

Основи транспортування та будівництва лісових доріг

Гордон Р. Келлер

Листопад 2014

Планування транспортування

Планування доріг або транспортування відбувається на двох рівнях, які поділяються на **стратегічне** планування і **тактичне** планування.

Стратегічне планування проводиться на великій території, наприклад, урочищі чи лісовому масиві, а тактичне планування - на рівні конкретного проекту. На стратегічному рівні необхідно визначити первинні під'їзні дороги, а саме систему магістральних і колекторних доріг, яка обслуговує всю територію одиниці управління. Це завдання вирішується, насамперед, в офісі, використовуючи дані про місцевість з існуючих топографічних карт або аерофотознімків, а також з використанням даних з карт ґрунтів, даних про управління прибережними зонами або карт вирощуваних культур.

Тактичне планування відбувається на періодичній основі, згідно виконуваних проектів і включає в себе визначення розташування і проектування конкретних під'їзних доріг місцевого значення та їх інфраструктури відповідно до стратегічного плану. Все це повинно відображатися в ході тактичного планування, а будівництво повинно бути завершеним за рік до початку лісогосподарських робіт, щоб виконувати свої функції під час лісозаготівельних робіт. Лісонавантажувальні пункти вздовж місцевих доріг, при необхідності, можуть вказуватися в тактичному плані. Волоки для трелювання в лісі від верхніх складів можуть бути вказані або не вказані.

Розташування доріг відображається на карті, щоб показати всю систему первинних під'їзних доріг і деякі місцеві дороги, необхідні для тривалого використання даної території. Передовий досвід вчить нас планувати будівництво доріг таким чином, щоби досягти кількох цілей, а саме:

- звести до мінімуму кількість перетину потоків;
- уникнути ділянки ускладненого і занадто витратного дорожнього будівництва;
- обмежити несприятливий вплив на навколишнє середовище; і
- служити поставленим економічним завданням і сприяти лісозаготівельній діяльності.

Протягом усього процесу планування доріг найбільша увага приділяється розташуванню і протяжності доріг і пунктів навантаження з метою мінімізації витрат на вивезення лісу. У випадку достатньо рівнинної місцевості можна скористатися моделями оптимізації, тоді як на пересіченій місцевості необхідно враховувати можливості устаткування, розташування ресурсів і витрати.

З'єднуючі дороги сполучають місцеві під'їзні дороги від місця заготівлі до місця виїзду з ділянки заготівельних робіт. Ці дороги можуть бути нові або існуючі та повинні бути показані на затвердженому плані лісового господарства. Вони, як правило, з'єднують місцеві дороги з головними дорогами або автодорогами за межами території лісового господарства.

З'єднуючі і магістральні дороги призначені і повинні бути розташовані таким чином, що вони будуть використані тяговими машинами для транспортування колод або пиломатеріалів з території лісозаготівлі. Специфікація проекту і будівництво цих доріг

повинні бути розраховані для перевезення великих вантажів і габаритних вантажівок. Параметри швидкості автомобіля важливі для ефективності перевезень, тому міркування кривизни і ухилу дороги дуже важливі. Проектна швидкість може бути 45-60 км на годину. Ці дороги будують з ухилом для водовідводу з поверхні і часто з високим полотном. Важливе правильне розташування цього класу доріг, щоб уникнути пересічену місцевість, де витрати на будівництво та технічне обслуговування будуть дуже високими.

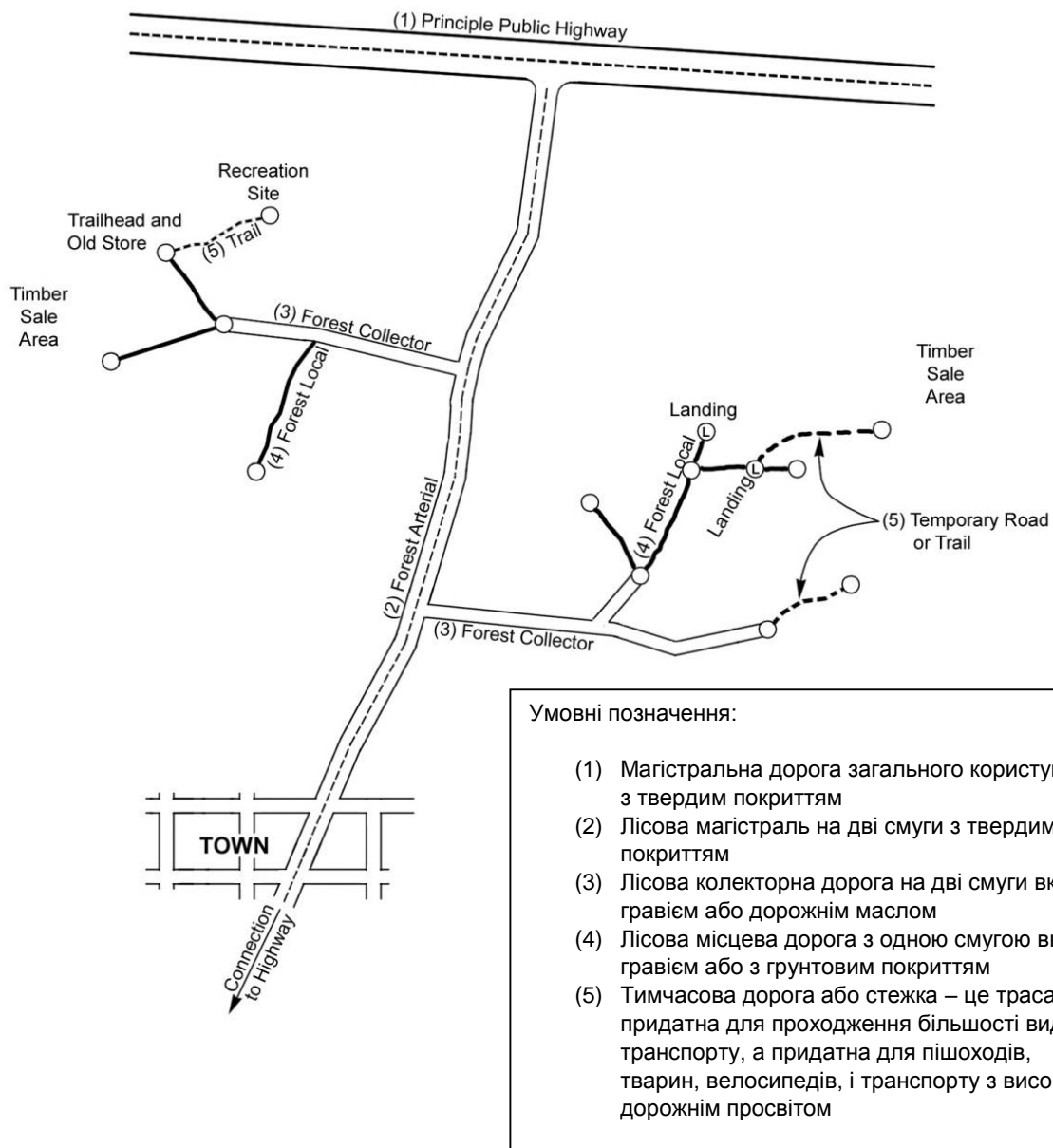
Місцеві під'їзні дороги на рівнинній місцевості будують зі схожих міркувань, як і з'єднуючі дороги, але вони, як правило, вужчі і призначені для більш низьких швидкостей руху. Вони можуть іноді бути вкриті гравієм, якщо їх планують використовувати в майбутньому, але, як правило, вони мають природню поверхню, особливо, якщо їх планують закрити після завершення використання ділянки. Вони, як правило, є дорогами з однією смугою руху з додатковими роз'їздами для проходження транспортних засобів. Ці дороги будують з профілем до або від схилу з канавою для дренажу дорожнього покриття з частими поперечними каналами або відвідними канавами. Місцеві під'їзні дороги повинні бути побудовані і витримані протягом одного року перед використанням. Це дасть достатньо часу для процесу природнього твердіння та осідання наповнювача і призведе в результаті до більш міцного дорожнього покриття.

Стандарти проектування доріг

По-перше, стандарти проектування доріг залежать від класифікації дороги. Більшість автомобільних доріг загального користування і магістральних доріг вже існують, і є типовими дорогами з покриттям гравієм або з твердим покриттям (асфальтом або верхнім шаром бітуму) або бетонні дороги. Більшість новозбудованих доріг – це деякі з'єднуючі дороги і, особливо, місцеві дороги. Транспортна система повинна розглядатися, як показано на малюнку нижче, як типова звичайна лісова транспортна мережа.

Типові норми проектування доріг з метою використання їх для лісозаготівлі залежать від типів транспортних засобів, які будуть на них рухатися. Транспортні засоби, які здебільшого ми бачимо в Аджарії, є відносно невеликими і мають коротку колісну базу. Однак, нижче ми приводимо типові стандарти доріг, що підходять для широкого ряду автомобілів.

Місцеві дороги з одною смугою руху зазвичай бувають шириною від 10 футів до 14 футів (3 - 4.4 метрів). За рахунок канави треба додати приблизно ще від 3 до 5 футів (1 - 1,5 м), розширення на поворотах часто ще додає ширину. Необхідні також роз'їзди з хорошою видимістю в обидві сторони на вузьких дорогах, щоб транспортні засоби могли розійтися. Ширина з'єднуючої дороги на дві смуги коливається від 18 до 24 футів (5,5 до 7,5 метрів), де вужчі дороги є типовими з гравійним покриттям, а дороги з більшою шириною – це магістральні дороги з твердим покриттям. Ширина смуги з твердим покриттям, як правило, сягає від 11 до 12 футів (3,3 – 3,6 метрів). Ширина диктується також міркуваннями безпеки, місцевості, та обсягами руху, де більш широкі дороги побудовані в місцях з більшим обсягом транспорту.



Типова система лісових доріг, розроблена шляхом транспортного планування

Норми проектування типових лісових доріг

Критерії проектування	Тип лісової дороги	
	Місцева дорога, одна смуга руху, природня поверхня	Колекторна дорога, дві смуги руху, гравій
Номінальна швидкість	20 миль/год (35 км/год)	40 миль/год (65 км/год)
Номінальна загрузка (AASHTO)	Н 15	Н 20
Ширина дороги	14 футів (4.3 м)	18 футів (5.5 м) (мінімум)
Узбіччя	Немає	0.5 м
Ухил дороги:		
-Макс. сприятливий	15%	12%
-Макс. несприятливий	12%	10%
Горизонтальний радіус	50 футів (15 м) (мін)	75 футів (25 м) (мін)

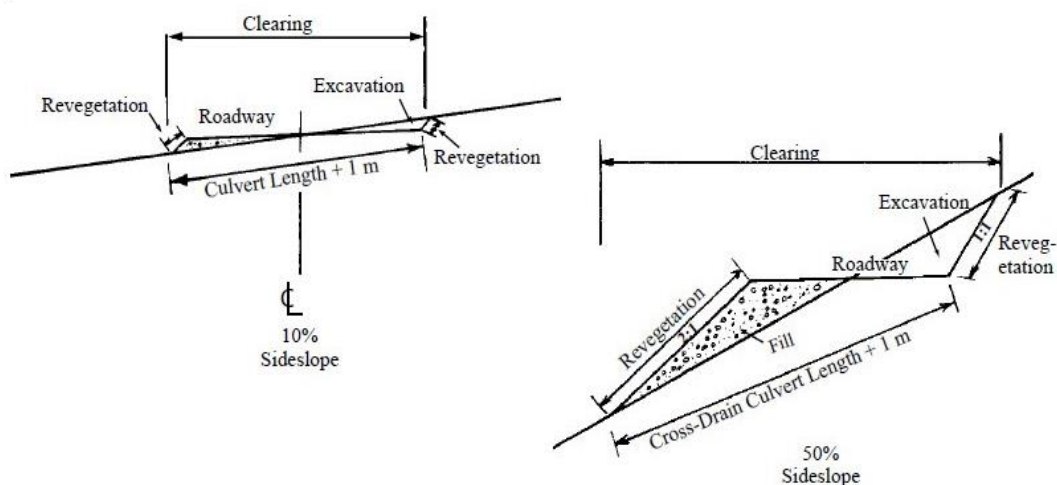
повороту		
Випуклість/ форма	Нахил (5% мін)	Випуклість (±3% мін)
Тип дренажу	Поперечні труби і заглибини	Дренажні труби, поперечний дренаж
Поверхня дорожнього полотна	Природний ґрунт	Гравій, ±6 дюймів (15 см)
Розворот	кожні 1000 футів (300 м)	кожні 1500 футів (500 м)

Основні витрати, пов'язані з будівництвом доріг

Фактична вартість будівництва дороги залежить від питомих витрат на кожний вид робіт, помножену на об'єм робіт. Питомі витрати є типовими для місцевості чи регіону, і повинні бути розроблені на основі зібраної інформації і оцінок з будь-яких останніх будівельних проектів. Обсяги матеріалів та робіт є величини більш передбачувані і великою мірою залежать від нахилу поверхні на місцевості. Цифри приведені нижче, відображають типові дорожньо-будівельні завдання (розчистку, земельні роботи, рекультивацію, прокладання водопропускних труб і поперечних стоків), величини, пов'язані з будь-яким дорожнім будівництвом, в залежності від ширини дороги і, їх різке зростання в зв'язку зі збільшенням ухилу місцевості (від 10% до 50%, як показано на малюнку).

Величини є чисто розрахунковими і залежать функціонально від ширини дороги і шаблону поперечного профілю дороги. Вони можуть бути розроблені для будь-якої ширини дороги і пересічної місцевості. Вартість одиниці за виконання цієї роботи залежатиме від вартості робочої сили і обладнання в даному регіоні.

