadzące ustawia się w odległości 0,5-0,75 m od krawędzi jezdni. Zaleca się stosowanie następujących odległości między słupkami ograniczającymi i prowadzącymi:

- na łukach poziomych - $1/10$ promienia, lecz nie mniejsze niż 5,0 m,
- na odcinkach prostych - od 10,0 do 30,0 m.

Odległość ta może być zmniejszona lub zwiększona w zależności od warunków i potrzeb lokalnych.

Rodzaje słupków

Na drogach zaleca się szerokie stosowanie słupków drewnianych wykonywanych z materiałów lokalnych. Słupki te powinny jednak mieć wysokość, po osadzeniu w gruncie, nie mniejszą niż 0,75 m. Nie dopuszcza się wykonywania słupków ze stali lub innych metali - nawet złomowych. Dane konstrukcyjne i wymiarowe słupków drewnianych przedstawiono na rysunku 11.2. Górna część słupka powinna być pomalowana farbą koloru żółtego. Dolną część słupka drewnianego należy impregnować.

11.2.3. Tyczki prowadzące śniegowe

Określenia ogólne i zasady stosowania

Tyczki prowadzące śniegowe stosuje się na drogach, na których musi być utrzymana przejezdność drogi w zimie, w warunkach, gdy warstwa śniegu zaciera możliwość odróżnienia jezdni od rowu lub otaczającego terenu. Tyczki prowadzące śniegowe należy stosować na identycznych zasadach, jak słupki prowadzące.

Nie należy ich stosować na odcinkach dróg, gdzie nie ma rowów przydrożnych, a drzewa i krzewy wyznaczają wyraźnie przebieg trasy drogowej. Nie należy ich również stosować tam, gdzie wystąpienie pokrywy śnieżnej o grubości przekraczającej wysokość słupków prowadzących i ograniczających jest mało prawdopodobne.

Odległości między tyczkami należy określać każdorazowo w zależności od warunków lokalnych. Odległości te mogą być podobne lub identyczne, jak dla słupków prowadzących. Zaleca się stosowanie rozstawu tyczek około 30,0 m na odcinkach prostych i około 8,0-10,0 m na łukach o małym promieniu.

Rodzaje tyczek śniegowych

Stosuje się tylko jeden rodzaj tyczek prowadzących śniegowych (rys. 11.3.) - tyczki, wykonane z materiałów lokalnych (drewno dowolnego rodzaju i gatunku). Długość tyczek wynosi od 2,5 do 3,0 m - przy czym głębokość osadzenia w zależności od rodzaju i spoistości gruntu powinna wynosić od 0,5 m (tyczki o długości 2,5 m, grunty spoiste) do 0,75-0,80 m (tyczki o długości 3,0 m, grunty mało spoiste).

Zaleca się zamocowanie (przybicie, przywiązanie, itp.) na wierzchołkach tyczek pasków z folii z tworzyw syntetycznych o dowolnej lecz jaskrawej, silnie kontrastowej barwie, o długości 120-150 mm i szerokości 20-35 mm. Nie zaleca się stosowania tyczek śniegowych o średnicach większych niż 50 mm. Dopuszcza się stosowanie tyczek łączonych.

11.2.4. Poręcze drogowe drewniane

Uwagi ogólne i zasady stosowania

Poręcze drogowe drewniane są urządzeniami zabezpieczającymi, wyznaczającymi krawędź drogi, lecz nie przeznaczonymi do utrzymania cięższych pojazdów na drodze. W sposób dostatecznie skuteczny zabezpieczają one natomiast pieszych, rowerzystów i pojazdy zaprzęgowe korzystające z drogi.

Stosowanie drewnianych poręczy drogowych jest uzasadnione w następujących podstawowych przypadkach:

- a) gdy droga prowadzona jest na nasypie albo w bezpośredniej bliskości skarpy lub urwiska o nachyleniu równym lub większym od 1:1,5 i o wysokości większej od 3,5 m, lecz mniejszej od 6,0 m, na drogach wywozowych użytkowanych okresowo lub stale, gdy wysokość ta jest większa od 6,0 m, wskazane jest stosowanie stalowych poręczy drogowych,
- b) na odcinkach o niezbędnej długości przed i za obiektami mostowymi,
- c) na łukach dróg, gdy w odległości mniejszej od 15,0 m znajduje się skarpa lub urwisko o wysokości większej od 6,0 m, jeżeli równocześnie wymagają tego warunki prowadzenia wzrokowego,
- d) dla odgradzenia drogi od przyległych dróg publicznych, parkingów, placów składowych, itp.,
- e) w przypadkach, gdy jest konieczne oddzielenie drogi od innych dróg lub terenów użytkowania publicznego bezpośrednio przyległych do tej drogi, jeżeli stosowanie standardowych ogrodzeń zostanie uznane za niewłaściwe i niecelowe,
- f) nad przepustami, gdy wlot lub wylot znajduje się więcej niż 3,5 m poniżej niwelety nawierzchni,
- g) w innych przypadkach, gdy jest to uzasadnione warunkami wzrokowego prowadzenia kierujących pojazdami drogowymi lub fizycznego zabezpieczenia innych użytkowników drogi.

W przypadkach określonych w podpunktach d/ i e/ nie jest konieczne utrzymanie warunku dostatecznie dużej wytrzymałości prowadnicy poręczy. Prowadnice te mogą mieć przekrój mniejszy niż w pozostałych przypadkach stosowania poręczy drogowych.

Rodzaje poręczy drewnianych

Przewiduje się stosowanie poręczy drewnianych:

- z prowadnicami z żerdzi drewnianych nieimpregnowanych, ewentualnie zabezpieczanych powierzchniowo, na drewnianych słupkach impregnowanych (rys. 11.4.),
- z prowadnicami z krawędziaków impregnowanych na impregnowanych słupkach.

Poręcze drewniane powinny być wykonywane z materiałów lokalnych (rys 11.5.).

Dopuszczalne są doraźne zmiany wymiarów i konstrukcji poręczy w zależności od warunków i potrzeb lokalnych (w tym zmiany rozstawu słupków, zamocowania prowadnicy do słupków, itp.), z tym że zmiany te nie powinny zmniejszać wytrzymałości poręczy. Przykładowe konstrukcje i wymiary poręczy drogowych drewnianych przeznaczonych do stosowania na drogach przedstawiono na rysunkach.

11.2.5. Drogowe bariery ochronne stalowe

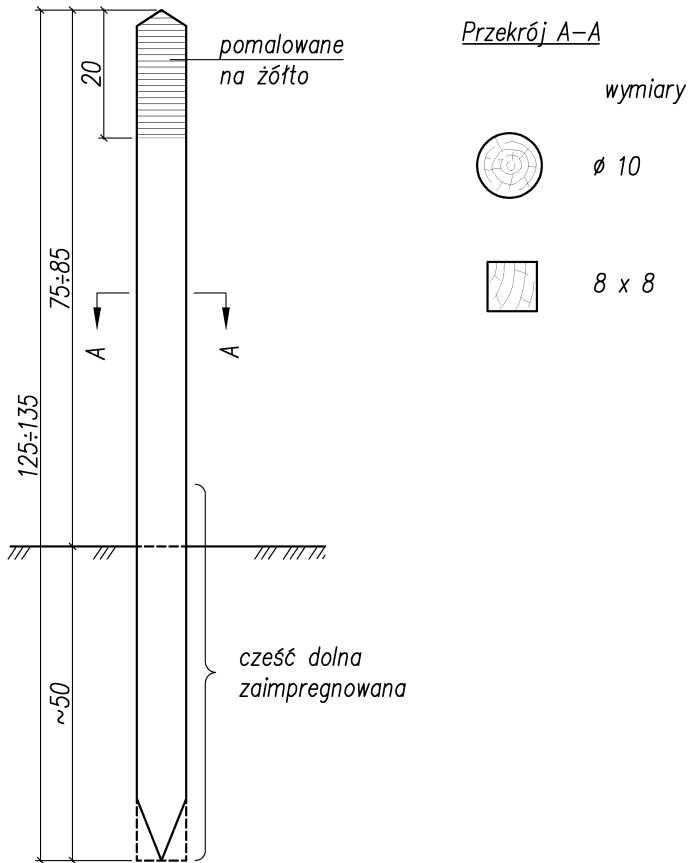
Zastosowanie tych barier na drogach leśnych powinno mieć zawsze charakter wyjątkowy. W każdym przypadku zastosowanie tych barier powinno być szczegółowo uzasadnione

- na drogach nowych przez projektanta drogi, na drogach istniejących przez zarządcę drogi.

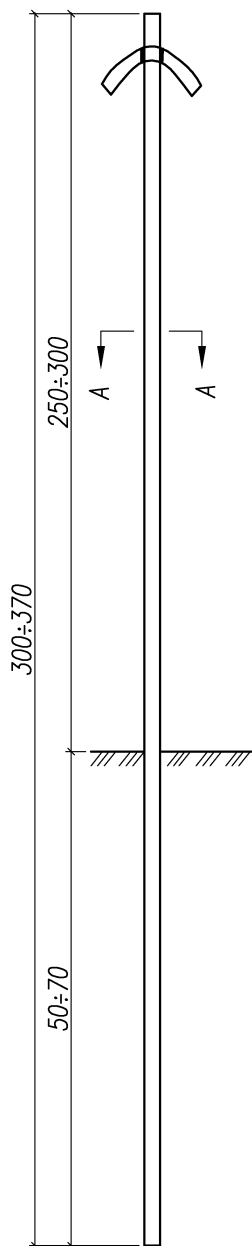
Drogowe bariery ochronne mogą być stosowane na drogach leśnych w następujących przypadkach o szczególnym znaczeniu:

- gdy droga leśna, stanowiąca drogę wywozową, użytkowana stale lub okresowo, prowadzona jest bezpośrednio przy krawędzi wykopu, w którym znajduje się linia kolejowa o prędkości pociągów przekraczających 60 km/h, dotyczy to również dróg na zboczach, u podnóża których znajduje się linia kolejowa, bariery stalowe należy stosować szczególnie w przypadkach, gdy tor kolejowy biegnie po łuku i jego widoczność dla maszynistów pojazdów trakcyjnych jest ograniczona,
- gdy droga leśna stanowiąca drogę wywozową prowadzona jest bezpośrednio przy krawędzi wykopu, w którym znajduje się droga szybkiego ruchu samochodowego i różnica poziomów jest większa od 6,0 m na długości co najmniej 15,0 m, dotyczy to również dróg na zboczach, u podnóża których znajduje się droga szybkiego ruchu lub inna droga o podobnym charakterze,
- gdy droga leśna, niezależnie od jej charakteru, prowadzona jest na spadku o pochyleniu większym od 8% na długości większej niż 50,0 m i przechodzi w łuk poziomy o promieniu mniejszym od 40,0 m (w poziomie lub na spadku), a na jej przedłużeniu, za urwiskiem, skarpę nasypu lub zboczem, znajduje się linia lub stacja kolejowa, droga szybkiego ruchu lub inna droga krajowa o dużym natężeniu ruchu samochodowego (powyżej 800 samochodów rzeczywistych na dobę), obiekty użyteczności publicznej, grupy zabudowań mieszkalnych lub przemysłowych, itp.,
- w innych przypadkach szczególnych, gdy sposób prowadzenia drogi (łuki na spadkach, itp.) oraz rodzaj i charakter jej otoczenia (stacje wysokiego napięcia, zbiorniki paliwowe, itp.) stwarzają możliwość zagrożenia bezpieczeństwa publicznego o poważnym charakterze.

