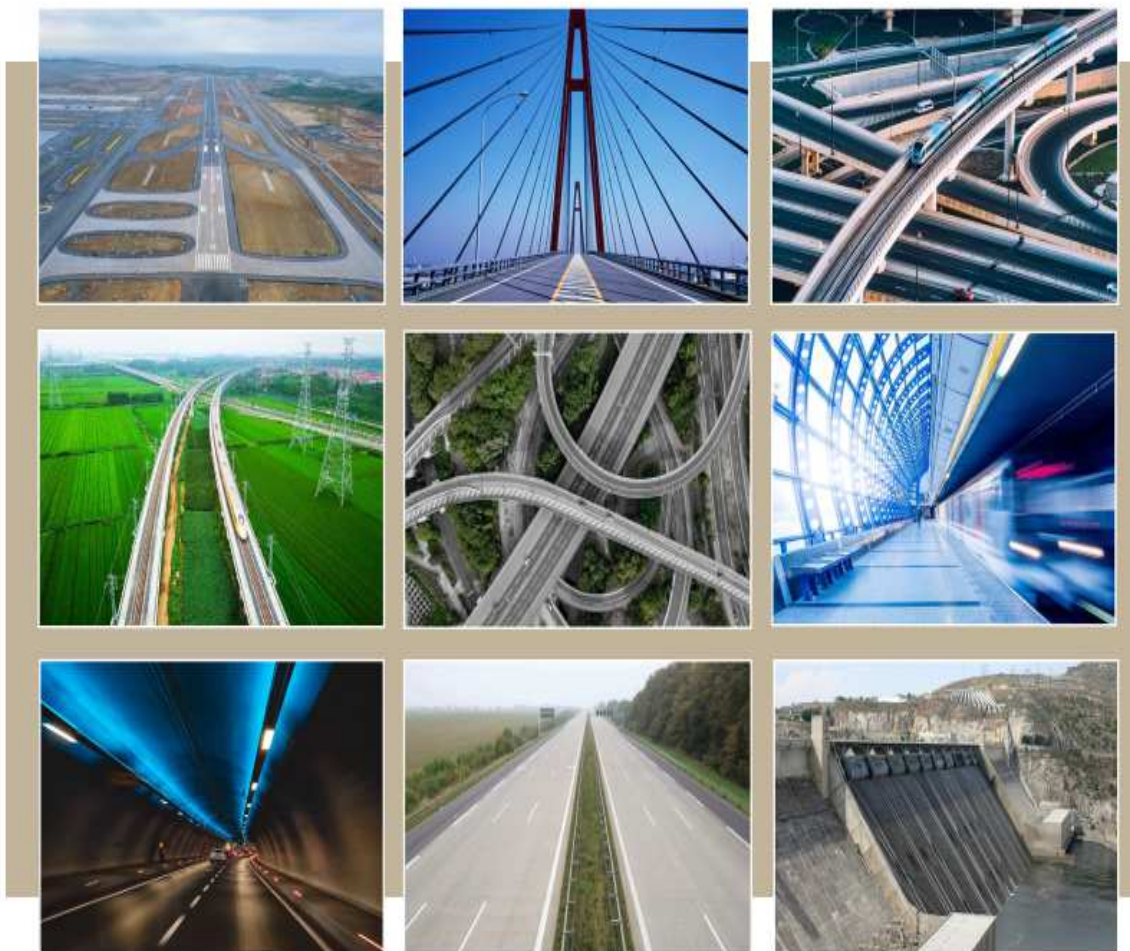


Александар
Главинов

Горан
Мијоски



ИНФРАСТРУКТУРНИ ОБЈЕКТИ

Скопје, 2020

Автори:

вонр. проф. д-р Александар Главинов,
вонр. проф. д-р Горан Мијоски,

ИНФРАСТРУКТУРНИ ОБЈЕКТИ

Рецезенти:

проф. д-р Горги Димов
проф. д-р Николинка Донева

Лектор:

м-р Марија Милкова

Техничко уредување:

вонр. проф. д-р Александар Главинов полковник

Корица:

вонр. проф. д-р Горан Мијоски

Издавач:

КА-ЕЛ-ЕС принт Скопје

Тираж

200 парчиња

CIP - Каталогизација во публикација
Национална и универзитетска библиотека „Св. Климент Охридски“, Скопје

624(075.8)
711.6/.8(075.8)
656(075.8)

ГЛАВИНОВ, Александар
Инфраструктурни објекти / Александар Главинов, Горан Мијоски.
- Скопје : Градежен факултет, 2020. - 215 стр. : илустр. ; 30 см
Библиографија: стр. 211

ISBN 978-608-4510-43-7

1. Мијоски ГОРАН [автор]

а) Инфраструктурни објекти -- Градежништво -- Транспорт -- Комуникациски
врски -- Висошколски учебници

COBISS.MK-ID 52040965

ПРЕДГОВОР

Учебникот „Инфраструктурни објекти“ произлезе од потребата на студентите кои се едуцираат на Универзитетот „Гоце Делчев“ - Штип и на Универзитетот „Св. Кирил и Методиј“ - Скопје како и на други сродни Универзитети и факултети кај нас, полесно да ја совладаат материјата и да се стекнат со општи и стручни знаења од областа на инфраструктурните објекти (патишта, железници, тунели, аеродроми, хелидроми, мостови).

Учебникот е напишан на начин да биде разбирлив и прифатлив за студентите - питомците од студиската програма на Воената академија „Генерал Михаило Апостолски“ – Скопје, но истотака и за студентите од останатите студиски програми по градежно инженерство на останатите факултети во државава. Воедно, учебникот може да се користи и од страна на колегите кои веќе работат во праксата, со цел да ги освежат и продлабочат знаењата стекнати во текот на нивната професионална наобразба.

Ваквиот пристап на презентација на материјата, се очекува да резултира со поприфатлив и посимплифициран начин за стекнување на неопходните знаења од оваа област на студентите.

Учебникот исто така, содржи и голем број слики и табели кои го збогатуваат истиот и допринесуваат подобро да се илустрира концептот на програмските цели и идејата на авторите.

Авторите користат прилика да се заблагодарат на проф. д-р Дарко Мославац и проф. д-р Зоран Кракутовски за несебичната помош и дадените сугестии при оформувањето на оваа книга.

Воедно, се искажува благодарност до Воената академија „Генерал Михаило Апостолски“ – Скопје, придружна членка на Универзитетот „Гоце Делчев“ - Штип и до Градежниот факултет во Скопје при Универзитетот „Св. Кирил и Методиј“ за досегашниот професионален и научен развој на авторите.

Во оваа прилика, сакаме јавно да се заблагодариме на рецензентите. проф. д-р Ѓорѓи Димов и проф. д-р Николинка Донева за позитивните коментари и препораки за користење на книгата од страна на студенти и други читатели.

Се надеваме дека истата, од страна на студените ќе биде добро прифатена. Секако, дека секоја сугестија и предлог за нејзино подобрување е мотив повеќе за авторите да ја усовршат својата истражувачка работа

„Нашето богатство не ја создаде нашата инфраструктура, туку нашата инфраструктура го создаде нашето богатство“

Џон Фицџералд Кенеди
поранешен претседател на САД

Од Авторите

СОДРЖИНА

I. ВОВЕД ВО ИНФРАСТРУКТУРНИ ОБЈЕКТИ	3
1.1. Општи задачи на инфраструктурата	3
1.1.1. Материјална инфраструктура	3
1.1.2. Персонална инфраструктура	3
1.1.3. Институционална инфраструктура	4
1.1.4. Технолошка инфраструктура	4
1.1.5. Информационата инфраструктура	4
1.2. Инфраструктурна политика	4
1.2.1. Нивоа на планирање на инфраструктурните објекти	4
1.2.2. Одржлив развој на инфраструктурата	5
1.2.3. Инвестирање во инфраструктурата	5
1.3. Јавна инфраструктура	6
1.3.1. Поделба на јавната инфраструктура	6
1.3.1.1. Сообраќајна инфраструктура	7
1.3.1.2. Хидротехничка инфраструктура	7
1.3.1.3. Енергетска инфраструктура	7
1.3.1.4. Телекомуникациска инфраструктура	7
1.3.1.5. Останата инфраструктура	7
II. АЕРОДРОМИ	11
2.1. Дефиниција за воздухопловство	12
2.2. Историја на воздухопловството	14
2.3. Дефиниција и основна поделба на аеродромите	15
2.3.1. Категоризација на аеродромите	15
2.3.2. Класификација на аеродромите	16
2.3.3. Основни елементи на аеродромите	16
2.3.4. Патеки за полетување и слетување - писти	17
2.3.5. Влијание на критичната брзина на должината на пистата	19
2.3.6. Дополнителни фактори кои влијаат на должината на пистата	20
2.3.7. Ширина на пистата и рамењата	21
2.3.8. Надолжен и напречен наклон на пистата	21
2.3.9. Обележување на ПСП и другите површини за движење на воздухопловите дење	23

III. ХЕЛИДРОМИ	29
3.1. Дефиниции и поделба на хелиодромите според намената.....	29
3.2. Инфраструктура на хелиодромите	30
3.2.1. Полетно-слетувачки патеки на хеликоптерите	30
3.2.2. Објекти, уреди и опрема на хелиопад.....	31
3.2.2.1. Индикатор за правец на ветер.....	32
3.2.2.2. Стандарди и барања за заштита на животната средина, безбедноста и заштита на здравјето	32
3.2.2.3. Стандарди за операции на хелиодром (полетување и слетување со хеликоптер)	33
3.2.2.4. Тестирање на бучава.	33
3.2.2.5. Број на операции со хелиодром (број на полетувања и слетувања на хеликоптер).....	33
3.2.2.6. Дозволи за користење на хелиодром.....	34
3.2.3. Хелиодроми за итни случаеви	35
3.2.3.1. Цел и применливост на хелиодромите за итни случаеви	36
3.2.4. Слетиште – Хелиопад	36
IV. ЖЕЛЕЗНИЦИ	41
4. Железничка инфраструктура	41
4.1. Железнички возни средства	44
4.1.1. Железнички коли (вагони)	44
4.1.2. Локомотиви.....	45
4.2. Основни поими за проектирање и графичка претстава на пругата	46
4.3. Основни елементи за проектирање на железничката пруга	46
4.3.1. Ситуационен план - ситуација.....	47
4.3.2. Надолжен профил.....	49
4.3.3. Напречен профил	49
4.3.4. Долен строј.....	51
4.3.5. Елементи на горниот строј.....	52
4.3.6. Шини	53
4.3.7. Прагови.....	54
4.3.8. Колосечен прибор.....	54
4.3.9. Застор	55
4.3.10. Слободен и товарен профил.....	55
4.3.11. Категоризација на пругите.....	56
4.3.12. Класификација спрема теренот и релјефот	57
4.3.13. Класификација спрема карактеристиките на колосекот	57