Таким чином, вартість буде дорівнювати добутку обсягу на вартість одиниці тої чи іншої роботи. Загальна вартість будівництва складе суму витрат на кожний вид робіт. Додаткові витрати на будівництво дороги будуть включати в себе вартість основних водовідвідних споруд, таких як водопропускні труби і мости, при їх необхідності, і дорожнього покриття, яке має бути на дорозі.



Зміна кількості обсягів робіт в залежності від нахилу поверхні місцевості

**Приклади типових обсягів робіт для деяких випадків нахилу поверхні
(ширина дороги 14.5 футів (4.5 м))**

	Ухил 10 %	Ухил 50 %	% Збільшення
Розчистка	1.9 акрів /милю (0.48 га/км)	4.8 акрів /милю (1.2 га/км)	250 %
Земельні роботи	549 акрів /милю (261 м ³ /км)	6,579 акрів /милю (3130 м ³ /км)	1,200 %
Рекультивация	0.32 акрів /милю (0.10 га/км)	3.94 акрів /милю (0.89 га/км)	1,250%
Довжина водопропускної труби (природне русло)	26 футів (8 м)	42 футів (22 м)	190%
Довжина водопропускної труби (рельєф)	18 футів (6 м)	36 футів (11 м)	200%

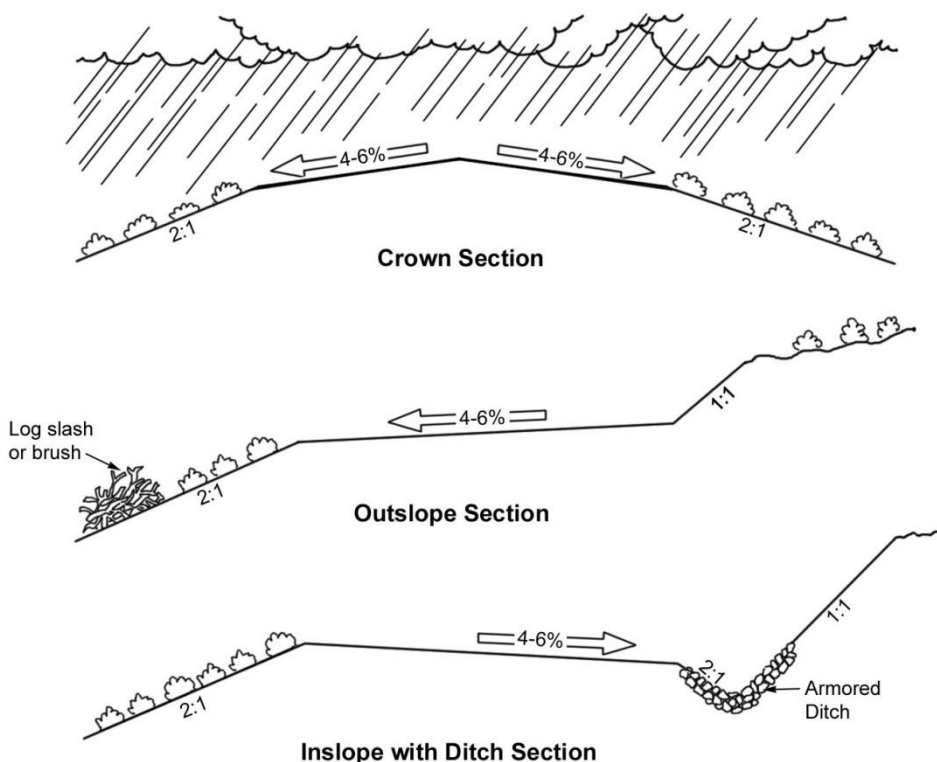
Примітка: Якщо припустити, що ухил відкосу складає 1: 1, а ухил насипу - 2: 1 (гор:верт).

Проблеми проектування і будівництва доріг

Потреби водовідведення з дорожнього покриття

Проектування водовідведення з поверхні дороги є одним з найбільш важливих аспектів проектування та найбільш економічно ефективним, оскільки багато заходів дренажу поверхні дороги є відносно недорогими у виконанні, але мають важливе значення для збереження дороги. Поверхню дорожнього полотна потрібно формувати так, щоб вода на ньому розтікалася і швидко видалялася з можливою найбільшою частотою. Вода, що застоюється у вибоїнах, коліях, місцях осідання ґрунту, послаблює земляну подушку і прискорює її руйнування. Вода, що збирається в коліях або стоїть на поверхні дороги довгий час може прискорити ерозію. Занадто крутий ухил призводить до того, що вода на поверхні дороги чи в канавах тече дуже стрімко, що ускладнює контроль над водовідведенням. В таких умовах прискорюється ерозія, якщо дорожнє покриття не армоване, вода не розподіляється або не відводиться достатньо часто.

Воду на поверхні дорожнього полотна необхідно контролюватися за допомогою дренажу, використовуючи нахил дороги до схилу, від схилу чи випуклу форму поверхні, як показано на малюнку нижче. Дороги з нахилом від схилу краще відводять воду і мінімізують ширину дороги, але такий метод може потребувати додаткової стабілізації дорожнього полотна і насипу схилу. Дорога з нахилом від схилу мінімізує концентрацію води, зводить до мінімуму необхідний розмір ширини дороги, усуває необхідність будівництва внутрішньої канави, і зводить до мінімуму витрати. Дороги з нахилом від схилу, де ґрунти глинисті, матеріал покриття дороги слизький, часто вимагають стабілізації поверхні породи або обмежене використання в періоди дощів для забезпечення безпеки руху. На дорогах з ухилом більш, ніж 10 - 12 відсотків, і на крутих схилах буває важко відвести воду з дороги з нахилом від схилу, людина не відчуває себе в безпеці.



Типові конфігурації дренажу поверхні дорожнього полотна необхідні для того, щоби відвести воду з поверхні

Дороги з ухилом до схилу більш придатні для контролю воду на поверхні полотна, але водночас збирають більше води на поверхні і, отже, вимагають будівництво системи ровів, поперечного водовідводу та додаткову ширину дороги для кювету. Поперечний водовідвід з використанням поперечних заглиблень (заглиблення з широкою основою) або водопропускних труб повинні бути розташовані досить часто, щоб відводити всю можливу воду з дорожньої поверхні до того, як почнеться ерозія. Загальні принципи розташування цих об'єктів показані нижче.

Цими параметрами максимально рекомендованих відстаней потрібно керуватися під час облаштування поперечного водовідводу і спорудження рельєфних каналів. Конкретні місця розташування об'єктів визначаються на місцевості виходячи з фактичного характеру потоків води, інтенсивності опадів, характеристик ерозії дорожнього полотна, і доступних місць відводу води, стійких до ерозії.

Керівні принципи щодо максимальних рекомендованих відстаней між поперечними рельєфними канавами і поперечними дренажними заглибленнями, у футах, в залежності від типу ґрунту

(Взято з «Пакер і Крістенсен» (1964), і Констед, Йохансен, і Молл (1998))

Максимальні рекомендовані відстані між поперечними рельєфними канавами і поперечними дренажними заглибленнями, фути				
Нахил дороги (відсотки)	Ґрунту, що не або мало схильний до ерозії		Ґрунту, що дуже або помірно схильний до ерозії	
	GW, GP Наповнювач	GM, GC Гравій з	SC, SM Мулистий	SW, SP, ML Пісок, сортований по-

	гравій	піском чи глиною	пісок, пісок з глиною	різному, намул
2	400	300	170	95
4	340	275	150	85
6	300	230	130	75
8	250	200	110	65
10	200	160	90	55
12+	150	130	75	50

Міри: 3.28 футів = 1 м.

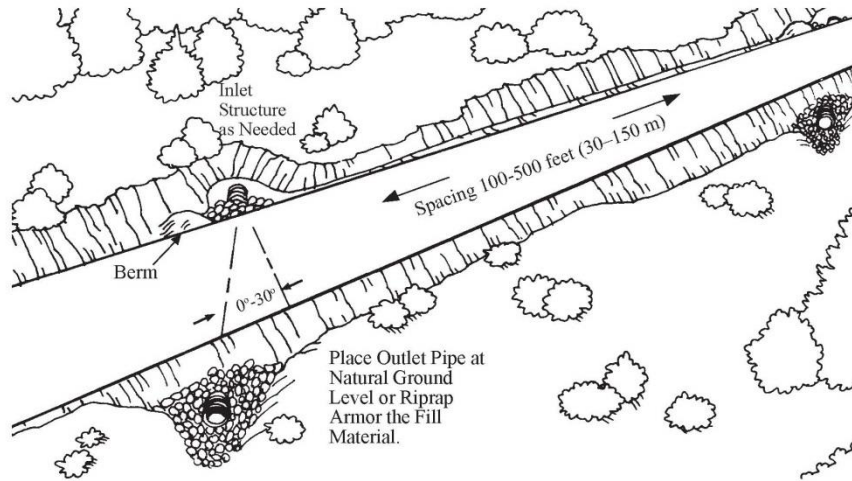
Примітка: Типи ґрунтів перераховані згідно системи класифікації ASTM. Типи ґрунтів, багаті на вміст суглинку (CH, CL, MH), потрапляють в категорію між мало і помірно схильні до ерозії.

Зверніть увагу, що широкі поверхневі заглиблення дуже важко прокладати при ухилах більших, ніж 8-10 відсотків.

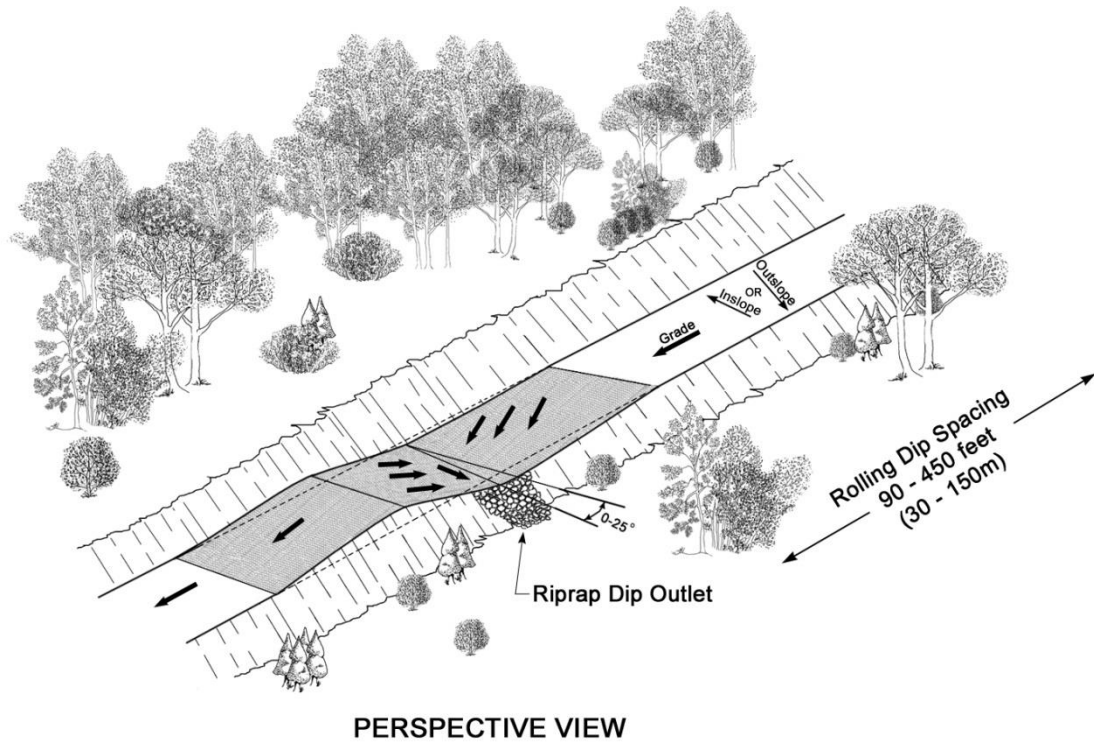
Випуклий профіль поверхні є придатним для доріг вищої категорії, таких як колекторні дороги або дороги з двома смугами руху на ділянках з більш пологими схилами. На таких дорогах необхідно будувати систему внутрішніх канав і поперечного водовідводу. На вузькій дорозі важко збудувати і обслуговувати випуклий профіль, тому більш ефективним є дренаж з уклоном від або до схилу.

Поперечні водопропускні труби служать для відводу стічних вод в поперечному напрямку. Це найбільш поширений тип дренажу поверхні дороги і найбільш придатний для швидкісних доріг, де важливо підтримувати гладку поверхню профілю. Однак, вартість таких труби висока, крім цього, труби малих діаметрів часто засмічуються і вимагають чистки. Поперечні поверхневі заглиблення (з широкою основою) проєктують для доріг з повільним рухом транспорту і також служать відведення води з поверхні. Поперечні заглиблення менш вартісні, менш вибагливі в обслуговуванні, засмічуються і руйнуються рідше, ніж труби. Поперечні заглиблення - ідеальне рішення на дорогах з низькою або помірною швидкістю руху (20 – 50 км/год). Частота їх розташування залежить від ухилу поверхні і типу ґрунтів. Деколи ще використовують інші споруди поперечного дренажу, а саме, відкриті дерев'яні або металеві лотки і гумові дефлектори.