Rodzaje barier stalowych i sposób ich ustawienia są zawarte w instrukcji stosowania barier.



Rys. 11.2. Słupki ograniczające i prowadzące drewniane o przekroju okrągłym i kwadratowym



Przekrój A-A

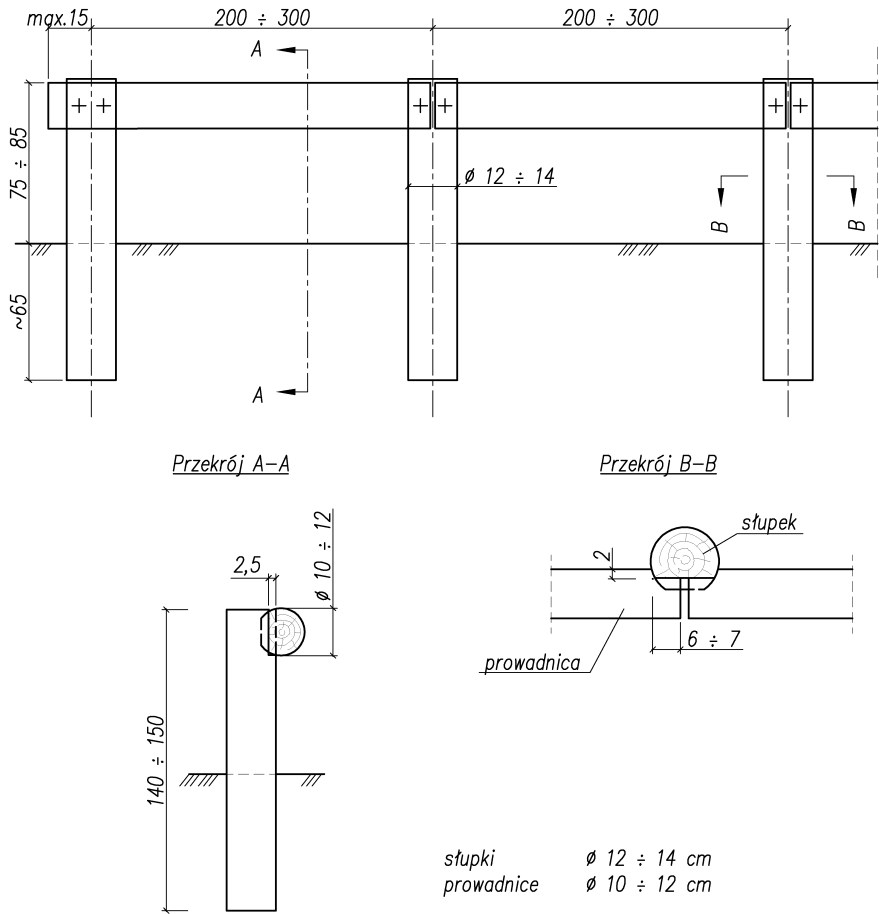
wymiary



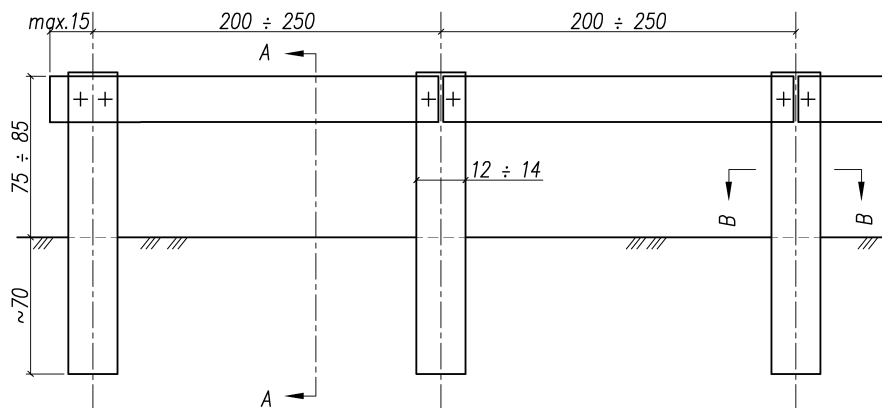
Ø 3.5 ÷ 4.5

*Uwaga:
Tyczki mogą być wykonane
jako łączone*

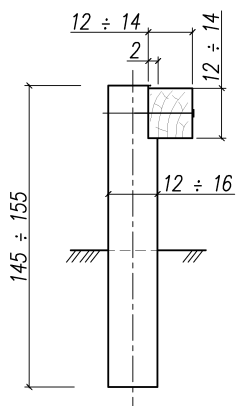
Rys. 11.3. Tyczki śniegowe



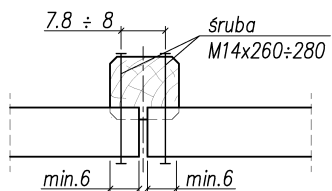
Rys. 11.4. Poręczę drogowe drewniane z przewodnicami z żerdzi



Przekrój A-A

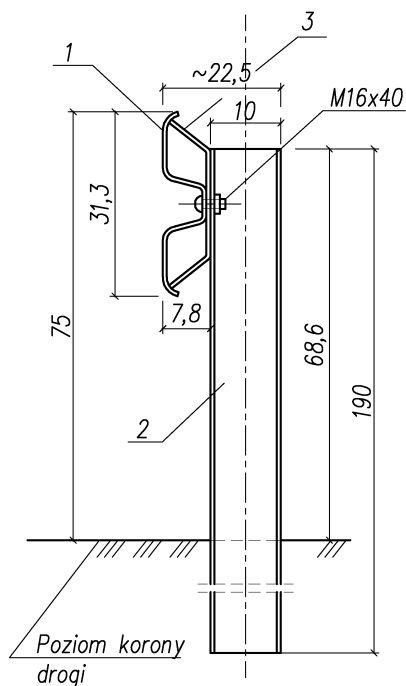


Przekrój B-B



słupki \varnothing 12 ÷ 14 cm
 prowadnice \varnothing 10 ÷ 12 cm

Rys. 11.5. Poręcze drogowe drewniane z prowadnicami z krawędziaków



1. Prowadnica (profilowana taśm stalowa)
2. Słupek I lub C 100
3. Wspornik prowadnicy

Rys. 11.6. Drogowe bariery ochronne stalowe (typ SP-04)

11.3. BEZPIECZEŃSTWO NA PRZEJAZDACH KOLEJOWYCH

Zgodnie z § 9 niżej przytoczonego rozporządzenia przejazdu na drogach leśnych można zaliczyć do kategorii D i kategorii F - przejazdy użytku niepublicznego. Przejazdy kategorii F powinny być wyposażone w rogatki stale zamknięte, otwierane przez użytkowników w razie potrzeby.

Urządzenie przejazdów wymaga zgody właściwej miejscowo dyrekcji okręgowej kolei państwowych w zakresie ustalenia warunków zabezpieczenia ruchu i warunków korzystania z przejazdów. Drogi gruntowe na przejazdach i dojazdach do przejazdów powinny mieć nawierzchnię twardą na długości, co najmniej 10 m, licząc od skrajnej szyny z każdej strony przejazdu.

Za bezpieczeństwo na przejazdach użytku niepublicznego, do jakich zalicza się przejazdy na drogach leśnych odpowiadają - zgodnie z obowiązującymi przepisami - bezpośrednio ich użytkownicy. Zgodnie z przepisami, zarząd kolei zajmuje się znakami G-3 i G-4 (Krzyż św. Andrzeja), pozostałymi - zarząd drogi. Nawierzchnią na przejeździe w obrębie torowiska (płyty betonowe, itp.) zajmuje się zarząd kolei, poza torowiskiem - lasy.

Na przejazdach należy zapewnić widoczność pociągu z punktu oddalonego od toru o 6,5 m, z którego rusza stojący pojazd oraz z odległości 20 m, z jakiej kierowca jadącego pojazdu ocenia możliwości przejazdu przez tory.

Literatura

Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 26 lutego 1996 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać skrzyżowania linii kolejowych z drogami publicznymi i ich usytuowanie (Dz. U. z 1996 r. Nr 33, poz. 144).

12. TECHNOLOGIE PRAC REMONTOWYCH NA DROGACH LEŚNYCH

12.1. WPROWADZENIE

Technologie remontów i przebudowy dróg leśnych gruntowych, gruntowych ulepszonych oraz dróg o nawierzchni twardej nieulepszonej oparto na „Technologii remontów nawierzchni na drogach leśnych” z 1994 r. wydanej przez Lasy Państwowe Dyрекcję Generalną Lasów Państwowych i „Drogmar”. Uaktualniono normy oraz terminologię wynikającą z nowej ustawy o drogach publicznych oraz z ustawy Prawo budowlane.

Zgodnie z Zarządzeniem nr 2196/2002 z dnia 5.11.2002 r. w sprawie „Wspólnego Słownika Zamówień” (Dz. Urz. WE L 340 z 16.12.2002 r., z późniejszymi zmianami), roboty remontowe kwalifikujemy do następujących grup, kategorii i klas:

45233225-2 Drogi jednopasmowe,

45233142-6 Roboty w zakresie naprawy dróg.

Przedstawione technologie można wykorzystać przy:

- planowaniu zakresu i rodzaju robót remontowych,
- określaniu zapotrzebowania na materiały do robót remontowych,
- nadzorze i odbiorach robót remontowych.

Remont drogi polega na przeprowadzeniu robót przywracających stan pierwotny drogi także przy użyciu wyrobów budowlanych innych niż użyte w stanie pierwotnym (art. 4, pkt 19 ustawy prawo budowlane). Remont dróg leśnych nie wymaga zgłoszenia robót do nadzoru budowlanego.