4.4. Одржување на пругите.....	57
4.4.1. Параметри кои влијаат на одржувањето на пругите	58
V. ПАТИШТА	60
5.1. Извадоци од Законот за јавни патишта	61
5.2. Класификација на патиштата	63
5.2.1. Геополитички критериум.....	63
5.2.2. Експлоатационен критериум	63
5.2.3. Технички критериум	64
5.2.4. Поделба според намената на патиштата.....	64
5.3. Експлоатациони показатели.....	64
5.3.1. Сообраќајно оптоварување	64
5.3.2. Пропусна моќ.....	64
5.3.3. Нивоа на услуга.....	65
5.4. Попречен профил.....	65
5.4.1. Коловозни елементи – горен строј.....	65
5.4.1.1. Коловозни ленти	66
5.4.1.1.1. Коловозни ленти за сообраќај во движење	66
5.4.1.1.2. Коловозни ленти за сообраќај во мирување:.....	66
5.4.1.2. Пратечки елементи на коловозот	67
5.4.1.3. Сообраќаен и слободен профил	68
5.5. Елементи на земјаниот труп на патот – долен строј.....	69
5.5.1. Ископ.....	69
5.5.2. Насип	70
5.5.3. Засек	71
5.6. Коловозни конструкции.....	72
5.6.1. Историски развој.....	72
5.6.2. Видови на коловозни конструкции	74
5.6.3. Типови на современи флексибилни коловозни конструкции.....	75
5.6.4. Типови на современи крути коловозни конструкции	77
5.6.5. Елементи на коловозните конструкции	78
5.6.5.1. Постелка.....	78
5.6.5.2. Долна подлога (долен носечки слој - тампон)	79
5.6.5.3. Горна подлога (горен носечки слој).....	79
5.6.5.4. Застор	79
5.7. Технологија на изградба на патиштата	80

5.7.1. Подготвителни работи.....	81
5.7.1.1. Формирање на градилиште.....	81
5.7.1.2. Стопанско градилиште.....	81
5.7.1.3. Отворање и уредување на позајмишта на материјал.....	81
5.7.1.4. Обележување на трасата и објектите.....	81
5.7.1.5. Чистење и подготовка на теренот за изградба.....	82
5.7.2. Отстранување на хумусното тло.....	82
5.7.3. Широк откоп.....	82
5.7.4. Набивање на подтлото.....	82
5.7.5. Изградба на насипи.....	83
5.7.6. Набивање на насипите.....	83
5.7.7. Обработка на постелката.....	83
5.7.8. Одводнување и дренирање на трупот на патот.....	84
5.7.9. Изработка на коловозна конструкција.....	84
5.7.10. Уредување и заштита на косините на насипите и ископите.....	85
5.7.11. Изградба на пропусти.....	85
5.7.12. Изградба на риголи.....	85
5.7.13. Рабни ленти и рабници.....	86
5.7.14. Изработка на клинови од шљунак кај објектите.....	86
5.8. Одржување на патиштата.....	86
5.8.1. Структурната поделба на одржувањето на патиштата.....	88
5.8.1.1. Редовно одржување на патиштата.....	88
5.8.1.2. Зимско одржување на патиштата.....	89
5.8.1.3. Периодично (инвестиционо) одржување на патиштата.....	90
5.8.1.4. Интервентно одржување на патиштата.....	91
5.9. Останати работи поврзани со одржување на патиштата.....	92
VI. ТУНЕЛИ.....	95
6.1. Вовед и историски преглед.....	95
6.1.1. Историски преглед на тунелоградбата.....	95
6.2. Поделба на тунелите.....	95
6.2.1. Поделба на тунелите според геолошкиот состав на брдскиот материјал и тежината на градењето.....	95
6.2.1.1. Лесни тунели за градење.....	96
6.2.1.2. Средно тешки тунели за градење.....	96
6.2.1.3. Тешки тунели за градење.....	96
6.2.1.4. Многу тешки тунели за градење.....	96

6.2.2. Поделба на тунелите според големината на површината на попречниот пресек.....	96
6.2.3. Поделба на тунелите според должината.....	97
6.2.4. Поделба на тунелите според намената.....	97
6.2.5. Поделба на тунелите според материјалот од кој се градат.....	98
6.3. Економско оправдување за примена на тунелско решение.....	98
6.4. Положба на осовината на еден тунел по однос на геолошките, тектонските и хидролошките услови на теренот низ кој ќе се пробива тунелот.....	100
6.4.1. Поделба на карпите според начинот на настанување.....	100
6.4.1.1. Магматски карпи.....	100
6.4.1.2. Седиментни карпи.....	101
6.4.1.3. Метаморфни карпи.....	101
6.4.1.4. Поделби на карпестите маси според геомеханичка класификација (RMR – систем) на Биенавски.....	101
6.4.1.5. Општа инженерско - геолошка класификација на карпите.....	104
6.4.1.5.1. Цврсто сврзани карпи.....	104
6.4.1.5.2. Слабо врзани карпи.....	105
6.4.1.5.3. Несврзани карпи.....	106
6.4.2. Повецот на пружањето на слоевите на тунелот.....	106
6.4.3 Положба на тунелот во план и профил.....	107
6.4.3.1. Оска на тунелот.....	107
6.4.3.2. Нивелета на тунелот.....	108
6.4.3.3. Должина на тунел.....	109
6.5. Градење на тунели.....	109
6.5.1. Примена на експлозив.....	109
6.5.1.1. Технологија на експлозиви.....	110
6.5.2. Примена на ротациони машини за ископ во цврсти карпи (кртици). 110	
6.5.2.1. Начин на работа.....	110
6.5.2.2. Учинок на ротационите машини.....	112
6.5.3. Споредба на методите за подземен ископ со примена на експлозив и до примена на кртица.....	112
6.6. Вентилација на тунелите.....	113
6.6.1. Вентилирање на тунелот во текот на градењето.....	113
6.6.2. Вентилација на тунели во тек на експлоатација.....	114
6.6.2.1. Природна вентилација.....	114
6.6.2.2. Систем на вештачка вентилација.....	115
6.6.2.3. Систем на полунапречна вентилација.....	115
6.6.2.4. Систем на напречна вентилација.....	116

6.7. Опасност од пожар.....	117
6.7.1. Опасност од пожар во текот на градење на тунелот	117
6.7.2. Опасност од пожар во тек на експлоатација на тунели	117
6.8. Осветлување на тунелите	118
6.8.1. Осветлување на долги тунели	118
6.8.2. Луминација на приодната зона (L_0)	118
6.8.3. Луминација на зоната од прагот (L_1) и преодната зона (L_2).....	119
6.8.4. Луминација на внатрешната зона на тунелот (L_3)	119
6.8.5. Луминација на излазната зона на тунелот.....	119
6.9. Одводнување на тунели	119
6.9.1. Прифаќање на водите за евакуација.....	119
6.9.2. Одводнување на водите од коловозот	120
6.9.2.1. Улога на одводнувањето.....	120
6.9.2.2. Основни принципи при одводнувањето	120
6.9.3. Собирање на водите под коловозната конструкција.....	120
6.10. Мерки за безбедност кај патни тунели во согласност на директивата 2004/54/ЕС	121
6.10.1. Основи за одлучување за мерките за безбедност	121
6.10.1.1. Параметри за безбедност	121
6.10.1.2. Минимални барања за безбедност	121
6.10.1.3. Сообраќајен волумен	121
6.10.2. Инфраструктурни мерки	122
6.10.2.1. Број на тунелски цевки и надолжен наклон	122
6.10.2.2. Геометрија на патниот тунел	122
6.10.2.3. Патеки за евакуација и излези во случај на опасност.....	122
6.10.2.3.1. Безбедносни тротоари (emergency walkways)	122
6.10.2.3.2. Излези во случај на опасност (emergency exits)	123
6.10.2.4. Пристап за службите за итни случаеви.....	123
6.10.2.5. Проширувања за случај на дефекти (lay-bys).....	123
6.10.2.6. Дренажање на тунелот	124
6.10.2.6.1. Дренажен систем.....	124
6.10.2.7. Пожарна отпорност на конструкциите.....	124
6.10.2.8. Осветлување.....	124
6.10.2.9. Вентилација.....	125
6.10.2.10. Станици за итна помош.....	126
6.10.2.11. Довод на вода (хидранти)	126
6.10.2.12. Знаци во тунелот	126
6.10.2.13. Контролен центар	126

6.10.2.14. Систем за мониторинг (надгледување).....	126
6.10.2.15. Опрема за затворање на тунелот.....	126
6.10.2.16. Системи за комуникација	127
6.10.2.17. Напојување со електрична енергија и електрични кола	127
6.10.2.18. Пожарна отпорност на опремата.....	127
VII. МОСТОВИ	132
7.1. Историски развој на мостовите	132
7.2. Поделба на мостовите.....	132
7.2.1. Поделба на мостовите според материјалот на градење	134
7.2.1.1. Дрвени мостови	134
7.2.1.2. Мостови изработени од камен	135
7.2.1.3. Бетонски и армирано бетонски мостови	136
7.2.1.4. Челични мостови	137
7.2.2. Поделба на мостовите според намената.....	137
7.2.2.1. Патни мостови	138
7.2.2.2. Железнички мостови	138
7.2.2.3. Пешачки мостови	138
7.2.3. Поделба на мостовите според видот на препреката	138
7.2.3.1. Речни мостови	138
7.2.3.2. Надвозници	138
7.2.3.3. Подвозници	138
7.2.3.4. Вијадукти	138
7.2.3.5. Мостови за премостување на заливи (мореузи)	139
7.2.4. Поделба на мостовите според бројот на отворите	139
7.2.4.1. Мостови со еден отвор.....	139
7.2.4.2. Мостови со повеќе отвори пропусти.....	139
7.2.5. Поделба на мостовите според начинот на градба	139
7.2.5.1. Монолитни мостови	140
7.2.5.2. Монтажни и полумонтажни мостови.....	140
7.2.6. Поделба на мостовите според положбата на коловозот во однос на главниот носач.....	140
7.2.7. Поделба на мостовите според според трајноста	140
7.2.8. Поделба на мостовите според според подвижноста	140
7.2.8.1. Подвижни мостови.....	140
7.2.8.2. Неподвижни мостови.....	141
7.2.9. Поделба на мостовите според конструктивниот и статичкиот систем кој се користи во пресметката на главните носачи	141