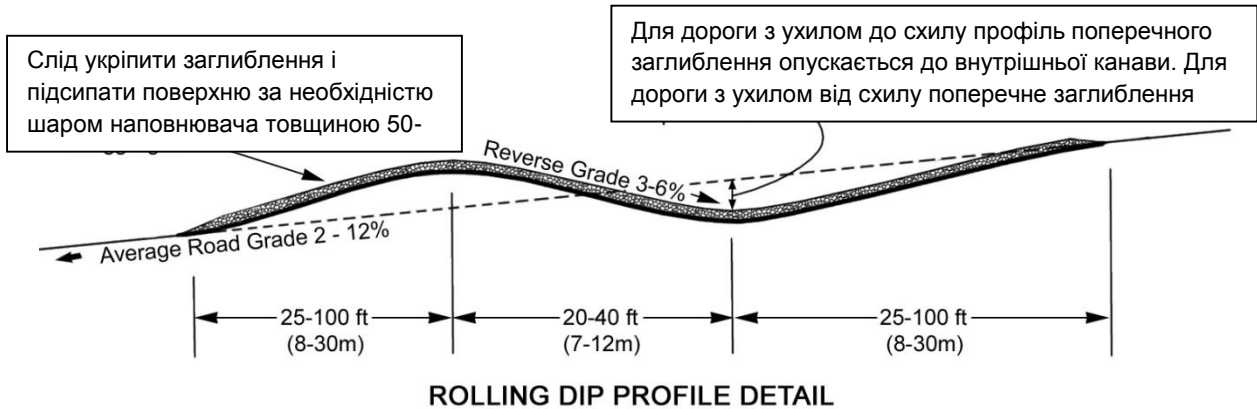
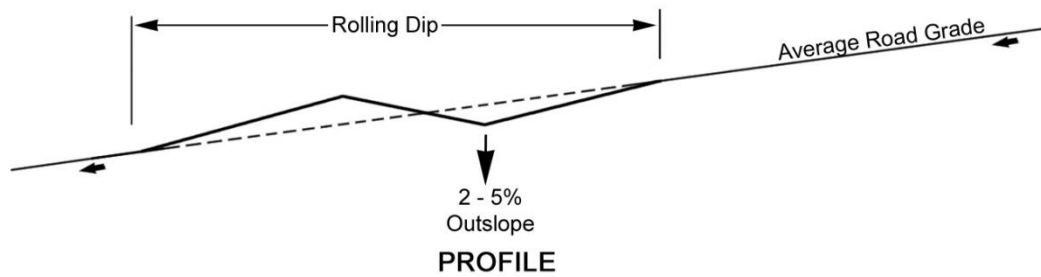
Ділянки доріг з крутим ухилом небажані й проблематичні, але іноді є необхідними. На ухилах до 10% простими у використанні є поперечні водопропускні труби чи канали. На ухилах від 10 до 15% встановлюють щільно труби поперечного дренажу, часто в поєднанні з укріпленими канавами. На схилах більш, ніж 15%, взагалі важко сповільнити течію води або швидко відвести її з поверхні дороги. Тут найкраще використовувати щільно розташовані труби поперечного водовідводу, укріплені канали, а також поверхня дороги потребує зміцнення або покриття для захисту від ерозії.



Типова конфігурація труби поперечного дренажу для відведення води з канави



Вид спереду поперечного заглиблення для відводу води з поверхні дороги.

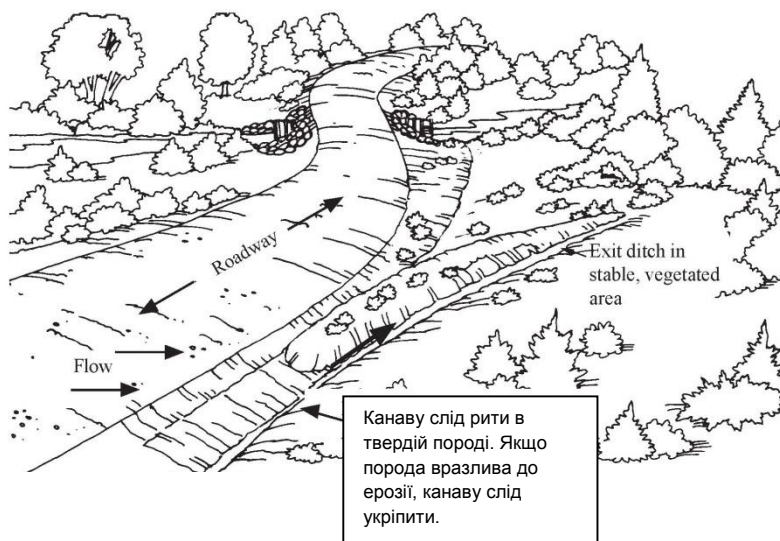


Вид збоку поперечного заглиблення для відводу води з поверхні дороги.



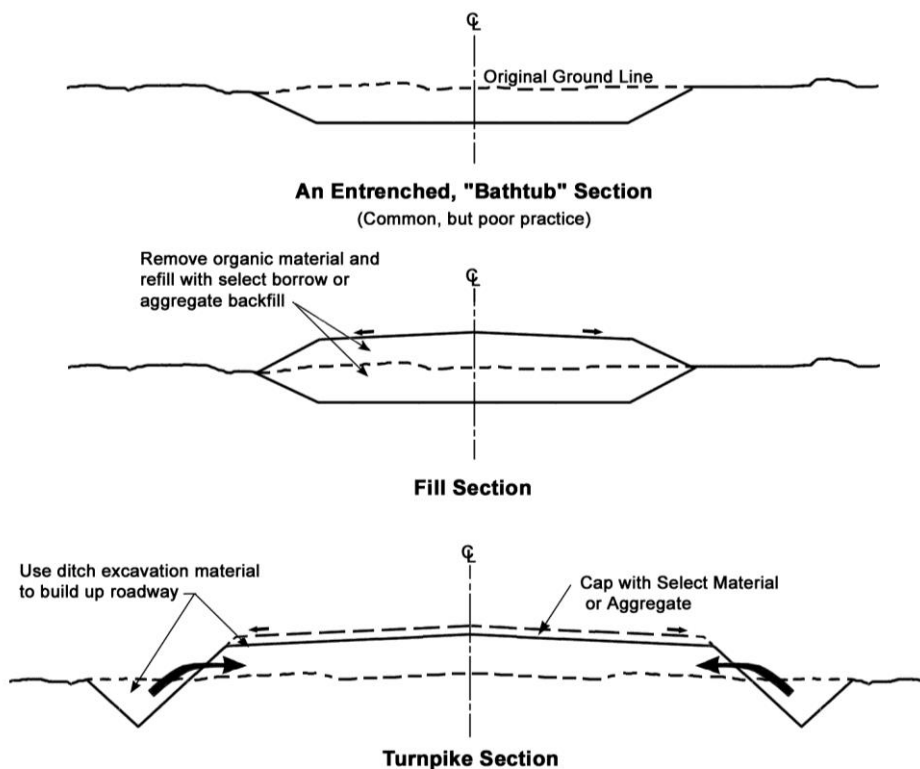
Фото заглиблення на поверхні дороги, яке виконує функцію водовідведення, але на випадок інтенсивних опадів необхідно збільшити його глибину.

Відгалуження канави - альтернативний спосіб для відведення води з основної канави, де місцевість це дозволяє, як показано нижче. Відгалуження канави повинно відводити воду в ліс, щоб служити відстійником для наносів, і не допускати скид води і замулу у дренажний канал. Таким чином, ми «від'єднуємо» дорогу від системи потоків і річок на ділянці.



Типова конфігурація відгалуження канави для відведення води з основної канави дороги.

На дуже рівнинній місцевості колекторні дороги, які використовують протягом сезону дощів, часто піднімають над рівнем землі, щоб забезпечити водовідведення з їх поверхні. Коли рівень дороги нижчий від рівня місцевості, як у випадку «вкопаної» дороги, дуже важко добитися ефективного водовідводу з поверхні дороги. Ефективний водовідвід ми можемо отримати при підвищенні дорожнього полотна або у випадку «магістрального» профілю. Такий профіль будується з використанням ґрунту, видобутого при викопуванні канав, або привозних матеріалів для підняття рівня поверхні, як показано на малюнку нижче. Такий підвищений профіль допомагає також визначити місце знаходження дорожнього полотна.



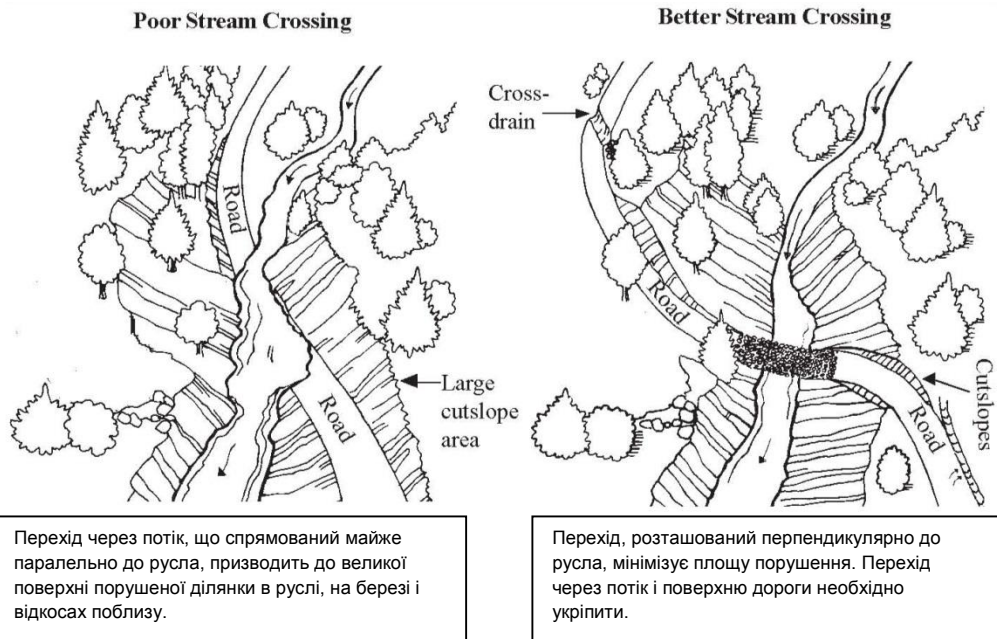
*Можлива конфігурація дороги з підвищеним профілем
для дуже вологій або болотистій місцевості*



Дорога в Аджарії на дуже плоскій вологій місцевості, де дорогу необхідно підняти і визначити одну конкретну смугу для руху

Спорудження переходів через водозбірні русла

Для переходу через природні русла вибирають, як правило, споруди, що включають водопропускні труби, арочні або прямокутні тунелі, броди через мілководдя або мости. Для спорудження дорожніх переходів через природні русла та визначення необхідних типів і розмірів споруд необхідно звернутися до спеціалістів з гідрологічного і гідравлічного проектування. Так як такі переходи знаходяться в місцях водних потоків, їх будівництво може бути витратним і негативно впливати на якість води. Наслідки від невдалого проектування, планування або спорудження можуть включати погіршення якості води, ерозію берегів, розмивання каналів, перешкоди для руху транспорту, та коштовний ремонт зруйнованих споруд. Крім цього, такі споруди можуть вплинути на життя риби та інших видів на всіх етапах їх розвитку. Переходи через русла повинні бути якомога короткими і розташовані перпендикулярно до русла, як це показано на наступному малюнку.



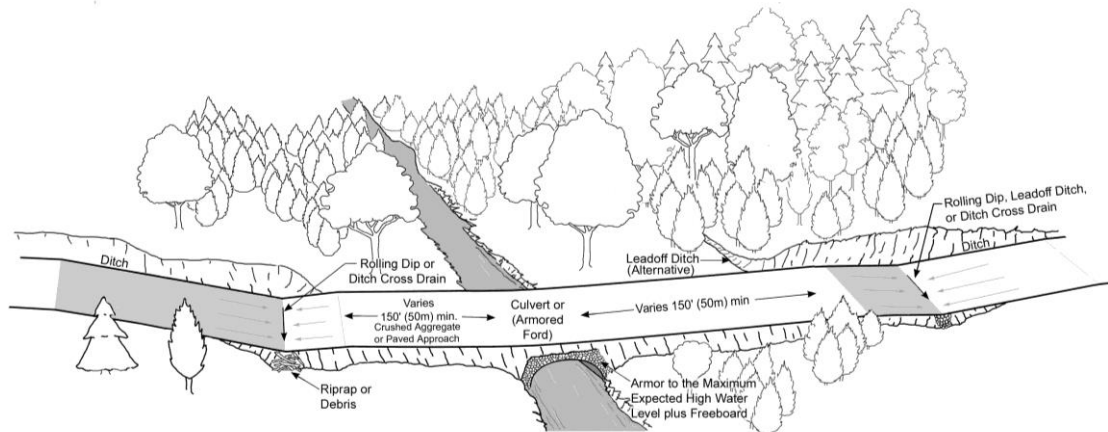
Спосіб розташування переходу через русло з метою мінімізації порушеної площі



Перехід через мілководдя в Аджарії, що був розмитий сильним дощем. Зверніть увагу на те, що паралельне до русла розташування спричинило суттєві негативні наслідки і руйнування дороги

Щоб звести до мінімуму кількість наносів з поверхні дороги чи з бокових канав, що досягають системи водовідведення, можна рекомендувати декілька перевірених способів з досвіду. Наприклад, спосіб укріплення дорожнього полотна на ділянці хоча б 50 метрів по обидва боки від переходу гравієм або агрегатом (наповнювачем), запобігання розмиванню за допомогою укріплення дренажної труби чи іншої споруди,

відведення води з канами в бік лісу до того, як вона досягне природного русла, як показано на малюнку нижче.

