


**ТЕХНИЧКА ПОДДРШКА ЗА  
ИЗГОТВУВАЊЕ ПРОЕКТИ ОТПОРНИ НА  
КЛИМАТСКИ ПРОМЕНИ, УПАТСТВА ЗА ЈАВНО  
ПРЕТПРИЈАТИЕ ЗА ДРЖАВНИ ПАТИШТА НА  
РЕПУБЛИКА СЕВЕРНА МАКЕДОНИЈА**

**ДЕЛ В –ИНЖЕНЕРСКИ МЕРКИ И  
НЕИНЖЕНЕРСКИ МЕРКИ НА НИВО НА ПРОЕКТ**

**Клиент:**  Република Северна Македонија - Јавно Претпријатие за државни патишта

Проект финансиран од: Светска Банка

## Автори

*Џон Вајт*

*Билјана Аболмасов*

*Ангел Панов*

*Игор Пешевски*

*Андржеј Маџијевски*

## Ревидирано од

*Ирена Георгиевска*

*Џонатан Есекс*

*Јурген Питер*

## Споделување на овој документ

Информациите содржани во овој документ се строго доверливи и служат единствено за информирање на примателот на истите, и не смеат да се користат, објавуваат или редистрибуираат без претходна писмена согласност од IMC Worldwide Ltd.

## Признание

Овој документ е подготвен во тесна соработка со ЈПДП, особено м-р Ложе Јовановски  
Раководител на Одделение за заштита на животна средина и социјални аспекти и неговите  
соработници

# СОДРЖИНА

<b>Автори</b> .....	<b>2</b>
<b>Ревидирано од</b> .....	<b>2</b>
<b>Споделување на овој документ</b> .....	<b>2</b>
<b>Признание</b> .....	<b>2</b>
<b>1. Климатски влијанија и опции за адаптација</b> .....	<b>4</b>
1.1 Вовед.....	4
1.2 Стандарди за патишта - адаптација .....	4
1.2.1 Стандардни мерки за свлечишта.....	5
1.2.2 Мерки за адаптација при поплави .....	33
0.3 Мерки за отпорност на климатските влијанија .....	40
<b>2. Надвор од рамките на патниот коридор</b> .....	<b>43</b>
<b>3. Попречна дренажа/објекти</b> .....	<b>49</b>
<b>4. Дренажа на патот</b> .....	<b>66</b>
<b>5. Заштита од ерозија</b> .....	<b>76</b>
<b>6. Стабилизација на косини</b> .....	<b>86</b>

## 1. Климатски влијанија и опции за адаптација

### 1.1 Вовед

За да се осигураме дека патиштата/објектите на патот ќе функционираат во задоволителен период за време на нивниот предвиден животен век, истите мора да се проектираат на начин кој ќе ги направи отпорни на поголем број деструктивни влијанија со кои ќе се соочуваат во текот на тој период. Овие влијанија може да бидат еднократни, како на пример ефекти од поплави предизвикани од поројни дождови, или долгорочни како што е деградација на вештачки створените косини (усеци/засеци) при изградба на патот. Во фазата на проектирање, проектите треба да се приспособат и да ги земат во обзир предвидувањата за идните климатски услови што ќе влијаат врз патиштата во текот на нивниот предвиден животен век. Очигледни проектни мерки за адаптација би биле на пример да се проектираат пропусти и мостови кои ќе може да ги пропуштат протоците кои ќе се јават во иднина, или најдобрите проценки за овие можни протоци. Кај косините во зоната на патот проектираниот наклон би требало да биде намален до степен да ја задоволува сигурноста на најслабите материјали кои се утврдени при геотехничките истражувања.

Сепак, мерките за адаптација не би требало да се разгледуваат во сите случаи. Имено, при статус-кво се подразбира дека при проектирањето, неприменувањето на конкретни мерки за адаптација е сосема валидно за дадена ситуација, под услов причината или причините да се соодветно документирани од квалификувано лице.

### 1.2 Стандарди за патишта - адаптација

Стандардите за проектирање патишта треба да опфаќаат и отпорност на временските услови и зголемена отпорност при природни непогоди.

Најважни фактори кај патиштата се нивната висинска поставеност (во однос на поплавните површини), површинското одводнување и попречната дренажа на патот, како и заштитата од ерозија на патот и на придружните структури (на пример пропусти и мостовите). Овие аспекти ги разгледуваме во продолжение:

- **Очекуваните висини на водата при поплави и протеците** што се користат за проектирање на патиштата (на пр., премини на реки и површинско одводнување) на која било дадена локација треба соодветно да бидат зголемени за да ги опфатат предвидените климатски ефекти (врнежи со поголем интензитет).
- **Котите на патот** мора да бидат проектирани на безбедно ниво над ниво на поплавите. Според информациите што ги имаме, според македонските стандарди, нивото на постелката на патот треба да биде од 0,3 m до 0,5 m над очекуваното ниво на поплава. Ова е со цел да не се ризикува водозаситување на постелката, што би довело до нејзино ослабување. Ова ниво на безбедност ќе резултира со усвојување коти на патот од приближно еден метар (минимум) над котите на поплавите. Треба да се искористат проекции за климатските услови за да се провери дали сегашните коти на патот се доволни за секоја одделна локација, а при пресметките да се користат ажурирани климатски параметри (достапни во ЈПДП).
- **Попречната дренажа** на патот треба да биде проектирана соодветно и да е доволно голема за да ги прифати предвидените води при максимални врнежи а со вклучени ефекти од климатските промени (на пр. веројатниот повратен период на максималниот интензитет на врнежи за дадено времетраење на временската непогода – на пример еден час). Кога се планира нов пат или обемна рехабилитација на пат, целосно треба да се истражи состојбата со протокот на вода во системот за дренирање на патот. Треба да се одреди хидрауличкиот капацитет на постојните дренажни објекти. Треба да се ревидираат типот и големината на попречната дренажа, со

зголемен капацитет, или со алтернативни инженерски или неинженерски решенија, како што е подобрена заштита на косина.

- **Заштитата од ерозија** треба да биде проектирана така да може да издржи зачестени и зголемени протоци. Ова е особено важно на излезот од попречните дренажни објекти и онаму каде што се очекува да има главен проток на вода покрај насипите. Вака поттикнатата ерозија може многу брзо да го поткопа патот. Подеднакво, таа може да влијае и на стабилноста на ножицата на насипот (на пример каде што близу до основата на насипот тече река) или на крајните мостовски столбови или на заштитните работи за реките. Слично на тоа, поројните поплави може да го зголемат ризикот од свлечишта, бидејќи негативно влијаат врз стабилноста на косините. Заштитата на косините може да се состои од биоинженерски и/или инженерски решенија, како на пример потпорни сидови или подобрена дренажа), во и надвор од коридорот на патот.

### 1.2.1 Стандардни мерки за свлечишта

При изборот на најсоодветните мерки за ублажување на последиците што треба да се донесат во конкретни ситуации се зема предвид следново:

(1) Факторите што влијаат врз hazardот и тоа врз видот, брзината, длабочината и веројатноста за појава на движење или свлечиште, какви што се, на пример:

- Физичките карактеристики на теренот, вклучувајќи ги литолошките и механичките карактеристики на застапените материјали, хидролошкиот режим (површинските води) и хидрогеолошкиот режим (подземните води);
- Морфолошките карактеристики на теренот;
- Актуелните или потенцијалните процеси што влијаат врз системот и кои може да ја условат појавата на движење или свлечишта;

(2) Факторите кои влијаат врз природата и квантитативно одредување на ризикот за даден hazard, какви што се присуството и ранливоста на елементите изложени на ризик (патиштата), во потенцијално нестабилната област и во зоната на досег на матријалот што се свлекува/тече; и

(3) Факторите што влијаат врз исплатливоста на конкретни мерки за ублажување, како на пример:

- фазата и брзината на движење за време на спроведувањето на мерката;
- морфолошките карактеристики на теренот, пристапноста и безбедноста на работниците и на населението;
- ограничувања од аспект на животната средина, на пр. археолошки, историски и визуелни вредности;
- постоечките објекти и инфраструктура што можат да бидат засегнати директно или индиректно;
- капитални и оперативни трошоци, вклучувајќи и одржување.

Матриците за носење одлуки, предложени во табели, даваат различни структурни мерки за ублажување во зависност од механизмот на свлечиштето и материјалот, длабочината на движењето, брзината, условите на површинските и на подземните води<sup>1</sup>. Факторите за бодирање прикажани во Табелите се дадени како стандардни вредности, но ЈПДП можеби ќе

---

<sup>1</sup>SafeLand - Living with landslide risk in Europe: Assessment, effects of global change, and risk management strategies. 7<sup>th</sup> Framework Programme Cooperation Theme 6 Environment (including climate change) Sub-Activity 6.1.3 Natural Hazards, 2011. Grant Agreement No.: 226479

треба да ги промени. Се користат вредности од 1 и 10, како што е соодветно, а со цел бодирањето на овие мерки да биде споредливо со бодирањето на мерките за ублажување каде факторите за бодирање се квантифицирани.

За критериумите за сигурност/веродостојност, естетика и трошоци (зрелоста на технологијата, сигурноста на изведбата, сигурноста во поглед на неизвесности во проектите, сигурноста во поглед на неизвесноста во спроведувањето, безбедноста при изградбата, бараниот животен век (трајност), естетиката и типичните трошоци), исто така се утврдени релативни фактори за бодирање помеѓу 1 и 10 и внесени се во алатките како стандардни вредности, како што е наведено во Табела 1. Бидејќи овие фактори за бодирање се темелат врз локално и лично искуство, корисникот треба да размисли дали и како ќе ги промени. Естетскиот критериум треба да се промени во сите случаи, бидејќи зависи од локалните околности.

За некои неструктурни мерки за ублажување исто така се применува квантитативно бодирање. Во табелата се наведени факторите за бодирање за шестте неструктурни мерки за ублажување. Релативните фактори на бодирање помеѓу 1 и 10 се исто така утврдени и внесени во алатката како стандардни вредности. Корисникот треба внимателно да ги разгледа. Во алатката, бодирањето и рангирањето се третираат одделно од структурните мерки, бидејќи збирот на тежинскиот фактор е различен од оној за структурните мерки.

Бодовите се дадени во скала од 1 до 10; колку е повисока оцената толку е посоодветна специфичната метода што се разгледува за свлечишта со дадените карактеристики. Општата соодветност во конкретниот случај што се разгледува се добива со тежински просек на овие рангирања, со тежини дефинирани според стандардните вредности во алатката или дефинирани од корисникот. Рангирање нула (0) значи „не е применливо“.

Табела 1 Матрица за поддршка при одлучување за примена на структурни мерки за ублажување на ефекти од свлечишта – технолошки критериуми

Категорија	Структурни мерки за Бр. ублажување	Вид на движење					Материјал			Длабина на свлекувањето					Стапка на движење за време на изведба на работите			Подземни води				Површински води							
		Одрони	Лом со превртување	Свлекување	Хоризонтално ширење	Течисте	Почва	Дробина	Карпа	Површинско (<0.5m)	Плитко (0.5 - 3 m)	Средно (3 - 8 m)	Длабоко (8 - 15 m)	Многу длабоко (>15m)	Умерено до брзо	Бавно	Многу бавно	Екстремно бавно	Артески	Високи	Ниски	Нема	Дожд	Топење снегови	Локално	Поток	Буица/Порој	Река	
<b>1</b>	<b>Површинска заштита и контрола на површинската ерозија</b>																												
	1.1	Хидросеење, затревување, садење дрвја...	0	0	8	0	6	8	7	2	8	4	0	0	0	2	5	8	10	8	8	5	5	7	5	3	0	0	4
	1.2	Фашини/жбунови	0	0	8	0	6	8	8	0	10	4	0	0	0	2	6	8	10	8	8	6	4	8	7	6	6	0	6
	1.3	Геосинтетици	0	0	7	0	0	8	6	0	8	4	0	0	0	4	6	8	10	8	8	8	8	8	8	6	6	2	6
	1.4	Замена /Дренажен тепих	0	0	7	0	6	8	4	0	10	4	0	0	0	6	8	10	10	8	8	4	2	8	8	4	0	0	0
	1.5	Уредување на крајбрежје песок/нафрлан камен (rip rap)	0	0	7	0	0	8	8	4	10	4	0	0	0	6	8	10	10	8	8	4	2	6	6	6	7	8	7
	1.6	Нанесување на прскан бетон	8	6	0	0	0	0	0	8	8	0	0	0	0	8	8	8	8	7	8	8	8	6	6	8	4	2	0
<b>2</b>	<b>Модифицирање на геометријата на косината и/или прераспределба на масите</b>																												
	2.1	Отстранување на (постојна или потенцијална) нестабилна почвена/карпеста маса	4	4	6	0	2	8	8	4	10	6	4	2	0	2	6	8	8	2	4	8	6	6	0	0	0	0	0
	2.2	Отстранување на лабави/потенцијално нестабилни блокови/валутоци	8	6	0	0	0	2	0	8	8	2	0	0	0	0	0	8	8	0	2	8	10	6	8	4	0	0	0
	2.3	Отстранување материјал од коловозот	0	2	8	0	0	8	8	4	8	8	8	6	6	2	8	8	8	4	6	8	8	6	6	4	2	0	0
	2.4	Замена на материјал во зоната на коловозот со лесна исполна	0	0	6	0	0	8	6	2	6	6	6	4	0	0	2	6	8	6	6	8	8	6	6	6	2	0	0
	2.5	Додавање материјали за да се одржи стабилноста	0	2	8	0	0	8	6	4	6	8	8	6	4	2	8	8	8	8	8	8	8	6	6	4	2	0	0
<b>3</b>	<b>Модифицирање на режимот на површинските води - површинско дренарање</b>																												
	3.1	Работи за површинско дренарање (ровови, канали, цевки)	0	0	8	4	6	8	6	2	8	8	6	4	0	0	6	8	8	6	6	6	6	8	8	8	4	0	0

Дел В ТЕХНИЧКА ПОМОШ ЗА ПОДГОТОВКА НА ТЕХНИЧКИ ПРОЕКТ СО МЕРКИ НА ИЗДРЖИВОСТ НА КЛИМАТСКИТЕ ВЛИЈАНИЈА  
УПАТСТВО ЗА ЈАВНОТО ПРЕТПРИЈАТИЕ ЗА ДРЖАВНИ ПАТИШТА ВО МАКЕДОНИЈА

Категорија	Бр.	Структурни мерки за ублажување	Вид на движење				Материјал			Длабина на свлекувањето				Стапка на движење за време на изведба на работите				Подземни води				Површински води								
			Одрони	Лом со превртување	Свлекување	Хоризонтално ширење	Течиште	Почва	Дробина	Карпа	Површинско (<0.5m)	Плитко (0.5 - 3 m)	Средно (3 - 8 m)	Длабоко (8 - 15 m)	Многу длабоко (>15m)	Умерено до брзо	Бавно	Многу бавно	Екстремно бавно	Артески	Високи	Ниски	Нема	Дожд	Топлење снегови	Локално	Поток	Буица/Порој	Река	
	3.2	Локално уредување на теренот за да се олесни истекувањето на површинските води	0	0	8	4	6	8	6	2	8	8	6	4	0	2	6	8	8	6	6	8	8	8	8	8	8	4	0	0
	3.3	Затворање на тензиони пукнатини	0	0	8	4	0	8	6	2	8	8	6	4	0	2	6	8	8	6	6	8	8	8	8	8	8	4	0	0
	3.4	Поставување непропуслива бариера (геомембрани, поставување водонепропуснабариенење на површината на косината)	0	0	8	4	0	8	6	2	8	8	6	4	0	2	6	8	8	6	6	8	8	8	8	8	8	4	0	0
	3.5	Ефекти на вегетација врз хидрологија	0	0	8	0	6	8	6	0	8	8	6	2	0	2	6	8	8	8	8	6	6	8	8	8	6	4	0	0
	3.6	Контролни хидраулички објекти	0	0	8	0	8	8	8	0	8	8	8	6	4	0	0	6	8	6	6	8	8	6	6	8	8	10	8	
	3.7	Обиколни канали	6	6	8	6	6	8	8	8	0	0	4	6	10	8	8	8	8	8	8	8	8	6	6	6	8	8	8	
<b>4</b>	<b>Модифицирање на режимот на подземните води - длабока дренажа</b>																													
	4.1	Плитки ровови исполнети со дренажен материјал	0	0	6	0	4	8	6	0	8	8	4	0	0	0	8	8	8	2	6	2	0	8	8	0	0	0	0	0
	4.2	Длабоки ровови исполнети со дренажен материјал	0	0	8	2	6	8	6	4	8	8	8	4	0	6	8	8	8	4	8	4	0	6	6	0	0	0	0	0
	4.3	Субхоризонтални дренажи (конвенционално дупчење)	2	2	6	2	4	4	8	4	0	2	6	6	4	2	6	8	8	4	6	8	0	4	4	0	0	0	0	0



Дел В ТЕХНИЧКА ПОМОШ ЗА ПОДГОТОВКА НА ТЕХНИЧКИ ПРОЕКТ СО МЕРКИ НА ИЗДРЖИВОСТ НА КЛИМАТСКИТЕ ВЛИЈАНИЈА  
УПАТСТВО ЗА ЈАВНОТО ПРЕТПРИЈАТИЕ ЗА ДРЖАВНИ ПАТИШТА ВО МАКЕДОНИЈА

4.4	Субхоризонтални дренажи (насочено дупчење)	2	2	6	4	4	4	8	4	0	0	6	8	8	2	6	8	8	4	6	8	0	4	4	0	0	0	0
4.5	<u>Бунари</u>																											
4.5.1	<u>Вертикални бунари со мал и среден дијаметар (&lt;800 mm)</u>																											
4.5.1.1	Ослободување на артески притисок	0	0	4	2	4	8	4	4	0	6	8	8	6	0	4	8	8	20	0	0	0	2	2	0	0	0	0
4.5.1.2	Дренажа во подлогата, на висечки издан	2	2	6	0	0	6	8	4	0	4	6	4	4	0	4	8	8	0	8	0	0	2	2	0	0	0	0
4.5.1.3	Пумпи	0	0	5	3	0	5	6	4	0	0	5	8	8	0	2	8	8	6	8	6	0	2	2	0	0	0	0
4.5.1.4	Сифони	0	0	6	2	0	6	6	4	0	4	6	8	4	0	2	8	8	6	8	6	0	2	2	0	0	0	0
4.5.2	Вертикални бунари со среден дијаметар (1200-1500 mm), гравитациско дренирање низ спроводник во основата/подината	0	0	6	4	2	8	6	2	0	0	2	8	4	0	2	8	8	4	8	6	0	2	2	0	0	0	0
4.5.3	Вертикални бунари со голем дијаметар (>2000 mm) - гравитациско дренирање низ спроводник во основата/подината	0	0	6	4	2	8	6	2	0	0	2	8	4	0	2	8	8	4	8	6	90	2	2	0	0	0	0
4.5.4	Кесони (>5-6 m), со гравитацискодренирање (и секундарни субхоризонтални дренажи)	0	0	6	6	4	8	6	2	0	0	0	6	8	0	2	8	8	4	8	6	0	2	2	0	0	0	0
4.6	Дренажни канали, поткопи, галерии, со секундарни дренажи или како испусти за бунари	2	4	6	6	6	6	6	6	0	0	2	6	8	4	8	8	8	6	8	8	0	0	0	0	0	0	0
<b>5</b>	<b>Модифицирање на механичките карактеристики на нестабилната маса</b>																											
5.1	Ефекти на вегетација врз механичките особини	0	0	4	0	0	8	4	2	8	4	0	0	0	2	6	8	8	8	8	4	2	8	8	6	4	0	4
5.2	Замена на материјал	0	0	8	0	0	8	6	8	8	6	8	4	0	0	2	6	10	2	4	8	10	8	8	8	2	0	0
5.3	Збивање од површината	0	0	4	0	0	6	4	0	6	2	0	0	0	0	0	2	8	0	2	8	8	6	6	2	0	0	0
5.4	Длабоко набивање (вибронбивање, виброразместување, виброзамена)	0	0	6	4	4	8	4	0	0	0	8	8	6	0	0	2	8	0	8	6	6	8	8	8	2	0	0
5.5	Механичко длабоко мешање совар и/или цемент	0	0	6	4	4	8	4	0	0	4	8	8	6	0	2	6	8	6	8	8	8	8	8	8	2	2	2
5.6	Инјектирање под низок притисок нацементно или	6	4	6	6	4	6	8	6	0	4	6	8	8	0	0	2	8	0	6	8	8	8	8	6	0	0	0



Дел В ТЕХНИЧКА ПОМОШ ЗА ПОДГОТОВКА НА ТЕХНИЧКИ ПРОЕКТ СО МЕРКИ НА ИЗДРЖИВОСТ НА КЛИМАТСКИТЕ ВЛИЈАНИЈА  
УПАТСТВО ЗА ЈАВНОТО ПРЕТПРИЈАТИЕ ЗА ДРЖАВНИ ПАТИШТА ВО МАКЕДОНИЈА