7.2.9.1. Мостови направени по систем проста греда - гредни, плочести мостови	141
7.2.9.2. Мостови направени по систем рамка	144
7.2.9.3. Решеткасти мостови	145
7.2.9.4. Лачни мостови	145
7.2.9.5. Кабловски мостови (со коси затеги)	146
7.2.9.6. Висечки (обесени) мостови	147
7.2.10. Поделба на мостовите според поставеноста на мостот во однос на оска на мостот	147
7.2.10.1. Мост нормален на правецот - прав мост	147
7.2.10.1. Кос мост	147
7.3. Елементи на мост според инженериската класификација	148
7.3.1. Елементи на горниот строј на мост	148
7.3.2. Елементи на долниот строј на мост	148
7.4. Проектен концепт за изградба на мостови - претходни работи	150
7.4.1. Избор на местото (локацијата на мостот)	150
7.4.2. Геодетски снимање и изработка на ситуација на местото на објектот	151
7.4.3. Собирање на податоци од теренот – теренски истражувања	151
7.4.4. Определување на надолжната оска на објектот во ситуација	151
7.4.5. Вршење на хемиска анализа на подземните води и почвата	151
7.4.6. Определување на нивелетата на објектот	152
7.4.7. Определување на отвор во објектот	152
7.4.8. Избор на градежен материјал	153
7.5. Изведување на мостовите	154
7.5.1. Подготвителни работи	155
7.5.2. Главни работи	155
7.5.3. Завршни работи	156
VIII. ПРОПУСТИ	158
8.1. Вовед	158
8.2. Намена на пропустите	159
8.3. Делови на пропустите	160
8.4. Видови на конструкции на пропустите	161
8.4.1. Цевчести пропусти	161
8.4.2. Параболични пропусти	163
8.4.3. Сводни пропусти	164
8.4.4. Плочести пропусти	165

8.4.5. Пропусти со повеќе отвори	166
8.5. Конструктивни детали на пропустите	166
IX. БРАНИ.....	171
9.1. Хидротехнички објекти, хидротехника, задачи на хидротехничките објекти и нивна поделба	172
9.1.1. Поделба на хидротехничките објекти.....	172
9.1.1.1. Општи хидротехнички објекти	173
9.1.1.2. Специјални хидротехнички објекти	173
9.1.2. Општи карактеристики на хидротехничките објекти - брани.....	173
9.1.3. Општи карактеристики на хидротехничките објекти – насипни брани	174
9.1.4. Општи карактеристики на хидротехничките објекти – бетонски брани	175
9.2. Браните во Република Македонија	177
9.2.1. Намена на браните	178
9.2.2. Коти на браната и акумулацијата	178
9.3. Проектирање на хидротехнички објекти.....	179
9.3.1. Фази на проектирање.....	179
9.3.2. Материјали за изградба на насипните брани.....	180
9.3.3. Материјали за изградба на бетонски брани.....	182
9.4. Технички карактеристики на браните во Република Северна Македонија	183
9.4.1. Брана Кнежево - камено-насипна брана со асфалтно јадро	183
9.4.1.1. Новини при изградба на Брана Кнежево.....	184
9.4.1.2. Фундирање на карпа при изградба на Брана Кнежево	184
9.4.1.3. Основни карактеристики на Браната Кнежево	185
9.4.2. Хидроелектрана Шпилје (Дебар)	185
9.4.3. Брана Козјак	186
9.4.4. Хидроенергетскиот систем Маврово	187
ЛИСТА НА СЛИКИ.....	189
ЛИСТА НА ТАБЕЛИ.....	193
БИБЛИОГРАФИЈА:.....	195

ПРВ ДЕЛ

**ВОВЕД ВО ИНФРАСТРУКТУРНИ
ОБЈЕКТИ**



I. Вовед во инфраструктурни објекти

Инфраструктурата претставува основа за опстанок и развој на цивилизацијата и таква улога имала од самиот почеток, од оној момент кога човекот свесно го изградил првото живеалиште и ги култивирал првите житарици.

Било неопходно да покрај своето прво живеалиште ги изгради и првите инфраструктурни објекти како бунар и склад (магацин) за производите што ги произвел.

За сите останати инфраструктурни објекти што следеле потоа, човекот – нашиот предок, морал да научи дека освен нивната изградба, особено се важни ефикасната експлоатација и квалитетното одржување. До денес тоа беше и остана услов и единствен начин да тие објекти им бидат од помош – полза на луѓето од економски, општествен, културен и политички аспект.

Терминот инфраструктура е комбинација од латинските изрази „инфра“ што значи *под*, основа или *фундамент*, и „структура“, што значи *изградба*.

Инфраструктура е дел од градбата или посебна градба која овозможува некоја услуга.

Инфраструктура се постојните и планираните подземни и надземни инсталации и градби од областа на: сообраќајот, електричните инсталации, гасоводи, нафтоводи, водовод и канализација, топлификација, телекомуникации и други инсталации.

1.1. Општи задачи на инфраструктурата

Главна задача на инфраструктурата е да ги смали трошоците на трансакции, поттикне транспарентност на пазарот и ги изедначи условите на стопанисување.

Општа поделба на три инфраструктурни категории:

- ⇒ материјална инфраструктура;
- ⇒ персонална инфраструктура и
- ⇒ институционална инфраструктура.

Во современата теорија, од '90 години на XX век наваму, се додаваат уште два нови концепта:

- ⇒ технолошка инфраструктура и
- ⇒ информациска инфраструктура

1.1.1. Материјална инфраструктура

Материјалната инфраструктура го претставува физичкиот капитал на една економија, која се користи како фундаментален влез во останатите продуктивни економски активности. Во економиите во развој се именува како „општествен капитал“ (social overhead capital).

Примери на материјална инфраструктура се:

- ⇒ телекомуникациски објекти и уреди;
- ⇒ транспортни структури;
- ⇒ енергетски структури;
- ⇒ водоводи;
- ⇒ канализации и др.

1.1.2. Персонална инфраструктура

Персоналната инфраструктура ги опфаќа претприемачките, менталните и останатите вештини на луѓето. Се однесува на **квантитетот** и **квалитетот** на вештини кои директно придонесуваат за зголемување на економијата.

Со еден збор, персоналната инфраструктура го претставува капацитетот на човечки ресурси.

1.1.3. Институционална инфраструктура

Институционалната инфраструктура не е од физичка природа и претставува нефизички простор на економските движења кои се специфични во едно општество. Има два типа институционална инфраструктура:

- ⇒ формална и
- ⇒ неформална.

Примери на институционална инфраструктура од формален тип се:

- ⇒ правен систем;
- ⇒ економски услови;
- ⇒ банкарски систем и др.

Примери на институционална инфраструктура од неформален тип се:

- ⇒ култура;
- ⇒ доверба и др.

1.1.4. Технолошка инфраструктура

Технолошката инфраструктура се дефинира како збир на специфични индустриски релевантни можности, остварени со колективна работа наменети за реализација на повеќе различни намени во стопанските претпријатија.

Се јавува во повеќе форми како:

- ⇒ капитал на работна сила (формално образование, создадени можности поради тренинг – дообука, искуство и сл.);
- ⇒ физички капитал (опрема и инструменти);
- ⇒ знаење (методологија на проектирање) и
- ⇒ организација (локални и интерни мрежи и сл.

1.1.5. Информационата инфраструктура

Информационата инфраструктура ја дефинира врската помеѓу техничката, персоналната и материјалната инфраструктура и претставува основа за информациона економија, базирана на знаења (knowledge based economy).

1.2. Инфраструктурна политика

Инфраструктурната се состои од

- ⇒ нивоа на планирање на инфраструктурните објекти;
- ⇒ одржлив развој на инфраструктурата и
- ⇒ инвестирање во инфраструктурата.

1.2.1. Нивоа на планирање на инфраструктурните објекти

При планирање на инфраструктурните објекти, разликуваме *три нивоа на инфраструктурна политика*:

- ⇒ мрежно планирање (долгорочно планирање на инфраструктурата на централно и локално ниво);
- ⇒ финансирање и
- ⇒ користење или употреба (изградба, користење, одржување).

Финансирањето и користењето на инфраструктурата може да биде во зависност од пазарните механизми, но *мрежното планирање* не може

генерално да се доведе во зависност од нив и затоа е неопходна улогата на државата како регулатор.

Причините за тоа се:

- ⇒ нестабилност на пазарот;
- ⇒ политички;
- ⇒ критериуми за мин. инфраструктурни услови на живеење во иста заедница (пр.здравство);
- ⇒ безбедносни и стратегиски аспекти и др.

1.2.2. Одржлив развој на инфраструктурата

Одржлив развој, во општ смисол претставува капацитет со кој се располага, со кој би се овозможило определен процес или состојба, неограничено да трае.

Според општествените области, одржливиот развој се прикажува како задоволување на потребите на сегашните генерации, без при тоа да ги загорзат неопходните потреби на идните генерации.

Одржливиот развој на инфраструктура претставува израз, кој се користи заради опишување на инфраструктурата која придонесува за прогрес.

Развојот на инфраструктурата треба да се настојува да биде рамномерен, да обезбеди адекватен квалитет и ниво на услуга, за што е потребно да се оствари:

- ⇒ проширување и унапредување на сообраќајната инфраструктура;
- ⇒ развој на комуналната инфраструктура (водоснабдување, пречистување на отпадните води и управување со отпад);
- ⇒ намалување на регионалната нерамномерност и подигање на регионалната конкурентност;
- ⇒ создавање на можности за соработка на јавниот и приватниот сектор;
- ⇒ адекватно користење на просторот, како важен ресурс за развој и
- ⇒ развој на енергетската инфраструктура, согласно очекуваниот динамички развој на стопанството и др.

1.2.3. Инвестирање во инфраструктурата

Нивото на инвестиции во инфраструктура зависи од нивото на квалитет кое се сака да се постигне.

Повеќето земји се согласуваат дека репер за развој на инфраструктурата треба да биде она, што се вика *нормално ниво во ЕУ*.

За да постигне такво квалитетно ниво инвестициите само во секторите на материјалната инфраструктура треба да бидат на околу 6% годишно од БДП (Бруто Домашен Производ) (табела 1).