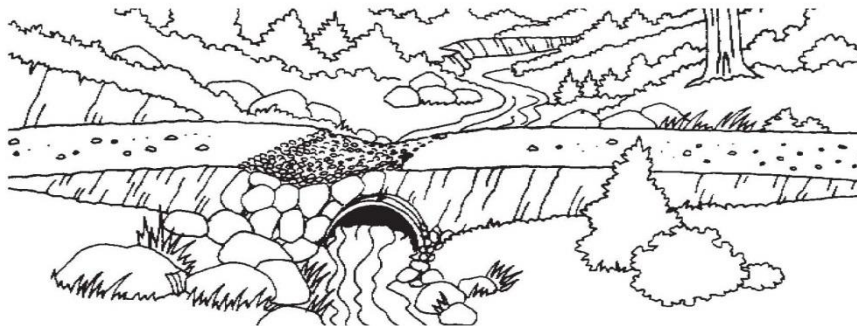


Укріпіть чи стабілізуйте споруду на переході через потік, зміцніть дорожню подушку поблизу. Воду слід відводи з поверхні дороги перед ділянкою, де дорога перетинає потік. Укріплене дорожнє покриття повинно бути на ділянці довжиною щонайменше 50 м. або до наступної споруди поперечного дренажу. В кожному випадку ця відстань залежить від ухилу дороги, типу ґрунту, характеру дощів тощо. У випадку броду необхідно укріпити дно природного русла.

Заходи захисту від наносів на переходах через потоки / річки

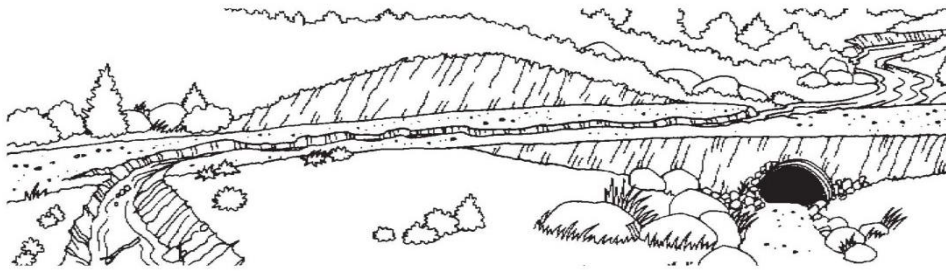
Спорудженню великих структур для перетину потоків, як-то великі водопропускні труби і мости, повинен передувати аналіз і проектування для конкретної ділянки, що його виконують в ідеальному випадку досвідчений інженер-гідротехнік та інші фахівці. У випадках потоків з невідомим значеннями інтенсивності течії, великою кількістю сміття в руслі, або в місцях з існуючими трубами недостатніх діаметрів, є високий ризик закупорки водопропускних труб, вимивання ділянки або руйнування. В таких місцях або на території особливо вразливих вододілів є бажаним встановлення захисту від перетікання. Просадка насипу і укріплений «водоскид», як показано нижче, зможе захистити насип, стримати потік у руслі, таким чином знизити загрозу відхилення потоку води і зазвичай уникнути руйнування. Закупорена труба, що спричиняє перенаправлення потоку води вздовж дорожнього полотна, призводить до значних пошкоджень навколо, до утворення ярів або може викликати зсуви.

Good Installation

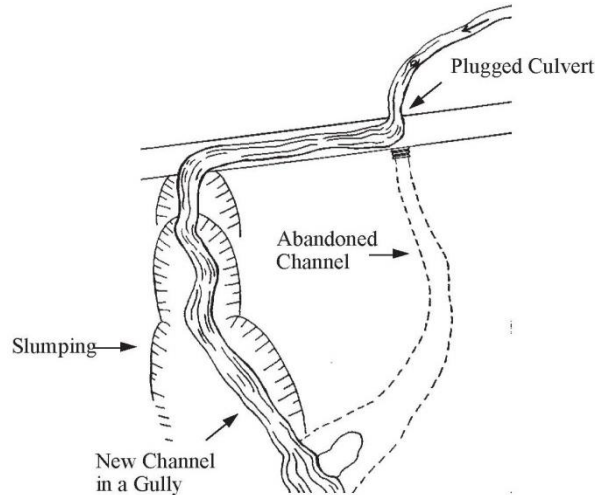


a. Armored dip over a low fill to prevent stream diversion.

Poor Installation



b. Sketch of a stream diverted down the road, forming a new channel.



c. Consequence of stream diversion out of its natural channel.

Існуюча водопропускна труба малого розміру з укріпленням заглибленням для скидання води при перетіканні запобігає перенаправленню потоку або вимиванню насипу (малюнок зверху). Нижній малюнок показує ситуацію, коли закупорка труби призводить до перенаправлення потоку вздовж дороги по поверхні дорожнього полотна, призводячи до значних наслідків руйнування ділянки (джерело: М.Ферніс, 1997 р.)

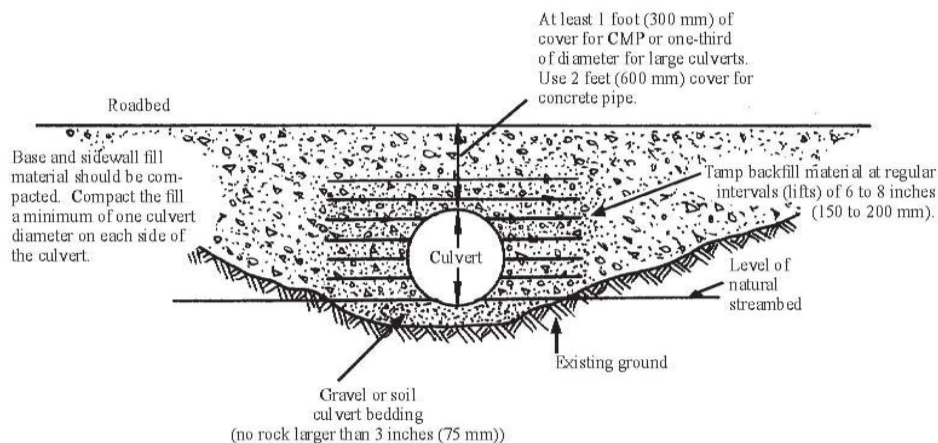
Водопропускні труби використовуються найчастіше при спорудженні перетину природних потоків/річок. Для проведення потоку необхідно встановити трубу достатнього діаметру, щоби пропустити очікуваний потік води та запобігти закупорці і засміченню. Міркування проекту можуть також враховувати проходження риби. Кількість води (номінальний потік) залежатиме від площі водозбору, характеристик поверхневих стоків, номінальної інтенсивності дощів та періодичності, з якою виникають грози/ зливи. Під час проектування водопропускної труби зазвичай беруть до уваги статистику сильних злив за період в 20 років, але можна взяти період 100 років, в залежності від вразливості ділянки. Для відносно великих рік необхідно виконати гідрологічний і гідравлічний аналіз даного району. Такий аналіз враховує характеристики русла і басейну ріки, найвищі рівні води, дані щодо кількості опадів та інші доступні дані.

Водопропускні труби, як правило, виготовляють з бетону або металу (гофрованої сталі або алюмінію), іноді використовують пластикові труби, а також кладку з дерева чи каменю. Тип матеріалу, що використовується, зазвичай залежить від вартості та

доступності матеріалів. Тим не менш, гофровані металеві і бетонні труби, як правило, більш довговічні, ніж пластикові труби. Форма водоводу, наприклад, кругла труба, арка, структурна арка або прямокутник, залежить від місця, необхідного прольоту, і допустимої висоти ґрунтового насипу.

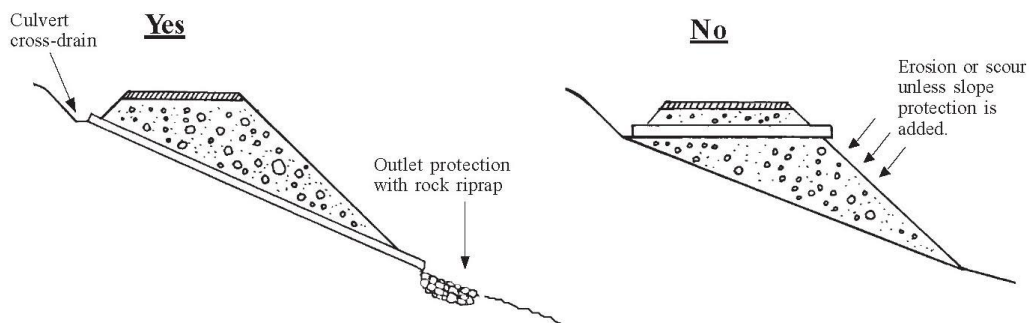
Важливі відомості, які необхідно врахувати, включають наступне: зведення до мінімуму зміну природнього русла; уникнути звуження ширини русла наповнення до берегів; зберегти природній ухил та лінію осі; використання якісних, добре ущільнених матеріалів для основи і засипки; застосування заходів захисту витоків, стоку і берегів потоку. Часто потрібні також сміттєстримуючі решітки в руслах зі значною кількістю сміття для попередження закупорки труб. Бетонні опори запобігають руйнуванню водопропускних споруд і підтримують їх. В ідеальному випадку водопропускна труба має таку ж ширину, як природнє русло, щоби уникнути звуження потоку.

Матеріалом основи і засипки зазвичай служить так званий «відбірний сипучий матеріал» або «відбірний мінеральний ґрунт». Фактично, більшість ґрунтів придатні, якщо вони вільні від надмірної вологи, бруду, грудок мерзлого ґрунту або високо пластичної глини, коріння, або каменів більших, ніж 7,5 см. Матеріал, що використовується для основи під трубою, не повинен містити камення розмірами більші, ніж 3,8 см. Глинистий ґрунт може використовуватися, якщо він ретельно ущільнений при відповідній вологості, наближений до оптимальної. Ідеальним для засипки матеріалом є вологий, добре відсортований зернистий ґрунт або мілкий щебін з вмістом мілкого наповнювача до 10 відсотків і без каменів. Матеріал повинен бути добре ущільнений, принаймні, до тої ж щільності, що прилегла земля або краще, до щільності 90-95% згідно AASHTO T-99, і викладений шарами товщиною 15 см, як показано нижче. Щільна, однорідна засипка важлива для того, щоби витримати горизонтальний тиск від труби.



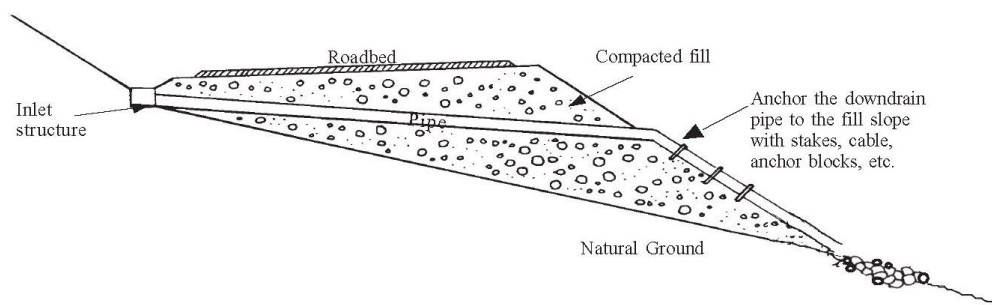
Технології будівництва та правильної установки водопропускної труби

Варіанти установки водопропускних труб поперечного дренажу показані на малюнку нижче. Труба поперечного дренажу в ідеалі повинна бути встановлена в основі насипу, на вході потрібно збудувати водобійний колодязь або відстійний басейн, ділянку навколо вихідного отвору необхідно зміцнити з метою захисту від розмиву.



Випускний отвір труби повинен виходити за межі основи насипу. Крім цього схил, куди скидується вода, повинен бути укріпленим з метою захисту від ерозії.

Optional



Альтернатива: водовідвідна труба прокладена вздовж насипу. Це має сенс у випадках, коли насип має великі розміри, ґрунти слабкі, в регіоні багато дощів.

Правильна установка поперечного дренажу в дорожньому насипі для скиду води з канави

Мости є відносно дорогими, але найбільш доцільними спорудами для перетину природнього потоку, тому що вони можуть бути побудовані за межами русла і, таким чином, звести до мінімуму зміни в ньому, поглиблення або зведення насипу в природному руслі. Вони зводять до мінімуму пошкодження дна природного потоку і вони не вимагають затримки дорожнього руху відразу після їх зведення. Вони ідеально підходять для проходу риби. Однак, вони вимагають детального міркування щодо розташування, гідравлічного аналізу і проектування, прив'язаного до місцевості. Місце розташування і розміри мосту в ідеалі визначають інженер, гідролог та біолог-іхтіолог, які працюють разом, як одна команда. Бажано, щоби міст бути побудований в місці, де русло вузьке, в районі скелистої породи або грубозернистого ґрунту і каменю, що забезпечить хороший фундамент споруди. **Часто руйнування мостів відбувається через сипучість матеріалів основи, що схильні до вимивання.**

Мости необхідно **проектувати** таким чином, щоби вони мали відповідну структурну спроможність витримати вагу найбільшого очікуваного транспортного засобу. Звичайний пролітний (один проліт) міст може бути споруджений з колод, брусів, клеєних ламінованих дерев'яних балок, сталевих балок, з монолітних бетонних плит, збірних залізобетонних плит, або модульні мости такі, як міст Бейлі, або можна використати елементи старих залізничних мостів, як показано на фото нижче. Можна скористатися різними типами конструкцій і матеріалів, якщо вони відповідають

технічним вимогам.