Категорија	Бр.	Структурни мерки за ублажување	Вид на движење					Материјал			Длабина на свлекувањето					Стапка на движење за време на изведба на работите				Подземни води				Површински води					
			Одрони	Лом со превтрнување	Свлекување	Хоризонтално ширење	Течиште	Почва	Дробина	Карпа	Површинско (<0.5m)	Плитко (0.5 - 3 m)	Средно (3 - 8 m)	Длабоко (8 - 15 m)	Многу длабоко (>15m)	Умерено до брзо	Бавно	Многу бавно	Екстремно бавно	Артески	Високи	Ниски	Нема	Дожд	Топлење снегови	Локално	Поток	Бујица/Порој	Река
<b>6</b>	<b>Пренесување на товари во подоброносечки слој</b>																												
	6.1	Дренирање со контрафори (дренажни ровови кои ја пресекуваат рамнината на свлекување)	0	0	8	0	0	8	4	0	8	8	4	0	0	4	8	8	4	8	6	2	6	6	4	2	0	0	
	6.2	Колови	0	0	8	4	4	8	8	0	0	4	8	4	0	4	8	8	2	6	8	8	8	8	8	8	2	2	
	6.3	Дијафрагма (сид)	0	0	8	4	4	8	8	0	0	0	6	8	4	0	2	6	8	2	6	8	8	8	8	2	2	2	
	6.4	Кесони - механички ефект	0	0	8	4	4	8	8	0	0	0	4	6	8	0	2	6	8	2	6	8	8	8	8	6	2	0	0
	6.5	Анкерисување на почва	6	6	8	0	0	8	6	0	8	8	6	0	0	2	8	10	0	2	4	10	8	8	4	2	0	0	
	6.6	Клинови/кратки анкери и заштита на површината на косината	8	2	0	0	0	0	8	8	8	2	0	0	0	0	0	8	0	6	6	6	8	8	6	0	0	0	
	6.7	Сидрење/анкерисување	8	8	0	0	0	0	8	6	8	6	0	0	0	0	0	8	0	6	8	8	8	8	6	0	0	0	
	6.8	Анкери од снопови на жици/јажиња	6	8	8	0	0	8	6	8	0	2	6	8	8	0	0	4	8	2	6	8	8	8	8	2	0	0	
<b>7</b>	<b>Потпорни структури (за да се модифицира геометријата на косината и/или да се пренесе напрегањето врз подоброносечки слој)</b>																												
	7.1	Армирана земја	0	2	8	0	0	8	6	4	0	4	8	6	2	0	4	8	8	8	8	8	8	6	6	6	4	0	2
	7.2	Габионски сидови	0	2	8	0	0	8	6	4	4	8	8	2	0	0	4	8	8	8	8	8	8	6	6	6	6	0	6
	7.3	Сандучести потпорни сидови	0	2	8	0	0	8	6	4	0	8	8	2	0	0	4	8	8	8	8	8	8	6	6	6	0	0	0
	7.4	Сува камена сидарија	0	0	4	0	0	8	6	4	8	8	2	0	0	0	6	8	8	8	8	8	6	6	6	0	0	0	
	7.5	Масивни бетонски сидови	0	0	6	0	0	8	6	4	0	8	6	0	0	0	6	8	8	8	8	8	6	6	6	6	4	6	
	7.6	Армирани бетонски сидови	0	0	6	0	0	8	6	4	0	8	6	0	0	0	6	8	8	8	8	8	6	6	6	6	4	6	

Дел В ТЕХНИЧКА ПОМОШ ЗА ПОДГОТОВКА НА ТЕХНИЧКИ ПРОЕКТ СО МЕРКИ НА ИЗДРЖИВОСТ НА КЛИМАТСКИТЕ ВЛИЈАНИЈА  
УПАТСТВО ЗА ЈАВНОТО ПРЕТПРИЈАТИЕ ЗА ДРЖАВНИ ПАТИШТА ВО МАКЕДОНИЈА

Табела 2 Матрица за поддршка при одлучување за примена на структурни мерки за ублажување на ефекти од свлечишта – критериуми за изведба и за сигурност

Категорија	Бр.	Структурни мерки за ублажување	Зрелост на технологијата	Сигурност на изведбата	Сигурност - проектирање	Сигурност - спроведување	Безбедност при изградба	Баран животен век (трајност)	Естетика	Вообичаени трошоци
<b>1</b>		<b>Површинска заштита и контрола на површинската ерозија</b>								
	1.1	Хидросеење, затревување, садење дрвја...	10	8	8	6	10	7	1	8
	1.2	Фашини/жбунови	10	8	8	6	10	7	1	8
	1.3	Геосинтетици	10	8	8	8	10	8	1	6
	1.4	Замена / Дренажен тепих	10	8	8	8	10	8	1	6
	1.5	Уредување на крајбрежје песок/нафрлан камен (rip rap)	10	8	8	8	10	8	1	6
	1.6	Нанесување на прскан бетон	10	8	8	8	10	8	1	5
<b>2</b>		<b>Модифицирање на геометријата на косината и/или прераспределба на масите</b>								
	2.1	Отстранување на (постојна или потенцијална) нестабилна почвена/карпеста маса	10	8	10	8	5	8	1	6
	2.2	Отстранување на лабави/потенцијално нестабилни блокови/валутоци	8	8	10	4	5	8	1	8
	2.3	Отстранување материјал од коловозот	8	6	10	8	6	8	1	8
	2.4	Замена на материјал во зоната на коловозот со лесна исполна	6	6	10	6	8	8	1	6
	2.5	Додавање материјали за да се одржи стабилноста	10	10	8	8	8	8	1	8
<b>3</b>		<b>Модифицирање на режимот на површинските води - површинско дренаже</b>								
	3.1	Работи за површинско дренаже (ровови, канали, цевки)	10	8	8	10	8	6	1	10
	3.2	Локално уредување на теренот за да се олесни истекувањето на површинските води	10	8	8	10	8	6	1	10
	3.3	Затворање на тензиони пукнатини	10	8	6	10	8	6	1	10
	3.4	Поставување непропуслива бариера (геомембрани, поставување водонепропусна бариера на површината на косината)	10	8	8	10	8	6	1	10
	3.5	Ефекти на вегетација врз хидрологија	6	6	6	8	8	6	1	10
	3.6	Контролни хидраулички објекти	8	8	4	6	8	6	1	5
	3.7	Обиколни канали	6	6	6	6	8	6	1	2

Дел В ТЕХНИЧКА ПОМОШ ЗА ПОДГОТОВКА НА ТЕХНИЧКИ ПРОЕКТ СО МЕРКИ НА ИЗДРЖИВОСТ НА КЛИМАТСКИТЕ ВЛИЈАНИЈА  
УПАТСТВО ЗА ЈАВНОТО ПРЕТПРИЈАТИЕ ЗА ДРЖАВНИ ПАТИШТА ВО МАКЕДОНИЈА

Категорија	Бр.	Структурни мерки за ублажување	Зрелост на технологијата	Сигурност на изведба	Сигурност - проектирање	Сигурност - спроведување	Безбедност при изградба	Баран животен век (трајност)	Естетика	Вообичаени трошоци
<b>4</b>	<b>Модифицирање на режимот на подземните води - длабока дренажа</b>									
	4.1	Плитки ровови исполнети со материјал кој слободно истекува	8	7	10	7	8	8	1	7
	4.2	Длабоки ровови исполнети со материјал кој слободно се дренира	8	7	8	6	6	8	1	6
	4.3	Субхоризонтални дренажи(конвенционално дупчење)	7	6	8	6	8	8	1	7
	4.4	Субхоризонтални дренажи (насочено дупчење)	6	6	6	7	8	8	1	6
	4.5	<u>Бунари</u>								
	4.5.1	<u>Вертикални бунари со мал и среден дијаметар (&lt;800 mm)</u>								
	4.5.1.1	Ослободување на артески притисок	8	7	7	7	8	4	1	6
	4.5.1.2	Дренажа во подлогата, на висечки издан	6	6	7	7	8	4	1	6
	4.5.1.3	Пумпи	7	6	6	7	8	4	1	5
	4.5.1.4	Сифони	5	6	4	7	8	4	1	5
	4.5.2	Вертикални бунари со среден дијаметар (1200-1500 mm), гравитациско дренирање низ спроводник во основата/подината	8	7	6	6	8	6	1	4
	4.5.3	Вертикални бунари со голем дијаметар (>2000 mm) - гравитациско дренирање низ спроводник во основата/подината	8	7	6	6	8	6	1	4
	4.5.4	Кесони (>5-6 m), со гравитациско дренирање (и секундарни субхоризонтални дренажи)	7	7	6	7	4	8	1	2
	4.6	Дренажни канали, поткопи, галерии, со секундарни дренажи или како испусти за бунари	7	7	6	6	6	8	1	1
<b>5</b>	<b>Модифицирање на механичките карактеристики на нестабилната маса</b>									
	5.1	Ефекти на вегетација врз механичките особини	8	8	8	8	10	8	1	8
	5.2	Замена на материјал	8	8	10	8	10	8	1	8
	5.3	Збивање од површината	6	4	8	8	10	7	1	8
	5.4	Длабоко набивање (вибронбивање, виброразместување, виброзамена)	6	8	6	6	9	6	1	4
	5.5	Механичко длабоко мешање со вар и/или цемент	6	8	6	6	8	8	1	4
	5.6	Инјектирање под низок притисок на цементно или хемиско везиво	6	6	6	6	6	6	1	6
	5.7	Млазно инјектирање	6	6	5	5	6	8	1	4

Дел В ТЕХНИЧКА ПОМОШ ЗА ПОДГОТОВКА НА ТЕХНИЧКИ ПРОЕКТ СО МЕРКИ НА ИЗДРЖИВОСТ НА КЛИМАТСКИТЕ ВЛИЈАНИЈА  
УПАТСТВО ЗА ЈАВНОТО ПРЕТПРИЈАТИЕ ЗА ДРЖАВНИ ПАТИШТА ВО МАКЕДОНИЈА

К а т е г о р и ј а	Бр.	Структурни мерки за ублажување	Зрелост на технолојјата	Сигурност на изведбата	Сигурност - проектирање	Сигурност - спроведување	Безбедност при изградба	Баран животен век (трајност)	Естетика	Вообичаени трошоци
	5.8	Модификација на хемизмот на подземните води (на пр. колови од вар)	8	8	8	8	10	8	1	8
<b>6</b>	<b>Пренесување на товари во подоброносечки слој</b>									
	6.1	Дренирање со контрафори (дренажни ровови кои ја пресекуваат рамнината на свлекување)	8	8	6	6	8	6	1	8
	6.2	Колови	10	8	5	6	6	8	1	4
	6.3	Дијафрагма (сид)	10	8	6	6	6	8	1	4
	6.4	Кесони - механички ефект	8	8	6	6	4	8	1	2
	6.5	Анкерисување на почва	6	6	6	6	6	8	1	6
	6.6	Клинови/кратки анкери и заштита на површината на косината	8	8	6	6	6	6	1	6
	6.7	Сидрење/анкерисување	8	8	8	6	8	8	1	6
	6.8	Анкери од снопови на жици/јажиња	6	6	6	6	6	6	1	6
<b>7</b>	<b>Потпорни структури (за да се модифицира геометријата на косината и/или да се пренесе напрегањето врз подоброносечки слој)</b>									
	7.1	Армирана земја	8	8	6	8	8	8	1	6
	7.2	Габионски сидови	8	8	8	8	8	8	1	8
	7.3	Сандучести потпорни сидови	8	8	8	8	8	6	1	6
	7.4	Сува камена сидарија	6	4	6	8	8	6	1	8
	7.5	Масивни бетонски сидови	8	6	6	8	8	6	1	8
	7.6	Армирани бетонски сидови	8	6	8	8	8	8	1	6

**Табела 3** Матрица за поддршка при одлучување за примена на неструктурни мерки за ублажување на ефекти од свлечишта

Бр.	Неструктурни мерки за ублажување	Зрелост на технологијата	Сигурност на изведбата	Сигурност - проектирање	Сигурност - спроведување	Безбедност при изградба	Баран животен век (трајност)	Естетика	Вообичаени трошоци
а	Системи за рано предупредување	8	6	7	5	0	8	6	6
б	Ограничувања за градежните активности	8	8	8	8	0	6	8	10
в	Одвраќање од градежни активности	8	8	8	8	0	6	8	10
г	Зголемување на отпорноста или капацитетот за справување на елементите изложени на ризик	5	5	6	10	0	10	1 0	4
д	Релоцирање на елементите изложени на ризик	4	10	10	10	0	10	1 0	2
ѓ	Споделување на ризикот преку осигурување	4	6	8	6	0	10	1 0	5

### 1.2.2 Мерки за адаптација при поплави

Слично на свлечиштата, мерките за адаптација при поплави се темелат врз следниве критериуми и се прикажани во Табелите подолу:

- **ПОДГОТВЕНОСТ** - Активности за подготовка за екстреман настан со цел да се намалат последиците; и активности непосредно пред екстреман настан: активностите во оваа фаза имаат за цел да ја поддржат евакуацијата.
- **ПРЕВЕНЦИЈА**: активностите во оваа фаза имаат за цел да ја елиминираат ранливоста, на пр. поткревање на патот над нивото на голема вода. Целта на оваа фаза е да се овозможи непречен и сигурен сообраќај.
- **ПРОАКТИВНОСТ** - активностите во оваа фаза имаат за цел да ја отфрлат можноста за екстреман настан, на пр. градби за заштита од поплави за да се спречи поплавување. Целта на оваа фаза е да се овозможи непречен и сигурен сообраќај.
- **ОДГОВОР** - За време на екстреман настан: активностите во оваа фаза имаат за цел да ја минимизираат штетата, на пр. затворање на патишта; и активности веднаш по екстреман настан за насочување на итен транспорт, на пр. ограничување на густ сообраќај на оптоварени сообраќајници. Целта на оваа фаза е да се овозможи пристап за поправки и хуманитарна помош.



Табела 4 Структурни мерки за заштита од поплави на патната мрежа

	Вид на поплава			Тип на објект						Категорија на мерка							
	Поплавување поради грешка/дефект во системот за заштита од поплави од реки и канали	Плувијална поплава	Поплава поради нагло топење снегови	Цела патна инфраструктура	Дренажа на насипи и коловози, канализациски системи	Геотехнички конструкции, вкл. свлечишта и одрони на карпи, усеци	Геотехнички конструкции, вкл. свлечишта и одрони на карпи, засеци	Услуги за мобилност	Градење на капацитетите	Законодавство, прописи	Одржување и замена	Набљудување	Планирање	Истражување	Отпорна градба	Робусна градба	Управување со сообраќајот
<b>СТРУКТУРНИ МЕРКИ</b>																	
<b>ПОДГОТВЕНОСТ</b>																	
Чистење на природните препреки како жбунеста вегетација и коров	x	x	x		x						x						
Чистење на водотеците и објектите во областите подложни на поплавување пред предвидените обилни врнежи		x	x		x						x						
Дренажа на насипите на патот за брзо намалување на подземните води по повлекување на поплавата	x	x	x		x										x		
Редовнопроверување и чистење на системите за дренарање					x						x						
Одржување на дренажата на патот во добра состојба		x			x						x						
Спечување на затнување на цевките/пропустите кај приклучните патишта		x			x						x						

Дел В ТЕХНИЧКА ПОМОШ ЗА ПОДГОТОВКА НА ТЕХНИЧКИ ПРОЕКТ СО МЕРКИ НА ИЗДРЖИВОСТ НА КЛИМАТСКИТЕ ВЛИЈАНИЈА  
УПАТСТВО ЗА ЈАВНОТО ПРЕТПРИЈАТИЕ ЗА ДРЖАВНИ ПАТИШТА ВО МАКЕДОНИЈА

Отстранување на големи препреки (како паднати дрвја или крупен нанос) што го попречуваат протокот	x	x	x	x																			
Отстранувањена поновите купишта крупен нанос што го попречуваат протокот	x	x	x	x																			
Отстранувањена поновите купишта крупен нанос и мраз што го попречуваат протокот			x	x																			
Отстранувањена мразот и снегот од патот			x	x																			
Зголемување на капацитетите на дренажните системи за да одговорот на законите	x	x	x	x																		x	
Локации со засолништа, со обезбедени основни услови за живот, рути за евакуација	x			x																		x	
Примена на геосинтезици за подобрување на стабилноста на косините и заштита од ерозија	x	x	x						x													x	
Примена на вегетација за подобрување на стабилноста на косините заштита од ерозија	x	x	x						x													x	
<b>ПРЕВЕНЦИЈА</b>																							
Прекривање на косината со вегетација			x						x													x	
Вертикално и хоризонтално изместување (издигање или преместување на инфраструктура)	x				x																	x	
Повторна изградба на делници од патот на безбедна подлога	x	x	x	x																		x	
<b>ПРОАКТИВНОСТ</b>																							
Изградба на брани, акумулации и езерца за задржување, како заштита од водата	x								x													x	
Изградба на сидови (бариири) против поплави за да се заштити патот од поплавување	x	x	x						x													x	
Изградба на резервоари (базени) за задржување на водата			x	x				x														x	
Ископ со багер за зголемување на длабочината и/или исправување на протокот	x	x	x	x																		x	
Обновување нагмушки за да се редуцира ерозија од бранови и ерозија на брегот					x																	x	
Организирање на вирови/преливи кон објекти за акумулирање			x					x														x	

Дел В ТЕХНИЧКА ПОМОШ ЗА ПОДГОТОВКА НА ТЕХНИЧКИ ПРОЕКТ СО МЕРКИ НА ИЗДРЖИВОСТ НА КЛИМАТСКИТЕ ВЛИЈАНИЈА  
УПАТСТВО ЗА ЈАВНОТО ПРЕТПРИЈАТИЕ ЗА ДРЖАВНИ ПАТИШТА ВО МАКЕДОНИЈА

Физичко засилување на крајбрежната линија за заштита од дејството на брановите				x															x	
Уредување на песокот за да се намали ерозијата од дејството на брановите и ерозијата на брегот								x												x
Обнова намочуриштата како дел од стратегијата со повеќе мерки на одбрана од поплави	x		x	x					x											x
<b>ОДГОВОР</b>																				
Изградба на (привремени) бариери за спречување поплавивдолж патот	x				x															x

Дел В ТЕХНИЧКА ПОМОШ ЗА ПОДГОТОВКА НА ТЕХНИЧКИ ПРОЕКТ СО МЕРКИ НА ИЗДРЖИВОСТ НА КЛИМАТСКИТЕ ВЛИЈАНИЈА  
УПАТСТВО ЗА ЈАВНОТО ПРЕТПРИЈАТИЕ ЗА ДРЖАВНИ ПАТИШТА ВО МАКЕДОНИЈА

Табела 5 Неструктурни мерки за заштита од поплави на патната мрежа

	Вид на поплавување				Тип на мерка						Категорија на мерка							
	Поплавување поради грешка/дефект во системот за заштита од поплави од реки и канали	Плувијална поплава	Потопување на патишта во крајбрежните области, комбинирање на ефектите од пораст на нивото на морето и бура	Поплава од топење снегови	Цела патна инфраструктура	Дренажа на знасипи и коловози, канализациски системи	Геотехнички објекти, вкл. свлечишта и одрони на карпи, усеци	Геотехнички објекти, вкл. свлечишта и одрони на карпи, засеци	Услуги за мобилност	Градење на капацитетите	Законодавство, прописи	Одржување и замена	Набљудување	Планирање	Истражување	Отпорна градба	Робусна градба	Управување со сообраќајот
<b>НЕСТРУКТУРНИ МЕРКИ</b>																		
<b>ПОДГОТВЕНОСТ</b>																		
Поставување знаци со предупредување за поплави во загрозените подрачја	x	x	x	x					x									x
Проверкана местата што први се поплавуваат при поројни дождови		x		x		x					x							
Проверкана местата што први се поплавуваат при нагло топење на снегот				x		x					x							
Редовна проверкана водотеците		x		x		x					x							
Ревидирањена стандардите за проектирање патишта, со избегнување зголемување на разликите во нивоата на вода	x	x	x		x					x								
Ревизија на проектните повратни периоди на врнежи со новите информации за временските услови		x	x	x	x	x						x						

Дел В ТЕХНИЧКА ПОМОШ ЗА ПОДГОТОВКА НА ТЕХНИЧКИ ПРОЕКТ СО МЕРКИ НА ИЗДРЖИВОСТ НА КЛИМАТСКИТЕ ВЛИЈАНИЈА  
УПАТСТВО ЗА ЈАВНОТО ПРЕТПРИЈАТИЕ ЗА ДРЖАВНИ ПАТИШТА ВО МАКЕДОНИЈА

<b>ПРЕВЕНЦИЈА</b>																
Подготовка на стратегии за привремено пренасочување	x	x	x	x												x
Подготовка на планови за управување со сообраќајот	x	x	x													x
<b>ПРОАКТИВНОСТ</b>																
Спечувањена уништувањето на шумите во сливното подрачје	x	x														x
Процена на ризикот во идентификуваните подрачја	x	x	x	x												x
Изработкана планови и рутини за приоритетно обезбедување на подрачјата подложни на поплави	x	x	x	x	x											x
Изработка на упатство за стандардизиран преглед на системите за дренажа		x														x
Интегрирацијана развојот на инфраструктурата и планирањето на користењето на земјиштето	x		x		x											x
Редовно ажурирање на ГИС	x	x	x	x	x											x
Водење евиденција за поплавите и локациите	x	x	x	x	x											x
Картирање на подрачјата што се подложни на поплави (Анализа на најризични подрачја - сини точки)	x	x	x	x	x											x
Подготовка и едукација на учесниците во сообраќајот за поплавите	x	x	x	x	x											x
Подготовка и едукација на персоналот за поплавите	x	x	x	x	x											x
Изработка на планови за вонредни состојби	x	x	x	x	x											x
<b>ОДГОВОР</b>																
Ограничување на пристап	x	x	x	x												x
Премостување преку коловоз	x	x			x											x
Затворање на лента	x	x	x		x											x
Промена на начинот на превоз		x														x

Дел В ТЕХНИЧКА ПОМОШ ЗА ПОДГОТОВКА НА ТЕХНИЧКИ ПРОЕКТ СО МЕРКИ НА ИЗДРЖИВОСТ НА КЛИМАТСКИТЕ ВЛИЈАНИЈА  
 УПАТСТВО ЗА ЈАВНОТО ПРЕТПРИЈАТИЕ ЗА ДРЖАВНИ ПАТИШТА ВО МАКЕДОНИЈА

Информации за превенција	x	x	x	x	x														x			
Информации за сообраќајот во реално време		x			x																	x
Состојба на сообраќајот на државните патишта и временска прогноза		x			x																	x
Пренасочување на сообраќајот	x	x	x	x						x												x
Пренасочување и насочување	x	x	x							x												x

### 1.3 Мерки за отпорност на климатските влијанија

Матриците во горенаведените Упатства даваат насоки за опсегот на можни инженерски интервенции и за начините на приоритизација за решавањена жариштата во рамките на патната мрежа. Овој дел од Упатствата подетално ги дефинира интервенциите кои се однесуваат за подобрување на отпорноста на патната инфраструктура од климатските влијанија и се ставени во контекстот во кој тие се применуваат на патната мрежа.