Табела 1: Неопходни инвестиции во материјалната инфраструктура за источно европските земји (период: 1995-2010)

Сектор	Референца	Вредност на инвестиции (млрд.\$)	БДП (за период од 15 години)
Патишта	Модернизација и изградба	200	1,1 %
Железници	Модернизација и изградба	85	0,4 %
Телекомуникации	35 линии /100 жители	170	0,9 %
Отпадни води	Собирање и третман	290	1,5 %

Сектор	Референца	Вредност на инвестиции (млрд.\$)	БДП (за период од 15 години)
Енергетика	Развој на мрежа, сектор нафта и гас	270	1,4 %
Животна средина	Усогласување со ЕУ стандарди	71	0,3 %
Вкупно во материјална инфраструктура		1.086	≈ 6 %

1.3. Јавна инфраструктура

Од повеќето дефиниции за јавна инфраструктура, може да ја издвоиме дефиницијата според која, јавната инфраструктурата можеме генерално да ја дефинираме како физичка и просторна структура „објекти“, кои овозможуваат движење на луѓе, добра, производи, вода, енергија, информации, отпад и сл.

Според оваа дефиниција, зградите освен транспортните терминали, не влегуваат во инфраструктура, исто како и возилата.

Било која дефиниција да се земе, основната улога на инфраструктурата од предисториските времиња па се до денес останува иста, а таа е, да ги помага и унапредува човечките активности.

Инфраструктурата овозможува многу, но и бара многу.

Јавната инфраструктура бара:

- ⇒ јасна визија;
- ⇒ добра стратегија;
- ⇒ изградена финансиска конструкција;
- ⇒ квалитетно менаџирање;
- ⇒ напорна работа и
- ⇒ секако – релативно многу време.

Постојната инфраструктура овозможува подобра, побрза, побезбедна комуникација на луѓе и добра, поинтензивен стопански развој, квалитетна општествена активност, со еден збор – подобар живот.

Изградбата на нови инфраструктурни објекти, иницира развој, нови вработувања, обрт на капиталот и повторно – подобар живот.

Најдобриот показател за моќта на една држава, претставува нејзината инфраструктура која е показател за минатото, сегашноста и иднината на едно општество, како и за визионерството на владетелите и свеста на народите.

1.3.1. Поделба на јавната инфраструктура

Јавната инфраструктура е „добро“ во општа употреба и се реализира во реален простор.

Притоа, ангажираното земјиште се приведува кон определена намена зависно од техничките, технолошките и експлоатационите барања и целосно се прилагодува на дадениот инфраструктурен систем.

Неопходно е внимателно разгледување на ограничувањата на различните системи и оптимизирање на барањата за заедничко водење во еден коридор и најрационално користење на расположивиот простор.

Ова може да се постигне само со осмислен плански пристап и усогласување со сите барања во просторот, имајќи на ум дека просторот земјиштето претставува необновлив и ограничен ресурс.

Еднаш бетонираниот или асфалтираниот земјиште, тешко се култивира за некои други намени.

Во прилог на ова ни сведочат и коридорите на главните европски патишта, кои се просечени и формирани пред повеќе од два милениума и кои и денес претставуваат основа за европската патна мрежа.

Јавната инфраструктура се дели на:

- ⇒ сообраќајна инфраструктура;
- ⇒ хидротехничка инфраструктура;
- ⇒ енергетска инфраструктура;
- ⇒ телекомуникациска инфраструктура;
- ⇒ останата инфраструктура.

1.3.1.1. Сообраќајна инфраструктура

Сообраќајна инфраструктура се дели на:

- ⇒ патишта;
- ⇒ железнички пруги и станици;
- ⇒ аеродроми;
- ⇒ хелиодроми;
- ⇒ тунели;
- ⇒ мостови;
- ⇒ пропусти.

1.3.1.2. Хидротехничка инфраструктура

Хидротехничка инфраструктура се дели на:

- ⇒ пропусти;
- ⇒ брани;
- ⇒ канали за наводнување;
- ⇒ канали за одводнување;
- ⇒ пречистување на отпадните води и сл.

1.3.1.3. Енергетска инфраструктура

Енергетската инфраструктура се дели на:

- ⇒ објекти на енергетската инфраструктура;
- ⇒ уреди и системи за електрична енергија;
- ⇒ нафтоводи;
- ⇒ гасоводи и сл.

1.3.1.4. Телекомуникациска инфраструктура

Телекомуникациската инфраструктура се дели на:

- ⇒ телефонија;
- ⇒ телеграфија;
- ⇒ оптички кабли;
- ⇒ земјини станици за врска;
- ⇒ сообраќајна телематика и сл.

1.3.1.5. Останата инфраструктура

Останатата инфраструктура се дели на:

- ⇒ депонии за цврст отпад,
- ⇒ јавни површини наменети за спорт и рекреација и сл.

ВТОР ДЕЛ

АЕРОДРОМИ



II. АЕРОДРОМИ

Воздушниот сообраќај е релативно млада гранка на сообраќај. По завршувањето на Втората светска војна воздушниот сообраќај бележи забрзан развој и добива значајна улога во вкупниот сообраќаен систем во светот. Со воведувањето на млазните воздухоплови во редовен патнички сообраќај воздушниот сообраќај се здоби со нови квалитети, поголема брзина, поголема економичност и зголемена безбедност на лет.

Уште поголемо значање воздушниот сообраќај добива со воведувањето на големите проекти на џамбо џет и суперсоничните воздухоплови. Со вклучување на претставниците од оваа генерација (B-747, DC-10, A-300) во сообраќај со својот голем капацитет (до 400 патника или 120 тони стока) започнува новата ера во развојот на воздушниот сообраќај.

Ваквиот интензивен развој на воздушниот сообраќај се должи на:

- ⇒ проширена можност за масовен превоз на патници и
- ⇒ забрзан развој на превоз на товар (карго плус пошта) по воздушен пат.

Воздушниот сообраќај во превозот на патници на долги релации во потполност го заменува копнениот сообраќај, а големо учество зема и во меѓуградскиот превоз на патници на средни и кратки релации. Кога се разгледува повеќегодишната просечна стапка на раст воздушниот сообраќај се уште брзо расте од останатите сообраќајни гранки.

Превозот на стока со воздухоплов постигнува обемна транспортна работа, посебно на долги релации и неговото учество расте во вкупниот превоз благодарение на големата просечна релација.

Околу 40% од индустрискиот извоз во светот, по вредност, се превезува денес со авион. Денес воздушниот сообраќај е еден од транспортните сектори со најбрз развој во светската економија. И покрај кратките кризни периоди кои се повторуваат скоро на секои 10 години (како последица на енергетски кризи, војни судири и терористички кампањи), во последните 30 години бројот на превезени патници се зголемил за 5 пати, превозот на стока за повеќе од 4 пати, а превозот на пошта скоро 3 пати.

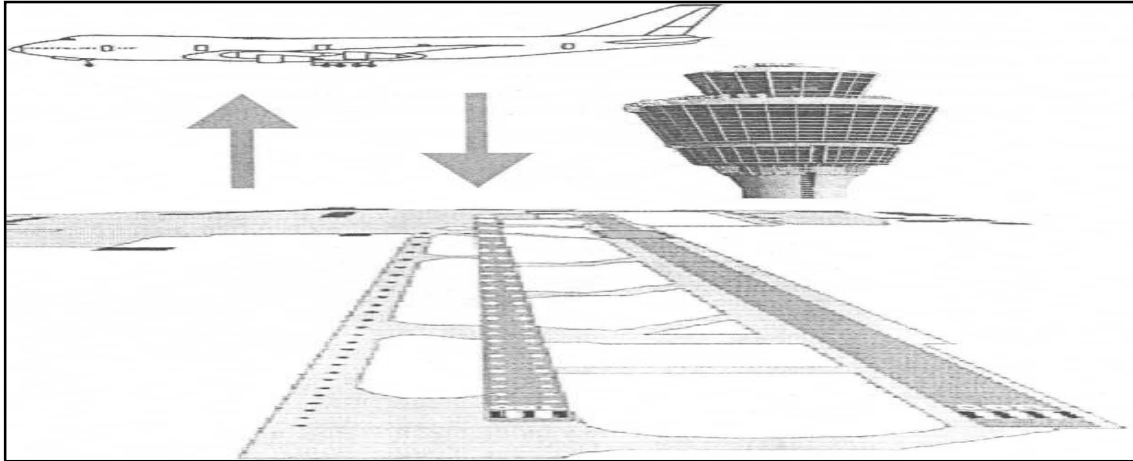
Воздушниот сообраќај, посматран како глобален транспортен систем, од аспект на **функционалната поставеност** условно може да се подели на три подсистеми.

- ⇒ аеродроми (воздухопловни пристаништа);
- ⇒ воздушни превозници (воздухопловни превозни средства) и
- ⇒ контрола на летање (управување и контрола на воздушниот сообраќај).

Секој од овие подсистеми се состои од повеќе *функционални елементи*:

- ⇒ корисник на системот;
- ⇒ инфраструктура;
- ⇒ управувачки елементи;
- ⇒ технолошки процедури;
- ⇒ технички и кадровски ресурси;
- ⇒ законска регулатива;
- ⇒ Меѓународна легислатива итн.

Фигуративно претставено, воздушниот сообраќај се реализира во воздух (воздухоплови) и на земја (аеродроми), со меѓусебна интерактивна поврзаност преку *системите за негово управување и контрола* (слика 1).



Слика 1: Функционална поставеност на воздушниот транспортен систем

2.1. Дефиниција за воздухопловство

Воздухоплов или летало претставува превозно средство кое може да лета користејќи ја *поткревната сила* на воздухот за надминување на гравитационото привлекување кон земјината површина.

Поткревната сила може да биде

- ⇒ статичка (при апарати полесни од воздухот како што се балоните) и
- ⇒ динамичка (при апарати потешки од воздухот како што се авионите и хеликоптерите).

Теоријата и практиката на летањето со воздухоплови се нарекува **воздухопловство**.

Воздухоплов е секоја направа која може да се движи или одржува во воздухот и која ги исполнува пропишаните услови за безбедна воздушна пловидба.

Без оглед на неговите конструктивни и технички карактеристики, перформанси или неговата намена, за секој воздухоплов е пропишан начин за утврдување на неговата способност за безбедна воздушна пловидба.

Воздушна пловидба претставува летање на воздухопловот или негово движење по маневарските површини на аеродромот.