Przebudowa drogi polega na wykonaniu robót, w wyniku których następuje podwyższenie parametrów technicznych i eksploatacyjnych istniejącej drogi niewymagających zmiany granic pasa drogowego (art.4, pkt 18 ustawy prawo budowlane). Ponieważ zgodnie z art. 3 pkt 2 ustawy o lasach - drogi leśne są lasem, i nie wyodrębnia się na nich pasa drogowego, roboty budowlane na istniejących drogach niebędące remontami - są przebudową. Przebudowa natomiast nie wymaga uzyskania pozwolenia na budowę, a jedynie ewentualnego zgłoszeń robót.

12.2. ZAKRES PRAC REMONTOWYCH UJĘTYCH W OPRACOWANIU

Drogi leśne o nawierzchni gruntowej oraz z nawierzchnią żwirową, żużlową i tłuczniową, występują głównie na terenach lasów, dlatego ich remonty zostaną szczegółowo omówione. W opracowaniu pomija się remonty nawierzchni asfaltowych, betonowych, kostkowych, z płyt kamienno-betonowych, itp., jako nawierzchni występujących sporadycznie.

12.2.1. Drogi gruntowe naturalne i ulepszone

Naprawa drogi polega na przywróceniu nawierzchni gruntowej prawidłowego profilu poprzecznego i podłużnego, usunięciu nierówności i zapewnieniu właściwego odwodnienia. Sporadycznie występujące wyboje i koleiny wyrównuje się z zasady gruntem rodzimym i ubija ręcznie lub mechanicznie. Jeżeli uszkodzenia zajmują powyżej 15% powierzchni drogi, profiluje się całą nawierzchnię przy pomocy równiarek przyczepnych lub samojezdnych. Wtedy gdy samo profilowanie nie daje pożądanych efektów (droga w dalszym ciągu jest błotnista lub sypka) ulepsza się ją żwirem, mieszanką optymalną lub stabilizuje wapnem (grunty gliniaste), cementem (grunty piaszczyste). Drogi gruntowe o nienormatywnych łukach poziomych i pionowych oraz wąskim pasie drogowym wymagają przebudowy. Wykonuje się wtedy oprócz samego profilowania również korektę niebezpiecznych łuków, zakłada się przepusty pod drogą i na zjazdach.

Przy remontach dróg gruntowych należy pamiętać że:

- w wyniku remontu należy wyeliminować przyczynę tworzenia się deformacji,
- przed remontem trzeba odprowadzić stagnującą wodę z zagłębień i osuszyć wybój przez przekopanie rowków, wybranie i wyrzucenie plastycznego gruntu,
- remont nawierzchni gruntowej naturalnej wykonać trzeba przy użyciu gruntu rodzimego,
- remont nawierzchni gruntowej ulepszonej wykonać trzeba takim materiałem, jaki jest w istniejącej nawierzchni,
- przed profilowaniem konieczne wyczesać zrywarką i wybrać ręcznie grubsze korzenie i kamienie,
- grunt profilowany i nawierzchnie gruntowe ulepszone zagęszczać przy wilgotności optymalnej,
- im cięższy grunt tym większy należy stosować spadek poprzeczny (od 4% do 5 %) i głębszy rów-ściek (od 0,2 m do 0,4 m),
- przy każdym remoncie oprócz jezdni uprzątnąć i naprawić pobocza, rowy, przepusty, znaki drogowe, urządzenia zabezpieczające,
- pogrubienie na gruntach G2, G3 i G4 należy wykonać z zasady systemem powierzchniowym natomiast na gruntach G1 można wykonać systemem korytowym,
- przy kopaniu rowów ograniczyć do minimum ich głębokość,

12.2.2. Drogi twarde

Jeżeli zniszczenia nawierzchni są małe (do 15%), to naprawa dróg twardych polega na wykonaniu remontów. Przebudowę nawierzchni wykonuje się wówczas, gdy trzeba odtworzyć zniszczoną warstwę jezdni na powierzchni przekraczającej 15% powierzchni ogólnej nawierzchni. Przebudowy obejmują oprócz nawierzchni dodatkowe roboty polegające na:

- korekcie trasy w planie i profilu podłużnym,
- przebudowie odcinków przelomowych.

Przy każdym remoncie równocześnie z remontem nawierzchni wykonuje się następujące prace:

- ścinę zawyżonych i dosypanie zaniżonych poboczy,
- oczyszczenie rowów, przepustów, studzienek ściekowych, itd.

Przy przeprowadzaniu remontów dróg twardych należy pamiętać że:

- przed rozpoczęciem remontu trzeba określić przyczynę powstania deformacji i tak wykonać remont aby ją usunąć,
- należy użyć takiego rodzaju materiału, jaki jest w nawierzchni.
- przy remontach częściowych uszkodzone miejsca wyoskardowuje się na głębokość uszkodzenia nadając łacie regularne kształty prostokąta,
- stosowane materiały nie mogą zawierać cząstek większych od 2/3 głębokości uszkodzenia lub grubości układanej warstwy,
- przy oskardowaniu starej nawierzchni pozostawia się nie zerwaną warstwę tłucznia o grubości co najmniej 7 cm, gdy nawierzchnia ma prawidłowy profil nie zrywa się jej, lecz wykonuje oskardowanie w kratę (bruzdy pod kątem 45° od osi drogi w obu kierunkach w odstępach co 0,5 do 1,0 m oraz wzdłuż krawędzi jezdni),
- jeżeli nastąpi deformacja podłoża zrywa się całą nawierzchnię i układa nową, wykonując wszystkie prace dodatkowe, które wyeliminują przyczyny deformacji, np. wymiana podsypki, ułożenie geowłókniny, dogęszczenie podłoża, przebudowa urządzeń odwadniających, itp.

12.3. TECHNOLOGIE PRAC REMONTOWYCH NA DROGACH LEŚNYCH

Tab. 12.1. Zestawienie napraw uszkodzeń na drogach.

Lp.	Objawy uszkodzeń	Przyczyny uszkodzeń	Sposoby naprawy	Technologia wykonania w karcie nr
1.	2.	3.	4.	5.
1.	Wyboje sporadyczne	ruch, stagnacja wody w zagłębieniach	-drogi gruntowe -naprawa wyboi przy użyciu gruntu lub materiału takiego, jaki jest w istniejącej nawierzchni -drogi twarde -remont nawierzchni: -tłuczniowej -brukowcowej	1 5 8
2.	Wyboje , koleiny na powierzchni pow.15% -uszkodzona tylko górna warstwa nawierzchni	ruch, stagnacja wody w zagłębieniach	-drogi gruntowe naturalne i ulepszone -profilowanie nawierzchni -drogi twarde -przebudowa nawierzchni bez pogrubienia konstrukcji: -tłuczniowej -brukowcowej	3 5 9
		za mała grubość nawierzchni	-drogi gruntowe ulepszone -przebudowa nawierzchni z pogrubieniem warstwy konstrukcyjnej -drogi twarde -przebudowa nawierzchni z pogrubieniem warstwy konstrukcyjnej oraz ewentualne wykonanie powierzchniowego utrwalenia na odcinkach o dużych spadkach podłużnych zapobiegającemu erozji nawierzchni	4 6, 9
3.	Głębokie koleiny i wyboje (w nawierzchniach twardych uszkodzona i zdeformowana cała konstrukcja nawierzchni)	- brak powierzchniowego odwodnienia, -rowów - wysoki poziom wody gruntowej - brak warstwy odsączającej lub odcinającej - brak odprowadzenia wody z podłoża wątpliwego lub wysadzinowego pod nawierzchnią - nieodpowiedni materiał na warstwę odsączającą - zamulone rowy, sączki, - zawyżone pobocza	-drogi gruntowe naturalne -profilowanie (wykonanie) drogi zgodnie z projektem -drogi twarde -przebudowa: zerwanie starej nawierzchni i ułożenie nowej po uprzednim przeprowadzeniu prac eliminujących przyczyny tworzenia się deformacji (przełomów): - nawierzchnia tłuczniowa - nawierzchnia brukowcowa	3 wg. dokumentacji
4.	Pomimo zapewnienia powierzchniowego odwodnienia, po wykonaniu prac wymienionych w pkt. 3 na drodze gruntowej tworzy się błoto i ponownie nawierzchnia deformuje się	słabonośny lub luźny grunt podłoża	wykonanie nawierzchni ulepszonej: - z mieszanki optymalnej - z mieszanki żwirowej - stabilizowanej wapnem (w gruntach gliniastych) - stabilizowanej cementem (w gruntach piaszczystych) - wzmocnienie podłoża geowłókniną i geokratą	wg projektu

KARTA TECHNOLOGICZNA NR 1

Remont sporadycznych wyboi, dróg gruntowych naturalnych i ulepszonych

Zakres stosowania

Remont stosuje się wtedy, gdy powierzchnia wybojów i kolein nie przekracza 15% powierzchni ogólnej nawierzchni dróg gruntowych naturalnych, ulepszonych mieszanką piaszczysto-gliniastą, żwirem lub żużlem paleniskowym.

Opis robót

Remont sporadycznych wyboi dróg gruntowych polega na:

- wykonaniu rowka odwadniającego i wyrzuceniu ewentualnego błota,
- lekkim wzruszeniu wyboju,
- wypełnieniu wybojów i rowka gruntem miejscowym lub materiałem takim, jaki jest w nawierzchni,
- ubiciu ubijakiem naprawionych miejsc z ewentualnym polewaniem wodą w celu zagęszczenia materiału przy wilgotności optymalnej.

Nawierzchnię piaszczysto-gliniastą naprawia się mieszanką taką, jak w nawierzchni - po uprzednim jej przygotowaniu, nawierzchnię żwirową pospółką miejscową a nawierzchnię żużlową - pospółką.

Materiały

Grunt rodzimy spoisty (piaski gliniaste, pyły, gliny, ily)

Grunty te tworzą spoiste bryłki a pojedynczych ziaren nie da się odróżnić nieuzbrojonym okiem. Materiałem podstawowym jest grunt spoisty pozyskany obok drogi, zagęszczony przy wilgotności optymalnej.

a) stan istniejący

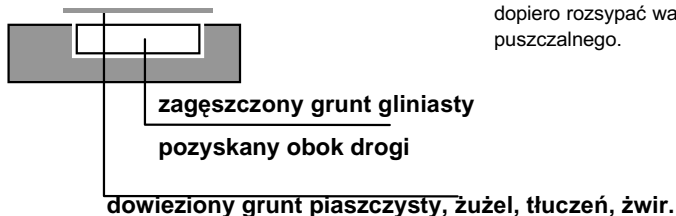


Uwaga:

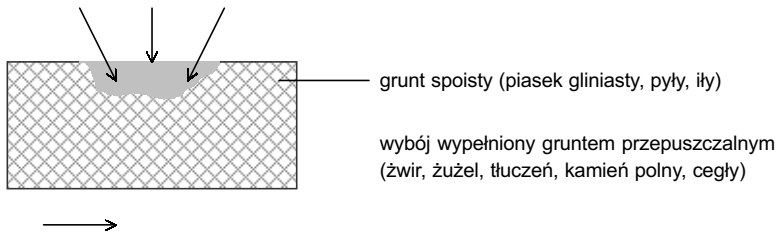
Należy zdjąć darninę i humus, jeżeli są na drodze oraz odprowadzić stagnującą wodę i wyrzucić błoto.