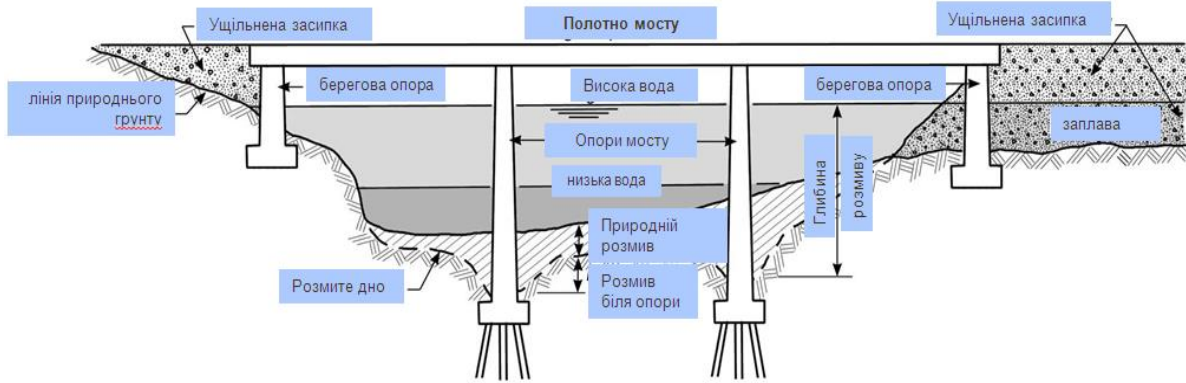
Вживаний залізничний міст, встановлений на лісовій дорозі

"Стандартні проекти" можна застосувати для більшості простих мостів в залежності від довжини прольоту моста і умов його навантаження. Складні споруди повинні бути спеціально проєктовані інженером-будівельником. Часто також вимагається схвалення проєкту місцевими органами влади. Найбільш доцільними є бетонні споруди, оскільки вони відносно прості і недорогі, вимагають мінімального обслуговування, і мають порівняно тривалий термін експлуатації в більшості середовищ. Часто зустрічаються також мости з колод через наявність цього матеріалу на місці, особливо у віддалених районах, але слід пам'ятати, що вони мають відносно короткі прольоти, і відносно короткий номінальний термін експлуатації.

Фундаменти мостів можуть включати в себе звичайні опорні лаги, габіони, кладку підпірної стіни або бетонний фундамент з опорами. Для глибоких фундаментів часто використовуються буронабивні палі-стовпи або забивні палі. Найчастіше руйнування мостів відбувається або через недостатню гідравлічну потужність (замалу) або через підмив і підрив фундаменту, збудованого на сипучому ґрунті. На малюнку нижче показано типову ділянку схильну до розмиву навколо фундаменту моста, особливо там, де паля або паля-стовп розташована посередині русла.

Слід по-можливості уникати спорудження основи моста на середині русла!

Отож, міркування щодо основи є надзвичайно важливими. Так як міст, як правило, є дорогою спорудою і місцевість може бути складною, більшість проєктів будівництва мостів повинні бути виконані за участю досвідчених інженерів будівельників, гідрологів і геологів.



Мал. 10.3.1

Ділянки вразливі до розмиву

Типова проблема розмиву в районі ділянки моста, особливо навколо основи, що встановлена посередині русла

Періодична перевірка і технічне обслуговування мостів необхідні для забезпечення безпеки споруди при проходженні очікуваного потоку транспорту, чистки русла потоку чи ріки, в цілому продовження терміну експлуатації споруди. Роботи з обслуговування мосту найчастіше включають: чищення полотна та ферм мосту; очищення русла від рослинності і сміття; відновлення розмітки та знаків; ремонт засобів захисту і укріплення берегів; обробка сухої та потрісканої деревини; доповнення та заміна гайок і болтів; фарбування конструкції.

Проблеми стабілізації схилів

Задачі, які повинні виконувати дорожні відкоси і насипи, є: 1) зберігати стабільність протягом довгого часу, 2) не бути джерелом наносів, і 3) мінімізувати довгострокові витрати. Зсуви і зруйновані насипи є джерелом осадкової породи, яка може призвести до блокування дороги, необхідності капітального ремонту, і може значно збільшити витрати на обслуговування дороги. Вертикальний ухил відкосу, як показано на фото нижче, не слід використовувати, хіба що він врізаний в скальну або дуже щільну породу. Довгострокові стабільні профілі відкосів для більшості порід і географічних районів, як правило, будуються з ухилом приблизно 1: 1 або $\frac{3}{4}: 1$ (горизонталь: до вертикалі). В ідеальному випадку схили відкосів і насипів необхідно будувати таким чином, щоби їх можна було вкрити рослинністю. Ухилина сипів повинні мати профіль $1\frac{1}{2}: 1$ або більш пологий. Більш круті ухили, ніж профіль $1\frac{1}{2}: 1$, що побудовані звичайним методом із сипучого матеріалу боковою засипкою, можуть з часом поступово розшаровуватися, їх важко укріпити і це може призвести до обвалу шарів насипу і руйнуванню споруди. Скалистий відкіс може бути стабільним з профілем ухилу $1\frac{1}{3}: 1$. В ідеальному випадку насипи потрібно будувати зі ухилами $2: 1$ або більш пологі, що сприятиме зростанню рослинності і стабілізації відкосів.



Вертикальний профіль відкосу і насип з боковою засипкою – будівництво нової дороги в Аджарії, виїмки, які з часом ймовірно будуть спричиняти проблеми

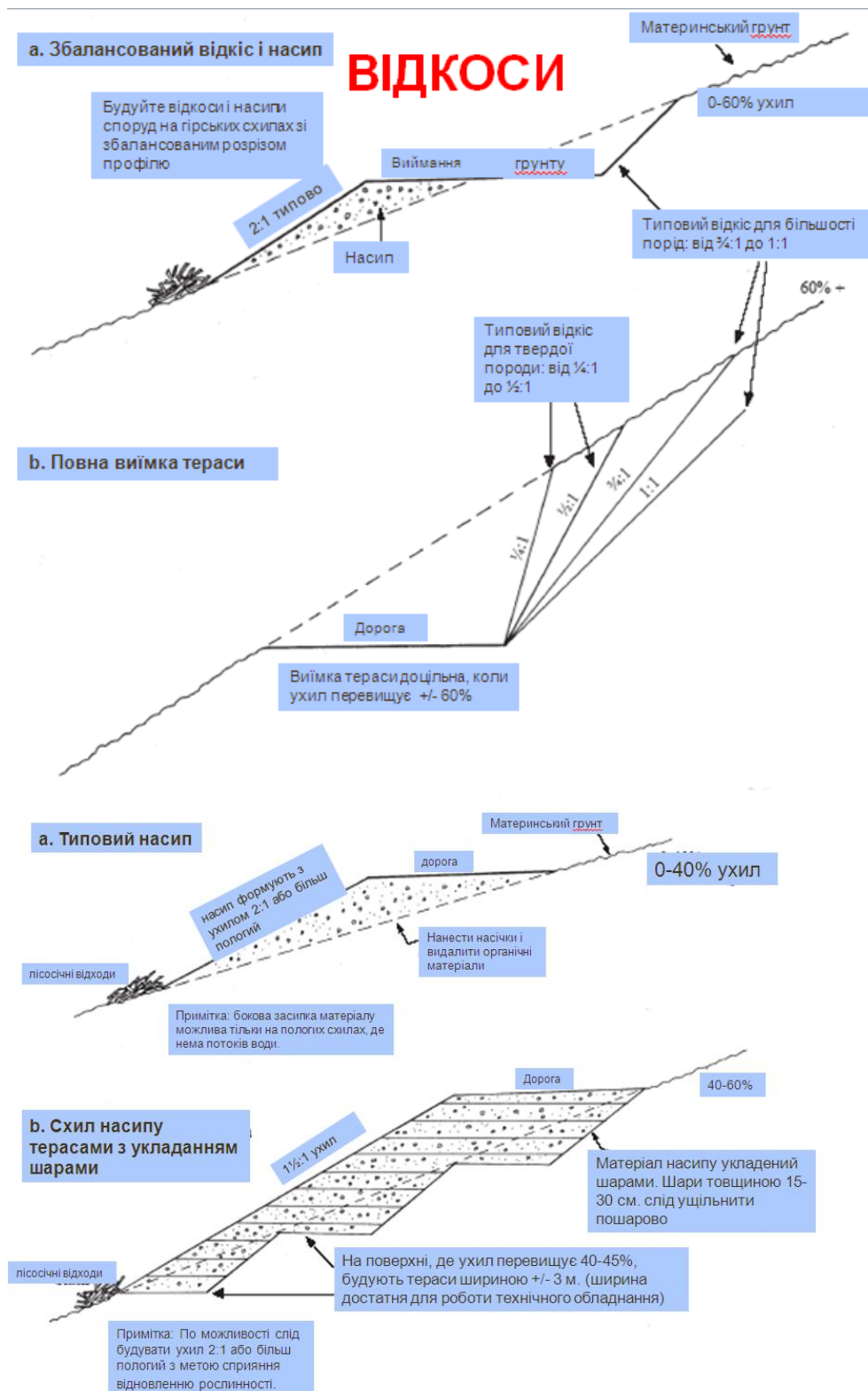
Наведена нижче таблиця представляє перелік співвідношення профілів відкосів і насипів для деяких типів порід. Цифри вказують також на можливі проектні рішення для різних умов і характеристик типових відкосів і насипів. Однак, необхідно зауважити, що умови на місцях можуть суттєво відрізнятися, тому при визначенні стабільних схилів потрібно спиратися на місцевий досвід і міркування. Головною причиною руйнування відкосів і насипів є підземні води.

ТАБЛИЦЯ 11.1

Загальні характеристики профілів схилів для різних типів ґрунту/ породи

Тип ґрунту/ породи	Профіль схилу (Гор:Верт)
В більшості камінь	$\frac{1}{4}:1 - \frac{1}{2}:1$
Дуже міцно склесені ґрунти	$\frac{1}{4}:1 - \frac{1}{2}:1$
Ґрунт в природньому заляганні	$\frac{3}{4}:1 - 1:1$
Дуже роздроблена порода	$1:1 - 1\frac{1}{2}:1$
Сипучі крупнозерністі ґрунти	$1\frac{1}{2}:1$
Важкі глинисті ґрунти	$2:1 - 3:1$
М'яка глина або ділянки з просочуваннями вологи	$2:1 - 3:1$
Насипи з ґрунту	$1\frac{1}{2}:1 - 2:1$
Насипи зі щебню	$1 - 1\frac{1}{3}:1$
Низькі відкоси і насипи (висота <2-3 м)	2:1 або більш пологі (для відновлення рослинності)

Руйнування схилу або зсуви, як правило, трапляються там, де схил занадто крутий, де матеріал насипу не ущільнений, або там, де відкіс у природньому заляганні породи на місці перетинається з ґрунтовими водами або зонами слабого матеріалу. Доцільне розташування дороги допомагає уникати ділянки зсувів та зменшити руйнування відкосів. У випадку руйнування необхідно стабілізувати ділянку зсуву шляхом видалення зрушеного матеріалу, вирівняти схил, доповнити дренаж, або добудувати конструкцію і т.д., як описано нижче. Проект для кожної ділянки, як правило, відрізняється і може вимагати участі інженерів-геологів і геотехніків. Руйнування, як правило, впливають на обсяги дорожніх робіт і можуть призвести до витратних ремонтних робіт. Руйнування біля потоків і переходів через природні русла складають додатковий ризик негативного впливу на якість води.



Типові конфігурації відкосу і насипу, що сприяють довгостроковій стабілізації схилу

Широкий асортимент заходів стабілізації схилів служить інженерам для вирішення проблеми стійкості схилів і перетину нестабільних зон. У більшості випадків для земельних робіт і берегових укріплень відносно пологі схили, ретельне ущільнення, відповідні заходи водовідведення вирішують більшість типових проблем недостатньої

стабільності. Якщо руйнування відбулося, найбільш доцільні заходи укріплення залежатимуть від конкретних умов на ділянці, а саме, розміри зсуву, тип ґрунту, використання дороги, обмеження на трасі і причина аварії. Діапазон типових варіантів стабілізації схилу, що доцільні на дорогах з низькою інтенсивністю руху, представлені нижче, від найпростіших і найдешевших до найбільш складних і витратних:

- Просто прибираємо зрушений матеріал.
- Відновити насип або вирівняти дорогу на ділянці зсуву
- Відновити рослинність на схилі і додати укріплення
- Розрівняти або відбудувати відкіс.
- Підняти або опустити рівень дороги, щоби укріпити відкіс або зняти тиск з ділянки зсуву відповідно.
- Перенести полотно дороги на більш стабільну ділянку
- Встановити дренаж схилу, такий як глибокі траншеї на відкосах або горизонтальні канали для водовідведення.
- Спроекувати та побудувати контрфорси або анкерне укріплення, що підтримуватимуть конструкцію.

Підпірні споруди відносно дорогі, але необхідні на вузьких ділянках з крутим уклоном, для зміцнення дорожнього полотна на стрімких схилах, і служать краще, ніж глибокі й високі відкоси в гірській породі. Вони також можуть бути використані для стабілізації схилу. Габіонні конструкції дуже часто використовуються для стін висотою до 6 метрів, зокрема, тому, що для них можна використати місцеву породу, і вони є трудомісткими. Для більшості гравітаційних підпірних споруд ширина основи повинна складати щонайменше 0,7 від висоти стіни.