Со цел да се намали влијанието на идните ефекти од климатските промени, може да се искористат физички инженерски интервенции за избегнување на оштетување на патната инфраструктура од најчестите природни непогоди (настани поврзани со поплави и лизгање на земјиштето). Овие физички интервенции се предлагаат како начини на кои раководителите со патиштата може да избегнат сериозна штета на патиштата, патните објекти и мостовите. Јасно е дека измените на постојната инфраструктура ќе создадат трошоци, па мора да се покаже и добивката од инвестицијата за секоја интервенција.

Најекономичен пристап кон отпорност на климатските влијанија е проектирање во согласност со сите меѓународните добри практики и стандарди, а особено оние што вклучуваат отпорност за нови патишта или рехабилитацијата на постојните. Во текот на проектирањето може да има потреба да се пристапи кон соодветно зголемување на сите проектни параметри што се поврзани со климатските влијанија, за да се надомести за краткорочните, но и за долгорочните климатски влијанија.

Мерките за отпорност се наменети да се применуваат на постојната инфраструктура, за да се овозможи приспособување на влијанијата од климатските промени без сериозни последици. Некои од овие мерки се проектирани да овозможат краткорочна оперативна (безбедна) неисправност, за да ја заштитат инфраструктурата на патот од деструктивен дефект. Опишаните мерки секако може да се вградат во тековните проекти и изградби на патиштата, како добра пракса.

Како резултат на инспекцијата на патната мрежа и студија на неодамнешна историја на климатски настани што имале влијание врз патната мрежа во Македонија, се покажа дека најчест ризик за оштетување или опструкција на патната мрежа се свлечиштата, поплавите или неисправност на дренажните системи. Иако причините за свлечиштата не се секогаш поврзани само со климатските услови, процената на причините за свлечишта во Македонија во Делот Б од Упатството укажа на голема поврзаност помеѓу врнежите и зголемениот број на свлечишта. Во сугестиите за најсоодветни мерки за климатска отпорност за стабилизација на косини, приоритет се дава на оние што го контролираат или го намалуваат протокот на вода преку или во косините.

**Мерките за справување со ризикот од свлечишта и поплави со зголемување на отпорност од климатските влијанија се прикажани во Табелата 6 во прилог, со индикација за најпогодни/најделотворни мерки против ефектите на климатските промени во Македонија.**

Табела 6. Преглед на потенцијални мерки за отпорностна климатски промени. Извор: ИМС

	Категорија/Мерка за отпорност	Поплави	Поројни поплави	Свлечишта
1	<b>Надвор од патниот коридор</b>			
1.1	Изместување на траса (вертикално или хоризонтално)	X	X	X
1.2	Управување со слив/подслив	X	X	

2	<b>Попречна дренажа/градба</b>			
2.1	Подобрувања на пропустите и плочестите пропусти	X	X	
2.2	Риголи на патот	X	X	
2.3	Водопрпусен насип	X	X	
2.4	Задржувачи на крупен нанос	X	X	X
2.5	Мостови	X	X	
3	<b>Дренажа на патот</b>			
3.1	Дренажа на коловозот на патот	X	X	
3.2	Подолжна дренажа на патот	X	X	
3.3	Попречни прагови кај дренажни канали	X	X	
3.4	Каскади/Преливи	X	X	X
4	<b>Заштитата од ерозија</b>			
4.1	Потпорни и фасадни сидови	X	X	X
4.2	Габионски душеци и кошеви	X	X	X
4.3	Заштитата со камен		X	X
4.4	Биоинженерски мерки	X	X	X
5	<b>Стабилизација на косини</b>			
5.1	Ободни канали над косините		X	X
5.2	Вегетација и дренажа за заштита на косината			X
5.3	Армирана земја и геотекстили	X	X	X
5.5	Кавање на површина на косина			X
5.5	Поставување на мрежа за зафаќање на дробина и одрони			X
5.6	Ровови за зафаќање одрони и огради/сидови			X
5.7	Армиран прскан бетон (торкрет)			X
5.8	Геотехнички сидра и анкери			X



5.9	Системи за предупредување			X
5.10	Репрофилирање на косина (растресит материјал)			X
5.11	Галерии			X

Деталите за секоја од овие потенцијални мерки за отпорност се разгледуваат во понатамошниот текст.

## 2. Надвор од рамките на патниот коридор

Планирањето на нов пат или рехабилитација на постоечки, треба да започне со поопширно разгледување на влијанијата од условите на подлогата/тлото и климатските влијанија надвор од предложениот коридор на новиот пат (или на постоечкиот ако е во прашање рехабилитација).

Подобрувањето на отпорноста на патот од поплави треба прво да ги земе предвид опциите за управување со сливот, па потоа да следи разгледување за подобрување на попречната и дренажата вдолж коридорот. На сличен начин, за спречувањето на ризиците од свлечишта може да има потреба од мерки за заштита од ерозија и/или заштита на косините (види ги посебните делови подолу) што се применуваат надвор од патниот коридор. И во двата случаи може да се јави потреба од склучување договори за експропријација (купување) на земјиштето или договори за сопственост, како би можело да се решаваат овие проблеми. За нов пат, каде земјиштето мора да се откупи, решавањето на овие прашања во најраната можна фаза ќе биде поекономично отколку да се прават обиди тие да се решат подоцна кога веќе ќе настане проблемот.

## 2.1. Изместување на траса (вертикално или хоризонтално)

Во одредени случаеви може да се јави потреба од изместување на патот поради справување со постојна опасност/хазард или заради намалување на идна ранливост. Може да станува збор за ново хоризонтално изместување на патот (на пр., околу локација подложна на поплави или свлечишта) и/или ново вертикално изместување (на пр., подигање на котата на патот/насипот за да се намали ризикот од поплави).

### ИЗМЕСТУВАЊЕ НА ТРАСА

#### Технички прашања и проектирање

Хоризонтално менување на траса. Промена на трасата на патот може да биде најдобро решение за ограничување на идентификуваните климатски влијанија врз предложената траса. Трошоците за изградба на нова траса може да бидат пониски од долгорочното одржување змајаќи ги предвид хазардите и трошоците за реконструкција на постоен пат. Ова најмногу се однесува на патишта во близина на реки што често поплавуваат, и патишта што се во близина или минуваат низ зони на свлечишта, при што одржувањето и поправките се почести, а климатските настани предизвикуваат оштетувања на патот.

Изместувањето може да се планира пред предложената интервенција на патот или да биде опција што се разгледува послеслучени поплави или свлечишта. Секогаш кога е тоа изводливо, важно е секој нов пат или предложено изместување да не е во близина на подрачје што е во ризик од поплава и/или зона/и на свлечишта.

При планирањето на траси за нови патишта, како релевантни фактори кои треба да се земат предвид се и влијанијата на поројни поплави, шумски пожари и снег/мраз. Изместувањето на постојните патишта поради овие опасности веројатно ќе биде помалку соодветна отколку ублажувањето на ризикот на конкретни локации.

Треба да се напомене дека секоја нова траса на пат мора да ја одржи поврзаноста со локалните заедници на сличен начин.

Вертикално изместување. За локации со повисок ризик од поплави едно решение за приспособување кон климатските промени е подигањето на котата на патот. Котата на површината на патот може да се издигне на височина поголема од новото проектирано ниво на поплава, без оглед дали се работи за поплави од реки или за поројна поплава, со помош на мост. Ова ќе го намали ризикот од оштетување на патот и можноста патот да стане непристапен за време на поплава.

Важно е да се запамети дека издигнатиот пат може да ја блокира поплавната вода што тече од едната кон другата страна од патот. Затоа е важно, при секоја интервенција правилно да се проектира попречна дренажа преку патот, за насипот за спречување на поплава да нема ефект на брана во напречен правец. Па така, покрај издигнувањето на нивото на патот, може да е потребно да се зголеми капацитетот на попречната дренажа (на пример, бројот и/или големина на пропустите).

При издигнување на котата на патот важно е да се користат соодветни градежни материјали и да се обезбеди дека овие материјали се збивани според техничките стандарди. Заштитата на насипите треба да се земе предвид за да се избегне ризикот од ерозија на насипот кај пропустите и мостовите поради зголемените брзини и нарушените протоци во близина на влезовите на објектите за дренирање/проток во услови на поплава. Ова се разгледуваат под Мерка на отпорност 2.3 и Категорија 4 подолу.

**Политики и институции**

Веројатно е дека ќе биде неопходна експропријацијана земјиште. За постојните патишта, исто како и за нови патишта, мора да се исполнат законските барања поврзани со животната средина.

**Одржување и експлоатација**

Изместувањето на трасата проектирано според добрите меѓународни практики ќе има потреба од намалена фреквенција на одржување отколку пат под ризик.

**Потребна експертиза/влезни податоци:**

Како за проектирање на секој нов пат

**Тип на мерка на отпорност:**Превентивна; Робусна градба

## 2.2. Управување со слив/подслив

При проектирањето на нов пат или кога се подобрува или унапредува постоен, тековниот статус на секој слив/подслив треба да се процени од аспект на идниот потенцијал за развој што може да влијае врз проектираните протоци што се предвидени за објект под патот. Сливовите на водотеците се идентификувани како причина за поплави што се забележани во минатото. За да се проценат промените во сливното подрачје може да се искористат беспилотни летала или сателитски снимки, особено во случај на сечење на шуми и на намалување на природната вегетација. Ефектите од овие промени треба да се проценат секогаш кога е предвиден дренажен објект во било кој проект на делница.

Пред обидот за справување со ризикот од поплави во рамки на патниот коридор (категиите 2-4 подолу), прво треба да се разгледа управувањето со сливот/подсливот. Одлуката може да опфаќа низа мерки за оддржлив дренажен систем (SuDS) за да се задржи водата во сливот, а потоа и за да се забави и да се намали динамиката на слевање на водата од сливот до патот. Сепак, мерките треба да се преземаат во соработка со сопствениците на земјиштето и со другите засегнати институции и владини сектори, а може да се потребни и голем број дозволи/одобренија.

Гореопишаните ограничувања може да ја лимитираат примената на оваа мерка на отпорност, но гледано долгорочно таа може да биде економична и да донесе повеќе придобивки од користење на патот само со намалување на поплавите низводно и возводно од патот.

<b>РОДС</b>
<b>Технички прашања и проектирање</b> „Руралните одржливи дренажни системи (РОДС) содржат посебни или повеќе поврзани компоненти на објекти кои ги реплицираат природните процеси, а намената им е да го намалат површинското истекување преку собирање, складирање и подобрување на квалитетот на проточните води во рамките на руралните сливови. Едноставната дефиниција е дека тие се мерки кои првенствено ги пресекуваат патеките на површинските истекувања или дренажите води” <sup>1</sup> .  РОДС опфаќаат и бионженерски мерки како садење дрвја за да се намали количината на површинско истекување низ сливот (повторно пошумување), како и базени за ретензија и прегради за да се намали пикот на хидрограмот во потокот/реката. Дополнително треба да се воведат планирано користење на земјиштето за да се избегне расчистување на земјиште или градење на цврсти градби што ќе ги зголемат количините на површинско истекување.
<b>Политики и институции</b> Со законодавството да се спречат развојни активности во речните сливови или да се обезбеди со нив да се управува на начин што ќе спречи поплави по течението. Пристап од страна на овластени тела, со претходно известување за проверка на сливовите и барање за спроведување на контроли, на пр. пошумување. Планови за управување со сливови.
<b>Одржување и експлоатација</b> Неопходни се договори со сопствениците на земјиштето и со други за одржување на РОДС и за нивно користење. Неопходен е пристап до земјиштето за одржување од страна на ЈПДП или други субјекти.
<b>Потребна експертиза/влезни податоци:</b> Експерт за хидрологија и експерт за животна средина
<b>Тип на мерка на отпорност:</b> Превентивна

Користени документи

1. Rural Sustainable Drainage Systems (RSuDS), издание на: Environment Agency, Horizon House, Deanery Road, Bristol, BS1 5AH 2012

## ПРЕГРАДИ/ РЕТЕНЗИОНИ БАЗЕНИ

### Технички прашања и проектирање

Преградите се еден од елементите на РОДС шемата за контрола на протоците што излегуваат од сливот а проектот мора да го земе предвид целиот слив. Преградите се поставуваат на определено растојание на водотеците и придонесуваат за намалување на протокот во сливот. Типичното растојание може да биде 6 до 10m, но бројот и позиционирањето зависат од наклоните и големината на водотекот.



Преградите може да бидат изградени од повеќе различни материјали. Во примерот од сликата е применет бетон, но може да се користат и алтернативни материјали како дрвени елементи или габионски кошшеви исполнети со камења, кои може да се постават преку водотекот и да формираат преграда што пропушта вода. Исто така може да се изградат и насипи од камења во коритото на водотекот или пак

камени прегради.

Ретензионите базени се постојни ниски или спуштени површини во земјиштето во рамките на сливот. Тие имаат капацитет да го задржат вишокот вода. Водата може да се пренасочи во нив преку канал за пренасочување што е на повисоко ниво од главниот канал на водотекот. Алтернативно, за собирање на водата може да се искористи природно спуштено земјиште. Водата што тече над површината на земјиштето се контролира и е насочена кон по теренот со помош на прегради или слични ниски земјени насипи.

### Политики и институции

Неопходно е да се добие согласност од сопствениците на земјиштето или права за работење и одржување на овие градби, освен во случаите кога законските прописи наметнуваат законски барања за сопствениците на сливот, како планови за управување со сливот. Сливовите со прегради и ретенциони базени треба да се внесат во RAMS.

### Одржување и експлоатација

Зависи од пристапот кај секој слив. Треба да има годишна посета за визуелна инспекција на сите прегради / ретенциони базени за да се утврди дали има оштетувања и дали функционираат на задоволителен начин. Инспекциските посети треба да се спроведуваат пред периодот од годината со најголем ризик од поројни дождови.

### Потребна експертиза/влезни податоци:

Експерт за хидрологија и експерт за животна средина

Тип на мерка на отпорност: Превентивна

### 3. Попречна дренажа/објекти

Мерките за отпорност на климатските услови во овој дел треба да се разгледуваат заедно со мерките предложени за зоната надвор од патниот коридор (што се разгледуваат погоре). Иако во иднина се очекува намалување на средните годишни врнежи во Македонија, веројатно е дека поради климатските промени ќе се зголеми интензитетот и зачестеноста на краткотрајните интензивни врнежи. Со тоа ќе се зголеми ризикот од преливање на постојните објекти и/или локално уништување на конкретен пат.

Новите патишта и новите објекти за дренирање треба да се проектират во согласност со македонските технички стандарди и меѓународните добри практики за меродавниот потврден период на појавата, видете ја Слика 1- Стандарди за проектирање на објектите за одводнување (реф. Градежен факултет, Северна Македонија)

но зголемен за да ги вкалкулира предвидувањата за идните климатски промени (види го делот за Поплави во Упатствата во Дел Б).

Drelnage Structure Type (Typical) Тип на дренажен објект	Frequency In Years Фреквенција во години	Design standard Проектен Стандард
1 Gutters and Inlets (urban) Олуци и сливници	10 for highway/10 за автопати 5 for national, regional, local road/ 5 за магистрални, регионални и локални патишта	JUS.U.C4.20 од 1982 МКЦ.У.Ц4.20
2 Roadside Ditches Странични канали	10 for for highway 5 for national, regional, local road	JUS.U.C4.20 од 1982 МКЦ.У.Ц4.20
3 Ford/Low-Water Bridge	100	(искуствено)
4 Culver, pipe less than 2 m diameter Пропусти, цевки со дијаметар < од 2m	100	(искуствено)
5 Culver, 2 m<span<6 m Пропусти, 2 м<распон<6 м	100	(искуствено)
6 Short Span Bridges, 6 m<span<15 m Кратки мостови, 6 м<распон<15 м	100	(искуствено)
7 Medium Span Bridges, 15 m<span<50 m Средни мостови, 15 м<распон<50 м	100	(искуствено)
8 Long Span Bridges, spans>50 m Долги мостови, распон>50 м	100	(искуствено)
9 Check/Review Flood		

Слика 1- Стандарди за проектирање на објектите за одводнување (реф. Градежен факултет, Северна Македонија)

Се забележува дека за проектен период од 100 години за малите попречни дренажни објекти 3, 4 и 6 во табелата има поголеми вредности отколку тие што се користат во ЕУ. Како такви, кај овие објекти веќе имало зголемување на капацитетот за сметка на климатските влијанија во споредба со другидржави. Меѓутоа, ако овие објекти се постари од 20-тина години, проектниот период од 100 години што бил користен во нивниот проект веќе е застарен, пред објавувањето на овој извештај, и треба да се ажурира за да ги одрази влијанијата на климатските промени од деведесеттите години наваму.

Капацитетот на постарите попречни дренажни објекти на постојните патишта, главно пропусти и мостови, треба да се истражи и да се измени доколку е потребно. Ова е особено неопходно кога се изведува рехабилитација или проширување на пат. Исто така треба да се разгледаат и промените во условите на постојните објекти за одводнување во сливот/подсливот, како и да се користат најновите податоци за временски непогоди и да се земат предвид климатските промени во блиска иднина.

Кога се разгледува попречната дренажа, важно е да се избегне водата да достигнува толку високи котивозводно од патот што би го оштетиле или еродирале насипот или пак би ја надминалекотата на коловозот. Исто така, важно е да се испитаат областите низводно по испустот за да се избегне ерозијата во тоа подрачје поради зголемениот волумен и брзината на протокот или поради прелевање преку бреговите на водотекот и локализирано поплавување.



Ако постојниот објект не е во состојба да ја собере водата од идниот проектен период, може да се зголеми капацитетот на објектот или да се вклучат други мерки на отпорност за да се ограничи можноста за оштетување на патот или на објектот.

### 3.1. Подобрувања на пропустите и плочестите пропусти

Пропустите вообичаено се во форма на цевки/цевести или во форма на кутија/плочести. Откако е оценето дека некој пропуст има несоодветен капацитет за да го опфати протокот од сливот (врз основа на хидрографски податоци што ги опфаќаат и климатските влијанија во иднина) може да се неопходни повеќе мерки на отпорност:

1. Постојниот пропуст се задржува, а се модифицираат влезот и излезот за да се приспособат на новиот проектиран капацитет на вода без да се оштетат објектот или насипот. Исто така, можно е да се јави потреба од поставување на мерки за контрола на ерозијата.
2. Постојните пропусни се зголемуваат или до нив се додаваат нови пропусни.
3. Постојниот пропуст се задржува и се инсталира ригола/прелив на површината на патот за да се овозможи вишокот вода да премине преку насипот на патот. Види 2.2 подолу.

Крајно решение е постојниот пропуст да се замени со мост но вообичаено нема потреба од ова, освен кога дошло до значителни промени во сливот и се зголемиле проектираните протоци, или оригиналниот проект на пропустот не бил соодветен.

### ЗГОЛЕМУВАЊЕ НА КАПАЦИТЕТОТ НА ПРОПУСТ

#### Технички прашања и проектирање

Пропустот е првично проектиран на начин протокот на вода да не се зголемува до одредена кота или преку софитот на влезот на пропустот, или слично ограничување на капацитетот. Кога ќе се процени дека во блиска иднина протокот во пропустот ќе биде преоптеретен со стоечка вода, преку дефинираното ограничување, капацитетот може:

- a. да се зголеми со подобрување на обликот на влезната градба за да се подобри влезниот проток и капацитетот на пропустот или
- b. да се прифати дека стоечката вода може да се издигне над границата но не ја загрозува површината на патот, обично кај повисоки насипи.

Во двата случаи мора да се разгледаат последиците по насипот и по земјиштето и по имотите возводно.

При проектирањето, подобрени влезни градби под точка a. треба да се направи референца на ХЕЦ 13 Хидрауличко проектирање на подобрување на влезната градба за пропусти. Кај пониските нивоа на водостој, со воведување во косината (рамна или заоблена површина) кон предната страна на влезната градба на пропустот со прави агли, се постигнува првично зголемување на капацитетот од 5% до 20%, после кој следи бочниот конусен отвор.

Што се однесува до поплавувањето на насипот, заситеноста на насипаниот материјал може да резултира со слабеење на насипот и потенцијални пропуштања на истиот, особено откако водата ќе се повлече по полавата. На местото на влезната градба насипот е изложен на ризик од ерозија поради брзината на протокот кога водата влегува во пропустот. Косините на насипите околу влезната градба мора да бидат заштитени од ерозија. Видете ги опциите во Категорија 4.

Исто така, и кај испусната градба ќе има поголеми протоци и брзини, па може да дојде до ерозија на коритото и на страните на водотекот. Повторно, може да е неопходна заштита од ерозија. Повторно, видете ги опциите во Категорија 4.

#### Одржување и експлоатација

Види подолу.

#### Потребна експертиза/влезни податоци:

Инженер за хидраулика, градежен инженер (конструктивец).