Nie wolno wsypywać gruntów przepuszczalnych oraz darniny, trocin, gruzu. Po wypełnieniu i zagęszczeniu wyboju gruntem spoistym na wierzchu można dopiero rozsypać warstwę gruntu przepuszczalnego.

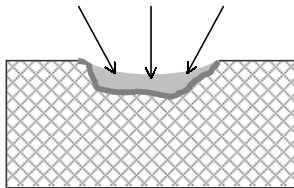
b) po naprawie



Rys 12.1. Naprawa wyboju w gruncie spoistym

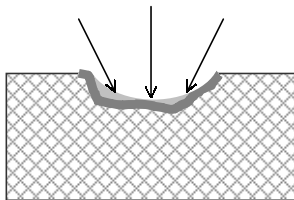


początek deformacji



1. Woda przesiąka przez materiały przepuszczalne i zatrzymuje się na nieprzepuszczalnych ściankach wyboju rozmiękczając je - tworzy się, tracący stopniowo nośność grunt plastyczny.
2. Wsypany materiał wypiera grunt plastyczny z dna wyboju.
3. Wsypany materiał osiada.

postępująca deformacja

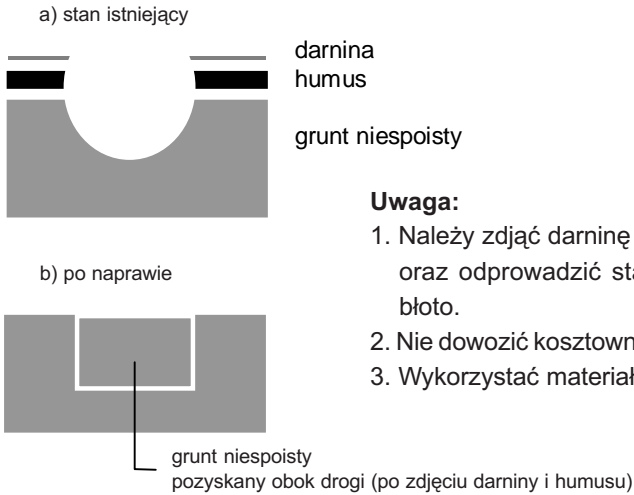


1. W miarę zwiększania się wyboju spływa coraz więcej wód opadowych.
2. Wsypany materiał miesza się z gliną i staje się nieprzydatny.
3. Wybój tworzy się na nowo.

Rys. 12.2. Źle naprawiony wybój w gruncie spoistym

Grunt rodzimy niespoisty (żwir, pospółka, piasek).

Materiałem podstawowym jest grunt pozyskany obok drogi, zagęszczony przy wilgotności optymalnej.



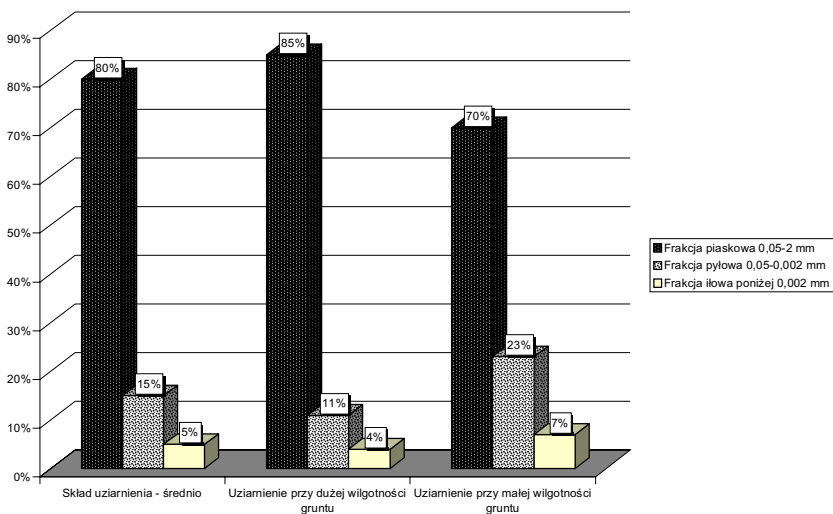
Uwaga:

1. Należy zdjąć darninę i humus jeśli są na drodze oraz odprowadzić stagnującą wodę i wyrzucić błoto.
2. Nie dowozić kosztownych materiałów z zewnątrz.
3. Wykorzystać materiał znajdujący się obok drogi.

Rys 12.3. Naprawa wyboju w gruncie niespoistym

Mieszanka piaszczysto-gliniasta

Materiałem do naprawy wybojów powinna być mieszanka o składzie granulometrycznym takim, jaki jest w nawierzchni. Skład uziarnienia mieszanki powinien być zbliżony do zawartości przedstawionych na rys. 12.4:



Rys. 12.4. Skład mieszanki piaszczysto - gliniastej

Pospółka

Nawierzchnie żwirowe naprawiamy pospółką miejscową czyli mieszanką piasku i żwiru o wielkości ziaren: 0/8, 0/10, 0/12, 0/16, 0/20, 0/25, 0/40 lub 0/60 mm w zależności od głębokości wyboju.

Pospółka użyta do remontu może zawierać:

- pyłów mineralnych o wymiarach ziarn powyżej 0,05 mm do 5% ciężaru
- zanieczyszczeń obcych do 0,3% ciężaru
- ziarn o wymiarach 0,05-2 mm do 20-40% ciężaru
- wskaźnik emulgacji powinien wynosić do 0,40

Wielkość ziarn pospółki nie może przekraczać 2/3 głębokości wyboju.

Żużel paleniskowy

Do naprawy nawierzchni z żużla paleniskowego należy stosować pospółkę jw. Ze względu na ochronę środowiska leśnego nie należy stosować żużla paleniskowego.

Woda

Wobec wody użytej do remontu drogi nie ma specjalnych wymagań. Może to być woda studzienna, rzeczna, z rowów melioracyjnych lub jezior.

Narzędzia i sprzęt

Do remontu nawierzchni używa się ubijaka o ciężarze 25-35 kg lub zagęszczarki spalinowej oraz następujący sprzęt pomocniczy - taczki, łopaty, łaty, itp.

Warunki techniczne odbioru robót

Po przejeździe samochodu nie mogą zostawać wyraźne ślady. Miejsce wyremontowane należy lekko wynieść w celu dogęszczenia wyboju pod ruchem. Naprawiona powierzchnia powinna mieć odpowiedni spadek poprzeczny.

Okres wykonania

Cały rok za wyjątkiem okresu kiedy grunt jest zmarznięty lub rozmoczony/plastyczny/-po długotrwałych opadach.

Normy

PN-B-04481

Grunty budowlane. Badanie próbek gruntu.

PN-B-11111

Kruszywa mineralne. Kruszywa naturalne do nawierzchni drogowych. Żwir i mieszanka.

PN-B-11113

Kruszywa mineralne. Kruszywa naturalne do nawierzchni drogowych. Piasek.

KARTA TECHNOLOGICZNA NR 2

Wyrównanie kolein i wyboi na drogach gruntowych profilowanych oraz na drogach o nawierzchni żwirowej i żużla paleniskowego

Zakres stosowania

Remont stosuje się na drogach gruntowych profilowanych i ulepszonych, które uległy deformacji (koleiny, wyboje).

Opis robót

Wyrównanie kolein i wyboi polega na:

- spulchnieniu, równaniu i profilowaniu drogi przy użyciu sprzętu mechanicznego,
- robotach ręcznych uzupełniających (usuwania z pasa drogi kamieni, grubych korzeni, zanieczyszczeń),
- zwilżeniu wodą w miarę potrzeby,
- zagęszczeniu drogi walcem
- sprawdzeniu przekroju poprzecznego i profilu podłużnego szablonem i łątą.

Grunt kategorii IV przyjmuje się przy profilowaniu nawierzchni żużlowych i żwirowych. Podczas profilowania nawierzchni z żużla paleniskowego należy na wierzchnią warstwę o grubości min. 5 cm dowieść pospółkę.

Sprzęt

Do profilowania dróg gruntowych używa się: włoków, równiarek przyczepnych, równiarek samojezdnych, walców doczepnych drogowych, walców samobieżnych (zalecane gumowe), beczkowozów lub wozów asenizacyjnych.

Warunki techniczne odbioru robót

Droga wyprofilowana powinna mieć następujące spadki poprzeczne:

- grunty ciężkie (głina, ił) - 5%
- grunty średnie piaszczysto-gliniaste
(głina piaszczysta, piasek gliniasty, pospółka) - 4%
- grunty lekkie (piasek, piasek pylasty) - 3%
- nawierzchnia żwirowa i z żużla paleniskowego - 2,5-3,5% w części środkowej
i 6% na poboczach

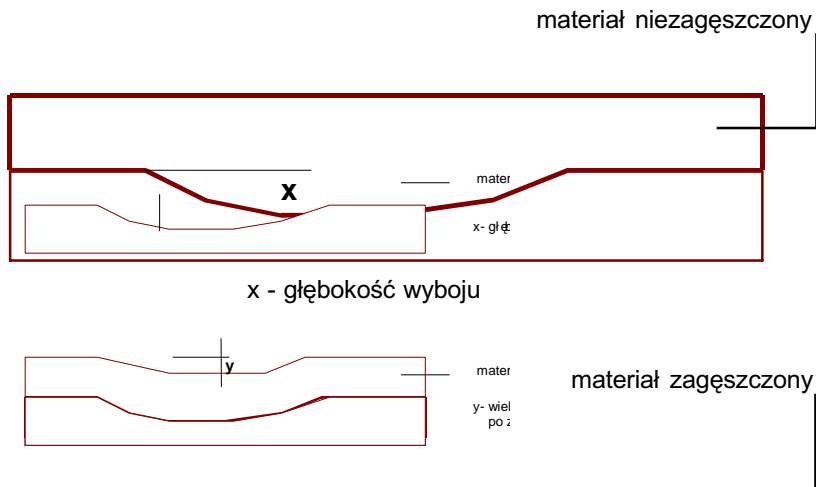
Nawierzchnia musi być tak zagęszczona, aby przejeżdżający pojazd nie zostawił wyraźnych śladów.