На даний час для спорудження низьких та високих стін в багатьох географічних регіонах найменш витратними типами укріплень є «Ґрунт, стабілізований механічним шляхом» (МСҐ), або "Армований ґрунт" - ці конструкції просто звести, і для них можна використовувати місцевий зернистий насипний матеріал. Вони зазвичай будуються з використанням шарів геотекстилю або звареного дроту, що прокладаються шарами на відстані від 15 до 45 см в ґрунті, що надає міцності на розрив. Більшість типів підпірних споруд, що постачаються виробниками є стабільними для відповідного використання, умов місцевості і певної висоти. Руйнування стін частіше всього відбувається через проблеми з основою. Тому, конструкції необхідно зводити на належній основі, як от материнська порода або тверда порода природного залягання.

Матеріали дорожнього полотна

Місцеві лісові дороги з низькою інтенсивністю руху, як правило, будуються з використанням природних матеріалів, які повинні витримувати навантаження легкими автомобілями, можуть витримувати рух важких комерційних вантажівок, і повинні мати покриття, яке в мокрому стані забезпечить адекватне зчеплення з дорогою для автомобілів. Поверхня ґрунтових доріг є незахищеною, може стати джерелом значної кількості наносів, особливо, якщо дорога розбита. Тому бажано, а в багатьох випадках необхідно, вирішити укріплення основи полотна дороги або поліпшення ґрунтової

поверхні матеріалами, такими як гравій, грубий кам'янистий ґрунт, подрібнений агрегат, брущатий камінь, бетонні блоки, бетон, або який-небудь тип бітумного покриття чи асфальту. Покриття одночасно укріплює конструкцію і зменшує ерозію поверхні дороги. Вибір типу покриття залежить від обсягів транспорту, місцевих ґрунтів, наявних матеріалів, зручності обслуговування, і в найбільшій мірі залежить від його вартості. З'єднуючі і магістральні дороги, як правило, оснащують кращим типом покриття.

Існує цілий діапазон варіантів для покращення структури дорожнього полотна в місцях з м'якими ґрунтами або слабкою подушкою. Вони зазвичай включають в себе:

- На поверхню м'якого ґрунту насипають більш міцний матеріал, такий як шар гравію або подрібненого наповнювача;
- Покращують властивості поверхні безпосередньо на місці, змішуючи природний матеріал з добавками (вапно, цемент, асфальт чи інші хімічні добавки);
- За допомогою геотекстилів або дерев'яних брусів перекривають ділянки м'якого ґрунту;
- Знімають шар м'якої чи неякісної породи і замінюють її більш якісною;
- Обмежують рух на дорозі під час сезону несприятливої погоди, наприклад, коли глинисті ґрунти занадто розм'якають
- Ущільнюють ґрунтову поверхню для її зміцнення; а також
- Виведення вологи з ґрунту за допомогою ефективного дренажу проїзної частини або герметизації ґрунту.

Різні матеріали для стабілізації ґрунту, такі як масла, вапно, цемент, смоли, лігнін, хлориди, ферменти та інші хімічні речовини можуть бути використані для поліпшення властивостей матеріалу ґрунту на місці. Вони можуть бути економічно доцільними в регіонах, де наповнювачі або інші матеріали важко знайти або є занадто дорогими. Кращий для використання матеріал для стабілізації ґрунту залежить від вартості, типу ґрунту, його характеристик та місцевого досвіду. Часто необхідно тестувати матеріал на невеликій ділянці дороги, щоб визначити найбільш технічно і економічно доцільний тип. Однак багато стабілізаторів ґрунту ще потребують нанесення додаткового шару покриття. Посилена поверхня дороги покращує зчеплення, забезпечує захист від ерозії і підтримку конструкції.

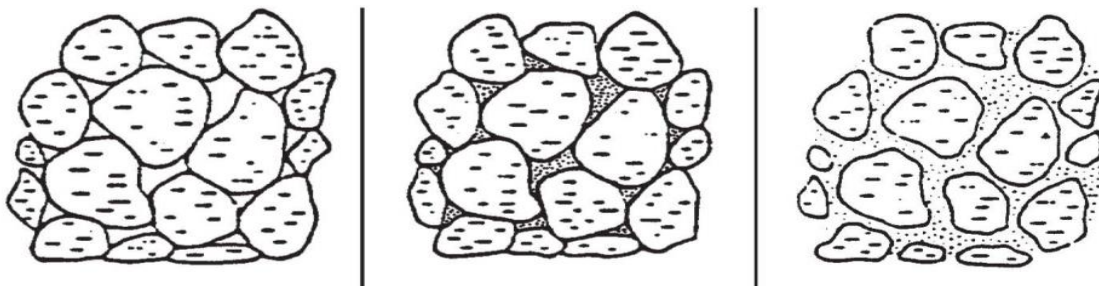
Найбільш поширеними матеріалами для покриття доріг з низькою інтенсивністю руху є гравій, камінь з кар'єрів або подрібнений наповнювач. Наповнювач часто використовують тільки для «засипки» колій, але його найкраще використати для суцільного покриття даної ділянки. Наповнювач для дорожнього одягу повинен виконувати дві основні функції:

(1) повинен мати досить високу якість і його шар має бути досить товстим, щоб забезпечити витримання навантажень від руху транспорту та запобігання виникнення глибоких колій

(2) в повинен бути добре відсортований і змішаний з достатньою кількістю дрібної фракції, бажано, пластичного матеріалу, щоб запобігти розшаруванню і утворенню колій.

Товщина шару наповнювача повинна, як правило, коливатися від 10 до 30 см, залежно від міцності ґрунту, інтенсивності руху і клімату. Конкретні методики розрахунку товщини шару наповнювача можна знайти в рекомендованій літературі. Щоб зменшити необхідний шар наповнювача у випадках дуже слабких ґрунтів (CBR менше 3), використовують геотекстильні матеріали або армування подушки дороги. Крім цього, геотекстиль використовують для того, щоб відокремити наповнювач від м'якого ґрунту, запобігти його забрудненню і продовжити термін експлуатації.

На малюнку нижче представлені деякі фізичні властивості і співвідношення різних сумішей ґрунту з наповнювачем, спочатку без вмісту мілкої фракції (розмір 074 мм), з оптимальним вмістом мілкої фракції (6-15%), і надмірним вмістом (більше 15 до 30%). Доцільний вміст мілкої фракції в наповнювачі може залежати від клімату або середовища, в якому знаходиться дорога. У напівзасушливих та пустельних регіонах потрібний вміст мілкої фракції відносно високий, від 15 до 20%, з помірною пластичністю. В дуже вологих регіонах, таких як райони з тропічним кліматом, в горах на узбережжі, або джунглях, вміст мілкої фракції має бути низьким, від 5 до 10%, щоб запобігти утворенню колій і зберігати стабільну поверхню дороги.



Наповнювач без мілкої фракції (0%)	Наповнювач з достатнім вмістом мілкої фракції (8-15 %) для максимальної щільності суміші	Наповнювач з високим вмістом мілкої фракції (>25%)
Контакт зерно-до-зерна	Контакт зерно-до-зерна з підвищеним опором проти деформації	Контакт зерно-до-зерна порушений, наповнювач «плаває» в ґрунті
Нерівномірна щільність	Щільність підвищена до максимальної	Понижена щільність
Висока водопроникність	Низька водопроникність	Низька водопроникність
Не вразливий до морозів	Вразливий до морозів	Вразливий до морозів
Стійкий, якщо укладений; Нестійкий, якщо не укладений	Відносно висока стійкість в укладеному і неукладеному стані	Понижена стійкість і міцність
Стійкий до руйнування потоками води	Не дуже підлягає руйнуванню потоками води	Дуже вразливий до руйнування потоками води
Важко ущільнюється	Піддається ущільненню посередньо	Добре підлягає ущільненню
Легко кришиться	Гарна якість покриття дороги	Швидко порошиться

Фізичні властивості наповнювача з різним вмістом мілкої фракції

В ідеалі наповнювач для дорожнього полотна твердий, подрібнений чи відсіяний до мінімального розміру 5 см., він відсортований до максимальної щільності, містить 5-15% в'язучої глини для запобігання розшарування, має коефіцієнт пластичності від 2 до 10. Матеріал покриття поверхні повинен бути зручним в обслуговуванні, щоб запобігати утворенню колій та ерозії. Суттєве погіршення стану дороги може статися, якщо колії, розшарування, руйнування або ерозію на поверхні не можливо контролювати. Пошкодження дороги можна значно знизити шляхом обмеження використання дороги у вологу погоду, якщо таке можливо.

Ущільнення, як правило, є найбільш економічно ефективним способом для поліпшення якості (міцності і водонепроникності) земляної подушки і покращення характеристик поверхні наповнювача. Таким чином, за допомогою ущільнення ми захищаємо кошти, інвестовані в наповнювач, підвищуємо його міцність, мінімізуємо обсяги дрібної фракції, і запобігаємо утворенню колій. Відмінних характеристик дорожнього покриття також вдавалося досягти в деяких напівзасушливих районах з використанням змішаних місцевих матеріалів, дуже високим ступенем ущільнення, і водонепроникної мембрани - бітумного ущільнюючого покриття.

Таблиця, наведена нижче, показує специфікації матеріалів для будівництва основи і поверхні лісових доріг, що ними користуються спеціалісти Лісової служби США. Матеріали для покриття поверхні складаються з мілкіших фракцій, ніж матеріали для основи, ці матеріали також повинні бути більш пластичними. Нижче приведені також вимоги до таких характеристик, як зносостійкість, міцність, і пластичність.

Вимоги до матеріалів для будівництва основ і покриття доріг, якими керується Лісова Служба США (Специфікація до проекту FP-03, Розділ 703.05)

Розмір отвору сита	USFS B (нижній шар основи)	USFS C (основа)	USFS D (основа)	USFS F (поверхня)	USFS G (поверхня)
2 ½ дюйма (63 mm)	-	-	-	-	-
2 дюйма (50 mm)	100	100	-	-	-
1 ½ дюйма (37.5 mm)	97-100			100	-
1 дюйм (25 mm)	-	80-100	100	97-100	100
¾ дюйма (19 mm)	-	64-94	86-100	76-89	97-100
½ дюйма (12.5 mm)	-	-		-	-
3/8 дюйма (9.5 mm)	-	40-69	51-82	56-68	70-80
No. 4 (4.75 mm)	40-60	31-54	36-64	43-53	51-63
No. 16 (1.18 mm)	-	-	-	23-32	28-39
No. 40 (425 µm)	-		12-26	15-23	19-27
No. 200 (75 µm)	4-12.0	4.0-7.0	4.0-7.0	10-16 (1)	10-16 (1)

Примітка: (1) Діапазон для сита No. 200 - від 6.0 до 12.0, за умови, що PI більше, ніж 0.

Вимоги щодо міцності і зносостійкості наповнювача

Вимоги тесту	Основа і її нижній шар	Поверхня
Шліфування «Лос Анжелес», AASHTO* T 96	40 % максимум	40 % максимум
Втрата без дефектності сульфата натрію AASHTO T 104	12 % максимум	12 % максимум
Показник стійкості (груба і мілка фракція), AASHTO T 210	35 мінімум	35 мінімум
Наявність тріщин, ASTM** D 5821	50 % мінімум	75 % мінімум
Границя текучості, AASHTO T 89	25 максимум	35 максимум
Границя пластичності, AASHTO T 90	Не пластичний	2 to 9 (1) < 2 (2)

Примітка: (1) Якщо відсоток, що проходить, менше, ніж 12.

(2) Якщо відсоток, що проходить, більше, ніж 12.

* AASHTO - Американська Асоціація Державних Автомобільних Трас та Дорожників

** ASTM – Американське Товариство Тестування та Матеріалів

Боротьба з ерозією і контроль якості води

Запобігання ерозії на дорогах, на всьому профілі дороги, і на прилеглих ділянках має дуже важливе значення для захисту якості води, особливо під час сильних бурь і злив.

Дві основні причини ерозії – це концентрація потоків води і відсутність рослинного покриття на ґрунті. Рослинний покрив і високий ступінь вбирання води ґрунтом є основними умовами захисту від ерозії на довгий термін.

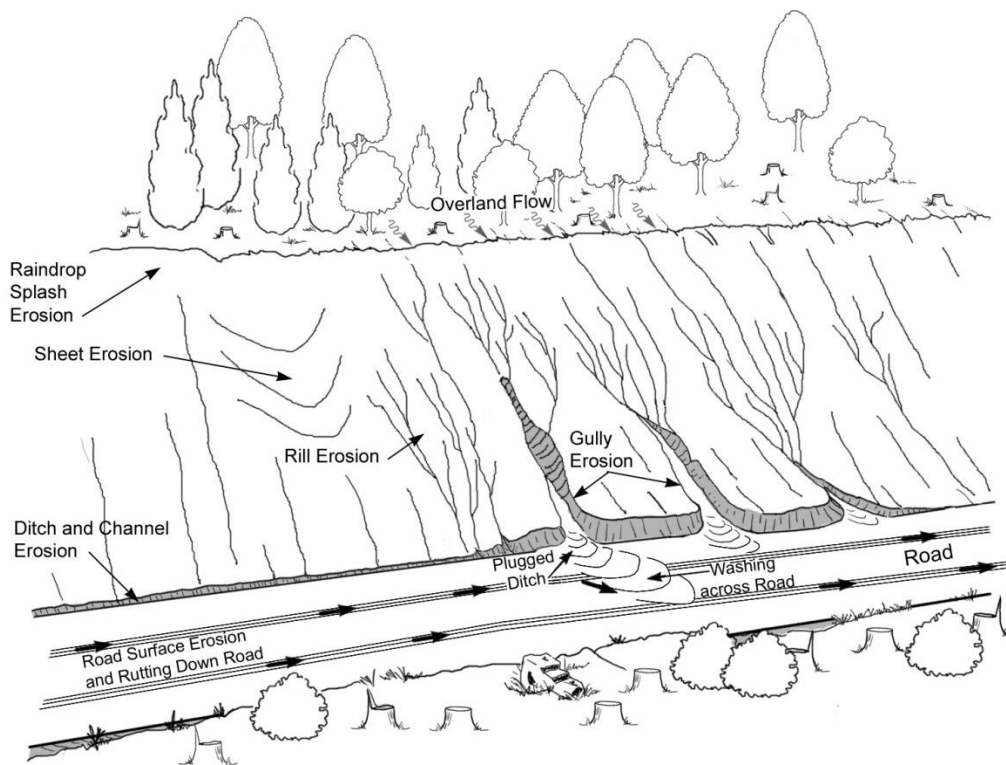
Заходи для запобігання ерозії необхідно запровадити відразу ж після будівництва дороги, і кожного разу, коли є зруйнована ділянка. Вони, зокрема, мають бути реалізовані до початку першого зимового періоду після завершення будівництва або випадку руйнування, і перед періодом сильних дощів. На будівельному майданчику буває важко відновити рослинний покрив, тому типова ситуація, коли наноси збираються навколо нього. Площа ділянки порушення місцевості може бути обмежена, а з часом і відновлена.