Тип на мерка на отпорност:Робусна градба

#### Користени документи

Hydraulic Design of Improved Inlets for Culverts HEC 13 August 1972;  
<https://dsda.org.il/uploads/n/1525855067.4295.pdf>

<b>ЗГОЛЕМУВАЊЕ НА ДОСТАПНАТАГОЛЕМИНА НА ПРОПУСТ</b>
<p><b>Технички прашања и проектирање</b></p> <p>Кај пропустите, постојниот капацитет може да се зголемува преку:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a. копање тунел и дупчење под притисок за да се постави нов дополнителен пропуст до постојниот, или</li><li>b. копање тунел за поголем пропуст вдлож линија на постојниот. Ова се прави кога нема доволно простор за дополнителен пропуст. Ризик кај оваа опција е тоа што треба да се најде решение за тековните протоци во постојниот пропуст додека траат градежните работи, на пример со пумпи или на друг начин.</li></ul> <p>Кога насипот е низок работите може да се реализираат преку изведба на усек, а потоа истот да се покрие, како замена за дупчење под притисок низ насипот.</p>
<p><b>Политики и институции</b></p> <p>Сите нови и надградени пропуси да се вклучат во RAMS.</p>
<p><b>Одржување и експлоатација</b></p> <p>Види подолу.</p>
<p><b>Потребна експертиза/влезни податоци:</b></p> <p>Хидролог и инженер за хидраулика; Ексерти за дупчење под притисок или за градење тунели</p>
<p><b>Тип на мерка на отпорност:</b> Робусна градба</p>

## ОДРЖУВАЊЕ НА ПРОПУСТИ

### Технички прашања и проектирање

Одржувањето на пропустите е основен составен дел од тековната заштита на патиштата од климатските влијанија. Овие Упатства треба да го водат ЈЛДП во процесот на балансирање на ризикот од одложувањето на одржувањето преку спроведување редовни инспекции, врз основа на практиките на слични институции.

На пример, кај инсталации што функционираат многу добро може да се дозволи помал број инспекции. При изработката на распоред за инспекцискиот надзор треба внимателно да се земат во предвид локацијата на пропустот, сопственоста, хидрауликата на водотекот, староста на објектот и последиците од лом (на пр. висината на насипот, обем на годишен дневен сообраќај).

### Расчистување и чистење на пропусти и дренажи

Пропустите и дренажите мора редовно да се одржуваат за да нема крупен нанос што ќе го блокира протокот на водата. Ова е од особена важност во близина на шумски подрачја каде што водата носи гранки и друг крупен нанос од дрвја.

Во областите со спор проток на вода, лесно може да дојде до затнување на пропустите со наслаги од земја кои значително го намалуваат протокот. За да се олесни чистењето на пропустите, не треба да се користат попречни дренажни објекти со дијаметар помал од 1,2m.

### Поправки на заштитата од ерозија и на попречните прагови кај дренажни канали

Проверки и поправки на заштитите од ерозија и попречните прагови кај дренажни канали мора да се вршат на редовна основа и особено по дождовните сезони и по поројни дождови.

За да функционираат како што е потребно, заштитите од ерозија мора да се одржуваат. Ако нема одржување и поправки на мерките (градбите) за заштита од ерозија, може да дојде до оштетување на патот, а и трошокот за последвателните поправки ќе биде многу повисок.

### Проверки на состојбата на објектите преку визуелни инспекции

Треба редовно да се спроведуваат инспекции на поголемите пропусти и на малите мостови за да се провери состојбата на објектот. Подолу е даден еден можен пример.

### Политики и институции

Истражување и финансирањена соодветни инспекции и поправки на сите пропусти и мали мостови.

### Одржување и експлоатација

Спроведување редовни инспекции на сите дренажни објекти според распоред подреден по приоритет врз основа на протоците, големината на пропустот и важноста на пропустите за патот и неговата физичка градба.

<b>Table 1 – Inspection Frequency (Routine Inspections)</b>		
<b>Barrel Size (S)</b>	<b>Inspection Frequency (Ratings ≤ 2)</b>	<b>Inspection Frequency (Ratings ≥ 3)</b>
New Installation (S > 1 ft)	Inspect annually for the first 2 years after construction.	N/A
S ≤ 1 ft	No routine inspection required. Inspect during roadway maintenance activities.	No routine inspection required. Inspect during roadway maintenance activities.
1 ft < S ≤ 4 ft	Every 10 years or prior to routine roadway maintenance activities, whichever is less.	At least every 5 years and with routine roadway maintenance activities.
4 ft < S ≤ 10 ft	Every 5 years or prior to routine roadway maintenance activities, whichever is less.	At least every 2 years and with routine roadway maintenance activities.
S > 10 ft	Every 2 years	At least every 2 years and with routine roadway maintenance activities.

**Потребна експертиза/влезни податоци:**  
Експерти за одржување патишта

**Тип на мерка на отпорност:** Превентивна

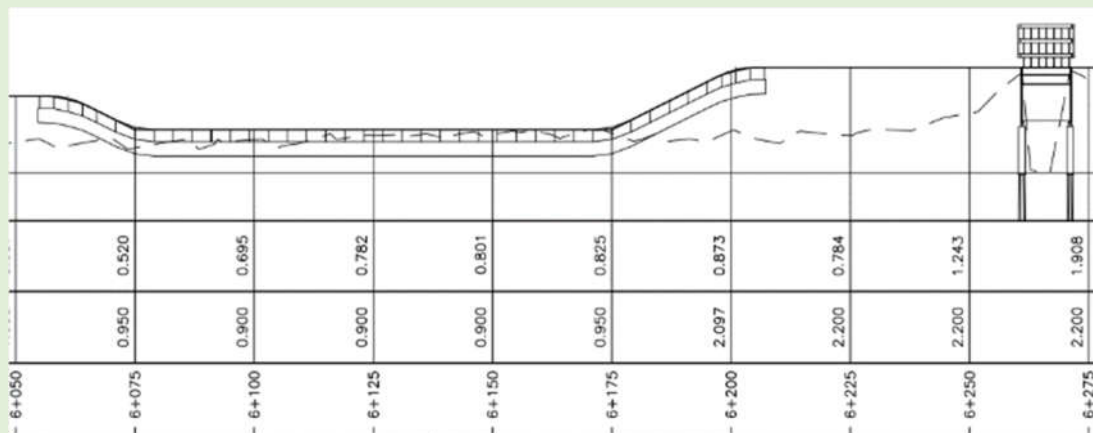
### 3.2. Ригола на патот

Риголите и преливите се елементи за прифаќање на протоците што се преобилни за капацитетот на пропустите кај кои не е практично или рентабилно да се зголеми нивниот сопствен капацитетот како што е презентирано во 2.1 погоре. Тоа не е опција што вообичаено се применува кај нови патишта освен во исклучителни околности со слаб обем на сообраќај. Пристапот што се користи е кога протокот е преголем и постојниот дренажен објект не може да го прифати, се дозволува водата да премине над коловозот преку ригола, на проектиран и контролиран начин.

## РИГОЛА

### Технички прашања и проектирање

Должината и длабочината на риголата се проектира така што максималната длабочина на вода што минува низ риголата да не е поголема од да рече 0,25 m, така што за време на поплави патот е прооден. Подолу е даден пример од ригола што го зафаќа вишокот поплавна вода кај мост ( дека вертикалниот размер е деформиран/зголемен).



Ригола во изградба со видлива заштита за насипот од основи (душеци) исполнет со камења

### Политики и институции

Дополна на стандардите за да се овозможи безбедна состојба за ваков случај.

### Одржување и експлоатација

Коловозот на патот да се изведе како и кај другите патишта. Заштитните мерки за риголата и поврзаниот насип да се проверуваат и да се поправаат како што е задолжително после секоја поплава. Инспекција на одржувањето да се спроведе пред да почне да се топи снегот (ако е соодветно) и пред сезоната на силни невремиња.

### Потребна експертиза/влезни податоци:

Инженер за хидраулика, инженер за коловози.

**Тип на мерка на отпорност:** Безбедна неисправност

Користени документи: IMC Worldwide



### 3.3. Пропуслив насип

Оваа мерка е најсоодветна кога се гради нов пат, но се очекува дека ќе биде подложен на поплавување. Соодветна е и во услови на повторна изградба откако патот бил однесен од вода.

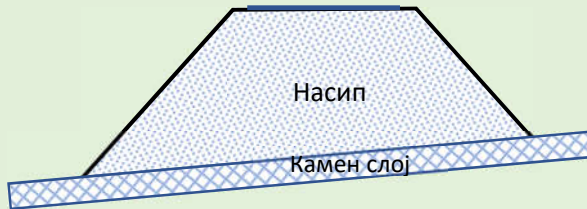
Кога патот од едната или од двете страни е подложен на потопување од водите од поплави, треба да биде изграден од отпорен материјал како што е камена или грануларна исполна што ќе биде стабилна кога ќе дојде до поплавување и ќе може да ја пропушта водата. Специфичен случај е употребата на основи исполнети со камења во долниот строј на патот.

Оваа опција, позната и како сендвичи од камења или француски душеци вообичаено се користи во екстремно влажни или мочуришни области. Слој од чист камен завиткан во геотекстил се поставува како прв слој од насипот врз природниот терен. Водата потоа треба да помине низ овој слој од едната страна на патот до другата. Камениот слој ќе претставува подршка при фундаирањето на патот за време на влажни или калливи услови.

### ДУШЕК ИСПОЛНЕТ СО КАМЕЊА ВО ДОЛНИОТ СТРОЈ НА ПАТОТ (ПОЗНАТА И КАКО СЕДНВИЧ ОД КАМЕЊА ИЛИ ФРАНЦУСКИ ДУШЕК)

#### Технички прашања и проектирање

Оваа опција овозможува поплавната вода од едната страна на насипот да се исцеди низ слојот до низводната страна. Најкорисна е во низински влажни области каде што е вообичаено поплавување на теренот.



Слој од чист камен завиткан во геотекстил се поставува како прв слој на насипот врз природниот терен. Водата потоа треба да помине низ овој слој од едната страна на патот до другата. Камениот слој ќе претставува подршка при фундаирањето на патот за време на влажни или калливи

услови. Слојот со ткаенината треба да биде проектиран да одговара со очекуваниот почвен материјал што се транспортира за време на поплава за да се намали веројатноста од блокирање на материјалот.

#### Политики и институции

Локациите на насипи со пропуслив слој да се вклучат во RAMS.

#### Одржување и експлоатација

Инспекција по секоја поплава за да се оцени функционирањето на душекот.

#### Потребна експертиза/влезни податоци:

Геотехнички експерт за проектирање на геотекстили

Тип на мерка на отпорност:Превентивна

### 3.4. Задржувачи на крупен нанос

Крупниот нанос може да претставува проблем во некои подрачја, а за време на поинтензивни врнежи. Крупен нанос кој плови или е под вода, како трупци од дрвја, гранчиња или лисја, може да го опструира влезот на пропустите или да ги блокираат целосно, или пак да предизвика оштетување на дренажните објекти. Во урбаните средини, крупниот нанос може да се состои од комунален отпад, пластични кеси и сл. Задржувач на крупен нанос на крајот од пропустот претставува начин да се спречи пропустот да се блокира со отпадоци/крупен нанос.

Онаму каде што пороите од интензивни дождови може да носат со себе карпи и блокови кои можат да ги оштетат низводните мостови и големи пропусти, може да е потребно да се изградат прегради за крупен нанос.

Важно е, особено пред сезоната на дождови, да се направи инспекција и доколку е потребно да се санираат задржувачите и преградите за крупен нанос.

## ЗАДРЖУВАЧ НА КРУПЕН НАНОС/РЕШЕТКА

### Технички прашања и проектирање



Задржувачите на крупен нанос може да се направени од метални решетки или вертикални шипки со кои се овозможува да се собере крупниот нанос. Најчесто се користат кај пропусти што може да се затнат од вообичаенотпад и крупен нанос што се носи со протокот. На сликите е прикажана решетка на мал цеваст пропуст.

Гранките или стеблата на дрвјата се поинаков проблем кај пошироките корита на водотеците и објектите. Во овој случај може да е потребна појаканструкција, како што е прикажано на фотографијата. На фотографијата е прикажан и еден од проблемите на решетките. Бидејќи крупниот нанос е фатен, може да се блокира влезот во пропустот и да дојде да се зголемување нивото на водата и таа да пррелие преку горниот дел на решетката; како што се гледа, крупниот нанос е депониран на горниот дел од решетката. Се препорачува на решетката да има хоризонтален засек пред влезот на пропустот за да се овозможи водата да помине нагоре и преку горниот дел на решетката и да влезе во пропустот.



Како што споменавме, растојанието и јакоста на компонентите на решетката ќе зависат од очекуваните материјалите што ќе треба да се сопрат како и од силата на водата која се создава штом ќе се фати крупниот нанос. Во најлошите случаи, шипките на решетката треба да бидат силни носачи што се испакнати нанадвор од коритото на водотекот, кои можат да ги издржат камењата и дрвјата што ги носи поплавната вода.

Во врска со проектирањето на решетките погледнете ги следниве документи:  
Trash and Security Screen Guide 2009 во издание на Environment Agency UK  
UK Highways England DMRB Vol. 4 Section 2 Part 7 – HA 1078/04 Глава 8

### Политики и институции

Локациите на сите решетки за крупен нанос да се вклучат во RAMS.

### Одржување и експлоатација

Решетките за крупен нанос мора редовно да се чистат во текот на годината, а поинтензивно за време на сезоната со најголем проток во водотекот. Оштетувањата на конструкциите мора да се поправат пред сезоната на највисок проток.

### Потребна експертиза/влезни податоци:

Инженер за хидраулика, градежен инженер

Тип на мерка на отпорност:Превентивна

## ПРЕГРАДИ ЗА КРУПЕН НАНОС

### Технички прашања и проектирање

Преградите за крупен нанос се во основа големи порозни контролни прегради. Наменети се да ги задржат крупните наноси што ги носат пороите, како на пример парчиња карпи/камења и дрвја. При нормални протоци тие овозможуваат водата да помине преку конструкцијата или преку закосен снижен праг. При текови од поројни дождови, карпестите блокови и сл. се задржуваат на горната страна на водотекот.



При проектирањето на овие прегради мора да се земе предвид предвидениот проток, како и димензиите на крупниот нанос и материјалите кои ќе ги содржи. Во некои случаи може да е потребно да се изградат повеќе од една преграда.

Бидејќи преградите треба да се чистат од наносот што може да вклучува и големи камења/парчиња карпи, неопходно е да е обезбеден пристап до локацијата за движење на опремата за кревање тешки товари.

### Политики и институции

Овие прегради се поставуваат на одредено растојание возводно од мост или голем пропуст. За изградба на овие заштитни мерки ќе бидат потребни дозволи од други надлежни органи/тела.

Локациите на сите прегради за крупен нанос да се вклучат во RAMS.

### Одржување и експлоатација

Преградите за крупен нанос мора редовно да се чистат во текот на годината, а поинтензивно за време на сезоната со најголем проток во водотекот. Оштетувањата на конструкциите мора да се поправат пред сезоната на највисок проток.

### Потребна експертиза/влезни податоци:

Инженер за хидраулика, градежен инженер (конструктивец)

Тип на мерка на отпорност:Превентивна

### 3.5. Мостови

Добро проектираните мостови сами посебе преставуваат мерка на отпорност, затоа што овозможуваат патот да остане прооден во периодите на поплавни води и имаат поголем капацитет од пропустите/ плочестите пропуси. Во општ случај, проширувањето или замената на мостови за кои се покажало дека немаат доволен капацитет е доста скапо решение.

Дополнителен капацитет може да се обезбеди со инсталирање на дополнителни пропуси во рамки на пристапните насипи. Види мерка на отпорност 2.1 погоре. Може да се направат и риголи преку пристапните насипи за да се прифатат екстремните протоци на страните на мостот. Види мерка на отпорност 2.2.

И самите мостови исто така треба да се заштитат за да се осигура дека се отпорни на различните хазарди. Пристапите кон мостот треба да се заштитат од свлечишта и поплави. Специфичните мерки за подобрување на отпорноста на мостовите си разгледуваат подолу.

- Овозможување на соодветна заштитна височина/надвишување
- Заштита од ерозија на фундаментот и на носачите на мостот

## ОВОЗМОЖУВАЊЕ НА СООДВЕТНА ЗАШТИТНА ВИСОЧИНА

### Технички прашања и проектирање

Проектирањето нова градба или евалуација на постојната треба да осигура дека проектираната поплава, која ги зема предвид соодветно и влијанијата на климатските промени, може да помине без нивото на водата да стигне до долната страна на конструкцијата или на дефинирано растојание до неа (дефиниран слободен простор). Може да е неопходно да се обезбеди слободен простор за да се овозможи движење на пловила или да се овозможи да поминува крупен нанос кој плови (како на пр. искорнати дрвја). Неопходна е заштитна височина од околу 3 м.

Во услови на поплава кога надвишувањето на мостот е несоодветно и водата се искачува до сообраќајницата на мостот, поплавната вода вообичаено може да протече околу задниот дел на носачите на мостот бидејќи мостовите вообичаено се проектираат со пристапни насипи што се издигаат кон мостот. Како последица, протокот околу носачите ја измива заполнатата и насипот од задната страна. Губењето на материјалот всушност може да го спаси мостот, кој честопати завршува како остров во реката. Во вакви случаи, со употребата на риголи на приодите може да се спречи прекин на сообраќај.

Ако надвишувањето на постојниот мост не е соодветно, или ако проектот на новиот мост предвидува помала заштитна височина поради економски или други ограничувања, и како резултат на тековната неизвесност во поглед на проекциите за поплави, решение е да се подигне коловозната плоча на мостот.

Кај нов мост, идно подигнување на плоча може да се предвиди во проектирањето на темелите и на под-конструкцијата со релативно мал трошок. Треба внимателно да се пристапи кон проектирањето на коловната плоча на мостот. Опциите за подигање на плочата може да се опфатат со техничкиот проект на истата и на носачите на мост. Може да е неопходно дополнително зајакнување на коловната плоча. Алтернативно решение во техничкиот проект може да биде употребата на челични носачи и бетонска плоча. Коловната плоча може да се расклопи, да се отстранат и да се обноват челичните греди, а потоа повторно да се постават на подигнатите носачи на мостот.

Кај постоечки мост, опцијата за подигнување на коловната плоча е посложена. Сепак, таква можност постои во зависност од проектирањето на темелите и поставеноста на носачот. Поверојатно е сепак дека ќе биде потребно значително рушење на коловната плоча на мостот. Сепак е попрактично да се направи тој трошок и потенцијално да дојде до помалку нарушувања отколку да се сруши целиот мост или да се замени со нов.

### Политики и институции

Треба да се инсталира Систем за одржување и управување со мостови (СОУМ) поврзан со RAMS и во него да се евидентираат информации за конструкцијата и темелењето на секој мост, како и за состојбата на мерките за заштита од ерозија. Во СОУМ треба да се наведе и распоредот на инспекции за секој мост во врска со ерозијата и другите влијанија, и во него дигитално да се внесуваат извештаите од инспекциите со информации за промени во квалитетот и способноста на мерките да дадат отпор на ерозијата.

На сите реки треба да има инсталирано далечински мониторинг на протокот и уреди што ќе прават снимки и ќе испраќаат податоци до централна база на податоци поврзана со СОУМ. При настани со големи протоци на мостовите треба да се снимаат и нивоата на поплавите.

### Одржување и експлоатација

Инспекциската проверка на мостовите мора да се спроведе пред сезоната со највисоки протоци во Македонија. Инспекцијата мора да обезбеди дека протокот ќе биде непречен, и дека нема блокирања во близина на мостот, на пример наслаги на мил или друг материјал.

### Потребна експертиза/влезни податоци:

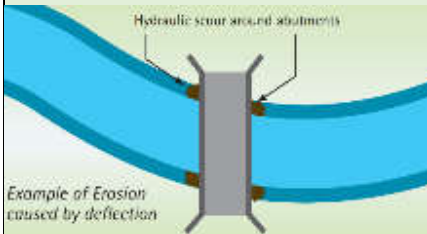
Инженер за хидраулика, градежен инженер

**Тип на мерка на отпорност:** Проект за адаптација

## ЗАШТИТА ОД ЕРОЗИЈА НА НОСАЧИТЕ И НА ТЕМЕЛИТЕ НА МОСТОТ

### Технички прашања и проектирање

Проблеми кај мостовите вообичаено се јавуваат во услови на екстремни протоци како последица на климатските промени. Еден проблем е појава на ерозија на коритото на реката околу речниот столб или кај брегот на реката под крилните ѕидови на мостот. Резултат на тоа е ерозија на темелите под или околу под-конструкцијата на мостот. Можно е да постои заштита од ерозија но да е оштетена или да не може да го издржи протекот.



Сличен проблем се јавува поради ерозијата на речниот брег возводно од мостот, реката предизвикува ерозија на пристапниот насип. Особено подложни на вакви проблеми се

мостови поставени на кривини на реки и потоци.

Пристапот за обезбедување на отпорност од климатските влијанија треба да обезбеди зајакнување на темелите преку примена на едно од следните, а во зависност од проектираните протоци или природната отпорност на природните материјали.

За секоја локација е неопходен преглед на постоечкиот режим на проток на мостот, постоењето на ерозија или седиментација, утврдување на коритото и материјалите на брегот како и нивната отпорност на ерозија, кое може да опфаќа и геотехнички испитувања на самата локација. Потоа, треба да се подготви Идеен и Основен идеен проект во кој ќе се разгледа која од овие опции, самостојно или во комбинација со друга, ќе претставува најделотворно и најрентабилно решение.