Значи, поимот воздушна пловидба не го опфаќа само летањето на воздухопловот во воздух, туку и неговото движење (маневрирање) и престој на земја. Тој дел од воздушната пловидба се одвива на аеродромот и ги опфаќа следните активности:

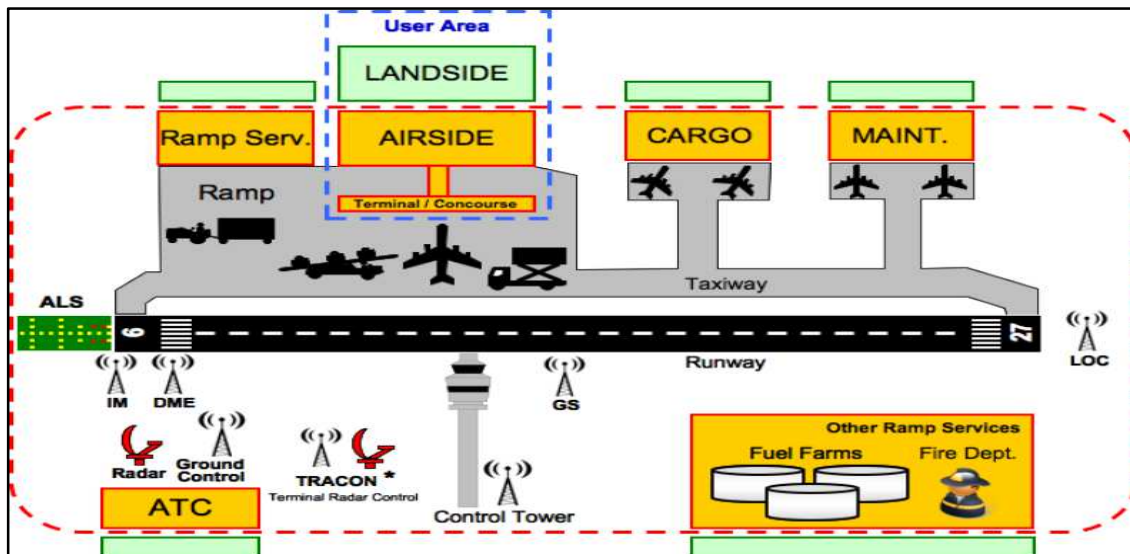
- ⇒ полетување,
- ⇒ слетување,
- ⇒ возење по маневарските површини (таксирање, рулање),
- ⇒ паркирање,
- ⇒ застанување на позициите за чекање,
- ⇒ водење итн.

Зборот аеродром е всушност кованица од грчките зборови *аеро* (воздух, воздушен) и *дромос* (патека, површина, поле за брзо движење, трчање) и претставува меѓународен израз кој се користи во голем број говорни подрачја во светот.

По дефиниција, **аеродром** претставува одредена копнена или водена површина, која заедно со објектите, инсталациите, опремата и уредите, служи за безбедно полетување и слетување на воздухопловите и нивно движење по земја.

Аеродромот и контролираниот терминален воздушен простор околу него го сочинуваат аеродромскиот систем (слика 2), кој може да се подели на два засебни подсистеми:

- ⇒ воздушна страна - airside, означена со црвени испрекинати линии (слика 2) која ги опфаќа сите елементи на аеродромскиот систем каде што се појавуваат воздухопловите и
- ⇒ копнена страна - landside, означена со сини испрекинати линии (слика 2), која ги опфаќа сите елементи на аеродромскиот систем каде што не се појавуваат воздухопловите, а се директно или индиректно поврзани со активностите околу прифаќањето и отпремата на воздухоплови, патници, багаж, стока и пошта.



Слика 2: Воздушна страна (Airside) и копнена страна (Landside)

Во современата воздухопловна терминологија, согласно меѓународно прифатената дефиниција, поимот „аеродром“ се користи за дефинирање на копнената или водената површина на која се изведува полетување, слетување или возење на воздухопловите.

Меѓутоа, во повеќе говорни подрачја во светот, меѓу кои и во македонското, поимот „аеродром“ се користи наместо поимот „воздухопловно пристаниште“.

По дефиниција, воздухопловно пристаниште претставува аеродром или дел од аеродром, кој е наменет (отворен и способен) за одвивање на јавен превоз во воздушниот сообраќај. Под поимот "јавен превоз" во воздушниот сообраќај се подразбира превоз со воздухоплов, кој е, под исти услови, достапен за сите и кој се извршува заради превоз на патници или предмети, од едно место на друго.

Тоа значи дека воздухопловното пристаниште е аеродром или дел од аеродром, што се користи за прифаќање и отпрема на воздухоплови со кои се превезуваат патници, багаж, стока и пошта, а аеродромот, освен за таа намена, може да биде и воен, спортски, школски или за сопствени потреби на одредени правни субјекти.

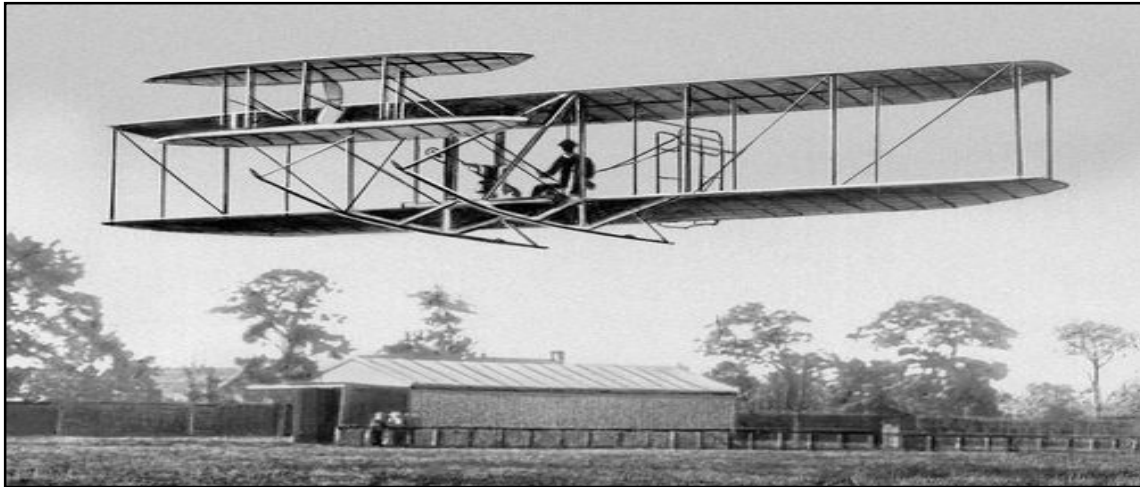
Оттука произлегува поширокото термилошко значење на поимот „аеродром“ во однос на поимот „воздухопловно пристаниште“, меѓу кои, освен формална, постои и суштинска разлика.

2.2. Историја на воздухопловството

Првите почетоци на воздухопловството започнуваат уште одамнина, бидејќи отсекогаш постоела желбата на човекот за летање.

Дедал и Икар, во затвор изработиле вештачки крила од птичји пердуви и восок, полетале и се спасиле од заробеништво, но Икар воодушевен од можноста да лета, се вивнал превисоко, се стопил восокот на крилата и паднал во морето.

Во 1903 год. браќата Рајт (Wilbur&Orville Wright) ги извеле своите три први лета (најдолгиот траел 59 sec. со брзина од 50 km/h), (слика 3).



Слика 3: Авионот на браќата Рајт

Во 1909 година првпат е прелетан каналот Ламанш (38 km), а истата година хрватот Славољуб Пенкала го конструира првиот воздухоплов, кој се дигнал на висина од 10 m (слика 4).

До првата светска војна направен е голем напредок во развојот на воздухопловите, така да авионите се користат масовно во воени цели.

По завршувањето на првата светска војна развојот е мошне динамичен и континуиран и тој развој трае се до денешен ден.



Слика 4: Воздухопловот конструиран од Славољуб Пенкала

За колку голем напредок станува збор, нека посведочи фактот дека од појавата на првите авиони на моторен погон кои летале со брзини од 50-60 km/h, денес воените авиони летаат со брзини од 3 Mach.

Развојот на воздухопловите ја наметна потребата и од паралелен развој на аеродромите.

Редовниот воздушен сообраќај во светот започнува со превоз на пошта во САД, помеѓу Њу Јорк и Вашингтон, а воздушниот превоз на патници започнува во 1919 година со редовен лет помеѓу Лондон и Париз.

2.3. Дефиниција и основна поделба на аеродромите

Според Анексот 14 на ICAO (International Civil Aviation Organization) – Меѓународна организација за цивилно воздухопловство, аеродромот претставува определена површина на копно или вода, која ги опфаќа зградите, инсталациите и опремата, а наменети во целина или, делумно за слетување, полетување и движење на воздухопловите.

Во суштина на аеродромите се објекти, кои служат за одвивање на воздушниот сообраќај на земјата.

Основната поделба на аеродромите е на **цивилни** и **воени** аеродроми.

Постојат и **мешовити аеродроми**, кои во определен дел се користат и за потребите на цивилното воздухопловство.

Цивилните аеродроми се делат на:

- ⇒ аеродроми за јавен воздушен сообраќај;
- ⇒ аеродроми за спортско-туристички потреби;
- ⇒ аеродроми за обука за летање и
- ⇒ аеродроми за потребите на стопанството (овде припаѓаат и летиштата за земјоделското воздухопловство).

2.3.1. Категоризација на аеродромите

Аеродромите се категоризираат според степенот на опременост за слетување на воздухопловите. Според опременоста на воздухопловите, аеродромите може да бидат за неинструментално слетување и инструментално слетување, односно нивните полетно-слетни патеки (ПСП) се неинструментални или, инструментални.

Постојат повеќе категории:

- ⇒ **ПСП за неинструментално слетување** (слетувањето е можно само при надворешна видливост, без примена на инструменти);
- ⇒ **ПСП за инструментално приоѓање** (ПСП е опремена со уреди кои овозможуваат приоѓање во правец, поради праволиниско водење на воздухопловите);
- ⇒ **ПСП за инструментално приоѓање од I категорија** (уредите кои ги има ПСП, овозможуваат приоѓање ако е висинската видливост >60 m, а надолжната >800 m);
- ⇒ **ПСП за инструментално приоѓање од II категорија**(уредите кои ги има ПСП, овозможуваат приоѓање ако е висинската видливост >30 m, а надолжната >400 m);
- ⇒ **ПСП за инструментално приоѓање од III категорија** (оваа категорија има три подкатегории):
 - ⇒ **III-A категорија** (овозможува слетување при надолжна видливост >200 m),

- ↗ **III-B категорија** (овозможува слетување при надолжна видливост >50 m)
- ↗ **III-C категорија** (овозможува слетување без надолжна видливост).

2.3.2. Класификација на аеродромите

Под класификација на аеродромите се подразбира групирање на аеродромите според нивната големина, при што како критериум се зема основната должина на ПСП.

Според меѓународните правила, аеродромите се поделени во пет групи кои се означени со буквите: A, B, C, D и E, (табела 2).