Необхідно запобігти утворенню концентрованих потоків води або русло має бути зміцнено і стабілізовано. Наноси необхідно затримати і відбирати до того, як вони дійдуть вхідного отвору водопропускного каналу, але пріоритетним є завдання заходів проти ерозії. Оголена поверхня повинна бути захищена матами або мульчою, щоб зменшити початкову ерозію і сприяти зростанню насіння трав або інших видів рослинності (краще притаманної для місцевості) для довгострокового контролю над ерозією. Трави, що швидко ростуть, часто використовують для забезпечення швидкого покриття, а з часом їх заміняють місцевою рослинністю.

Більшість порушених ділянок, в тому числі дорожнє полотно, насипи, відкоси, бокові смуги, кювети підлягають ерозії. А також інші ділянки: майданчики для розвантаження, трельовальні волоки, будівельні і складські майданчики, і склади, кар'єри, де видобувають ґрунт і камінь, інші ділянки будівництва можуть еродувати і давати наноси. На малюнку нижче показані поширені види дорожньої ерозії, в тому

числі плоскісну і промойну ерозії на зрізаних берегах (і насипах), ерозії канав і поверхні дороги, і розмив ярів, коли вода стікає концентрованими потоками.

Ерозія поверхні від дорожнього полотна, бокових смуг, відкосів, насипів може бути суттєвою. Перенос наносів може відбуватися під час і після будівництва дороги, після ремонту, під час лісозаготівель або добувних робіт, коли дорога використовується, якщо дорога закрита, але не стабілізована, або з причини хибних методів користування землею поблизу дороги. Приблизно половина ерозії, що відбувається під час лісозаготівлі, пов'язана з користуванням дорогами і трельовальними волоками. Масові обсяги ерозії, пов'язані з користуванням дорогами, як правило, у декілька порядків перевищують обсяги ерозії, пов'язані з іншими видами землекористування. Велика частина ерозії відбувається під час сильних дощів !!

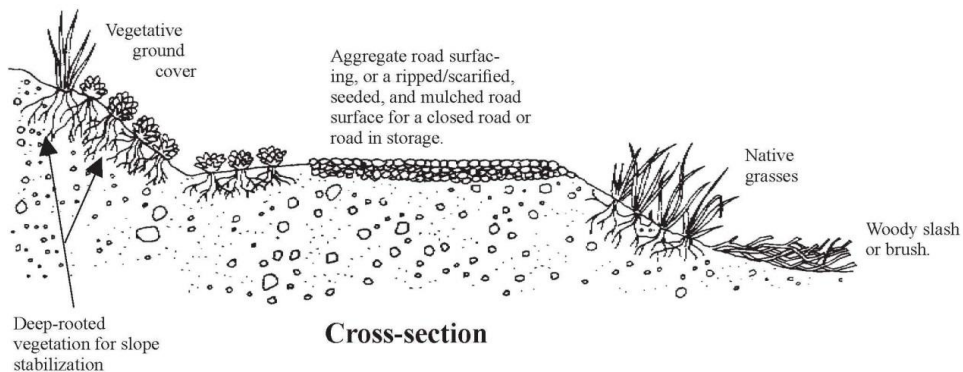
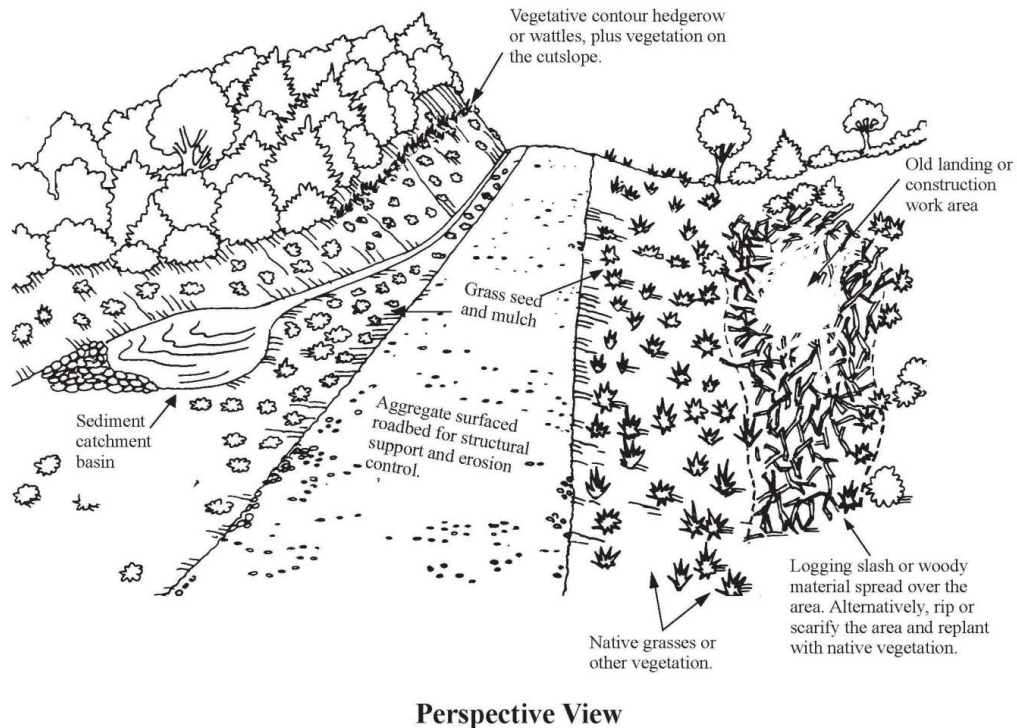


Типи і ділянки, характерні для ерозії доріг

Боротьба з ерозією є двоетапний процес; перший крок - це запобігання короткостроковій ерозії через оголений або відкритий ґрунт. Крок другий є контроль довгострокового ерозії шляхом відновлення рослинності. Іноді на крутих схилах або в складних умовах необхідно зведення споруд, таких як підпірні стіни, укріплення поверхні за допомогою каміння, або загати в яру. Ідеальне рішення для контролю над ерозією є проростання і поширення рослин, створення сприятливих умов для відновлення місцевої рослинності, яка захищатиме ґрунт. Збереження верхнього шару ґрунту на місцевості і відновлення його на ділянці сприяє відновленню рослинності. Існують численні методи обробки і їх комбінації, а також новітні розробки, які можуть бути використані на ділянці або уздовж дороги, як показано на наступних малюнках.

Методи боротьби з ерозією включають укріплення поверхні, її захист за допомогою сітки, рослинного або лісосічного матеріалу, каменю і т.д.; встановлення конструкцій для контролю

над водою і наносами; мульчування, посів, та інші форми рекультивації. Ефективна боротьба з ерозією вимагає уваги до деталей, спорудження конструкцій вимагає регулярного огляду та контролю якості. Фізичні методи включають: укріплення канав, використання бERM, лісосічного матеріалу, матів для захисту ґрунту; парканів для мулу або наносів, контроль води, захист поверхні ґрунту від ерозії або небажаних змін, щоб зробити його більш стійким до ерозії.

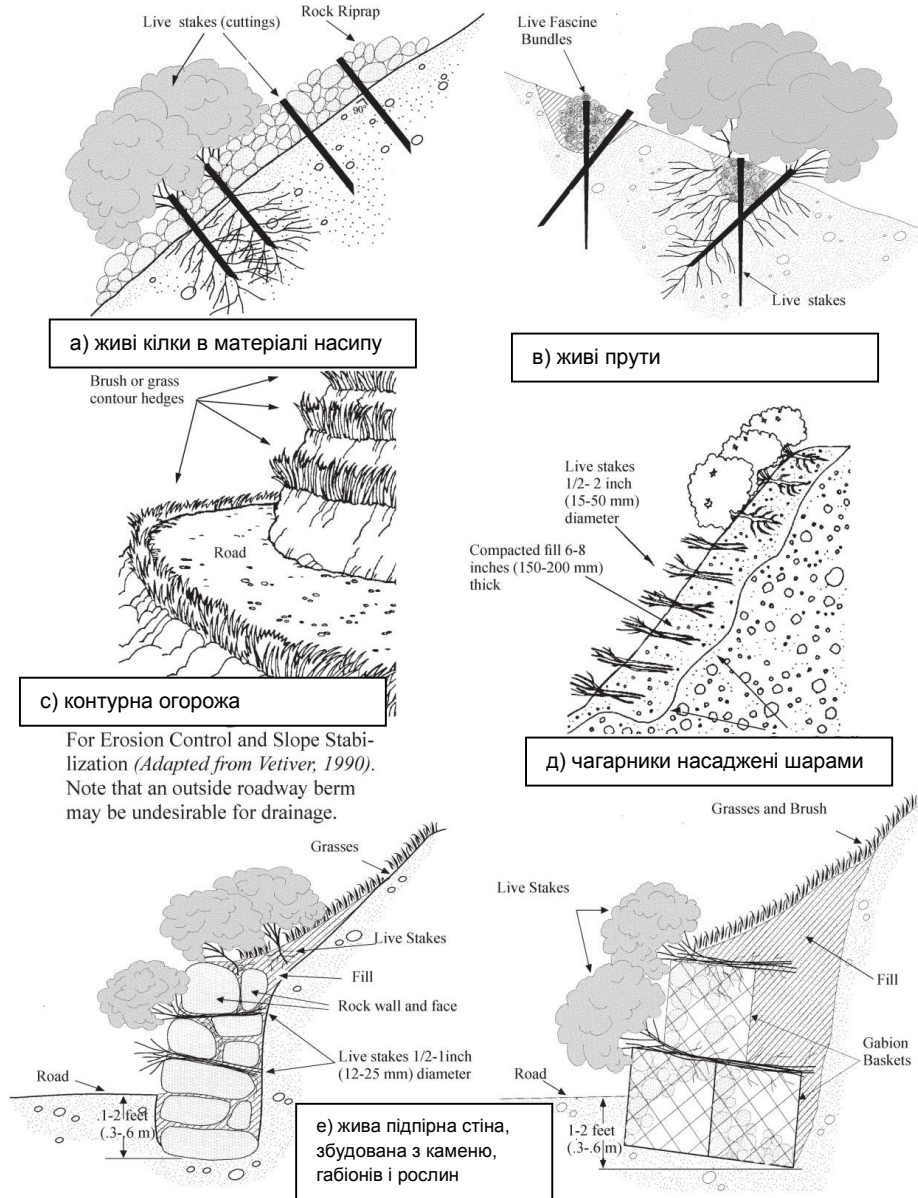


Різні типи покриття поверхні для боротьби проти ерозії: посів, солом'яна мульча, трава, інша мульча, місцева рослинність, каміння, лісосічні залишки, стружка, чи листя.

Типові методи боротьби з ерозією

Рослинні методи що використовують трави, чагарники, дерева, коріння, захист ґрунту за допомогою недорогого та естетичного "природнього" способу рослинності, а також допомагає контролювати воду і сприяє поглинанню води. В ідеалі потрібно обирати рослини, що швидко ростуть, витривалі, дають щільний покрив, і глибоке коріння для стабілізації схилу. Переважно використовують види рослин притаманні даній

місцевості, що мають вищевказані властивості. Біотехнічні методи, такі як чагарники, що ростуть певними шарами, живі кілки і контурні огорожі пропонують поєднання конструкцій з рослинністю для фізичного захисту, а також в якості додаткового довгострокового зміцнення за допомогою коренів та естетичне рішення. Різноманітні біотехнічні заходи боротьби з ерозією наведені нижче.