Okres wykonania

Cały rok za wyjątkiem okresu, kiedy grunt jest zmarznięty lub plastyczny (po długotrwałych opadach). Najlepiej wiosną lub jesienią.

Normy

PN-B-04481	Grunty budowlane. Badanie próbek gruntu
PN-B-11111	Kruszywa mineralne. Kruszywa naturalne do nawierzchni drogowych. Żwir i mieszanka
PN-B-11113	Kruszywa mineralne. Kruszywa naturalne do nawierzchni drogowych. Piasek
PN-S-02205:1998	Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania



X [cm]	4	6	8	10	12	14	16	18	20	25	30
Y [cm]	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0	7,5
	Jednokrotne profilowanie z zagęszczeniem	Dwukrotne profilowanie z każdorazowym zagęszczeniem		Trzykrotne profilowanie z każdorazowym zagęszczeniem walcem, najlepiej ogumionym							

Rys 12.5. Zależność między głębokością kolein i wielkością osiadania materiałów podczas profilowania

KARTA TECHNOLOGICZNA NR 3

Profilowanie dróg gruntowych naturalnych

Zakres opracowania

Profilowanie o poniższym zakresie stosuje się na drogach gruntowych naturalnych o nienormatywnych łukach poziomych i pionowych.

Opis robót

Profilowanie dróg gruntowych naturalnych polega na wytyczeniu osi trasy z korektą nienormatywnych łuków poziomych o promieniach:

- mniejszych od 40 m, a w warunkach wyjątkowych 20 m,
- wykarczowaniu pniaków na poszerzeniach,
- wycięciu krzaków,
- wywozie dłużyc, karpiny i gałęzi z ręcznym oczyszczeniem terenu z pozostałości po karczowaniu,
- zdjęciu ziemi ornej lub humusu i przerzuceniu poza granicę robót przy pomocy równiarki lub spycharki,
- wyznaczeniu pasa robót ziemnych dla pracy równiarką - zewnętrznej skarpy rowów,
- mechanicznym spulchnieniu gruntu sprzętem ciągnionym lub samobieźnym (równiarki, pługi, kultywatory, brony),
- ręcznym wybraniu ze spulchnionego gruntu drogi kamieni i grubych korzeni,
- profilowaniu drogi równiarką z wykonaniem ścieków (płytkich rowów) o głębokości 0,4 m w gruntach ciężkich, 0,3 m w gruntach średnich i 0,2 m w gruntach lekkich,
- zwilżeniu wodą w miarę potrzeby przy pomocy beczkowozu lub wozu asenizacyjnego,
- zagęszczeniu drogi gruntowej walcem samobieźnym ogumionym lub ciągnionym,
- sprawdzeniu przekroju poprzecznego i profilu podłużnego szablonem i łątą.

Narzędzia i sprzęt

Do prac używa się następującego sprzętu: równiarek samobieźnych lub ciągnionych walców samobieźnych lub ciągnionych, karczowników, spycharek i drobnego sprzętu pomocniczego takiego jak: łąty, szablony, siekiery, łopaty, grabie, taczki piły.

Warunki techniczne odbioru robót

Droga wyprofilowana powinna mieć spadki poprzeczne dostosowane do rodzaju gruntu podłoża. Nawierzchnię należy zagęścić, aby przejeżdżający pojazd nie pozostawił wyraźnych śladów.

Okres wykonania

Cały rok za wyjątkiem okresu, kiedy grunt jest zmarznięty lub plastyczny (po długotrwałych opadach). Najlepiej wiosną lub jesienią.

Normy: PN-S-02205:1998 Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania.

KARTA TECHNOLOGICZNA NR 4

Przebudowa nawierzchni żwirowej lub z żużla paleniskowego

Zakres stosowania

Przebudowę nawierzchni stosuje się wtedy, gdy remonty i profilowanie nie mogą przywrócić pełnej, pierwotnej zdolności eksploatacyjnej nawierzchni. Na wyremontowanej i wyprofilowanej starej nawierzchni układa się nową warstwę o grubości wynikającej z obciążenia drogi i warunków gruntowo-wodnych. Docelowa grubość nawierzchni na podłożu niewysadzinowym powinna wynosić:

- na drogach głównych - 29 cm
- na drogach bocznych - 20 cm

Opis robót

Przebudowa nawierzchni żwirowej lub z żużla paleniskowego polega na:

- wyremontowaniu wybojów lub kolein lub wyprofilowaniu nawierzchni i jej zagęszczeniu
- sprawdzeniu profilu poprzecznego i podłużnego szablonem i łątą,
- rozścieleniu ręcznie lub równiarką pospółki miejscowej lub mieszanki żwirowej (uprzednio przygotowanej),
- wyrównaniu i wyprofilowaniu równiarką rozścielonej warstwy,
- uwałowaniu walcem rozścielonej warstwy,
- ręcznym usuwaniu nierówności (podsypywaniu) z polewaniem wodą w czasie wałowania,
- sprawdzeniu przekroju poprzecznego i podłużnego łątą i poziomą.

Materiały

Nawierzchnie żwirowe i z żużla paleniskowego naprawiamy pospółką czyli mieszanką piasku i żwiru o następującej wielkości ziaren: 0/8, 0/10, 0/12, 0/16, 0/20, 0/25, 0/40 lub 0/60 mm w zależności od grubości nowej warstwy.

Pospółka użyta do remontu może zawierać:

- | | |
|---|-------------------|
| - pyłów mineralnych o wymiarach ziarn powyżej 0,05 mm | do 5% ciężaru |
| - zanieczyszczeń obcych | do 0,3% ciężaru |
| - ziarn o wymiarach 0,05-2 mm | do 20-40% ciężaru |
| - wskaźnik emulgacji powinien wynosić | do 0,40 |

Wielkość ziarn pospółki nie może przekraczać 2/3 grubości odnawianej warstwy.

Stosowanie żużla paleniskowego z uwagi na ochronę środowiska leśnego jest zabronione.

Narzędzia i sprzęt

Do robót można wykorzystać następujący sprzęt: równiarkę samobieżną lub ciągnioną, walec samobieżny lub ciągniony do 10 t i sprzęt pomocniczy wymieniony w poprzednich kartach.

Warunki techniczne odbioru robót

Wykonana nawierzchnia musi mieć założoną grubość. Spadek poprzeczny powinien wynosić 2,5- 3,5% w części środkowej i 5-6% na poboczach. Mieszanka użyta na nawierzchnię musi mieć normowe uziarnienie. Nawierzchnia powinna być równa i tak zagęszczona, aby koła pojazdów nie zostawiały wyraźnych śladów. Przestrzeń między wykonaną nawierzchnią a przystawioną czterometrową łatą w kierunku podłużnym nie powinna przekraczać 2 cm, zaś w kierunku poprzecznym - 1,5 cm. Spadek podłużny nawierzchni nie powinien przekraczać 5%.

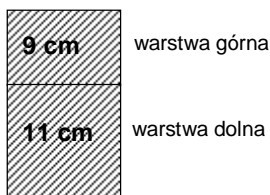
Okres wykonania

Cały rok za wyjątkiem okresu, kiedy nawierzchnia jest zmarznięta lub plastyczna (po długotrwałych opadach).

Normy

PN-B-04481	Grunty budowlane. Badanie próbek gruntu.
PN-B-11111	Kruszywa mineralne. Kruszywa naturalne do nawierzchni drogowych. Żwir i mieszanka.
PN-B-11113	Kruszywa mineralne. Kruszywa naturalne do nawierzchni drogowych. Piasek.
BN-64/8931-01	Drogi samochodowe. Oznaczanie wskaźnika piaskowego.
BN-68/8931-04	Drogi samochodowe. Pomiar równości nawierzchni planografem i łatą.
BN-77/8931-12	Oznaczanie wskaźnika zagęszczenia gruntu.

a) drogi leśne boczne

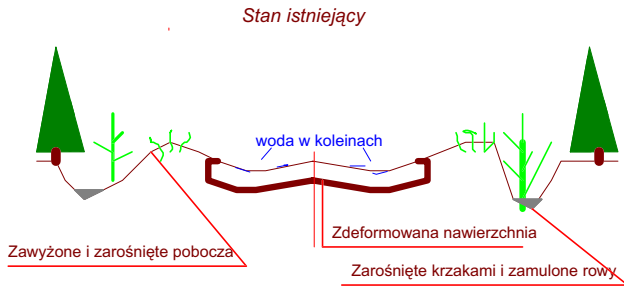


b) drogi leśne główne

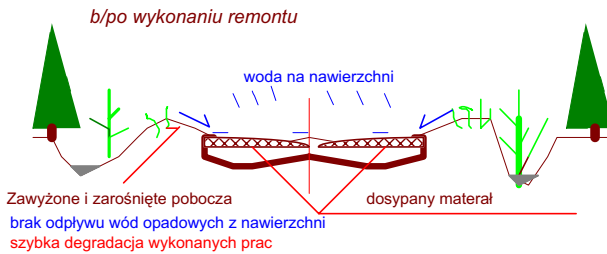


Uwaga: Minimalna grubość warstwy odnawialnej nawierzchni wynosi 8 cm

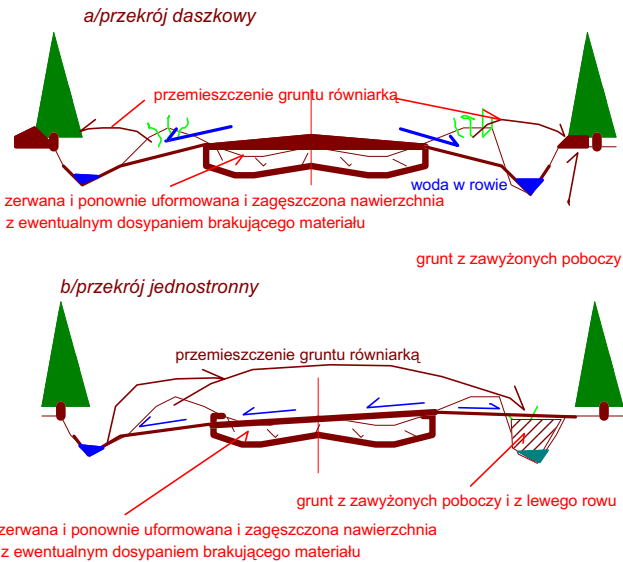
Rys. 12.6. Docelowe przekroje konstrukcyjne przy przebudowie wg karty nr 4



1. Zle wykonana odnowa nawierzchni



2. Roboty remontowe wykonane prawidłowo



Uwaga:

Spadki poprzeczne dla poszczególnych rodzajów gruntów i materiałów podane są w punkcie 4 karty technologicznej.