Табела 2: Поделба на аеродромите

Група	Основна должина на ПСП [m]
A	≥ 2.100
B	1.500 – 2.100
C	900 – 1.500
D	750 – 900
E	600 – 750

2.3.3. Основни елементи на аеродромите

Основни елементи на аеродромите се:

- ⇒ полетно-слетна патека – писта;
- ⇒ рулна патека;
- ⇒ стојалиште – платформа;
- ⇒ праг;
- ⇒ рамо (страничен појас);
- ⇒ сигурносна површина;
- ⇒ површина за чекање и разминување;
- ⇒ дополнителна патека за запирање (патека за надминато запирање);
- ⇒ маневарски површини;
- ⇒ референтна точка на аеродромот;
- ⇒ заштитна патека (чиста површина);
- ⇒ висина на аеродромот;
- ⇒ приодна површина (рамнина) и
- ⇒ полетна површина (рамнина).

Полетно-слетна патека – писта претставува површина која овозможува полетување и слетување на воздухопловите.

Рулна патека, е површина за возење на воздухопловите помеѓу полетно-слетната патека и пристанишната платформа.

Стојалиште - платформа, е површина за кратко или подолго задржување на воздухопловите, со цел за прифаќање и испраќање (отпрема) на патници и стока, како и за одржување и поправка на воздухопловите.

Праг, е почеток на полетно-слетната патека, кој е погоден за слетување на воздухопловите.

Рамо (страничен појас), е површина покрај работ на конструкцијата на полетно-слетната патека, која е погодна за слетување на воздухопловите.

Сигурносна површина, е површина која ги вклучува полетно-слетната патека, рамењата и теренот покрај и пред полетно-слетната патека.

Површина за чекање и разминување, е сообраќајна површина на делот на рулната патека, или е доградена на неа, а наменета е за чекање и разминување на воздухоплови и проба на моторите пред полетување.

Дополнителна патека за запирање (патека за надминато запирање), претставува определен простор испред прагот за запирање на воздухопловите, во случај на надминување на патеката за слетување.

Маневарски површини, се сите конструктивни површини за сообраќај на воздухопловите на аеродромите.

Референтна точка на аеродромот, е географска точка на средишниот дел на аеродромот, со која се определува локацијата на аеродромот.

Заштитна патека (чиста површина), е определен правоаголен простор на земјата испод полетно-слетната површина непосредно пред прагот.

Висина на аеродромот, е висина на највисоката точка во просторот на полетно-слетната патека.

Приодна површина (рамнина) е замислена површина за безбедно слетување на воздухопловите.

Полетна површина (рамнина) е замислена површина за безбедно полетување на воздухопловите.

2.3.4. Патеки за полетување и слетување - писти

Полетно-слетната патека (ПСП), претставува правоаголна површина на земјата или во вода, која е наменета за полетување или слетување на воздухопловите.

Од градежен аспект, полетно-слетните патеки (ПСП) се делат на:

- ⇒ ПСП со вештачка подлога:
 - ☞ бетонски;
 - ☞ асфалт-бетонски;
 - ☞ челични или бетонски плочи;
- ⇒ ПСП со природна подлога:
 - ☞ затревени;
 - ☞ земјани;
 - ☞ водени, со снежна или подлога од мраз.

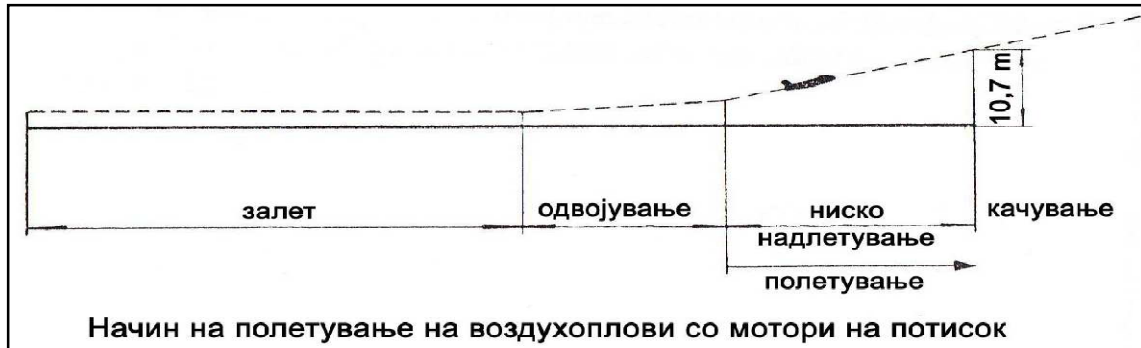
Помалите аеродроми имаат една ПСП со вештачка и една ПСП со природна подлога, додека поголемите имаат повеќе ПСП со вештачка подлога. ПСП според општите критериуми мора да обезбедат:

- ⇒ полетување на воздухопловите во услови на работа на сите негови мотори со примена на коефициент на сигурност 1,15 за должина на залет на воздухопловите до моментот на негово одвојување од пистата, односно за постигнување на min. висина од 10,7 m (кај мотори на потисок);
- ⇒ полетување на воздухоплови во случај на отказ на еден мотор при брзина поголема од брзината на одлучување (v_1), до постигање на висина од 10,7 m;
- ⇒ залет и запирање на воздухоплови во случај на откажување на критичниот мотор при брзина \leq на утврдената брзина на одлучување (v_1);
- ⇒ слетување на воздухоплови, кај кои потребната должина на ПСП се добива со делење на должината на движење на воздухопловите по пистата, од точката на допир, до запирање на воздухопловот, со коефициент 0,6.

Воздухопловите при полетување на ПСП поминуваат низ три или четири фази.

При полетување во три фази, ги разликуваме следниве операции (слика 5):

- ⇒ залет,
- ⇒ одвојување и
- ⇒ полетување.



Слика 5: Начин на полетување на воздухоплови со мотори на потисок

Воздухопловите со поголема влечна сила поминуваат низ три фази на полетување (слика 5), бидејќи тие постигнуваат 10-20% поголема брзина од минималната и по одвојувањето од пистата, одма преминуваат во фаза на полетување и кога ќе ја надлетаат висината од 10,7 m продолжуваат со качување.

При полетување во четири фази ги разликуваме следниве операции (слика 6):

- ⇒ залет;
- ⇒ одвојување;
- ⇒ придржување;
- ⇒ ниско надлетување - полетување и
- ⇒ качување.



Слика 6: Начин на полетување на воздухоплови со мотори со елиси

Воздухопловите со помала влечна сила поминуваат низ четири фази на полетување, бидејќи по операциите на залет и одвојување од пистата, определено време се придржуваат во хоризонтален лет, за да ја постигнат брзината за полетување.

Овие операции дефинирани се со перформансите на полетување, при кои се бара воздухопловите да постигнат определена сигурна висина, која изнесува:

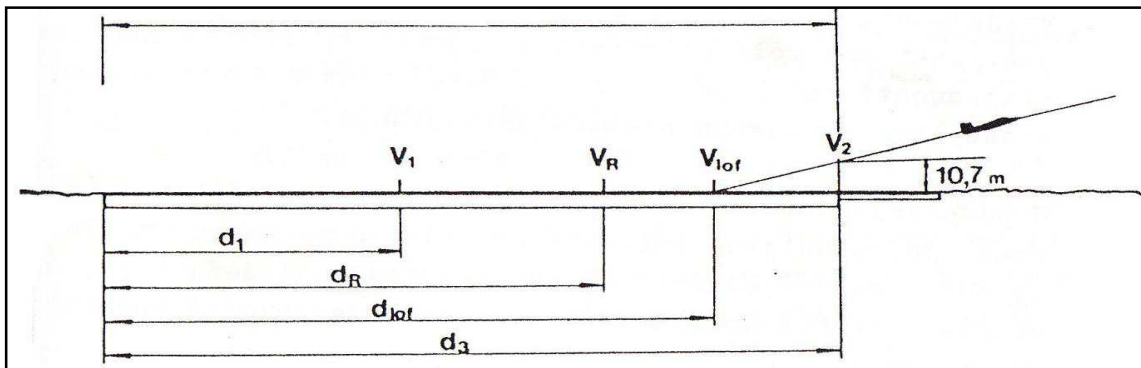
- ⇒ 10,7 m за мотори на потисок и
- ⇒ 15,0 m за мотори со елиси.

2.3.5. Влијание на критичната брзина на должината на пистата

При одредување на вкупната должина на ПСП, за полетување на воздухопловите со мотори на потисок, разликуваме четири брзини:

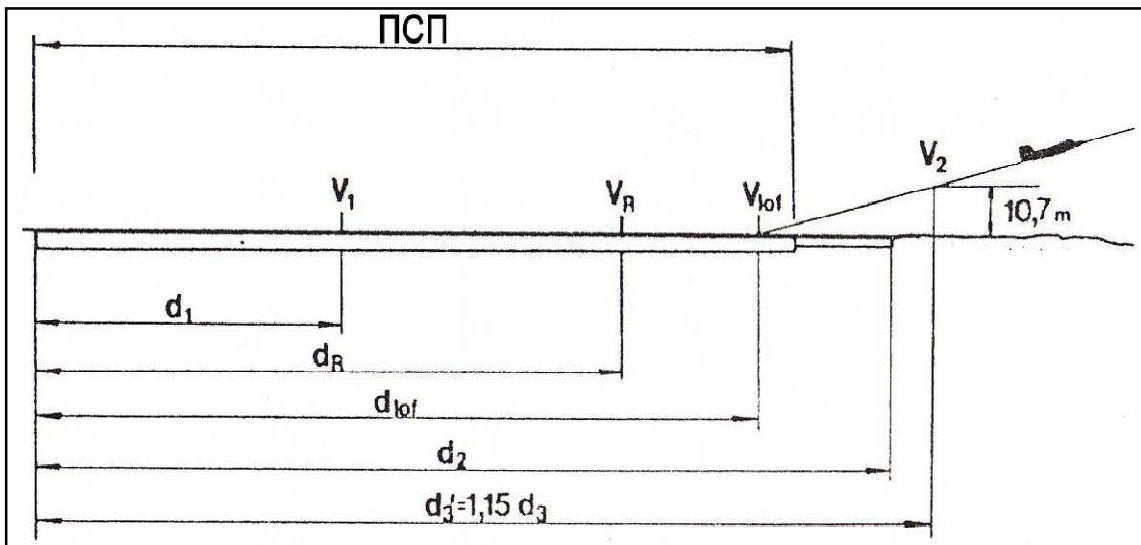
- ⇒ V_1 – Основна брзина на одлучување;
- ⇒ V_R – Брзина на ротирање - тоа е брзина при која авионот го подига подвозјето на носот односно, предното тркало губи контакт со коловозот;
- ⇒ V_{LoF} – Брзина на подигање - тоа е брзина при која авионот го започнува полетувањето, односно, тоа е брзина во моментот кога тркалата на главното подвозје ја напуштаат површината на коловозот и
- ⇒ V_2 – Брзина на почетно качување - тоа е min. брзина на која на пилотот му е дозволено искачување, на висина од 10.7 m над површината од која полетал.