- Набивање заштитни листови во темели, речни брегови и крајни столбови, итн.
- Заштитата од ерозија со габионски кошеви и душеци, на речните корита, носечки темели и пристапни брегови.
- Заштита со оболога од камени блокови (Rock armour) или нафлени камења (rock rip rap) на коритата и бреговите на реките
- Заштитата од ерозија на речните брегови со користење на геотекстили и/или вегетација

### Политики и институции

Треба да се инсталира Систем за одржување и управување со мостови (СОУМ) поврзан со RAMS и во него да се евидентираат информации за конструкцијата и фундаментите на секој мост како и за состојбата на мерките за заштита од ерозија. Во СОУМ треба да се наведе и распоредот на инспекции за секој мост во врска со ерозијата и другите влијанија, и во него дигитално да се внесуваат извештаите од инспекциите со информации за промени во квалитетот и способноста на мерките да дадат отпор на ерозијата.

На сите реки треба да има инсталирано далечински мониторинг на протокот и уреди што ќе прават снимки и ќе испраќаат податоци до централна база на податоци поврзана со СОУМ. При настани со големи протоци на мостовите треба да се снимаат и нивоата на поплавите.

### Одржување и експлоатација

Инспекциските постапки за мостови мора да се спроведуваат во согласност со меѓународните стандарди за да се осигура дека ќе биде идентификувана секоја штета од ерозија, подлокавање или оштетување на заштитните мерки и ќе се преземат корективни мерки пред сезоната со највисоки протоци во Северна Македонија. Инспекциите треба да ги опфаќаат и речните брегови пред и после мостот.

### Потребна експертиза/влезни податоци:

Инженер за хидраулика, инженер за почви и материјали

Тип на мерка на отпорност: Робусна градба



## 4. Дренажа на патот

Добар систем за дренирање кој е добро одржуван е од витално значење за сите видови патишта.

Добар систем за дренирање ја прима водата од површината на патот како и од различните слоеви на патната конструкција и безбедно ја отстранува (во поток/друго водно тело или попречната дренажна структура). Системот за дренирање ги пресретнува и површинските води што течат кон патот и обезбедува сите води кои преминуваат преку патот да поминат на контролиран начин.

Деструктивната моќ на водата експоненцијално се зголемува со зголемување на нејзината брзина. Затоа, не смее да се дозволи водата да добие голем протек или брзина за да предизвика големо абеење вдолж рововите, на пропустите или на изложените површини за течење, усеците и насипите. За брзина преку  $1 \text{ m}^3/\text{sec}$  може да се неопходни мерки за заштита од ерозија.

Прекумерната количина вода на патот ќе има негативно влијание врз карактеристиките на материјалите од кои е изградена. Оштетувања на усеците и насипите, ерозија на коловозот и ослабнато подтло по што следи сеопшто оштетување се резултат на несоодветни или лошо проектирани дренажи.

Се сугерира сите дренажни објекти на патиштата да се набљудуваат и проверуваат на редовна основа, вклучително и со помаш на помали CCTV (видео надзор) инспекции за цевоводите.

Други категории имаат за цел да ја подобрат отпорноста на патниот коридор на поплави кои произлегуваат надвор од коридорот. Исто така, важно е да се осигура дека патот може да е отпорен на поплави (главно поројни поплави) како резултат на екстремни дождови на самиот пат. Тоа е опфатено во овој дел. Различните дренажни мерки за дренирање на самиот пат се разгледуваат во продолжение.

#### 4.1. Дренажа на коловозот на патот

Коловозот на патот треба да се проектира на начин да се избегне собирање вода во вирони на површината на патот. Проектирањето на коловозот треба да се поврзе со обезбедувањето отпорни проектантски решенија за дренирање на покрај патот.

##### Технички прашања и проектирање

Коловозот мора да се проектира на таков начин за да осигура ефикасно отстранување на водата од површината на патот преку површини без пукнатини и дупки, отпорен на навлегување на вода, и да има попречен нагиб со кој ќе се обезбеди водата од површината на патот да истекува накај ивиците на патот. Има различни меѓународни практики за попречните нагиби, но во Северна Македонија се препорачува минимален попречен наклон од 3% на патишта изградени од битуминозни материјали.

Иако во други земји се користат пониски вредности, со 3% се зема предвид и можно формирање на колотрази или локализирано слегање на патот (како што е забележано на патиштата во земјата). Слично, на пострмен терен поголем попречен наклон овозможува водата полесно да се движи кон ивиците на патот наместо да тече по самиот пат.

При реконструкција или проширување на патишта попречениот наклон треба да изнесува најмалку 3%.

##### Политики и институции

Да се вклучи минималниот попречен наклон во законската регулатива.

##### Одржување и експлоатација

Нема дополнителни законски барања, покрај постојните.

##### Потребна експертиза/влезни податоци:

Инженер за геометрија на патишта, инженер за патишта

Тип на мерка на отпорност: Превентивна

## 4.2. Надолжна дренажа на патот

Надолжна дренажа на патот опфаќа повеќе различни мерки со кои се зафаќа водата што тече од површината на патот и се евакуира до стабилна испусна точка. Дополнителна намена на оваа мерка е да се зафати површинската вода од ножицата на насипот и да се испушти во соодветен водотек или одводна цевка.

Отпорност на климатски влијанија - најголемата грижа во поглед на обезбедувањето отпорност на климатските влијанија, како за пропустите така и за другите дренажни објекти, е да се осигура дека системот за дренирање ќе може да ја отстрани водата за даден проектен проток што постои во блиска иднина и без штета по дренажите и испусните цевки.

Видовите дренажи што е соодветно да се користат во вакви околности може да се подредат во следнива под-точки:

- Дренажа преку- ивицата на патот
- Ровови, отворени канали (дренажа на водата од површината на патот);
- Француски дренажи (потповршински дренажи за дренажа на околното тло); и
- Подземни дренажи (сливници или цевки).

Проектниот период за надолжна дренажа на патот е 1 во 5-10 години што е многу помалку отколку кај пропустите, односно 1 во 100 години во Северна Македонија. Овие барања генерално ги надминуваат стандардите низ Европа што обезбедува некаква отпорност на влијанијата на климатските услови.

Меѓутоа, со овие проектни периоди може да се очекува дека подолжните дренажи ќе прелијат во блиска иднина, што ќе резултира со генерално прифатливо поплавување на површината на патот. Како и да е, важно е преливањето да не навлезе внатре и да не направи штета во долниот строј на патот. Навлегувањето на вода може да предизвика свелкување на насипите а особено тие што се изградени на наклонет терен.

Дренажа преку-ивицата на патот се користи често на патишта од пониска категорија, вообичаено за собирање на атмосферски води од коловозот кој е изведен врз насип и истата да се пренесе и помине од коловозот директно во тревната банка покрај патот/врвот на насипот. Иако ова не е вообичаено за патишта на друго место, овој пристап бара банкината на патот добро да се одржува, да се отстрани милта и наносот, и тревата на ивицата на патот, за да се спречи формирање локви на ивицата на коловозот. Ако одржувањето не е соодветно, водата не преминува во банкината туку се канализира до некоја ниска точка или слично место каде истекува од патот во водотек кој ја еродира банкината и го испира насипот.

Ровови или дренови се изведуваат често покрај коловозот, во случај патот да поминува преку усеци. Големината и обликот на ровот зависи од количината на очекуваната вода. Ендекот има надолжен наклон кон излезната точка преку која водата безбедно се испушта.

Ровови може да се изградат кај насипи за да ја насочат водата од косините на насипот и од околните терени кон една излезна точка.

Рововите може да се заштитени со нафрлан камен (riprap) или бетон и може да се комбинираат со заштитата на насипот во зависност од количината вода што се очекува. Рововите со стрмни надолжни наклони се поранливи на подлокавање и имаат потреба од заштита. Според SRPS рововите-ендеците со наклон помал од 0,3% или пострмен од 3%, се изработени од бетон или материјал кој не еродира.

При изградба на пат на закосен терен, ако се применат отворени ровови/ендеци кај ножицата на косината на усекот, ќе се овозможи заситување на почвата во подлогата, а тоа пак може да предизвика свлекување или лизгање на насипите. Онаму каде што материјалот на насипот е подложен на влажење, ровот треба да се изгради со бетонска подлога.

Отворени канали може да и се користат кај ножицата на косината на усек како замена за ровови. Во Северна Македонија ова вообичаено се бетонски плочи со пострмен наклон од коловозот при што надворешниот раб е формиран од бетонски ивичник или друго издигнување. Испусните цевки вообичаено се среќаваат кај пропустите и носат проток од попречната дренажа.

Потребна е особена претпазливост кај засеци кадешто материјали во долниот строј се подложни на влажење, за да се обезбеди дека системот за дренирање не прелева поради несоодветна висина на задниот издигнат ивичник на тротоарот и резултира во заситеност на материјалите во темелната основа на насипот. При изградба на пат на наклонет терен заситувањето на постелната може да резултира во лом со лизгање на насипот.

Француска дренажа или подземна дренажа главно се користат за да се отстрани вода од конструкцијата на патот и за да се спречи подземните води од околината да стигнат до истата. Важно е дренажата да се изгради со соодветни подолжни наклони кон безбеден испуст. Крајот на дренажата може да биде пропуст или зона на насип каде котата на теренот е пониска од котата на дренажата.

Подземни цевки и шахти на коловозот, се состојат од одводна дренажа под ивицата на патот и шахти по должината на коловозот за да се зафати протоко директно од коловозот (сливници) или водата што истекува од ситемот на отворени канали покрај патот.

## ДРЕНАЖА ПРЕКУ-ИВИЦАТА НА ПАТОТ

### Технички прашања и проектирање

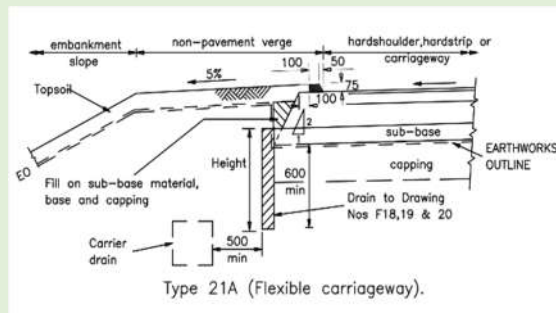
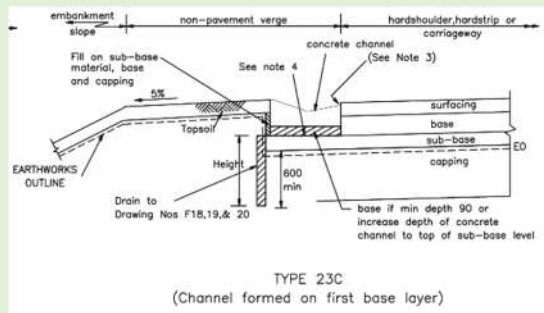
Поради предвиденото зголемување на интензитетот на невремињата, ќе треба да се отстранат поголеми количини вода преку ивиците на патиштата. Како резултат на ова, дренажа преку-ивицата на патот може да резултира во испирање на насипите на патот.



Дренажа преку-ивицата на патот бара ефикасно одржување на ивицата на патот за да се отстрани сиот крупен нанос што може да го спречи дренажа, и наместо тоа, да канализира поголемо количество вода кон пониско место. Погледнете го примерот на фотографијата од патната мрежа. На ниското место големото количество вода ќе се прелее и ќе ја еродира косината на насипот, и за кратко време ќе ја засече до ивицата на патот. Проблемот се зголемува во случај на надградба на патиштата со

проширување.

При реконструкција или проширување на патиштата, дренажата на ивицата на патот треба да се подобри со бетонски канал со издигнат ивичник, одводен канал... Подолу се дадени примери на добра практика од Стандардите за автопати на Обединетото кралство, Детали за изведба се дадени подолу.



Забележано е дека на Балканот, стандарден пристап за ограничување на ивицата на патот е поставување на ивичник висок 200mm, како помала алтернатива на заштитна ограда - браник. Една студија во Обединетото Кралство покажала дека ивичник од 150mm ја намалува појавата на сообраќајни несреќи со излетување од патот. Користењето на издигнат ивичник од 200mm во Тип 21A погоре кај насипи на патот, ќе овозможи и отпорност на климатски влијанија и подобрувања на безбедност на сообраќајот кај насипите.



Кај усеците мора да се води сметка да се осигура дека водата нема да биде заробена на задната страна на отворениот канал и дека водата од косината на усекот може да стигне до отворениот канал на патот. Видете на сликата дека новиот канал е повисоко од дренажата на ножицата, која требало да биде подигната за време на преслојувањето.

Испусните цевки до ножицата на насипот ќе мора да имаат каскади/преливи на одредени интервали (види Мерка 3.5) или каскадни влезни структури во рамните цевки на пропустот. Алтернативно, кај долги насипи може да се инсталира носечка дренажа со повремени одводни врски до ивицата на патот.

### Политики и институции

Да се дополнат стандардите за да се отстрани дренажата преку-ивица на патот кај насипи на патишта за одредени класи на патишта.

**Одржување и експлоатација**

Системите за дренажа преку-ивицата на патот, за да бидат отпорни на климатските влијанија, мора редовно да се одржуваат со косење на тревата и отстранување на акумулираните крупни наноси што може да формираат препрека која ќе го спречи истекувањето на водата надвор од коловозот.

Бетонскиот дренажен систем треба редовно да се чисти.

**Потребна експертиза/влезни податоци:**

Хидролог што ќе направи предвидување за протокот и експерт за хидраулика што ќе ги проектира протоците во каналите и застапеноста на испустите.

**Тип на мерка на отпорност:**Превентивна

Користени документи

Стандарди на Обединетото Кралство за автопати што се применуваат со отворена дозвола на владата

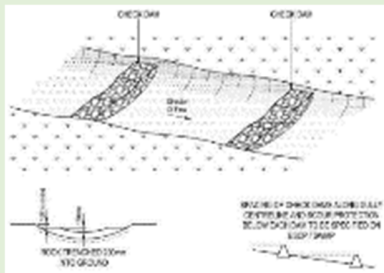
[http://www.standardsforhighways.co.uk/ha/standards/mchw/vol3/section1/b\\_series.pdf](http://www.standardsforhighways.co.uk/ha/standards/mchw/vol3/section1/b_series.pdf)

#### **4.3. Попречни прагови кај дренажни канали**

Попречните прагови се прават кај канали кога должните наклони се доволно стрмни да предизвикаат ерозија на природното тло, што вообичаено изнесува преку околу 5%. Попречните прагови ја намалуваат брзината на водата со што се спречува ерозија. Тие се изведуваат преку ширината на ровот.

## ПОПРЕЧНИ ПРАГОВИ КАЈ ДРЕНАЖНИ КАНАЛИ

### Технички прашања и проектирање



Попречните прагови се поставуваат во отворени канали и дренажи на пострмни косини за да се спречи еродирањето на коритото на дренажата. Праговите се со намера да поттикнат таложење на материјал на возводната косина. Вообичаената изведба е слична како кај преградите (види Управување **со слив/подслив** - Прегради) со користење бетон или камена сидарија, иако може да се користат и стебла од дрвја.

Наклон на дренажата (%)	Растојание помеѓу поперчните прагови (м)
4 или помалку	Не е потребно
5	20
6	15
7	10
8	8
9	7
10	6

Извор: ILO, Building Rural Roads, 2008.

### Политики и институции

Да се вградат во стандардите.

### Одржување и експлоатација

Задолжителни годишни инспекции или по обилни дождови.

### Потребна експертиза/влезни податоци:

Инженер за дренажи

Тип на мерка на отпорност: Превентивна



#### 4.4. Каскади/Преливи

Испусните цевки на дренажните систем можеби ќе да треба да поминат преку стрмни падини на еродибилни почви, како на пример по линијата на усек/насип; како испусни цевки на отворени сливни канали или слично на насипите; и надолу или околу косини на усеци како одвод за заштитни ободни дренажни канали.

Каскади формирани со примена на степенести префабрикувани елементи.

Преливи / Каскадни Конструкции



Армирано бетонски прелив за санирање на свлечиште

Каскади со степенести префабрикувани елементи

*Забелешка - основата на конструкцијата мора да се заштити од ерозија, како со попречување на протокот во конструкцијата кај ножицата користејќи преградни блокови или слично, и со заштита од ерозија во природното тло кај ножицата, како што е прикажано.*

## КАСКАДИ/ПРЕЛИВИ

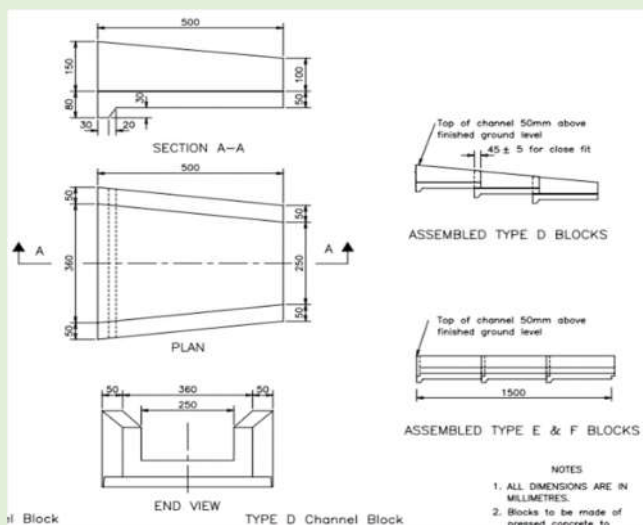
### Технички прашања и проектирање

Преливите или каскадите мора да се проектираат за да го соберат количеството вода што се слева од истекот на возводните дренажни системи. Овие системи може да претставуваат заштитни ободни дренажни канали над косина во усек; дренажни канали кај бермите на степенест усек или косина на степенест насип; слевање од дренажни отворени канали по должина на самиот пат или канал за одводнување и слично.

Бидејќи каскадите или преливите вообичаено се поставени на стрмни

наклони, капацитетот на влезните градби и излезните кај ножицата е најважниот аспект што мора да се разгледа при процена на дозволените протоци. Мерките што се користат за спречување на ерозија на ножицата со помош на попречни блокови, таложници и облога од камени блокови, како што е прикажано на горната слика, мора внимателно да бидат разгледани. Исто и ефектите од можно поплавување и ерозија на тлото под ножицата. Ефективноста на мерките за контрола на ерозија и поплави мора да биде највисока кај земјоделско земјиште или земјиште изградено со градби.

Друг проблем е подолготрајната ерозија на материјалите што се користени за формирање на нагибот на преливот или каскадата. Материјалите најчесто вклучуваат бетон, или излеан на самото место како облога на формиран ров, или во форма на прелив како што е прикажано погоре. На приложениот приказ може да се видат префбрикувани елементи за прифаќање на преливите од каналите на ивицата на самиот патот и сл. Нацртите се превземени од стандардните градежни нацрти на Highways England. Алтернативно, за формирање на преливите може да се користи инјектиран нафрлан камен girgar, при што се користат камења со големина која обезбедува истите да не бидат отстранети поради брзината на протекнувањето.



### Политики и институции

Да се вгради во стандардите; да се евидентираат сите локации во RAMS.

### Одржување и експлоатација

Преливите и каскадите ќе подлежат на инспекции со истата зачестеност како и другите дренажни конструкции; Во текот на таа инспекција треба да се проверат и мерките за спречување ерозија на ножицата. Дополнителни инспекции треба да се спроведуваат после големи временски непогоди.

### Потребна експертиза/влезни податоци:

Инженер за хидраулика, градежни инженери, геотехнички инженер

Тип на мерка на отпорност: Робусна градба

## 5. Заштита од ерозија

Заштита од ерозија е потребна за различни инфраструктурни елементи, кои ќе бидат изложени на различни природни хазарди. Тоа може да е заштита на косина од ерозија од поројни поплави, или заштита на насип од речна ерозија, вклучително и на пристапот до мост, или кај мост или пропуст во корито на река или водотек.

Ерозијата се очекува да биде еден од најголемите проблеми. Дотекувањата во потоците и реките може да се зголемат како резултат на очекуваното зголемување на интензитетот на врнежите како резултат на климатските промени. Притоа, сливовите на реките и потоците може ја намалуваат способноста на задржување на водата поради загуба на вегетацијата, како резултат на зголемената температура и почестите сушни периоди што се предвидуваат.

Мерките за спречување зголемена ерозија може да претставуваат значајна опција за адаптација на климатските промени, особено кај ранливите локации. Подолу се претставени различни пристапи кон заштитата од ерозија, кои се совпаѓаат и со мерките за стабилизација на косини претставени во Категорија 5.

### 5.1. Потпорни и фасадни сидови

Потпорните сидови се наменети за заштита на ножиците на косините, а се користат и при уредување на реки. Не само што е важно да се проектира сидот, туку треба соодветно да се проектира и дренажата позади истиот. Примената и проектирањето на потпорни сидови е вообичаена во Северна Македонија.

Потпорните сидови главно се користат како мерка на отпорност на климатски влијанија кај ножиците на насипи кога во близина протекува голем водотек или река, или токот е веднаш покрај патот, па поради зголемените протоци при поплави во иднина би се јавил проблем со ерозијата.

Потпорните сидови (вообичаено се изведуваат од бетон) кои се изградени покрај патот се армирани неармирани (масивни). Ова е скапа опција за отпорност, особено каде големи делници од патот имаат слично ниво на ранливост. Габионските потпорни сидови се презентирани подолу во точка 4.2.

Овие потпорни сидови може да се користат и за потпирање на ножицата на нестабилни косини.

Фасаден сид е сид што најчесто се поставува на стрмна падина за да овозможи заштита и стабилизирање на косината, но е и доволно јак да остане во функција кога потпората е делумно изгубена. Други слични тенки „конструкции“ како прскан бетон и слични на него се разгледуваат во Категорија 5.