BIOTECHNICAL EROSION CONTROL MEASURES

Біотехнічні заходи боротьби з ерозією, що ідеально підходять для захисту доріг

*Ключові елементи плану боротьби з ерозією
і рекультивації в рамках проекту будівництва дороги*

Опис проекту

1. Завдання проекту
2. Розташування проекту
3. Опис місцевості

В. Планування

1. Аналіз місцевості
 - a. Клімат та мікроклімат
 - b. Можливі типи рослинності
 - c. Ґрунти і їх родючість
2. План рекультивації
 - a. Можливі види рослин
 - b. Підготовка ґрунту і ділянки
 - c. Потреби боротьби з ерозією або естетика
 - d. Використання місцевих видів

С. Впровадження

1. Методи висадки – підрізання і пересадка
 - a. Інструменти і матеріали
 - b. Посадкові ямки та методи
2. Методи посадки – насіння і мульчування
 - a. Посів розкидуванням або гідро посів
 - b. Борозни
 - c. Типи/ кількість насіння
 - d. Типи/ кількість мульчу і добрива
 - e. Затримка мульчу за допомогою реагентів чи сітки
3. Захист рослин
 - a. Дротяний захист навколо кожної рослини
 - b. Паркан по периметру ділянки
4. Обслуговування після посадки
 - a. Поливання
 - b. Боротьба з бур'янами
 - c. Удобрювання
5. Біотехнічні методи посадки
 - a. Пліть
 - b. Чагарники шарами чи матами
 - c. Живі кілки

Д. Вирощування рослин та поводження з рослинним матеріалом

1. Планування термінів
 - a. Висадка восени чи весною
 - b. Висадка влітку
2. Типи рослинного матеріалу
 - a. Живці
 - b. Малі рослинки з коренем, вирощені та поміщені у трубки – перед висадкою в лісі
 - c. Рослини в контейнерах
3. Закалювання і утримання рослин (акліматизація)
4. Догляд за живими рослинами

План боротьби з ерозією та заходи контролю над ерозією повинні бути невід'ємною частиною будівництва будь-якої дороги або проекту з добування ресурсів. Більшість територій, у тому числі будівельні та складські майданчики, бокові смуги, насипи, відкоси, дренажні канали, котловани, дорожнє полотно, та інші робочі поверхні повинні оброблятися з метою контролю над ерозією. Економічно є більш ефективним і дієвим запобігання ерозії, ніж ремонтувати пошкодження або видаляти наноси зі струмків, озер або підземних вод. Елементами плану заходів боротьби з ерозією та відновлення рослинного покриву є розташування проекту і кліматичні умови; типи ґрунтів; типи заходів по боротьбі з ерозією; терміни реалізації заходів по боротьбі з ерозією за допомогою рослинності; постачання насіння і рослин; методи посадки; і т.д.

В таблиці вище представлено багато аспектів планування, реалізації і догляду, що здійснюються в ході планування боротьби з ерозією в рамках проектів будівництва доріг.

Належна підготовка ґрунту є дуже важливою для довготермінового успішного догляду за рослинами. Якість і родючість ґрунту впливає безпосередньо на його характеристики і здатність вирощування рослин. Ущільнений ґрунт необхідно розрихлити, розпушити і додати органічні матеріали. Мертві ґрунти часто потребують заходів покращення. Інші хімічні речовини або мінерали в ґрунті можуть уповільнювати зростання і їх дію потрібно пом'якшувати. План боротьби з ерозією ґрунтів повинен враховувати стан ґрунту і часто ще потрібно зробити хімічний аналіз ґрунту.

Догляд за рослинністю необхідно запланувати і розпочати відразу для забезпечення захисту, як у короткостроковій перспективі, так і в довгостроковій! Часто фізичні методи використовуються для захисту насіння, що сприятиме довгостроковому відновленню рослинного покриву. Таким чином, потрібно застосувати поступове і / або змішане застосування рослинності, як правило, з різних видів рослин. В ідеалі необхідно відбирати рослини з хорошими властивостями зростання, витривалі, що дають щільний покрив і глибоке коріння для стабілізації схилу. Місцеві види, що мають всі ці властивості, є доцільними і повинні обиратися в першу чергу. Коли місцеві види не є практичними, вибирають немісцеві види рослин з неінвазійними характеристиками. Деякі чагарники, такі як верба (*Salix*) були висаджені великими обсягами в західній частині Сполучених Штатів, зокрема, у вологих регіонах, через їх сильне, глибоке коріння, адаптивності і здібності відновлюватися. **Перед вибором тих чи інших видів рослин зверніться до місцевих ботаніків і спеціальної літератури.**

За можливості краще використовувати види рослин, притаманні даній місцевості для кращої адаптації до місцевості і для досягнення найкращого росту. Немісцеві види однорічних трав можуть бути використані для захисту порушених ділянок від ерозії поверхні протягом перших кількох років. Для ділянок зі складними умовами, такими як посушливі середовища, можна створити дослідні ділянки, щоб визначити, які види рослин і методи дадуть найкращий результат. Розгляньте можливість створення на території розсадника для закалювання і адаптації рослин до місцевості проекту. У деяких випадках ділянки завершених проектів можуть бути використані, як джерела

для отримання живого матеріалу, що буде використовуватися в новому проекті. Намагайтеся вибрати такі види рослин, які не вимагають поливу або удобрення.

Типи і джерело рослинності повинні бути ретельно підібрані, щоб виконати свої задачі найкращим чином. Під час планування проекту (план боротьби з ерозією) спочатку потрібно оцінити проблему, а потім визначити її ефективне рішення. Відомості, такі як місце розташування, оточення, клімат і мікроклімат, тип ґрунту, його родючість, період посадки, і подальше використання земель є важливими факторами під час визначення параметрів остаточного проекту. **Рослини з глибокою кореневою системою** є доцільнішими тому, що вони є більш стійкими до посухи, глибоке коріння забезпечує стабілізацію схилу, а також необхідний покрив. Трави забезпечують відмінний щільний покрив на поверхні, але мають невелике коріння, яке непридатне для стабілізації схилів, особливо, коли вони просочені вологою.

Технічне обслуговування доріг

Лісові дороги потребують технічної підтримки в періоди активного використання, після завершення сезонної експлуатації, і після великих бур/злив, з метою забезпечення належної роботи дренажних конструкцій. Сильні зливи можуть призвести до руйнування відкосів, блокування каналів, перетікання води на поверхні дорожнього полотна, ерозії поверхні і схилів насипів. Уламки рухаються вниз по течії природними руслами потоків, блокують водопропускні споруди, спричиняють перетікання води по дорожньому полотні і розмивання насипів. Вода збирається в коліях і вибоїнах на поверхні дороги, знижуючи міцність дорожньої конструкції, прискорюючи процес її руйнування і ускладнюючи її експлуатацію. Регулярне технічне обслуговування необхідне на будь-якій дорозі, щоби дорога залишалася в робочому стані, а водовідвідна система працювала належним чином. Дорога, що обслуговується регулярно, скорочує витрати користувачів, дозволяє запобігати пошкодженням, і зводить до мінімуму появу наносів.

Те, яким чином буде здійснюватися обслуговування дороги, необхідно планувати до того, як дорога збудована або реконструйована. Техобслуговування може здійснюватися робітниками державних або місцевих підприємств, підрядниками або бригадами місцевої громади. Фінансування для обслуговування дороги може бути виділено з коштів управління, з місцевих зборів або податків на пальне, дорожніх зборів, або за участю місцевої робочої сили зацікавленими користувачами доріг.

Обслуговування доріг включає наступні роботи, які повинні виконуватися регулярно:

- Вирівнювання і формування поверхні дорожнього полотна для підтримки чіткого профілю до схилу, від схилу або випуклої поверхні з метою швидкого відведення води з поверхні.
- Ущільнення вирівняного дорожнього полотна, щоби поверхня залишалася твердою, а також для запобігання втрати наповнювачів мілкої фракції. Доповнення матеріалів покриття за необхідністю. Поверхня дороги повинна залишатися зволоженою!
- Усунення колій шляхом прокладання поперечних заглиблень та дренажних

вирізів. Формування профілю, що функціонуватиме належним чином.

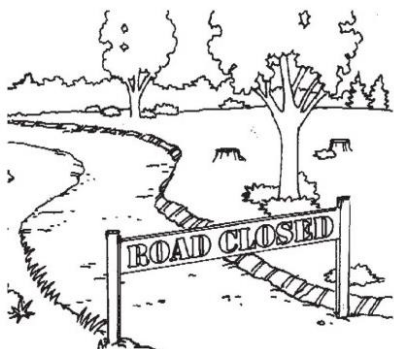
- Очищення каналів і їх формування за необхідністю, щоби забезпечити потрібну пропускну здатність. Не розрівнюйте канали, де немає в цьому потреби!
- Видалення сміття з отворів труб для запобігання закупорки і переливу. Перевірити на наявність пошкоджень і ознак утворення каналів або розмиву.
- Заміна/ремонт укріплень, бетонних споруд чи рослинного покриву, що використовуються для захисту схилів, захисту від розмиву або погашення енергії потоків води.
- Обрізка придорожньої рослинності (видалення) для забезпечення видимості та безпеки дорожнього руху.
- Заміна відсутніх або пошкоджених інформаційних стендів, знаків, що регулюють рух чи забезпечують його безпеку.

Закриття дороги

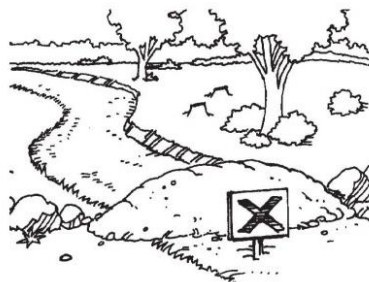
Дорогу закривають в тих випадках, коли вона більше не потрібна, наприклад, якщо ресурс виснажується або якщо громада переміщається, якщо дорогою не будуть користуватися протягом деякого періоду часу, або якщо дорога викликає неприйнятно високі витрати на технічне обслуговування або причиняє надмірну шкоду навколишньому середовищу. Закриття дороги часто відбувається за участі громадськості та учасників дорожнього руху. Бувають такі основні типи закриття дороги:

- Тимчасове закриття або блокування з використанням воріт, загород або берми на сезонній основі
- Консервація дороги, коли дорогою не користуються протягом багатьох років, але планують використовувати в майбутньому
- Остаточне закриття (виведення з експлуатації), де поверхня дороги стабілізована, дренажні споруди видалені, але профіль дороги залишають на місцевості; або
- Повне знищення дороги, коли видаляють всі дренажні споруди і профіль дороги, повертаючи місцевості її первинний вид.

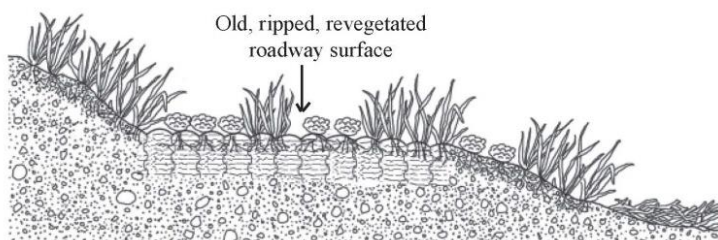
На малюнках нижче показаний діапазон рішень, що зазвичай розглядаються при закритті доріг.



a. Gate Closure (Temporary or Seasonal)

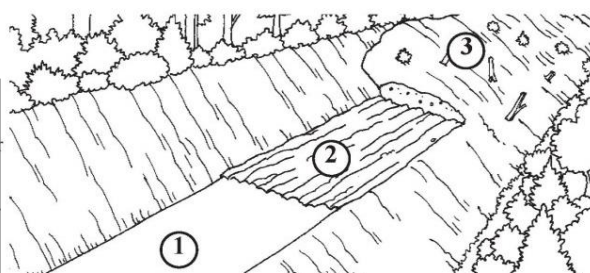


b. Earth Mound or Berm Closure (Storage)



c. Decommissioning - Permanent Road Closure with Surface Ripping or Subsoiling and Seeding for Revegetation, but Keeping Most of Road Template (Shape).

- | |
|---|
| 1. Профіль дороги перед знищенням |
| 2. На старому полотні роблять насічки і засипають його, використовуючи ґрунт з насипу або привозний матеріал. |
| 3. Остаточне знищення дороги, коли ділянки повертають первинний вид рельєфу і рослинність |



d. Road Obliteration

Діапазон рішень, що розглядаються при тимчасовому або остаточному закритті дороги

Якщо завершено тимчасове використання дороги, наприклад, після лісозаготівлі або добувних робіт, дорогу потрібно тимчасово закрити, законсервувати, або вивести з експлуатації з метою захисту її від ерозії протягом періоду, коли нею не користуються. Тимчасово закриті дороги повинні бути заблоковані воротами, загородами або бермами, щоби транспорт не заїжджав на неї, але споруди перетину водних потоків повинні бути збережені. Поверхня дороги повинна бути сформована для забезпечення хорошого дренажу і стабілізована і, можливо, розпушена, засіяна і мульчена. Дренажні споруди, такі як водопропускні труби і канали потребують періодичної очистки. Використання методів закриття і консервації доріг і їх планове обслуговування після завершення експлуатації забезпечить збереження інвестиції, поки не виникне потреба в цій дорозі знову в майбутньому.

Остаточне закриття дороги (виведення з експлуатації) включає в себе блокування дороги, видалення всіх споруд для перетину потоків і матеріалів насипів, та стабілізація дорожнього полотна. Це звичайно здійснюється шляхом руйнування дорожнього покриття (шрамування), посіву і мульчування, щоби на дорозі природнім шляхом відновилися рослинність. Вартість такої роботи є відносно невелика, усуває більшу частину пошкоджень навколишнього середовища, а основний профіль дорожнього полотна все ще залишається на місці на випадок, якщо дорогу коли-небудь в майбутньому будуть реконструювати.

Повне знищення дороги - це коли дорожнє полотно повністю видаляється, і ділянка відновлюється до її первинної природної форми. Всі споруди і матеріали на перетині потоків видаляються, поверхню формують, відновлюють природню дренажну структуру, включаючи і підземну систему (в ідеальному випадку), а рослинність відновлюють. Особливо важливо видалити матеріали насипів, які були розміщені при спорудженні дренажу, такі як засипки водопропускних труб. Такі відносно витратні заходи проводять в екологічно вразливих областях, таких як парки або заповідники, в районах зон відпочинку, або поблизу струмків і озер. Ці заходи дуже ефективні для видалення всіх слідів дороги і відновлення території до стану, який панував перед будівництвом дороги. Однак, з економічних міркувань частіше для закриття дороги користуються звичайним методом виведення з експлуатації.