Четири брзини и нивните соодветни должини, при одредување на вкупната должина на пистата - ПСП (слика 7):



Слика 7: Одредување на вкупната должина на пистата – ПСП, за полетување на воздухопловите со мотори на потисок

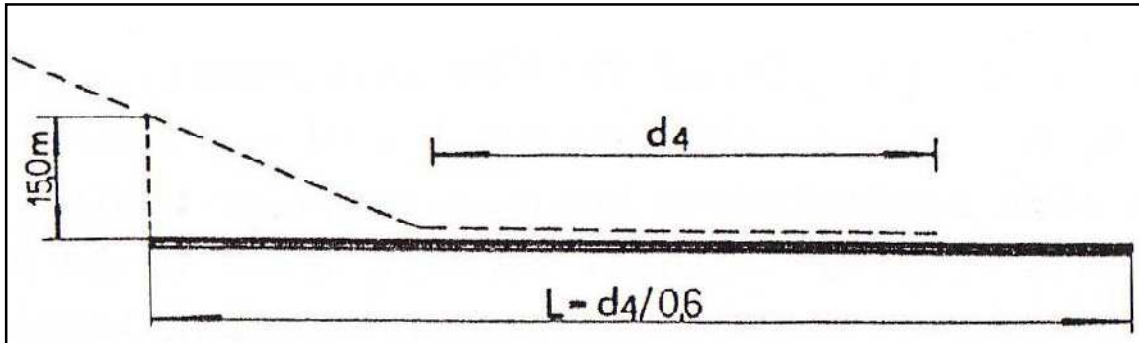
При полетување на воздухоплови во случај на прекин на работата на еден од моторите (на потисок), вкупната должина d_3 за постигнување на брзината на почетно качување V_2 се пресметува: $d_3' = 1,15 \times d_3$, (слика 8).



Слика 8: Шематски приказ на полетување на воздухоплови во случај на прекин на работата на еден од моторите (на потисок)

За определување на должината на ПСП меродавна е должината за полетување, а не должината за слетување.

Должината на слетување (L), изнесува 0,6 – 0,8 од должината на полетување (d_3) (слика 9).



Слика 9: Зависност помеѓу должината на слетување и должината на полетување

Карактеристичните должини кои ги сретнавме за определени брзини се:

- d_1 залетна должина до постигнување на брзина V_1 ;
- d_R залетна должина до постигнување на брзина V_R ;
- d_{Lof} залетна должина до постигнување на брзина V_{Lof} , односно до одвојување на авионот;
- d_2 сигурносна должина при полетување, во случај да дојде до запирање на авионот поради прекин на работа на моторите;
- d_3 должина на полетување, после која авионот при работа на сите мотори, мора да постигне висина од 10,7 m и условената брзина V_2 ;
- d_3' должина на полетување при прекин на работа на еден од моторите после постигната брзина V_1 . Должината d_3' смее да биде max 115% од потребната должина при полетување на авионите при работа на сите мотори и ја постигне висината од 10,7 m и брзина V_2 ;
- d_4 – должина на запирање при слетување.

2.3.6. Дополнителни фактори кои влијаат на должината на пистата

На должината на ПСП влијаат повеќе фактори и поради тоа за пресметување на нејзината должина се користат корекциони коефициенти.

Фактори кои влијаат на должината се:

- ⇒ оптоварувањето на воздухопловите (непроменлив товар + товарот од гориво + корисниот товар);
- ⇒ надморската височина на која се наоѓа аеродромот (на секои 300 m н.м.в. должината се зголемува за 7%);
- ⇒ зголемената температура (за $t > 1^\circ\text{C}$ од референтната, должината се продолжува за 1%. референтната температура, се определува како просечна температура од максималните дневни температури, за најтоплиот месец во годината);
- ⇒ надолжен наклон (за аеродроми од групите А, В и С, ПСП потребно е да се продолжи за 10%, за надолжен наклон на нивелетата од 1%).

2.3.7. Ширина на пистата и рамењата

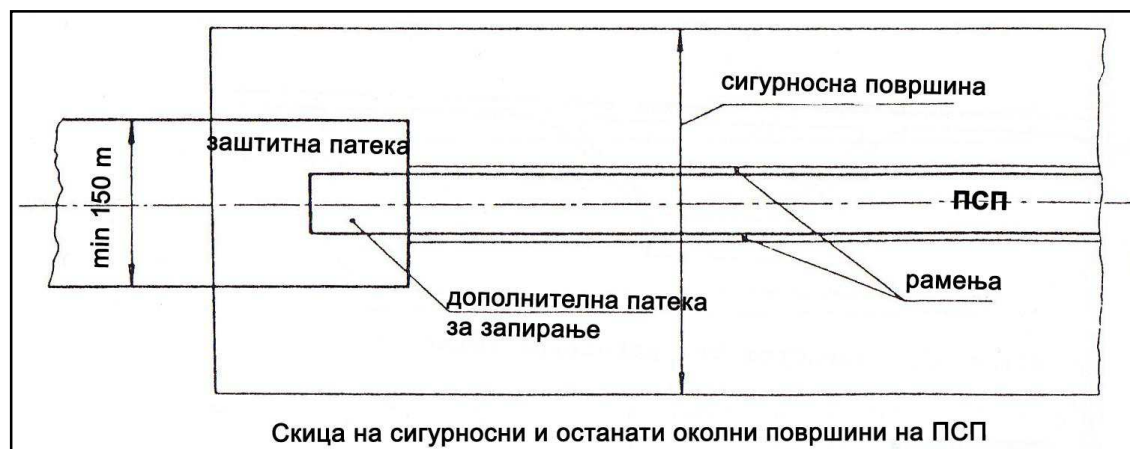
Ширината на ПСП без рамењата не смее да биде помала од изнесените вредности во (табела 3):

Табела 3: Димензии за ширина на пистата во зависност од групата на аеродромот

Група на аеродром	Ширина на пистата [m]
А и В	45
С	30
Д	23
Е	18

Кај ПСП со ширина >60 m, не е потребно да се прават рамења, додека кај ПСП со ширина од 45 m, рамењата се прават со широчина од 7,5 m од двете страни.

Рамењата се дополнителни површини од страна на ПСП и под нив се вградуваат канализација за одводнување и поминуваат кабли, а над нив се поставуваат расветни тела (слика 10).



Слика 10: Скица на сигурносните и останатите околни површини на ПСП

2.3.8. Надолжен и напречен наклон на пистата

За ПСП дозволени се ограничени надолжни наклони на нивелетата.

Наклонот се добива со пресметка – делење на разликата помеѓу најголемата и најмалата висина (мерени по средината на ПСП), со нејзината вкупна должина и не сме да преоѓа 1% за групите на аеродроми А, В и С, односно 2% за групите Д и Е.

Значајно е да се истакне дека првата и последната четвртина од должината на ПСП кај аеродромите од групите А и В, не смее да имаат поголем надолжен наклон од 0,8%.

Прекршувањата на нивелетата се заоблуваат со кружни кривини, кои зависат од групата на аеродромот (табела 4).

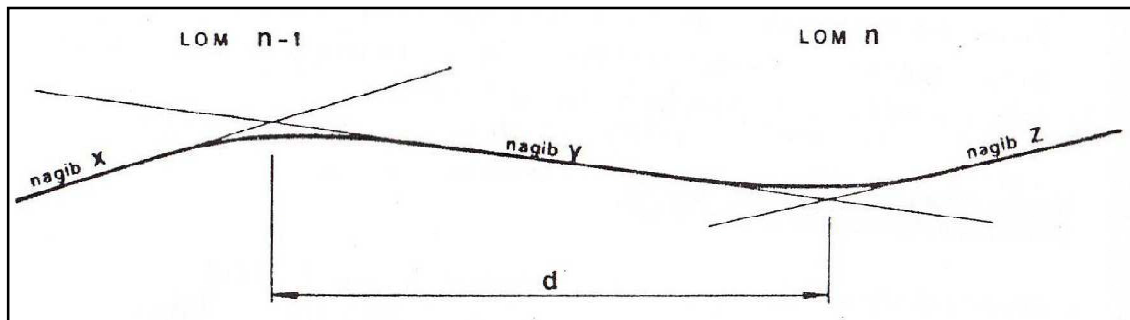
Табела 4: Големини на радиуси на кружни кривини

Група на аеродром	Радиус на кружни кривини [m]
A и B	30.000
C	15.000
D и E	5.000

Попречниот наклон на ПСП има улога да овозможи одводнување на водата и зависи од материјалот од кој е направена површината, дали е коловозот бетонски или асфалтен (слика 11).

Граничниот напречен наклони зависи од групата на аеродроми и тоа:

- ⇒ за групите A, B и C изнесува 1,5%,
- ⇒ за групите D и E, напречниот наклон може да биде 2%.



Слика 11: Радиуси на кружна кривина

Должината на прегледност видливост (слика 12), се определува така што, не смее да се појави ниту една линија на видливост, на која нешто и смета од било која точка 3 m над ПСП.



Слика 12: Должина на прегледност - видливост

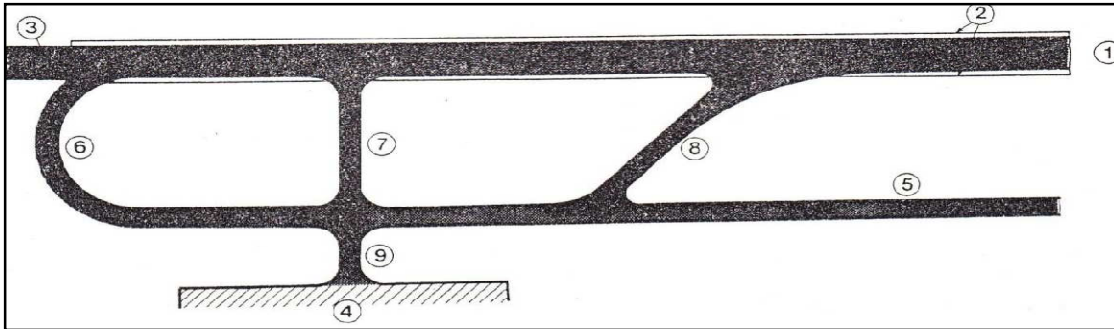
Сите останати точки кои се наоѓаат 3 m над ПСП, во граница на должина од најмалку половина од должината на ПСП.

Ова правило се однесува за групите на аеродроми A, B и C, додека за групите D и E, критичните точки се на висина од 2 m.