Rys. 12.7. Przebudowa drogi wg karty technologicznej nr 4

KARTA TECHNOLOGICZNA NR 5

Remont nawierzchni tłuczniowej

Zakres stosowania

Remont stosuje się wtedy, gdy powierzchnia wybojów i kolein nie przekracza 15% powierzchni ogólnej nawierzchni.

Opis robót

Przed oskardowaniem nawierzchni zarys miejsca naprawianego należy oczyścić z błota, i innych zanieczyszczeń. Następnie ostrzem oskardu obrysować obwód miejsca naprawianego. W miarę możliwości miejsca naprawione powinny mieć kształt prostokąta lub kwadratu. Po zoskardowaniu wyboju do głębokości dna (minimalna głębokość 5 cm), należy wybrać rumowisko i oczyścić dno i ścianki szczotkami i miotłami. Kruszywa łamane niesortowalne należy rozścielać jedną lub dwoma warstwami w zależności od głębokości wyboju tak, aby po zagęszczeniu łaty powierzchni jej była równa z powierzchnią przyległej jezdni. Stary tłuczeń może być użyty ponownie (do 50% ogólnej ilości) po uprzednim jego przesianiu. Przed zagęszczeniem kruszywo należy zwilżyć wodą. Przed każdym rozścieleniem materiału naprawione miejsce polać wodą i zagęścić aż do zupełnego zaklinowania. Następnie na powierzchni naprawionej rozsypać miął i polać wodą i zagęścić aż do osiągnięcia wypełnienia i zamulenia nawierzchni. Jeśli nawierzchnia ma być wykorzystana jako podbudowa pod nawierzchnie ulepszone, remont cząstkowy nawierzchni tłuczniowej można wykonać z zastosowaniem mas asfaltobetonowych.

Materiały

Wymagania dotyczące materiałów używanych do remontu cząstkowego nawierzchni tłuczniowych podane są w normach wyszczególnionych w pkt. 7.

Narzędzia i sprzęt

Do wykonania remontu potrzebne są następujące narzędzia i sprzęt: oskardy, szczotki, miotły, łaty profilowe, walec lub zagęszczarka.

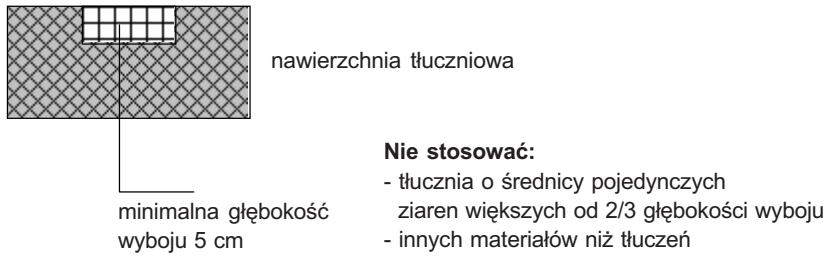
Warunki techniczne odbioru robót

Nawierzchnia po remoncie nie może się różnić od pozostałej jej części. Miejsca wyremontowane nie powinny zniekształcać profilu podłużnego i poprzecznego nawierzchni. Zagęszczenie powinno być takie, aby po wejściu na naprawiony wybój, tłuczeń pod nogami nie ruszał się (chrzęścił), a poszczególne ziarna tłucznia nie dawały się wyjąć ręcznie z miejsca naprawionego.

Okres wykonania

Cały rok za wyjątkiem okresu kiedy grunt jest zmarznięty lub plastyczny (po długotrwałych opadach).

Normy: PN-B-11112 Kruszywo mineralne. Kruszywo łamane do nawierzchni drogowych.



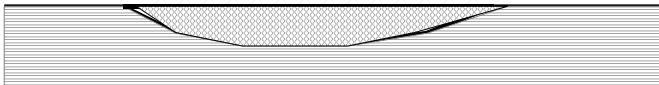
Rys. 12.8. Naprawa wyboju wg karty technologicznej nr 5

a) wybój niezagęszczony



x - głębokość wyboju w cm
y - wielkość osiadania po zagęszczeniu

b) wybój zagęszczony



X [cm]	4	6	8	10	12	14	16	18	20	25	30
Y [cm]	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0	7,5

Rys. 12.9. Zależność między głębokością wyboju i grubością rozścielenia tłucznia

KARTA TECHNOLOGICZNA NR 6

Przebudowa nawierzchni tłuczniowej

Zakres stosowania

Przebudowę polegającą na wyrównaniu i pogrubieniu całej nawierzchni wykonuje się wtedy gdy kora tłuczniowa jest już tak zniszczona, że łatanie nie daje pożądanych efektów oraz wtedy gdy nawierzchnia jest zbyt cienka. Grubość nawierzchni tłuczniowej powinna wynosić:

- na drogach głównych - 27 cm,
- na drogach bocznych - 18 cm.

Opis robót

Wyrównanie nawierzchni

- oczyścić nawierzchnię z błota i innych zanieczyszczeń,
- zoskardować mechanicznie za pomocą zrywarek lub zrywakami równiarek do głębokości występujących nierówności, tak aby nie naruszyć podkładu kamiennego a w razie jego braku, pozostawić warstwę tłucznia o grubości minimum 7 cm, przy braku zrywarek oskardowanie można wykonać ręcznie,
- oczyścić zoskardowaną nawierzchnię,
- rozścielić uzyskany tłuczeń do wymaganego przekroju poprzecznego z jednoczesnym dodaniem nowego kruszywa łamanego niesortowanego. Grubość nowego kruszywa po zagęszczeniu powinna wynosić min. 7 cm,
- wałować kruszywo walcem ciężkim min. 13 t do chwili aż przed walcem nie będą tworzyły się fale.

Pogrubienie nawierzchni

Pogrubienie nawierzchni wykonuje się tak, jak wykonanie górnej warstwy nawierzchni z kruszywa łamanego niesortowanego. Należy rozścielić niesort kamienny i wałować aż do uszczelnienia zawałowanego kruszywa i uzyskania gładkiej powierzchni. W miejscach, gdzie nawierzchnia nie jest zamknięta dodatkowo rozsypać miał kamienny i zawałować.

Materiały

Wymagania dotyczące materiałów podane są w karcie remontów cząstkowych nawierzchni tłuczniowych.

Narzędzia i sprzęt

Do wykonania przebudowy nawierzchni tłuczniowej potrzebne są następujące narzędzia i sprzęt: oskardy, szczotki druciane, miotły, łopaty, łąty profilowe, arfy do odsiewania tłucznia, taczki, walec min. 13 t, zrywarka na ciągniku lub równiarka.

Warunki techniczne odbioru robót

Nawierzchnia po wykonaniu przebudowy powinna być taka jak nowa nawierzchnia tłuczniowa. Nierówności w przekroju poprzecznym nie mogą przekraczać 1,5 cm. Spadek poprzeczny na prostej powinien wynosić 3%. Nawierzchnia powinna być tak szczelna i zwięzła aby po przejechaniu pojazdu nie było śladów.

Okres wykonania

Cały rok za wyjątkiem okresu kiedy grunt jest zmarznięty lub plastyczny (po długotrwałych opadach).

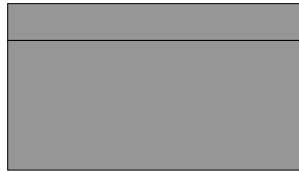
Normy

PN-B-11112 Kruszywo mineralne. Kruszywo łamane do nawierzchni drogowych.

a) drogi boczne – 18 cm



b) drogi główne – 9 + 18 cm

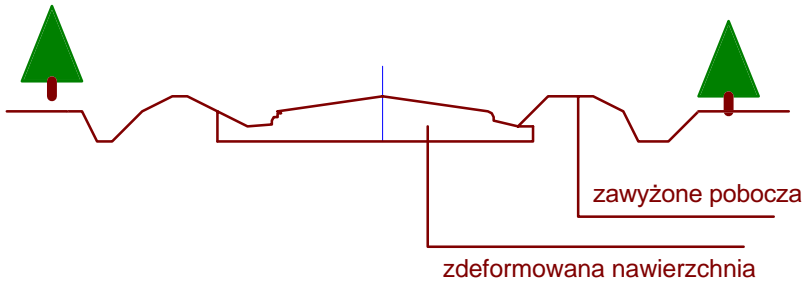


Rys. 12.10. Docelowe przekroje konstrukcyjne przy przebudowie wg karty nr 6

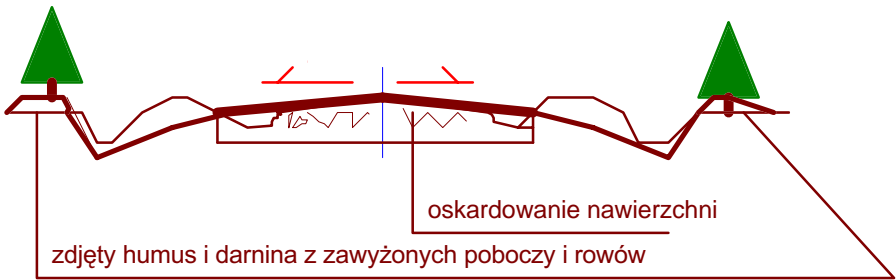
Tab. 12.2. Zależność między grubością warstwy tłucznia przed i po zagęszczeniu.

Przed zagęszczeniem [cm]	7,0	8,0	10,0	12,0	14,0	15,0	16,5
Po zagęszczeniu [cm]	5,0	6,0	7,0	8,5	10,0	11,0	12,0

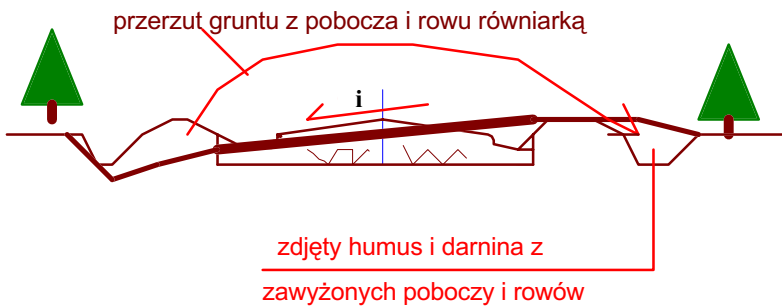
Stan istniejący



Po remoncie spadek daszkowy



Po remoncie spadek jednostronny



Rys. 12.11. Przebudowa nawierzchni wg karty technologicznej nr 6

KARTA TECHNOLOGICZNA NR 7

Powierzchniowe utwardzenie nawierzchni tłuczniowej

Zakres stosowania

Przebudowę nawierzchni tłuczniowej polegającą na wykonaniu powierzchniowego utwardzenia na wyremontowanych starych nawierzchniach, stosuje się na drogach leśnych głównych, szczególnie przy dużych spadkach podłużnych. Powierzchniowe utwardzenie zapobiega erozji nawierzchni tłuczniowej.