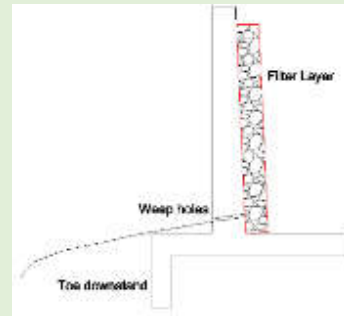
## ПОТПОРНИ СИДОВИ

### Технички прашања и проектирање

Потпорните конструкции ги проектира компетентен градежен инженер и тие треба да ги издржат силите на превртување на тлото кое се потпира со нив. Проектот мора да е во согласност со градежните норми и стандарди на Северна Македонија. Проектирањето на темелите и изборот на нивната длабина на темелење треба внимателно да се изведат, за да се осигура дека ерозијата нема да резултира со превртување на сидот.

Темелите треба да се проектираат на начин директно да се спротивстават на ерозијата, со помош на колови, или потпора на ножицата и страничен сид за да се прошири темелот на сидот како што се гледа на приказот. Алтернативно, потребна е индиректна заштита со примена на облога од камени блокови, габионски душеци или слично, пред сидот и преку темелите. Погледнете ги деталите подолу.

Важно е да се да се овозможи дисипација на притисокот од водата зад сидот во нормални услови преку изведба на вертикален слој-филтер за слободно дренирање позади сидот и соодветни барбакани кои минуваат низ сидот, повторно како што е прикажано подолу.



### Политики и институции

Локацијата и видот на сидовите да се внесат во RAMS.

### Одржување и експлоатација

Да се спроведуваат годишни инспекции за да се провери дали има ерозија на предната страна, или превртување и пролизгување на сидот.

### Потребна експертиза/влезни податоци:

Градежен инженер; хидраулички инженер што ќе направи процена на ерозивноста

Тип на мерка на отпорност: Робусна градба

## ФАСАДНИ СИДОВИ

### Технички прашања и проектирање

Фасаден сид е тенок сид кој се изведува на површината на косината. Заштитената косина генерално е стабилна. Намената на сидот е да се контролира површинската ерозијата и да се обезбеди заштита од развој на плитка нестабилност на косината. Ваквите конструкции ги проектира компетентен Градежен инженер конструктор, за да се спротистават на силите на тлото кое се потпира. Проектот мора да е во согласност со градежните норми и стандарди на Северна Македонија. Проектирањето на темелите и изборот на длабина на темелење треба внимателно да се изведат, за да се осигура дека ерозијата како резултат нема да се изгуби фундаментот.



Сидовите може да се изградат од модуларни блоковски единици или сид од камења со малтер. Алтернативен пристап е да се изгради рамка или решетка од армирано-бетонски ребра со природно стабилна површина, откриена и со развој на вегетација.

Важно е да се обезбеди простор за дисипација на притисокот од водата зад сидот. Една опција е да се остават отвори во блоковите или да се изостават некои блокови за водата да може да се дренира. Како алтернатива може да се постави вертикален слој-филтер за слободно дренирање позади сидот и соодветни барбакани за дренирање низ сидот.

### Политики и институции

Локацијата и видот на сидовите да се внесат во RAMS.

### Одржување и експлоатација

Да се спроведуваат годишни инспекции за да се провери дали има ерозија или превртување и пролизгување на сидот.

### Потребна експертиза/влезни податоци:

Градежен инженер; геотехнички инженер за стабилност на косини

Тип на мерка на отпорност: Превентивна/ Робусна градба

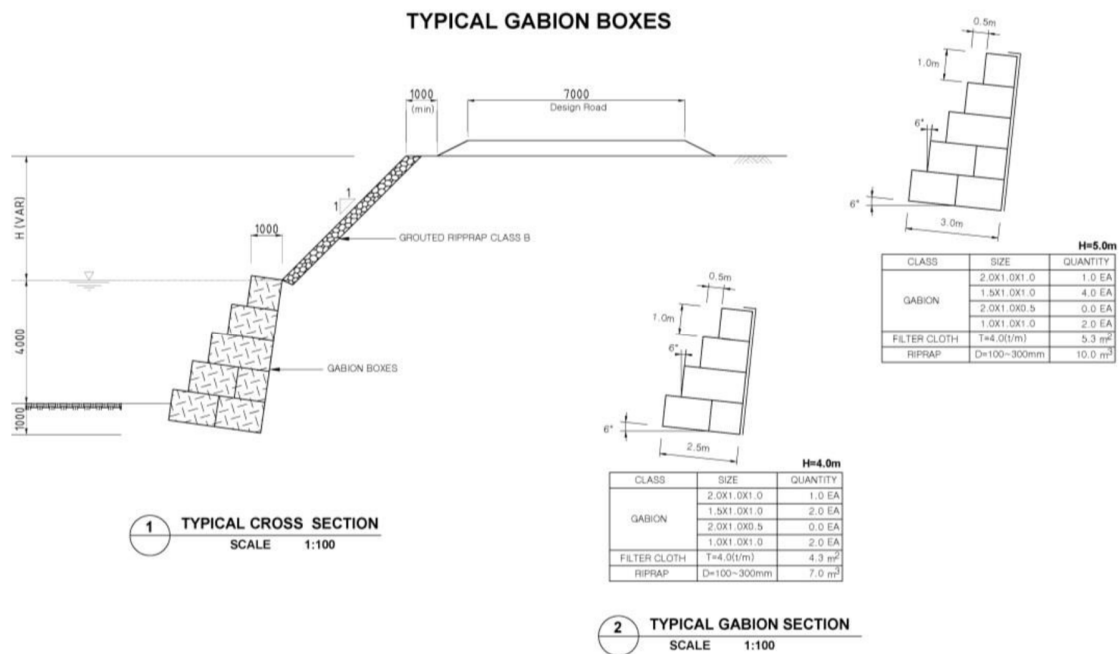
## 5.2. Габионски душеци и кошеви

Овде се опфатени габионски душеци, габионски кошеви и насипи изведени од самиот материјал кој е присутен на самата локацијата (groynes).

Габионите се кошеви од правоаголна плетена или заварена жица или мрежести кошеви од геотекстил исполнети со камења, а целта им е да формираат флексибилни, порозни, монолитни конструкции. Кошевите се вообичаено една или повеќе коцки со страна од 1м и можат да бидат наредени и изградени како што е прикажано подолу, за да формираат потпорна конструкција.

Душеците се со слична конструкција, вообичаено се долги 6м или 3м, широки 2м и дебели од 17см до 30см. Душеците се користат како мерка за контрола на ерозијата, самостојно или пред габионски кош или други тип на потпорна конструкција/сид.

Габионите може да се градат на сличен начин како и потпорните сидови, а насипите/groynes се испакнати во реката за да се спречи ерозија.



Слика 2 Примери на габионски кошеви

## ГАБИОНСКИ КОШЕВИ И ДУШЕЦИ

### Технички прашања и проектирање

Габионските душеци се користат во корита на реки и водотеци, и на коси брегови, за да се спречи ерозија во услови на високи протоци. Габионските сидови се користат како потпора на падините каде што тече река (кај или во близина на ножицата), но и на други локации каде е потребна потпорна конструкција.

Самите производители обезбедуваат програми за проектирање и спецификации за изведба на габионите.

Душеците се поврзани меѓусебно со жици и прицврстувачи во коритото на реката, за да формираат континуирани душеци. Габионските кошери се проектирани како гравитациони конструкции. И кошевите се поврзани меѓусебно со истите прицврстувачи како за душеците.

Исполнети се со цврсти карпи со дефинирана минимална димензија и облик. Позади сидот и под душеците се поставува филтер-ткаенина со цел габионите да се одвојат од почвата која се заштитува.

Ако сидовите служат за да се заштити брегот на река или поток, темелите на сидот може да се потопат во коритото на реката до длабочина поголема од предвидената длабочина на подлокавање. Алтернативно, сидот се гради врз душек на нивото или околу нивото на коритото.



Душеците потоа се прошируваат во коритото на одредено растојание од сидот за да обезбедат заштита од ерозија. Продолженото протегање на душекот или душеците пред сидот се пресметува врз основа на длабочината на ерозијата. Намерата е краевите на душеците да пропаднат во дупката формирана со ерозија, за евентуално да се стопира ерозијата да стигне до темелите на сидот. Алтернативно, душеците може да продолжат преку целото корито на водотекот до спротивната страна и со до потпорниот габионски сид.

### Политики и институции

Локацијата и видот на сидовите да се внесат во RAMS.

### Одржување и експлоатација

Годишни инспекции.

### Потребна експертиза/влезни податоци:

Инженер за хидраулика; инженер за геомеханика; програми за проектирање се добиваат од производителите

**Тип на мерка на отпорност:** Робусна градба



### 5.3. Заштита со камен

Овде се опфатени нафрлан камен (rip-rap), инјектиран нафрлен камен (grouted rip-rap) и облога од камени блокови (rock armour).

## ЗАШТИТА СО КАМЕН

### Технички прашања и проектирање

Нафрлан камен (Rip-rap) вообичаено се користи како заштита на насипи каде водата може да тече преку површината, на пример кај влезна градба на пропуст или во близина на река/поток.

Се состои од слој од аглести камења со дебелина од 0,25-0,4 m. Камењата мора да се тврди, цврсти, отпорни аглести, природни или од каменолом. Вообичаено камењата тежат од 10 до 50 килограми и со облик што овозможува соодветно да се постават.

Нафрланиот камен може да се користи за лесно нафрлање на места каде има облога од поголеми камења врз косина при што празнините се исполнуваат со помали камења.

Нафрлан камен со цементно вбризгување е потраен но е и малку поскап за изведување.

Се прави така што се вбризгува цементна смеса, или во празнините помеѓу камењата се става малтер. Целта е камењата да останат испакнати, а не да се направи плоча.

Пред да се постават, површината на камењата мора да се исчисти од земја и глина.

Вбризганата смеса/малтерот се става додека камењата се влажни и се распоредува во меѓупросторот за целосно да ги пополни празните. По вбризгувањето на смеса/малтерот, површината треба целосно да се навлажни со чиста вода и да се одржува влажна за да се негува смесата/малтерот.



Облога од камени блокови се формира од тешки камења што можат да издржат да бидат кренати или поместени од проток на вода преку или околу нив. Највообичаено се користи кај реки што се поплавуваат со проток со висока брзина, за да се заштитат речните брегови или мостовските столбови/темелите. Поради големината на блоковите потребна е машинерија за нивно поставување.

### Одржување и експлоатација

Годишни инспекции и по екстремни настани.

### Потребна експертиза/влезни податоци:




















































Инженер за хидраулика

Тип на мерка на отпорност: Робусна градба

#### 5.4. Биоинженерски мерки

Постои цел опсег на биоинженерски мерки со кои може да се стабилизираат косини и да се намали ерозијата. Можните мерки се од садење трева (на пр. хидросеење или затревување) до воспоставување појака вегетација (како што е садење грмушки и пошумување). Целта на биоинженерингот е преку вегетацијата да се намали истекувањето и подобро да се врзат меѓусебе материјалите во косината. Биоинженерските мерки може да се комбинираат со армирање на земја и геотекстили (види подолу).

На сите косини треба да се насади вегетација во што е можно пократок рок по завршување на изградбата, за да се намали ерозијата на површината, со садење трева и проследено со одржување на тревата со наводнување и косење. Тревата може да се исуши за време на сувата летна сезона, па е потребно редовно одново да се сади. Разликата помеѓу едноставното зсадување трева и биоинженерингот е во спецификацијата и изборот на тревата, или другата

Batter stabilisation technique	Indicative cost	Time until erosion protection	Suitability for slope (described as horizontal run (h) to vertical rise (v) – see Table 3.1.1a)					
								
			4h:1v	3h:1v	2h:1v	1.5h:1v	1h:1v	1h:2v
<a href="#">Drill/Broadcast seeding</a>								
<a href="#">Soil binder – Bitumen emulsion</a>								
<a href="#">Soil binder – Tackifier</a>								
<a href="#">Mulch/Topsail mixes</a>								
<a href="#">Hydroseeding</a>								
<a href="#">Straw mulching</a>								
<a href="#">Hydromulching – Standard</a>								
<a href="#">Hydromulching – Bonded fibre matrix</a>								
<a href="#">Hydromulching – Hydrocompost</a>								
<a href="#">Erosion control blanket – Organic fibre</a>								
<a href="#">Erosion control blanket – Synthetic</a>								
<a href="#">Cellular confinement systems</a>								
<a href="#">Compost blanket</a>								
<a href="#">Placed turf</a>								
<a href="#">2-D turf reinforcement mats</a>								
<a href="#">3-D turf reinforcement mats</a>								

вегетација што се поставува на косината. За контрола на ерозијата на почвата се потребни триви со длабок дебел коренов систем.

Соодветноста на косината за садење вегетација зависи од наклонот на косината. Прикажаната табела е извадок од документот „Упатство за подобро стабилизирање на површината на косини со примена на вегетација (ориг. The Guideline for Better Surface Stabilisation using vegetation) што во 2015 г. го издаде владата на Нов Јужен Велс во Австралија. Во него се укажува на потешкотиите за воспоставување вегетација на стрмни падини. Исто така, документот е соодветен референтен материјал за примена на вегетација на косини.

<https://www.rms.nsw.gov.au/documents/about/environment/guideline-for-batter-surface-stabilisation-using-vegetation.pdf>

## БИОИНЖЕНЕРСКИ МЕРКИ

### Технички прашања и проектирање

На сите косини треба да се насади вегетација што е можно поскоро по изградбата за да се намали ерозијата на површината, со садење трева и последователно одржување на тревата со наводнување и косење. Тревата може да се исуши за време на сувата летна сезона, па е потребно редовно одново да се сади. Разликата помеѓу едноставното засадување трева и бионженерингот е во спецификацијата и изборот на тревата, или другата вегетација што се поставува на косината. За контрола на ерозијата на почвата се потребни тревни со длабок дебел коренов систем.

Референтен документ на ова тема е и „Референтниот прирачник за бионженеринг покрај патишта“ (ориг. Roadside Bio-engineering Reference Manual) што го има издадено Одделот за патишта на Непал во име на Министерството за меѓународен развој на Обединетото Кралство и Владата на Непал. Авторот Џон Ховел е еминентен експерт за бионженеринг.

Кај бионженерингот целта е да се создаде стабилна природна вегетацииска заедница во која растенијата се приспособени на животната средина и климата. Во тој контекст, пожелна е идеална заедница од тревни, грмушки и дрвја. Ги има следниве карактеристики:

Дрвја со длабоки корења. Меѓутоа, дрвјата на падини може да ја преоптоварат косината и да создадат нестабилност. Исто така, со развивање на крошната на дрвото се намалува способноста на тревата да ја стабилизира почвата поради сенката што ја создава крошната врз тревата. Одржување (кастрење) на дрвјата е неопходно за да се намали проблемот

Грмушки што имаат силни дрвенести коренови системи што се поплитки од тие на дрвјата. Грмушките формираат слој од ниска вегетација под коршните на дрвјата

Трева што е голема и густа со што обезбедува густа површинска прекривка која ја спречува ерозијата и има густа мрежа на влакнести корења.

Бионженерските мерки може да се комбинираат со други инженерски мерки за контрола на ерозијата. Според пример во Дренирање на косини, може да се посадат леи трева под агол покрај прикажаната дренажа во форма на „рибина коска“ за да се зголеми делотворноста на дренажата.

За секоја косина се проектираат посебни бионженерски мерки. Неопходно е да се постигне вистински баланс помеѓу растенијата што ќе овозможи со тек на време да се формира рамнотежена заедница со која се одржуваат посакуваните инженерски функции. Во Азија, а особено во Непал, многу е сработено на оваа тема.

### Политики и институции

Косините со бионженерски мерки да се регистрираат во RAMS заедно со информација за побрзината за одржување во согласност со видот на направениот насад.

### Одржување и експлоатација

Вегетацијата треба да се наводнува и редовно одново да се засадува во раната фаза на размножување, а потоа и да се коси двапати во фазата на раст за да се зголеми покриеноста на почвата. Потоа, кога растенијата ќе се фатат, дрвјата треба да се кастрат за да се спречи крошните да ја спречат сончевата светлина и да ги засенат грмушките и тревата, и дрвјата да ја преоптоварат косината.

### Потребна експертиза/влезни податоци:

Геотехнички инженер; експерт за биоинженеринг; експерт за животна средина, експерт за арборикултура
---

Тип на мерка на отпорност: Превентивна
--

Користени документи: 1 Biotechnical characteristics of root systems of typical Mediterranean species; Plant and Soil Journal Vol. 278, No. 1/2 (December (II) 2005), pp. 23-32

## 6. Стабилизација на косини

Косините во Северна Македонија страдаат од два различни вида на проблеми. Прво, косините треба да се стабилизираат за да се ограничат (и да се ограничи влијанието на) движењата на масите (да се спречи лом на косината). Второ, косините треба да се стабилизираат за да се намали ризикот од одрони, особено од стрмни карпести лица. Опциите за подобрување на отпорноста на косините на влијанијата на климатските промени се опишани во продолжение. Косините исто така може да се стабилизираат преку вклучување на многу мерки што се образложени во Заштита од ерозија, погоре. Може да е потребно да се вклучат и биоинженерски мерки, потпорни сидови, итн. Овие мерки можат да ги контролираат и протокот на поплавните води и ранливоста, истовремено зголемувајќи ја отпорноста за развој на свлечишта на косините.

Може да се применат повеќе опции за да се зголеми стабилноста на вештачки створена косина. Тие опфаќаат:

- Ублажување на косините
- Изведба на берми на косините
- Намалување на нивото на подземната вода
- Конструкции како потпорни сидови или зајакнати косини.

Првата техника што се разгледува за да се подобри стабилност на косини секогаш е промената на геометријата на косината. За ублажување на косината мора да има право на премин што ќе биде со доволна големина. Стабилноста во чисто суви некохезивни почви зависи од аголот на косината, додека кај кохезивни почви висината на косината е често најкритичниот параметар. Затоа, ублажувањето на косините вообичаено се покажува како најефикасно кај грануларните почви со голема компонента на триење. Уредување со берми честопати се покажува како поефикасно за кохезивните почви. Изведбата на берми исто така ја намалува површината на изложениот дел од површината на косината, со што се намалува ерозијата. Уредување на падините со берми многу се користи кај нови патишта што се градат во Северна Македонија, и не само кај кохезивни почви.

Спречување на навлегувањето на вода во косина со мек или тврд испукан материјал е значајна мерка за подобрување на отпорноста на косината на влијанијата на климатските промени во блиска иднина. Невремињата ќе ги зголемат протоците на вода што може да навлезат на косините. Сепак, косините може да станат почувствителни на протокот на вода поради загуба на вегетацијата како последица на предвиденото зголемување на годишната температура и намалените годишни врнежи што почесто ќе доведуваат до суши.

Поради изградбата на косини со стрмни наклони, многу е тешко одново да се воспостави вегетација на истите. Нивната нестабилност, исто така, условува поголема примена на материјали засновани на цемент, како што е прскан бетон. Во неодамнешните работи на патната мрежа, прсканиот бетон најчесто се користи за стабилизирање на стрмните косини со трошни материјали, како и за фрагментирани површини на карпести косини.

Примената на материјали базирани на цемент наместо компензирање на загубата на вегетацијата на првобитната површина со ублажување на косините ја зголемува количината на ослободување на CO<sup>2</sup>. Ако оригиналната ископана вегетација била шума, влијанието е уште поголемо.

За да се помогне во ограничувањето на влијанието на глобалното затоплување, мал придонес би било да се ублажат косините кај усеци/засеци и оние на насипите, за да можат да бидат насадени со вегетација со разновидна мешавина на флора која може да охрабри егзистенција на мала фауна и инсекти и да обезбеди придобивки за животната средина, во иднина. Намалената примена на цемент ќе претставува дополнителна почетна придобивка. Првичните економски трошоци може да бидат повисоки. Сепак, на долг рок, ако се споредат со реактивни мерки за одговор на проблемите со ломови на косините и на други штети овие трошоци ќе се компензираат.

### 6.1. Ободни дренажи над косините

Ободните дренажи се наменети да ја спречат водата што тече преку теренот над косината да не дојде од површината на косината, со што или ќе ја еродира косината или ќе ја засити со што би се јавила нестабилност. Ободните дренажи се користат за пресретнување на протоците. Може да се во форма на ров, ригола или заштитен насип. Вообичаено имаат облик на затворен ров. За да се пресретнат плитките подземни води, може да се инсталира дренажен систем со интерцептор со филтерски материјал и цевки.

Постои специјализирана ободна дренажа во случај на примена на берми. Секоја берма ја зафаќа водата што тече горе преку површината на косината над бермата. Неопходна е ободна дренажа за да го зафати токот и да го насочи до одводна точка на ивицата на косината.

При прегледот на постојната патна мрежа, се разгледаа повеќе локации каде имало свлекување на косините, но немаше докази за видлива ободна дренажа. Можно е да имало инсталирани дренажи со интерцептори под земја, но повторно не беа очевидни во свлечиштата. За сите нови косини, каде што теренот се свлекува кон врвот на косината, треба да се постават ободни дренажи, интерцептори или берми со соодветни одводи.

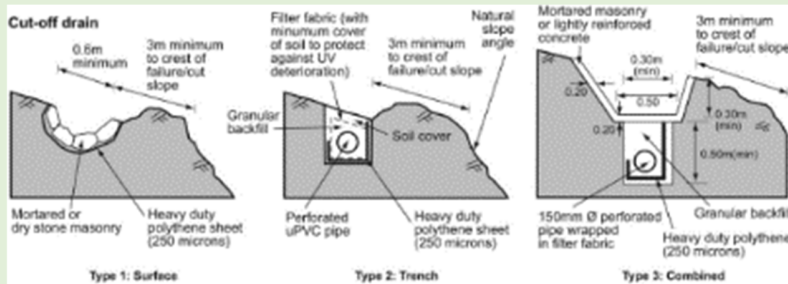
Во текот на градењето, неопходен е пристап до дренажна конструкција. При проектирањето мора, сепак, да се овозможи иден пристап за одржување и поправка, како и за тешка опрема, или директно од патот со право на премин, или со право на пристап преку соседно земјиште.