Opis robót

Przy wykonaniu powierzchniowego utwardzenia nawierzchni należy:

- oczyścić starą nawierzchnię,
- wyremontować starą nawierzchnię,
- skropić skrapiaarką mechaniczną asfaltem równomiernie na całej powierzchni,
- rozsypać kruszywo,
- bezpośrednio po rozsypaniu zagęścić lekkim walcem samojezdnym ogumionym (walec nie może miażdżyć ziaren kruszywa),
- w ciągu tygodnia należy uzupełniać kruszywo w miejscach огоłoconych z niego.

Podwójne powierzchniowe utwardzenie wykonuje się przez dwukrotne spryskanie, rozsypanie kruszywa i zagęszczenie walcem ogumionym.

Materialy

Ustalenie ilości kruszywa na 1 m²

a) pojedyncze powierzchniowe utwardzenie

grys od 10 do 12,8 mm	- od 10 do 12 litrów/m ²
grys od 6,3 do 10 mm	- od 8 do 9 litrów/m ²
grys od 4 do 7 mm	- od 6 do 7 litrów/m ²

b) pojedyncze powierzchniowe utwardzenie z podwójnym rozłożeniem grysów

grys od 10 do 12,8 mm	- od 8 do 9 litrów/m ²
<u>+grys od 4 do 6,3 mm</u>	<u>- od 4 do 5 litrów/m²</u>
grys od 6,3 do 10 mm	- od 6 do 7 litrów/m ²
<u>+grys od 2 do 4 mm</u>	<u>- od 4 do 5 litrów/m²</u>

c) podwójne powierzchniowe utwardzenie

grys od 10 do 12,8 mm	- od 10 do 12,0 litrów/m ²
<u>+grys od 4 do 6,3 mm</u>	<u>- od 6 do 7 litrów/m²</u>
grys od 6,3 do 10 mm	- od 7 do 8 litrów/m ²
<u>+grys od 2 do 4 mm</u>	<u>- od 4 do 5 litrów/m²</u>

Narzędzia i sprzęt

Do powierzchniowego utwardzenia potrzebne są następujące narzędzia i sprzęt: dozator kruszywa, walec ogumiony, skrapiaarka mechaniczna, kocioł do bitumu, szczotka mechaniczna.

Tab. 12.3. Bazowe ilości emulsji asfaltowej dla pojedynczego powierzchniowego utrwalania

Frakcja kruszywa [mm]	Rodzaj emulsji [kg/m ²]	
	K1-65	K1-75
od 2 do 4	1,10	-
od 4 do 6,3	1,20	1,10
od 6,3 do 10	1,50	1,40
od 10 do 12,8	-	1,85

Warunki techniczne odbioru robót

Wykonana nawierzchnia nie może wykazywać objawów pocenia się i łuszczenia. Ziarna kruszywa muszą ściśle przylegać do siebie i nawierzchni tłuczniowej. Wierzchołki ziaren wystających z warstwy ścierniczej powinny znajdować się w odległości 3 mm od poziomu lepiszcza. Nierówności nawierzchni nie mogą być większe niż 10 mm.

Okres wykonania

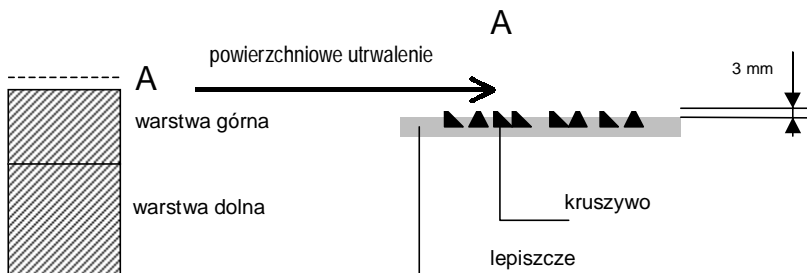
Powierzchniowe utrwalenie powinno się wykonywać przy suchej pogodzie i temperaturze otoczenia powyżej +15 °C. Dopuszcza się wykonanie robót w temperaturze poniżej 10 °C, ale tylko wiosną kiedy spodziewamy się nadejścia ocieplenia.

Normy

PN-B-11112 Kruszywa mineralne. Kruszywa łamane do nawierzchni drogowych.

Inne dokumenty

1. Powierzchniowe utrwalenie. Oznaczenie ilości rozkładanego lepiszcza i kruszywa. Opracowanie zalecane przez GDDP do stosowania pismem GDDP-5.3a-551/5/92 z dnia 1992-02-03.
2. Warunki techniczne. Drogowe kationowe emulsje asfaltowe Em-94. IBDiM, Warszawa 1994.



Rys. 12.12. Docelowe przekroje konstrukcyjne wg karty technologicznej nr 7

KARTA TECHNOLOGICZNA NR 8

Remont nawierzchni brukowcowej

Zakres stosowania

Remont stosuje się wtedy, gdy powierzchnia wybojów i kolein nie przekracza 15% powierzchni ogólnej nawierzchni.

Opis robót

Remont nawierzchni z brukowca polega na:

- wyłamaniu bruku na uszkodzonej nawierzchni.
- przesortowaniu pod względem wysokości i przydatności do ponownego wbudowania kamienia, z odrzuceniem materiału nie nadającego się do ponownego użycia,
- spulchnieniu i uzupełnieniu podsypki lub całkowitej wymianie podsypki,
- ponownym ułożeniu brukowca większą podstawą do góry z ubiciem na sucho ubijakiem o ciężarze 25-35 kg,
- rozścieleniu grubego kłińca o wymiarach 16/25 mm i wmieceniu go miotłą w szczeliny oraz polaniu wodą,
- ubiciu bruku po zaklinowaniu,
- rozścieleniu drobnego kłińca o wymiarach 5 do 16 mm lub żwirku i wmieceniu go miotłą w szczeliny oraz polaniu wodą,
- ostatecznym ubiciu ze sprawdzeniem spadków poprzecznych i równości nawierzchni szablą i łatą,
- zażwirowaniu nawierzchni miałem kamiennym, żwirkiem lub ostrym piaskiem o uziarnieniu do 5 mm warstwą grubości 1 do 2 cm.

Bruk układa się na wysokości ponad poziom istniejącej nawierzchni w taki sposób, aby naprawione miejsce po całkowitym ubiciu bruku, było zrównane do profilu remontowanej nawierzchni. Podsypka pod bruk powinna mieć grubość od 8 do 12 cm. Kamienie osadza się w podsypce do 1/3 ich wysokości. Warstwa podsypki pod kamieniami całkowicie ubitymi nie może być mniejsza niż 2 cm.

Materiały

Brukowiec użyty do remontu nawierzchni powinien być kamieniem twardym, niezwiertzałym, mieć strukturę drobnoziarnistą i zwięzłą, bez pęknięć i żył. Wytrzymałość na ścislenie w stanie powietrzno - suchym powinna wynosić nie mniej niż 1000 kG/cm² (klasa III). Można użyć brukowca nieobrobionego lub obrobionego o wysokości 15 lub 18 cm.

Kliniec - stosuje się kliniec gruby 5/25 mm i średni 5/16mm.

Żwirek drobny - można używać żwirku o uziarnieniu do 5 mm, kopalnego lub rzeczno.

Piasek - należy stosować piasek o uziarnieniu do 2 mm na zamulenie wykonanej nawierzchni lub na podsypkę.

Narzędzia i sprzęt

Do remontu nawierzchni brukowcowej używa się ubijaka o ciężarze 25-35 kg, taczek do podwozu materiałów, szablonu, młotka brukarskiego, poziomnic, krzyży niwelacyjnych, sznura, miotły, szczotek, łaty o dł. 3,0 m.

Warunki techniczne odbioru robót

Bruk na wyremontowanej nawierzchni powinien być ułożony równo z przyległą nawierzchnią. Szczeliny zarówno w kierunku podłużnym jak i poprzecznym powinny być przewiązane tzn. że, patrząc z góry powinny tworzyć sieć trójkątów utworzonych z linii krzywych. Bruk powinien być ściśle ułożony oraz dokładnie ubity tak aby pod wpływem trzech uderzeń ubijakiem nie dało się zauważyć osiadania.

Okres wykonania

Remont częściowy nawierzchni brukowcowej można wykonać w ciągu całego roku, za wyjątkiem okresu gdy nawierzchnia jest zmarznięta.

Normy

PN-B-11104 Materiały kamienne. Brukowiec.

PN-B-11112 Kruszywo mineralne. Kruszywo łamane do nawierzchni drogowych.

KARTA TECHNOLOGICZNA NR 9

Przebudowa nawierzchni brukowcowej

Zakres stosowania

Przebudowa nawierzchni brukowcowej polega na przykryciu bruku dywanikiem bitumicznym po uprzednim wyremontowaniu starej nawierzchni.

Opis robót

Należy wykonać następujące prace:

- wszystkie prace wymienione w remoncie nawierzchni brukowcowej,
- ułożenie dywanika bitumicznego,
- zagęszczenie dywanika bitumicznego.

Materiały

Minimalna grubość dywanika wynosi 4 cm. Na 100 m² nawierzchni przy w/w grubości, trzeba 9,34 t masy z mieszanki mineralno-asfaltowej.

Narzędzia i sprzęt

Do remontu kapitalnego nawierzchni brukowcowej używa się: rozścielacza do mas bitu-

micznych, ubijaka o ciężarze 25-35 kg, taczek do podwozu materiałów, szablonu, młotka brukarskiego, poziomnic, krzyży niwelacyjnych, sznura, miotły, szczotek, łaty o dł. 3,0 m.

Warunki techniczne odbioru robót

Bruk na wyremontowanej nawierzchni powinien być ułożony równo z przyległą nawierzchnią. Szczeliny zarówno w kierunku podłużnym jak i poprzecznym powinny być przewiązane tzn. że, patrząc z góry powinny tworzyć sieć trójkątów utworzonych z linii krzywych. Bruk powinien być ściśle ułożony oraz dokładnie ubity tak aby pod wpływem trzech uderzeń ubijakiem nie dało się zauważyć osiadania. Nawierzchnia bitumiczna powinna być ułożona zgodnie z normą PN-74/S-96022. Spadek poprzeczny jezdni - 2%.

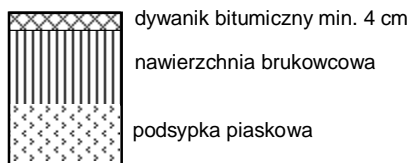
Okres wykonania

Remont kapitalny nawierzchni brukowej można wykonać w dni suche o temperaturze otoczenia powyżej 10°C.

Normy

PN-B-11104 Materiały kamienne. Brukowiec.