Важно е да се осигура дека дренажата на косината овозможува пропуст на водата до дренажата поставена околу ивицата на косината. Доколку не е возможно, мора да се обезбдат надолни испусти по површината на косината, што донесува послаби резултати.

## ОБОДНИ ДРЕНАЖИ НАД КОСИНТЕ

### Технички прашања и проектирање

Зависно од почвените услови ободната дренажа може да се постави на повеќе начини, како што е прикажано подолу. Типичен пристап е да се користи профил на ров со затворена основа како тип 1. Генерално се претпочита бетонска облога. Во карпестиот материјал може да се формира



берма/ниска преграда за да се насочи протокот на вода подалеку од горниот дел на површината на косината.

Ако е неопходно да се пресретне и протокот на подземните води, тогаш може да се користи и

дренажа со грануларен филтер како тип 2 или комбинирана дренажа како тип 3.

Големината на дренажната конструкција зависи од потенцијалниот доток од позади косината, а треба да е испроектира во зависност од дефинираниот повратен период на невреме во блиска иднина, соодветно зголемен за да ги земе предвид климатските промени. Откако ќе се утврди протокот што треба да се зафати, големината и типот на дренажата може да се утврдат, а врз основа на достапните локации за одводни точки и стапките на проток во дренажите.

При проектирањето мора да се предвиди иден пристап за одржување и поправки. Далечината од дренажата до оградата на дозволениот премин мора да е од редот 5m или повеќе, зависно од косината. Ова е потребно за да се овозможи транспорт и ракување со опремата што е потребна за да се извршат поправки и да се одржува дренажата. Покрај тоа, неопходен е и пристап до врвот од косината, или директно од патот или преку право на пристап преку соседното земјиште.

Ако стабилноста на косината е потенцијално загрозувана од доток на вода, ободната дренажа мора да биде од затворен тип. Вообичаено се работи за бетонска облога што е армирана за да се спречи пукање.



Одводните/испусни цевки од ободната дренажа вообичаено може да се изведат надолу по површината на косината во насока на линијата на усек/насип како на фотографијата. Сепак, мора да се внимава да се осигура дека сите ниски точки во профилот на дренажите на бермиите се проектирани нанадвор или ќе треба да се обезбеди дополнителна испусна градба надолу по површината на косината.

Таквиот испуст треба да се проектира во облик на прелив или каскада како во Каскади/Преливи - Каскади/Преливи. Испусните цевки и за двата испусни дренажи мора да имаат контрола на ерозијата, на пр. таложници на излезните точки.

### Политики и институции

Локацијата и видот на сите ободни дренажи и нивните испусни, и начинот на пристап до нив, треба да се регистрираат во RAMS заедно со распоредот за одржување и инспекции.

### Одржување и експлоатација

Пристап до дренажната градба е неопходен поради инспекција и чистење на крупни наноси согласно редовен распоред, пред топење на снеговите и периодите на чести невремиња во Северна Македонија.



**Потребна експертиза/влезни податоци:**

Хидролог што ќе го утврди проектниот период на невреме, со соодветни приспособувања на вредностите поради климатските промени; Експерт за хидраулика што ќе ги проектира формата, профилот и испусните цевки на дренажата. Градежен инженер за проектирање на преливите, каскадите и облогите на дренажите. Геотехнички инженер што ќе ја проверува стабилноста на косината со преземените мерки за стабилност и против ерозија.

**Тип на мерка на отпорност:** Робусна градба

## ДРЕНАЖНИ КАНАЛИ НА БЕРМИ

### Технички прашања и проектирање

На високите и стрмни падини што се среќаваат во Северна Македонија на постојните и особено на нови изградби на патишта, косините се формираат со примена на берми поставени на рамномерно растојание вдоль површината на косините. Целта на бермите е да овозможи стабилизација на (премногу) стрмните косини и да се пресретне површинската вода што тече по површината на косините.



На фотографијата е прикажано големо и високо лице на косина на кое се изведени берми, во фаза на изградба. Браздите и јаругите формирани со ерозија се јасно видливи по косината што укажува дека бермите не се наклонети кон површината на косината.

Дренирањето на бермите е од клучна важност за да се спречи ерозијата на површината на косината и заситување на материјалот на косината на задниот дел од бермата. Со зголемувањето на интензитетот на невремињата поради климатските промени се зголемува потенцијалот за лом на косините, а поради насобирање вода на бермите.

Бермите треба да се изведуваат со закосување кон површината на косината и на задната страна на бермата да се изведе дренажа за да се зафати и отстрани водата од косината.



Во текот на градењето ќе биде неопходен пристап до дренажата, што важи и во иднина, а за целите на одржување и поправки. Далечината од дренажата до ивицата на косината мора да изнесува околу 5m или повеќе. Ова е потребно за да се овозможи транспорт и ракување со опремата што е потребна за вршење поправки и одржување на дренажата.

Испусните цевки од ободната дренажа вообичаено може да се изведат надолу по контактот на косината во насока на крајот на бермата. Важно е да се обезбеди, или при проектирањето на бермата или на проектирањето на дренажата, да постои адекватен пад до одводната точка. Од двете страни на косината неопходно е да има испусни цевки за да ја носат водата до соодветен природен водотек или излезна градба. Испусните цевки мора многу внимателно да се проектираат поради нивниот потенцијален стрм наклон. Види **ОБОДНИ ДРЕНАЖИ НАД КОСИНИТЕ** во 5.1 погоре.

Покрај тоа, неопходен е и пристап до двата краја на бермите, директно од патот или со пристап преку соседното земјиште. На голема косина каква што е прикажана на фотографијата, неопходен е пристапен пат по периферијата околу косината за целите на идното одржување.

### Политики и институции

Локацијата и видот на сите берми и други испусни цевки, и начинот на пристап до нив, треба да се регистрираат во RAMS заедно со распоредот за одржување и инспекции.

**Одржување и експлоатација**

Пристапот до дренажата е неопходен заради инспекција и чистење на крупни наноси согласно редовен распоред, пред топење на снеговите и периодите на чести невремиња во Северна Македонија.

**Потребна експертиза/влезни податоци:**

Хидролог кој ќе го утврди проектниот период за меродавниот интензивен дожд и со приспособување на вредностите според проекциите за климатските промени; Експерт за хидраулика што ќе ги проектира формата, профилот на дренажата и испусните цевки. Градежен инженер за проектирање преливите и каскадите, како и облогите на дренажите. Геотехнички инженер што ќе ја проверува стабилноста на косината со преземените мерки за стабилизација и против ерозија.

**Тип на мерка на отпорност:** Робусна градба

## 6.2. Вегетација и дренажа за заштита на косината

Спречувањето на водата да влезе во косините е од особена важност. Дотокот на вода на косините може да предизвика губење на јачината или појава на ерозија. Зголемениот интензитет на временските непогоди како резултат на климатските промени ќе придонесе за почеста појава на ваквите неправилности.

Прво, на косините треба да се посади вегетација што е можно поскоро по изградбата, а потоа вегетацијата да се одржува додека да стане самоодржлива. Ова ќе ја подобри стабилноста на косините преку спречување на површинската ерозија и ќе помогне во одводнувањето на површинските материјали на косината. Покрај тоа, кога ќе се воспостави кореновата структура ќе ја зголеми јакоста и стабилноста на почвата.

Дренажа на косините вообичаено се поставува на косина што покажала нестабилност, а каде со истражувањата било утврдено дека причина е навлегувањето на вода на косината. Други начини на отстранување на водата можби биле изоставени во првобитната изградба или пак биле изведени но не и функционални. Намената на дренажата како помошна мерка е да се отстрани или контролира водата и да се намали притисокот на водата во порите, особено во глинести почви.

<b>ВЕГЕТАЦИЈА НА КОСИНИ</b>
<b>Технички прашања и проектирање</b> <p>Треба да се напомене дека е посложено и поскапо да се воспостави и долгорочно да се одржува вегетацијата кога косините се пострмни од 1 спрема 2 (V/H). Многу од косините што се гледаат на патната мрежа, и постојни и во изградба, се пострмни.</p> <p>На косините може да се засадени најразлични треви и ниски грмушки, од сорти и видови што се вообичаени за Балканот. Се препорачува употреба на треви со подлабоки коренови системи заедно со мешавина од други сорти. Садењето дрвја и грмушки со длабоки коренови системи може да биде од полза, а дрвја се користат и на косини што не се толку стрмни (види Биоинженерски мерки. Биоинженерски мерки). Дрвја на стрмни падини и карпести површини <u>не</u> треба да се користат, бидејќи може да доведат до развој на нестабилност. Користењето мешавина од цветни треви и слично, за да се формираат диви живеалишта на косините покрај патот може да доведе до зголемување на биолошката разновидност и да понуди придобивки за животната средина.</p> <p>Во блиска иднина климатските промени ќе предизвикаат посилни невремиња, но температурата ќе се зголеми и генерално ќе се намалат вкупните годишни врнежи од дожд. Ова ќе претставува стрес за вегетацијата. Затоа е важно вегетацијата да биде издржлива и наклонот на косината да биде доволно благ за да овозможи да се задржи водата од врнежите во вегетацијата и почвата.</p> <p>За косини со наклон поголем од 1:2 потребно е да се користи поскапо хидросеење и геотекстили или други средства, за да се стабилизира и да се одржи младата вегетација на косината. Доколку ова не е изводливо, мора да се користат опции како прскан бетон или бетон (или слични потпорни градби) со кои непотребно се зголемуваат емисиите на CO<sup>2</sup>.</p>
<b>Политики и институции</b> <p>нема</p>
<b>Одржување и експлоатација</b> <p>Редовно косење на тревата двапати годишно во сезоната на раст, за време на раната фаза на репродукција. Потоа по потреба, за да се обезбеди видливост за возачите, пристап до дренажите итн.</p>
<b>Потребна експертиза/влезни податоци:</b> <p>Специјалист за хортикултура и геотехнички инженер</p>
<b>Тип на мерка на отпорност:</b> Санациона мерка на отпорност

## ДРЕНАЖА НА КОСИНИ

### Технички прашања и проектирање



Ребрасти дренажи / во форма на рибина коска и други дренажи вообично се поставуваат за да се намалат порните притисоците во косините. Дренажите се проектираат на начин да ги задоволат специфичните барања на косината и нејзината стабилност. Погледнете ја фотографијата на дренажи поставени на нестабилна косина.

Дренажите вообичаено се поставуваат во правец на наклонот и може да се со ширина од 600 mm или пошироки и да се ископани до длабочина соодветна за проблемите што се среќаваат на косината. Рововите се исполнети со грануларен материјал кој овозможува слободно дренирање и кој ја впива водата од почвата. Вообичаено тоа е груб камен или издробен грануларен материјал со големина од 50 mm. Ако се користи ваков материјал, дренажите може да функционираат и како карпести ребра што ја потпираат косината како контрафори.

Дното на каналот најчесто се гради од непропустлив базичен материјал врз кој се поставува пластична цевка со прорези/дупчиња за да се извлече водата од исполната и да се пренесе до испусната цевка кон основата на косината. Кај високата точка на секоја дренажна цевка треба да се постават пристапи за да се овозможи одзатнување со избивање и чистење на дренажните цевки.

Повеќе информации може да најдете во следниов референтен документ  
<https://trl.co.uk/sites/default/files/PPR341.pdf>

### Политики и институции

Користењето системи за дренирање на косини треба да се регистрира во RAMS за да може да се прави распоред за одржување.

### Одржување и експлоатација

Одржување за да се проверува задоволителната функција на системот и да се обезбеди чистење на испусните цевки. Може да е неопходно одзатнување со избивање и чистењето на цевките на ад хок основа. Може да е неопходно отстранување и дополнување на исполната ако инспекциите индицираат блокада и канализирање на протокот по површината на дренажата.

### Потребна експертиза/влезни податоци:

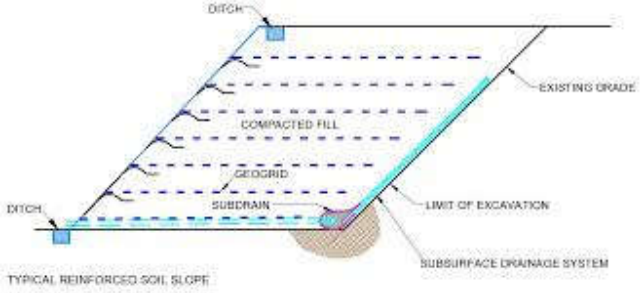
Инженер за хидраулика и геотехнички инженер

**Тип на мерка на отпорност:** Санациона мерка на отпорност

Користени документи: Објавен проектен извештај PPR341 Drainage of earthworks slopes TRL UK for the Highways Agency 2008

### 6.3. Армирана земја и геотекстили

Овде се опфатени цел опсег мерки, како за градење на вештачки косини, така и за стабилизација на постојните. Вкулени се и анкерисување на геотекстили на површината на косината.

АРМИРАНА ЗЕМЈА	
<b>Технички прашања и проектирање</b>	 <p>Изградбата на нови косини може да се зајакне со примена на геотекстилни слоеви поставени помеѓу секој слој збиен материјал што ја формира косината. Вака изградената косина може да се користи за потпирање на основата/ножицата кадешто претходно се јавило свлекување на коисната. Алтернативно, може да се користи за обнова на косина на насип, каде нема доволно простор за да се обезбеди природно стабилна косина на насипот. На површината на косината треба ќе да се насади вегетација. Алтернативно, може да се постави плоча или префабрикувани бетонски панели, но може и метални.</p>
<b>Политики и институции</b>	Локацијата треба да се регистрира во RAMS со предупредувања за длабоките ископи што може да го расечат геотекстилот и да предизвикаат локални ломови.
<b>Одржување и експлоатација</b>	Откако ќе се изгради, потребни се инспекции како и за секоја друга конструкција.
<b>Потребна експертиза/влезни податоци:</b>	Геотехнички инженер; Проектот за косината бара и експертиза од производител на геотекстили, особено во поглед на изборот на материјалите.
<b>Тип на мерка на отпорност:</b>	Робусна градба

## ГЕОТЕКСТИЛИ

### Технички прашања и проектирање



Изградбата на нови косини може да се зајакне со примена на геотекстилни слоеви поставени на површината, кои се анкерисани на косината со помош на анкери.

На прикажаниот пример, геотекстилот е обложен со жичана мрежа, прицврстена со анкери. Постојат и други комерцијални системи.

Целта на системите е да се стабилизира косината и да се спречи ерозијата на површината додека да порасне

вегетација како во екстрактот на сликата во десниот агол.

### Одржување и експлоатација

Откако ќе се изгради, потребни се инспекции како и за секоја друга конструкција.

### Потребна експертиза/влезни податоци:

Геотехнички инженер; Проектот за косината бара и експертиза од производител на геотекстили, особено во поглед на изборот на материјалите.

**Тип на мерка на отпорност:** Превентивна



#### 6.4. Кавање на површина на косина

Во Северна Македонија се изведени голем број на различни класи патишта што поминуваат низ планински терени каде има засеци со речиси вертикални карпести површини. Голем дел од карпите се испукани како резултат на тектонски или сеизмички процеси во минатото, а дополнително се ослабени поради циклусите на надоаѓање на вода и смрзнување и одмрзнување на истата.

Како резултат на ова, доаѓа до оштетување и рушење на површината на површините на косините што претставува тековен проблем во одржувањето и има потреба од расчистување на крупниот паднат карпест материјал од патот. Дополнително, другите слабости во самите карпи можат да доведат до пјава на големи одрони и лизгања, за кои вообичаено се известува во медиумите.

Влијанието на климатските промени во иднина не е сосема предвидливо, но индикации се дека може да дојде до поекстремни појави на мрзнење и одмрзнување како и невремиња со повисок интензитет. Тие може да ја зголемат големината и зачестеноста на одроните.

Една проактивна мерка е кавање на површината на косината со што се репрофилира површината така што се отстрануваат потенцијалните проблематични места на косината. Кавањето и контролираното отстранување се особено погодни за третирање на дискретни и јасно дефинирани индивидуални потенцијални проблеми, меѓу кои и обршувања. Кај косините што имаат „вродени“ големи проблеми со стабилноста или повеќе дискретни потенцијални проблеми посоодветно е репрофилирањето. Репрофилирањето не се смета за мерка на отпорност на климатски влијанија.

## КАВАЊЕ НА ПОВРШИНА НА КОСИНА

### Технички прашања и проектирање

Кавањето опфаќа отстранување на површински, лабав и нестабилен материјал од карпести косини со лесно кавење (рочно, со рачни алатки) и тешко кавење (погонски алат, мали експлозивни полнења, багери). На овој начин е можно да се отстранат многу потенцијални проблематични места со релативно мал трошок. Сепак, работата мора правилно да се специфицира и да се изврши, и да се надгледува од страна на геотехнички инженери за да се спречи создавање на понатамошни нестабилности.

Кавањето на површината на косината може да се направи со помош на скелиња, хидраулични или телескопски носачи и пристапни платформи, кранови и техники за пристап со јаже. Но, на многу локации користењето на повеќето од овие техники не е практично изводливо поради тешката топографија или недостатокот на работен простор. Во такви услови, техниките за пристап со јаже може да се единствениот изводлив начин на работа.



Техниките за пристап со јаже обезбедуваат рентабилен и безбеден начин за вршење на кавањето, ако се изведуваат правилно. Сите работници треба да бидат обучени за пристап со јаже според релевантните прифатени безбедносни стандарди, на пример стандардите на IRATA (Струково здружение на индустријата за пристап со јажиња) или слични стандарди.

Кај многу операции за кавање може да биде неопходно да се обезбедат мерки за заштита или задржување за да се спречи паѓањето на карпите да предизвика штета на лица или имот, на пример, на коловозонт на патот. Во многу случаи ова може да се постигне со користење на бали од слама, балвани или плочи од дрво, привремени мрежи за зафаќање на одрони. Некои операции ќе се одвиваат на локации каде количината на материјал што треба да се кава е голема, или локациите се во близина на лица или имот што може да бидат оштетени. Во овие случаи се презема кавање со контролирано отстранување на материјалот.

Контролираното отстранување ги користи истите техники што се разгледуваат погоре, но главната разлика е во тоа што отстранетата маса се симнува на контролиран начин. Типична мерка за контрола е поставувањето на патарска мрежа, како што е опишано во Поставување на мрежа за дробински токови и одрони. Кавењето може ефикасно да се користи и за отстранување на нестабилни материјали од површински наслаги кои што вообичаено ги прекриваат карпите. Типично, ова се применува кај поголемите поткопани блокови (дијаметар >250 mm). Кавањето ги отстранува постојните потенцијални проблеми, но може да не биде трајно решение бидејќи не ги отстранува геолошките услови што го создале потенцијалот за проблеми. Природното ветрење и процесите на деградација како резултат на временските услови ќе продолжат да ги искористуваат геолошките неповолности и по операцијата за кавање.

### Политики и институции

Локацијата и зачестеноста на физичките инспекции да се регистрираат во RAMS.

### Одржување и експлоатација

Визуелни инспекции во континуитет со дефинирана зачестеност зависно од стабилноста на површината на косината. Физички инспекции со пристап со јаже на интервли од 5 години или пократки интервали зависно од стабилност на површината на косината.

**Потребна експертиза/влезни податоци:**

Геотехнички инженер, обучени теренски работници за пристап со јаже

**Тип на мерка на отпорност:** Реактивна, превентивна

## 6.5. Поставување на мрежа за зафаќање дробина и одрони

Една реактивна мерка на отпорност е поставувањето на мрежа за одрони и бариери за дробина/одрони или ограда за зафаќање на одронет материјал, за да се задржи ослободениот материјал на или во рамки на површината на косината. Дополнителна мерка се рововите за зафаќање одрони и огради/сидови поставени во основата/подината на косината за да се спречи паѓање на материјалот на сообраќајна лента. И двете мерки се користат во Северна Македонија, при што бариерите за крупен одрон се користат над порталите на тунелите на неодамна завршената (2018 година) делница на автопатот А1 јужно од Демир Капија.

Други превентивни мерки за задржување на олабавениот материјал на неговата оригинална локација е употреба на прскан бетон преку армирана мрежа прикачена на површината на косината. За потенцијално поголеми одрони на блокови карпи се користат долги сидра со завртки (rock bolts) и анкери (anchors) со кои физички се зацврстуваат карпестите блокови на површината на косината. Прскан бетон се користи низ целата патна мрежа.

Мерките за одржување се состојат од редовно превентивно отстранување на лабавиот материјал под контролирани услови, обично од страна на експерти кои користат техники за пристап со јаже од врвот на површината на косината и прачки за туркање. Патролите за одрони и системот за предупредување се последната мерка на отпорност во рамки на одржувањето.



Слика 3 типичен проблем на испукани карпи

обезбедат потребните дозволи.

Фотографијата прикажува еден типичен проблем на патиштата во планинскиот дел на Северна Македонија каде во испуканите карпи се јавуваат локални одронувања или поголеми ломови.

На оваа (скоро рехабилитирана) делница многуте вакви локации се решени со користење на патарски мрежи, а овде, и со сид за зафаќање на одрони. Погоре во Категорија 1 се разгледува опција за изместување на траса. Оваа опција е искористена на оваа локација, но во ограничена мера. За поголемо изместување потребна е градежна дозвола. Во фазата на проектирање треба целосно да се земат предвид потребите од изместување и да се

## ПОСТАВУВАЊЕ НА ПАТАРСКА МРЕЖА

### Технички прашања и проектирање



Поставувањето патарска мрежа е вообичаено во Северна Македонија, како начин за спречување на одронети карпести фрагменти од површината на косината да стигнат на коловозот. За оваа мерка неопходен е пристап до врвот на површината на косината или на нејзиниот гребен. Мрежата треба да се прицврсти на стабилна карпа.