PN-B-11112 Kruszywo mineralne. Kruszywo łamane do nawierzchni drogowych.



Rys. 12.13. Docelowy przekrój konstrukcyjny nawierzchni brukowej po wykonaniu remontu kapitalnego wg karty technologicznej nr 9

KARTA TECHNOLOGICZNA NR 10

Remont odcinków nieprzejezdnych poprzez budowę nawierzchni z wykorzystaniem geosyntetyków lub drewna

Zakres stosowania

Remont dróg leśnych z wykorzystaniem geosyntetyków lub drewna przeprowadzamy na krótkich odcinkach o:

- gruntach sybkich trudnoprzejezdnych lub nieprzejezdnych (odcinki wydmore),
- wysokim poziomem wód gruntowych na których nie można obniżyć poziomu wód ze względów ekologicznych lub z powodu wysokich kosztów budowy,
- na torfach, gdy wybranie torfu jest nieopłacalne.

Opis robót

Wykonanie nawierzchni z żerdzi dębowych dł. 3,5 m

- ręczne lub mechaniczne wyrównanie podłoża,
- ułożenie poprzeczne żerdzi jedna obok drugiej,
- ułożenie krawężników,
- przybicie krawężników klamrami budowlanymi,
- docięcie i wpasowanie krótkich odcinków wałków w otwory wynikające z krzywizny wałków sąsiednich,
- przysypanie piaskiem, pospółką, żużlem paleniskowym 5 cm nad wałki na szerokości 3,5 m.

Nie należy wykonywać rowów aby wałki były ciągle wilgotne, wtedy dłużej się przechowują.

Nawierzchnia z faszyny brzozonej lub olchowej

- ułożenie faszyny o grub. 20 cm w sposób zwarty,
- przysypanie gruntem pozyskanym obok drogi 5 cm ponad faszynę,
- ułożenie krawężnika z wałków z przymocowaniem do podłoża kołkami,
- przysypanie piaskiem, pospółką, żużlem paleniskowym o grubości 10-15 cm.

Uwaga: przy głębokich torfach o grub. powyżej 1,0 m pod nawierzchniami opisanymi powyżej układa się legary co 1,0 m z wałków dębowych.

Wzmocnienie podłoża geosyntetykami

- ułożenie i zagęszczenie gruntu nasypowego w warstwach oraz wbudowanie geosyntetyku powinno być na poziomach określonych w dokumentacji projektowej, zaleca się aby odległość pionowa pomiędzy sąsiednimi pasmami geosyntetyku nie przekraczała 0,5 m, przy ułożeniu geosyntetyku należy go lekko naciągnąć aby nie powstały fałdy,
- grunt nasypowy zaleca się układać z zastosowaniem ładowarki lub koparki, tak aby opadał on z niewielkiej wysokości na geosyntetyk,
- zagęszczanie gruntu nasypowego należy wykonać zgodnie z wymaganiami dokumentacji projektowej. Sprzęt zagęszczający może pracować na całej szerokości warstwy, do jej skraju. Nasyp można wykonać z niewielkim nadmiarem w jego szerokości, a po jego zagęszczeniu skarpe można ściąć, zgodnie z ustalonym pochyleniem.

Materiały

Nawierzchnia z żerdzi dębowych dł. 3,5 m

Zużycie materiałów na 100 mb drogi o szer. 3,5 m.

- żerdzie dębowe - 757 szt. o grub. ok. 10 cm
- klamry budowlane - 171 szt.

Nawierzchnia z faszyny

Zużycie materiałów na 100 m² nawierzchni

- faszyna - 0,5 mb; - wałki drewniane - 200 mb

Wzmocnienie podłoża z wykorzystaniem geosyntetyków.

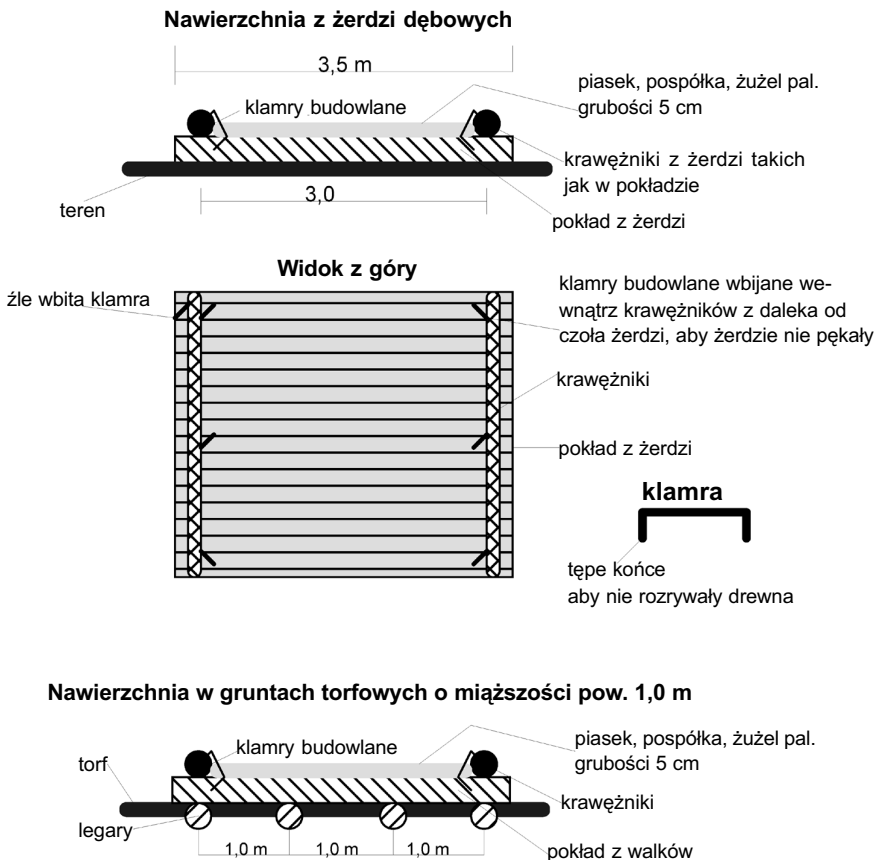
Rodzaj geosyntetyku i jego właściwości powinny odpowiadać wymaganiom określonym w dokumentacji projektowej (np. geowłóknina, geotkanina, geokompozyt, geosiatka, georuszt, maty komórkowe, taśmy, geokrata, itp.).

Narzędzia i sprzęt

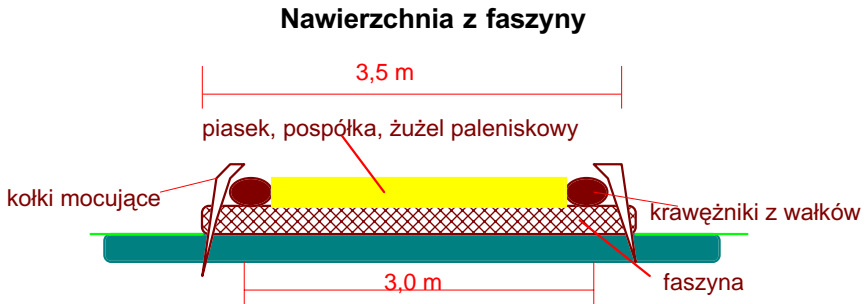
Piły ręczne lub mechaniczne, młotki, taczki.

Okres wykonania.

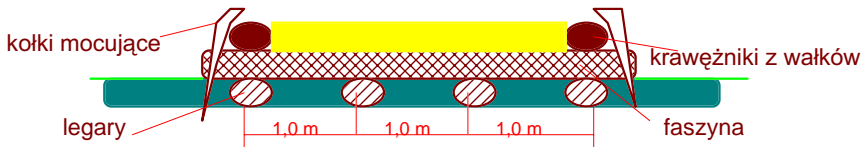
Cały rok za wyjątkiem okresu kiedy grunt jest zamarznięty.



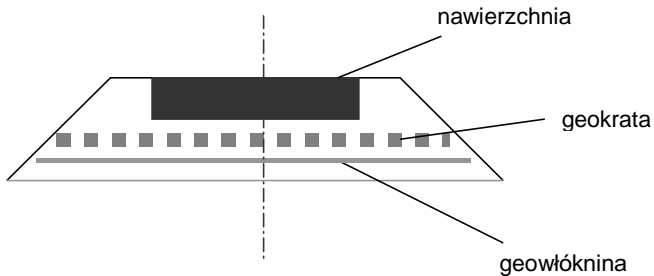
Rys. 12.14. Nawierzchnia z żerdzi dębowych dł. 3,5 m o średnicy ok. 10 cm



Nawierzchnia z faszyny na torfach o miąższości pow. 1,0 m



Rys. 12.15. Nawierzchnia z faszyny



Rys. 12.16. Wzmocnienie podłoża z wykorzystaniem geosyntetyków

13. PODSUMOWANIE

Eksploatacja dróg leśnych powinna odbywać się w sposób racjonalny, zapewniający jak najdłuższe pozostawanie w kondycji umożliwiającej korzystanie z nich. Znaczna część nawierzchni na drogach leśnych z reguły:

- nie spełnia warunku mrozoodporności, z którego wynika, że dla dróg leśnych na gruntach wątpliwych i wysadzinowych minimalna grubość sumy nawierzchni i ulepszonego podłoża nie powinna być mniejsza niż 0,4 do 0,6 głębokości przemarzania w danym obszarze. Głębokość przemarzania określa Polska Norma.
- nie jest odporna na długotrwałe opady (przeważają nawierzchnie gruntowe ulepszone, żwirowe, żużlowe).

Grubość konstrukcji spełniająca warunki mrozoodporności powinna wynosić np. na obszarach o głębokości przemarzania 1,0 m (Centralna Polska) od 40 do 60 cm. Nie jest celowe i ekonomicznie uzasadnione dążenie do takich konstrukcji na drogach leśnych. Koszt inwestycji drogowych wzrósłby wtedy znacznie - nawet około dwukrotnie.

Z tych powodów w nadleśnictwach należałoby ustalać okresowe zamykanie dróg leśnych dla samochodów ciężarowych w okresie rozmarzania gruntów i długotrwałych opadów. Okresowo nie można dopuścić pojazdów wysokotonażowych do ruchu na drodze leśnej, kiedy z góry wiadomo, że jeden pojazd wywozowy przełamie jej nawierzchnię.

Celowym byłoby, aby plan docelowej sieci dróg leśnych, powiązanych ze szlakami operacyjnymi i składnicami przyrzębowymi, zawierał wytyczne odnośnie zamykania konkretnych odcinków dróg leśnych, ze względu na brak mrozoodporności i długotrwałe opady. Kwestia ta powinna być uwzględniona w projekcie budowlanym.