Треба да се запомни дека на овој начин не може да спречи големо лизгање на површината на самата косинаа, бидејќи тоа обично ги поткопува сидрата на горниот дел од косината (Слика 3)

Мрежите треба да се проектираат според предвидените тежини на одронетите карпи и да бидат прецизно дефинирани во проектите и техничките спецификации. Челичните кабли кои ја носат мрежата треба да бидат димензионирани за да ја носат комбинираната мртва тежина на мрежата и на карпите кои ќе отпаднат во неа. Анкерите и прицврстувачите треба да можат да ги носат оптоварувањата од каблите, а да се пресметаат со фактор на сигурност, во случај да пукне еден кабел и товарот да се пренесе на остатокот од конструкцијата. Поставувањето на мрежи вообичаено треба да се изведува во согласност со препораките на производителот.

За да се обезбеди дека задржаните фрагменти во мрежата не ги преоптоваруваат каблите и не се движат ком површината на патот, одронетиот материјал треба редовно да се отстранува во рамки на одржувањето. Редовното отстранување на одронетиот материјал може истовремено да обезбеди информации за потенцијален поголем одрон. Види Системи за предупредување и патроли за одрони под 5.9.

### Политики и институции

Во RAMS треба да се внесат локациите на сите поставени патарски мрежи со датумот на поставување.

### Одржување и експлоатација

Визуелна инспекција за утврдување на оштетување на носечките кабли и на мрежата да се врши годишно, или по голем одрон. Инспекции и физички тестирања на анкерите да се вршат на дефинирани интервали, на пример на 5 години.

Неопходно е континуирано отстранување на карпестиот материјал во подножјето на мрежите, во рамки на редовното одржување.

### Потребна експертиза/влезни податоци:

Геотехнички инженер, градежен инженер, инженер обучен за спецификација и поставување на патарска мрежа

**Тип на мерка на отпорност:**Реактивна, превентивна

## БАРИЕРИ ЗА ФАЌАЊЕ ОДРОНИ

### Технички прашања и проектирање

Бариерите за зафаќање одрони вообичаено се поставуваат во зоната на врвот на косините



или на површини на косини изградени од карпи, за да се контролира лизгањето или тркалањето на одронети блокови по површината на косината. Како што е наведено, една таква употреба е забележана на косините над порталите на тунелите на автопатот А1. Во суштина, бариерите се што се држи на кабли кои се наоѓаат помеѓу челични I профили или потпорни столбови фундирани во карпестата косина. Како што се забележува на фотографијата, каблите

може да се анкерисани во самата карпа за да се затегнат и да оговорат на силите кои се потребни кога мрежата е погодена од одрон. Каблите може да имаат улога и на челично јаже за поврзување со потпорните столбови.

Проектирањето е покомплицирано бидејќи мора да се направи процена на големината на одронети блокови и количината на материјалот што треба да се зафати за време на одронувањето, како и да се пресметаат динамичките сили што оградата мора да ги издржи. При проектирањето мора да се земат во предвид два вида на ломови. Едниот е кога ќе се надмине јакост на затегање на каблите, а вториот е кога основата на потпорниот столб не делува како зглобно поврзување. Користејќи го горенаведеното, може да се утврди енергијата што бариерата може да ја издржи.

### Политики и институции

Сите локации да се внесат во RAMS со датум на поставување.

### Одржување и експлоатација

Редовна визуелна инспекција на оградите од патот, на пример неделно, или дневно на порталите на тунелите на автопатот А1, е неопходна за да се утврди дали е зафтен материјал и во колкав обем. Треба да се отстранат сите значителни количини на зафатен материјал за да се обезбеди дека следниот одрон на материјалот нема да ја преоптовари бариерата и таа да се скине. Сите одрони треба да се евидентираат, за да се идентификува потенцијалот за поголема нестабилност (види 5.9 Системи за предупредување).

### Потребна експертиза/влезни податоци:

Геотехнички инженер, градежен инженер, инженер обучен за спецификација и поставување на бариери за фаќање одрони

**Тип на мерка на отпорност:** Реактивна, превентивна

## 6.6. Ровови за зафаќање одрони и огради/сидови

Овие мерки го дополнуваат поставувањето на патарска мрежа, и се поставуваат во подножјето/основата на косините.

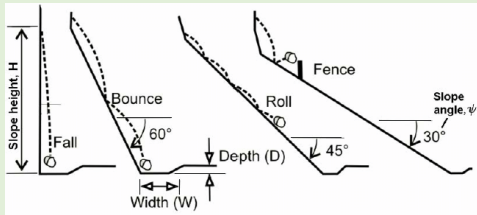
Рововите за зафаќање одрони претставуваат простор помеѓу ивицата на коловозот и дното подножјето на косината, а се ископани на начин да се формира вдлабнатина која ќе ги зафаќа блоковите и другиот одронет што паѓа од површината на косината. Рововите може да се комбинираат со еден вид бариери како претходно посочените, или да се користат самостојно за да се спречи паднатиот одрон да стигне до коловозт, со тоа што бариерите се слични со оние прикажани во 5.3 погоре. Сидовите за зафаќање одрони се слични по својата намена и се поставуваат на одредено растојание од површината на косината.

Алтернативно, како што се гледа и на мрежата на патишта во Македонија, во основата на косината се градат трајни сидови со бетонски или габионски кошеви, првенствено за да бидат потпора на ножицата, а потоа и се доволно високи за да ги задржат одроните.



## РОВОВИ ЗА ЗАФАЌАЊЕ ОДРОНИ И ОГРАДИ/СИДОВИ

### Технички прашања и проектирање



Идеално, треба да постои широка банкина во основата на секоја косина. Ако кај косините има потенцијал за одрони, ровот за зафаќање на одроните се поставува во основата/подножјето на косината помеѓу косината и патот. По потреба може да се постави и ограда за зафаќање на одрони. Двострана брановидна широка заштитна

ограда е еден потенцијален облик на ограда за зафаќање на одрони, кај која има можност да се примени и подлабок ров без при тоа да има опасност по тековниот сообраќај.

Ако патот е изграден на наклонет природен терен, а насипот е подложен на влажење, ровот треба да биде поставен на начин со кој ќе се спречи навлегување на вода во материјалот од насипот.

### Политики и институции

Да се изменат стандардите за проектирање за да се вклучи поставување на ровови за зафаќање одрони на новите патишта каде што има изложени лица на карпести косини.

### Одржување и експлоатација

Рововите треба редовно да се проверуваат за да се евидентираат одроните, на пример еднаш неделно, и да се организира отстранување на акумулираниот крупен материјал за да се избегне постепено исполнување на ровот со што би се намалил неговиот капацитет.

### Потребна експертиза/влезни податоци:

Геотехнички инженер за да ја оцени веројатноста од одрони; инженер за патишта за да ги проектира рововите; градежен инженер за да ја проектира оградата.

**Тип на мерка на отпорност:** Реактивна, превентивна

Користени документи: TRL UK Published Project Report PPR555; Rock engineering guides to good practice; rock slope remedial and maintenance works. Јуни 2000 <https://trl.co.uk/sites/default/files/PPR555.pdf>



### 6.7. Армиран прскан бетон (торкрет)

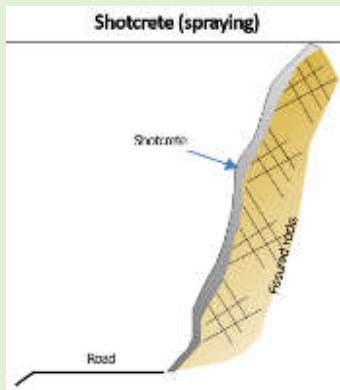
Примената на армиран прскан бетон (торкрет) е мерка на отпорност на климатски влијанија со која се спречува доток на вода во површината на карпата. Се употребува за да се ограничи ефектот на водата врз испуканите карпести маси и на циклусите на замрзнување и одмрзнување. Исто така, торкретот има ограничена можност да го контролира ветреењето на карпите, па затоа арматурата, а со тоа и бетонот, се прицврстени на површината на карпата.

Кога карпестата коисна е нестабилна или има многу пукнатини, точките за прицврстување на арматурата може да не останат баезбедни на подолг рок. Гледано долгорочно, рѓосувањето на точките на прицврстување е уште една потенцијална слабост доколку во бетонот (или преку пукнатините на карпата) може да влезе вода.

Примената треба да се ограничи на области каде што не може да се применат други мерки на отпорност. Ова се должи на тоа што оваа мерка е скапа, има висок внес на јаглерод ( емисии на јаглерод при производство на користените материјали) и не претставува флексибилно и прилагодливо решение. Нејзината примена во идеален случај би била ограничена на карпести косини (на пр. речиси вертикални) што треба да се стабилизираат со цел да се намали ризикот од одрони.

## АРМИРАН ПРСКАН БЕТОН (ТОРКРЕТ)

### Технички прашања и проектирање



Стандардните технички спецификации на Северна Македонија даваат насоки за поставувањето на армираната мрежа на површината на косина, како и типот на цементна мешавина за подготовка на торкретот. Дебелината на слојот торкрет е дефинирана и е соодветна за спречување на навлегување на вода преку површината на карпата. Потребна е проценка на површината на карпата за да се утврдат сигурни точки за прицврстување на арматурата.

Самите точки за прицврстување може ќе треба да се зајакнат. Можеби ќе е потребна примена на анкери што ќе се фиксираат на стабилните точки на косината, наместо дупчените и инјектирани жичени врски за прицврстување од

техничките спецификации. Поради поголемото растојание на точките за прицврстување може ќе е потребно да се зголеми дебелината на бетонот заради конструктивно премостување помеѓу точките.

### Политики и институции

Да се ажурираат техничките спецификации за да предвидуваат подебели слоеви и појаки точки на прицврстување.

### Одржување и експлоатација

Годишни инспекции за да се оцени конструктивниот интегритет на бетонот и на точките за прицврстување.

### Потребна експертиза/влезни податоци:

Геотехнички инженер кој ќе направи проценка на карпестото лице и ќе ги идентификува соодветните точки на прицврстување; градежен инженер кој ќе ја оцени соодветноста на потенцијалните точки за прицврстување и дебелината на торкретот.

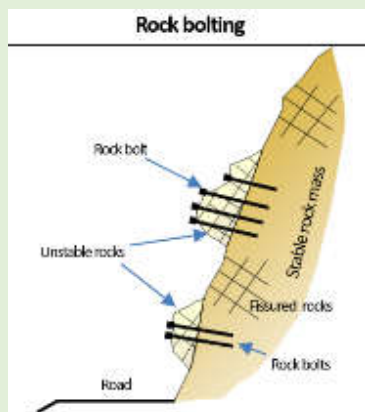
**Тип на мерка на отпорност:** Превентивна

## **6.8. Геотехнички сидра и анкери**

Доколку патот што треба да се заштити е многу важен, а со други средства не може да се обезбеди доволна заштита, треба да се земат во предвид геотехнички сидра и анкери. Геотехничките сидрата и анкерите се користат за да се примени сила на стабилизација на површината на косината.

## ГЕОТЕХНИЧКИ СИДРА И АНКЕРИ

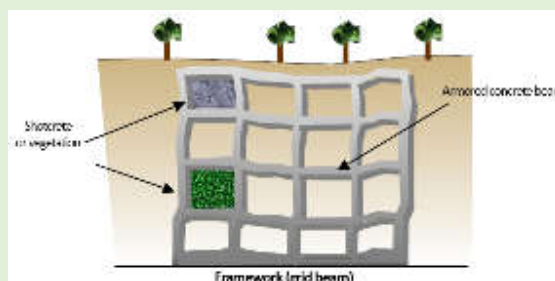
### Технички прашања и проектирање



Сидрењето/анкерисувањето е метода на плитко прицврстување, додека геотехничките сидра се вметнуват длабоко во косината. Анкерите се користат за да се стабилизира површината на косината со примена на сила што ги прилепува пукнатините и спречува олабавување на карпестата маса. Сликата дава дијаграмски приказ како нестабилната карпа над патот може да се стабилизира со геотехнички сидра и анкери.

Геотехничките сидра се користат за да се спречи лизгање на карпест материјал со помош на силите на затегање, генерално во комбинација со прскан бетон, бетон или челични рамки.

Анкерите и геотехничките сидра се проектираат така што различните сили што дејствуваат на карпите се пренесуваат како јакост на затегање или сеопфатна јакост или сили на смолкнување. Анкерот се проектира во зависност од методата на пренесување на напрегањата. При проектирањето се разгледуваат четири основни фактори.



- Дозволено напрегање на врската помеѓу челикот и вбриганата смеса
- Дозволено напрегање на врската помеѓу вбриганата смеса и карпата
- Дозволена јакост затегање во анкерот или геотехничкото сидро
- Проверка дали има поместувањето на карпеста маса

Подетални информации може да најдете во Упатството за Инженерство во карпи што е наведено подолу.

### Политики и институции

Локациите на делници со анкери или со геотехнички сидра да се регистрираат во RAMS.

### Одржување и експлоатација

5-годишни инспекции за да се оцени конструктивниот интегритет на точките на прицврстување.

### Потребна експертиза/влезни податоци:

Геотехнички инженер за локациите за анкерисување; градежен инженер за проектирање на анкерите и на рамката од беток или челик.

**Тип на мерка на отпорност:**Превентивна

Користени документи TRL UK Published Project Report PPR555; Rock engineering guides to good practice;; rock slope remedial and maintenance works. Јуни 2000 <https://trl.co.uk/sites/default/files/PPR555.pdf>

## 6.9. Системи за предупредување

Во оптег се триаголни знаци за хазард од одрони кои ја предупредуваат јавноста за потенцијалната опасност од одрони од косините, но кои генерално може да се игнорираат.

Реактивните системи за предупредување се наменети да даваат одредено предупредување за одрони што ќе се случат најскоро или само што се случиле. Системи за предупредување може да се постават за индивидуални потенцијални одрони или за пошироко распространети потенцијални одрони. Системите можат да се состојат од инструментирани огради, патни жици или предупредувачи на движење. Инструментацијата може да се состои од уреди за откривање на акустична емисија, акцелерометри, екстензометри или електрични жици (за да се следи континуитетот или отпорот). Системите за предупредување обично се поставуваат за да пренесат предупредување до раководителот на патната мрежа.

Повеќето одрони се случуваат моментално и на тој начин овие системи за предупредување даваат само минимално време на предупредување или реакција. Како и да е, тие можат да обезбедат предупредување за возачите за да ги спречат возилата да возат низ одронет материјал од карпи. Исто така, може да се постават системи за предупредување за да се активираат сообраќајни сигнали, знаци со пораки што се менуваат или „порти“ на патот. Ова би можело да биде особено важно ако одронот се случил на дел од патот со слаба видливост.

Во принцип, системите за предупредување што моментално се на располагање не се многу практични и рентабилни. Сепак, тие можат да обезбедат привремена мерка додека да се проектираат и финансираат трајни решенија и таквите системи може да се покажат како корисни за: многу ретки големи потенцијални одрони, одрони од големи „извори“ над патот (на пример, природни планински падини). Најсоодветно е да се применат во случај кога санационите мерки или изместување на патот не е практично или изводливо.

Како систем за предупредување може да се користат и „патроли за одрони“. Сепак, овој пристап може да не биде рентабилен на долг рок. Патролите треба да се интегрираат во сеопфатно управување со карпестите косини и стратегијата за итни случаи на патот или делницата. Патролата може да го отстрани материјалот од патот. Сепак, стратегијата треба да предвиди дека локацијата и природата на карпите треба да бидат евидентирани и пренесени на раководителот на патната мрежа. Честопати, на големи одрони може да им претходат мали и навидум несериозни ломови, па затоа евиденцијата евентуално може да даде тригери за предупредување (за активни, т.е. потенцијални одрони).

### 6.10. Репрофилирање на косина (растресит материјал)

Стабилноста на косините најдобро може да се подобри со промена на профилот на косината (со дополнително дренажање и со зајакнување - како што е наведено погоре). Кај косините со поблаг наклон има помал ризик од лом.

Примената на берми за стабилизација на косините е вообичаена меѓународна практика, но неопходно е берми да имаат дренажни карактеристики кои мора одржуваат во континуитет, а при тоа се и тешки за пристап и скапи за одржување. На сликата е прикажана косина што е во фаза на изградба каде се забележува ерозија на површината на косината како резултат на истекување на вода од бермите (што го индицира нивниот попречен наклон во однос на патот). Вегетација би ја намалила ерозијата, но кај така стрмен наклон тешко е да се контролира на долг рок. Иако поблага косина би зафатила повеќе земјиште, поради потенцијалот за нестабилност на косината и долгорочните трошоци за одржување на дренажата и лизгањата и нивниот ефект врз сообраќајот, истата може да биде рентабилна.



овие  
да се

Кај поблагите косини вегетацијата полесно се задржува, што помага да се стабилизира косината и да нема ерозија и навлегување на вода во истата.

## РЕПРОФИЛИРАЊЕ НА КОСИНА (растресит материјал)

### Технички прашања и проектирање

Насипи – Онаму каде патиштата се погодени од зголемен проток на води како резултат на климатските промени, косините на насипот треба да се корегираат од пострмен наклон до наклон 1:2 или поблаг, за да се спречи оштетување од поплави и ерозија од површинските водите на патот. Намалувањето на наклонот на косините од 1:2 или помалку на 1:3 дополнително ја зголемува безбедноста на сообраќајот на патот. Слично, косините на усеци треба да се изведуваат до стабилен наклон за ископаните материјали, види подолу.

Приспособувањето на наклоните вообичаено изискува повеќе земјиште, и ако постојното право на нужен премин не е доволно во периодот на изработка на проектот, може да е тешко да се обезбеди дополнително земјиште во подоцнежни фази. Доколку не е можно наклонот да се намали до 1:2 или повеќе, би можело да се земат предвид други мерки како што е заштитата на косините на насипот со геотекстили, во комбинација со дренажни системи преку ивицата на патот.

Косина во усек/засек - Сите нови косини во усек/засек, било за нов пат или при проширување на постоен, треба да биде предмет на сеопфатни геотехнички истражувања во согласност со Кодексот на практики на ЕУ (Еврокод). Наклонот на косините требало да биде проектиран за најслабата доминантна почва за која се очекува да биде изложена на површината. Треба да се прифати дека колку што е пострмна косината толку е потешко да се воспостави вегетација што ќе делува како мерка на отпорност на климатски влијанија.

Ако кај постоен усек се пројавила нестабилност во минатото, долгорочна мерка за отпорност на климатски влијанија би било да се испита целата должина на усекот за да се процени можноста за ублажување на наклонот на косината со што ќе се намали нестабилноста. Еден типичен пример е прикажан на сликата.

Надолната косина може лесно да се намали или целосно да се отстрани. Сепак, за нагорната косина на усекот ќе биде потребно посложено решение, но косината сеуште може да се подобри со ублажување.

### Политики и институции

Треба да се ревидираат стандардите за проектирање косини (за различни видови почва) низ цела Македонија од аспект на искуства со свлекувања и заканата од промени во климата.

### Одржување и експлоатација

Годишна инспекција за ерозија и свлекувања; специјални инспекции по врнежи од дожд со голем интензитет.

### Потребна експертиза/влезни податоци:

Геотехнички инженер

**Тип на мерка на отпорност:** Робусна градба

## ГАЛЕРИИ

### Технички прашања и проектирање

За делница од патот која не може да се измести или на која неможе да се спречат одрони на карпи со стабилизација на површината на косината, Галериите за заштита од одрони и лавини се конечното решение. Тие се скапи, но обезбедуваат сигурна заштита на локацијата на која се градат. На фотографијата е прикажана галерија на Шкотските висорамнини, со која се заштитува и железничка пруга и пат.

Потребно е да се изврши темелна процена на ризикот и цената за изведба, во однос на придобивките, а за да се оправдаат трошоците. Онаму каде буџетот е ограничен е потребно да се оправдаат големите расходи на само една локација, а во однос на трошење на истите средства за поекономични мерки што обезбедуваат заштита на поголема должина на патот.



Галериите најчесто се проектираат со речиси рамен покрив (плоча), кој што го држат столбови во сидот што е најдалеку од површината на косината. Се градат во армиран бетон или челик со префабрикувани бетонски греди, како еден начин да се изгради покривот. Покривот се проектира да го поднесе најголемиот удар врз ивицата на покривот, при што мора да се земе во предвид стабилноста на темелите на сидот, бидејќи тие може да се втемелени на ивицата на стрмната косина или во незбиен претходно свлечен крупен нанос. Најважен е амортизациониот слој што треба да го апсорбира ударот од блок карпа или слично дејство. Најчесто се користи слој од чакал, кој е тежок, а поскапа варијанта е армирана стиро-пена.

Неопходно е да се запамети дека галеријата ќе овозможи крупниот нанос да премине над и преку патот, и затоа треба да се земе предвид и влијанието на ударот на овие крупни материјали. Една последица може да биде блокада или пренасочување на речен тек што пак може да создаде ненамерен проблем на друго место на патот. Доколку проектирањето не се изврши добро, одронот може да го пробие покривот на галеријата и да заврши на коловозот.

### Политики и институции

Треба да се воспостават или да се ревидираат стандардите за проектирање на галерии во Северна Македонија за да се спроведат најдобрите меѓународни практики.

### Одржување и експлоатација

Еднаш годишно инспекција за утврдување штети или по исклучителни настани. Целосна инспекција на конструкцијата на секои 5 години.

### Потребна експертиза/влезни податоци:

Геотехнички инженер, градежен инженер, специјалист за галерии со искуство за спецификации и проектирање или за амортизациони материјали

**Тип на мерка на отпорност:** Робусна градба