Начелната шема на аеродром со патека за воздухоплови се состои од следните елементи (слика 13).

- ⇒ полетно слетна патека; ①
- ⇒ рамења; ②

- ⇒ патека за дополнително запирање; ③
- ⇒ стојалиште – платформа; ④
- ⇒ главна рулна патека; ⑤
- ⇒ кружна попречна рулна патека; ⑥
- ⇒ вертикална попречна рулна патека; ⑦
- ⇒ брза излезна рулна патека; ⑧
- ⇒ рулна патека за стојалиште. ⑨



Слика 13: Шема на аеродром со патеки за движење на воздухоплови

2.3.9. Обележување на ПСП и другите површини за движење на воздухопловите дење

За дневно лесно воочување од воздухопловите (во услови на дневно слетување и слетување во услови на добра видливост), се врши обележување на површините по кои тие се движат.

Сообраќајните површини на аеродромите за инструментално односно прецизно слетување, се обележуваат различно од оние аеродроми за неинструментално слетување.

Истотака, постојат разлики и во означувањето на површините, во зависност од категоријата на ПСП.

За обележување на **површините на коловозот** по кој се движат авионите, се користи боја, или некој друг материјал.

Особено е важно да се истакне дека со бојадисувањето, не смее да се намали коефициентот на триење на површината.

Ознаките се состојат од линии, бројки и букви, напишани најчесто со бела боја, според стандардизирана големина и облик (слика 14).



Слика 14: Поглед на ПСП при слетување на воздухопловот

На ПСП се обележуваат следните ознаки (слика 15).

Ознаки на патеката (се наоѓаат на праговите на ПСП во облик на двоцифрен број, кој претставува насока на патеката во степени).

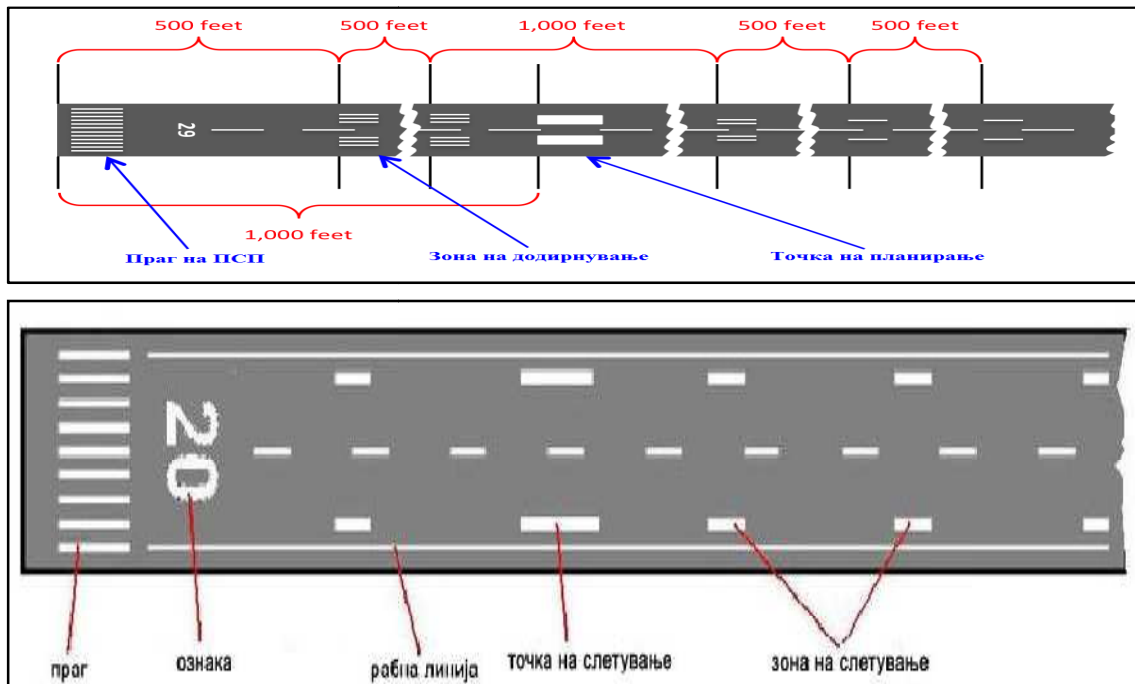
Оска на патеката – централна линија (тоа е надолжна испрекината линија, помеѓу ознаките на праговите).

Праг на патеката (надолжни линии, паралелни на оската на патеката, ленти со ширина 1,8 m и должина 30 m, со меѓупростор од 1,8 m).

Раб на патеката (полна линија вдолж двата раба по цела должина помеѓу праговите);

Зона на слетување (се состои од парови симетрични линии, поставени во однос на оската на патеката);

Точка на слетување (тоа е место на патеката на кое воздухопловот би требал да ја допре патеката. Ознаката е пар на правоаголници, симетрични во однос на оската на патеката).



Слика 15: Обележување на полетно слетна патека

Обележувањето за слетување во ноќни услови, или во услови на слаба денска видливост, е со помош на светла. Светлата зависат од категоријата на аеродромот.

Аеродроми во светот, со најмногу превезени патници – годишно се:

⇒ Hartsfield-Jackson Atlanta International Airport.	83,606,583
⇒ O'Hare International Airport (Chicago)	75,533,822
⇒ Heathrow Airport (London).	67,344,054
⇒ Haneda Airport (Tokyo).	62,291,405
⇒ Los Angeles International Airport.	60,688,609
⇒ Dallas/Fort Worth International Airport.	59,412,217
⇒ Paris-Charles de Gaulle Airport.	51,260,363
⇒ Frankfurt Airport	51,098,271
⇒ Amsterdam Airport Schiphol.	42,541,180

На (слика 16), претставена е внатрешноста на аеродромската зграда, наменета за патници на аеродромот во Хонг Конг, кој е досега вкупно седум години избран за најдобар аеродром во светот, според нивото на услуга.



Слика 16: Изглед на внатрешноста од аеродромот во Хонг Конг

ТРЕТ ДЕЛ

ХЕЛИОДРОМИ



III. ХЕЛИДРОМИ

Првите почетоци на воздухопловството започнуваат уште од одамна, бидејќи отсекогаш постоела желбата на човекот за летање. Дедал и Икар, во затвор изработиле вештачки крила од птичији пердуви и восок, полетале и се спасиле од заробеништвото, но Икар воодушевен од можноста да лета, се вивнал превисоко, се стопил восокот на крилата и паднал во морето.

Во 1903 година браќата Рајт (Wilbur and Orville Wright) ги извеле своите три лета од кои најдолгиот траел 59 секунди, со брзина од 50 km/h.

Хеликоптер е вид на летало кое се крева и спушта со помош на вртечки перки. Хеликоптерите се класифицирани како авиони со ротациони крила, за разлика од класичните авиони со фиксни крила.

Зборот „хеликоптер“ е настанат од старогрчките зборови „хеликс“ (спирала) и „птерон“ (крило).

Хеликоптерот е еден вид rotorcraft, којшто е подвид на авионите.

Како далечни основачи на хеликоптерот се сметаат Кинезите, кои во 4. век п.н.е. развиле мала играчка за летање, направена од бамбус, во форма на хеликоптер.

За да функционираат хеликоптерите мора да имаат посебни места од каде што тие ќе полетуваат, односно слетуваат. Тие места се наречени хелиодроми.

Хелидромот е специјална категорија аеродром наменет за безбедно слетување, возење, полетување и слетување на хеликоптери.

Еден хелиодром треба да ги има сите елементи, како и аеродромот со таа разлика што освен ПСП, посебно има одреден број на слетувања.

Во големите градски и урбани области, хелиодромот е од голема полза на патниците кои имаат потреба за брзо движење во градот или во регионите што се оддалечуваат. Општо, хеликоптерите можат да се наоѓаат поблиску до град или центар на градот отколку од аеродром за авион.

Предноста при летање со хеликоптер до дестинација или дури до главниот аеродром во градот е тоа што патувањето може да биде многу побрзо од возењето.

Како пример, во центарот на градот Менхетен со хелиодром во Њу Јорк обезбедува закажани услуги до меѓународниот аеродром Џон Ф. Кенеди и се користи за пренесување богати и важни лица, и е доста добро и брзо решение за дестинациите, далеку од Мериленд.

3.1. Дефиниции и поделба на хелиодромите според намената

Кога се збори за хелиодроми може да произлезат повеќе поими кои може да ги дефинираме.

„**Хеликоптер**“ значи авион со ротирачко крило способен за вертикално полетување и слетување.

„**Хеликоптерска операција**“ или „операција“ значи комбинирано полетување и слетување на хеликоптер.

„**Хелиодром**“ значи одредено копнено подрачје што се користи за хеликоптерски активности и какви било области со додатоци, вклучително и погони за гориво, терминални згради и објекти за одржување и поправка.

„**Хелистоп**“ значи одредена копнена површина или кровна конструкција што се користи за качување и симнување на патници и товар, при што не поседува објекти за одржување и поправка на хеликоптери или услуги за дотур на гориво.

„**Ниво на бучава од амбиент**“ (ANL) е постојното ниво на бучава во позадина, со исклучена бучавата што се емитува од хеликоптер, мерено со мерач на ниво на звук од класа 1 или класа 2, што ги исполнува стандардите на Американскиот национален институт за стандарди (ANSI-S1.4-1983) измерена во dBA.

„**Ниво на бучава од хеликоптер**“ (HNL)“ значи максимално ниво на бучава, генерирано од хеликоптер, мерено со мерач на ниво на звук од класа 1 или 2, што ги

исполнува стандардите на Американскиот национален институт за стандарди (ANSI-SI.4-1983) и се мери во dBA.

„**Патека за приближување - поаѓање**“ значи патека на летот на хеликоптерот кога се приближува или заминува од одредено подрачје за полетување и слетување.

„**dBA**“ значи ниво на притисок на звук.

„**FAA**“ значи Федерална управа за авијација.

„**FAR**“ значи Федерална регулатива за авијација.

„**Употреба на земјиштето чувствителен на бучава**“ значи, употреба на земјиште подложено на вознемиреност од упад на бучава од хеликоптер. Примерите вклучуваат, но не се ограничени на: станбени објекти, образовни, културни и верски објекти, здравствени услуги, услуги за туристи, објекти за рекреација или забава на отворено, канцеларии, лаборатории за истражување, или Вакви неконструирани намени како што е наведено погоре, со одобрена табличка за поделба, план за развој или градежна дозвола

„**Мерење на косиот опсег**“ значи мерење земено од најблиската точка на периметарот на местото за слетување во права линија до најблиската точка до линијата за сопственост.

Хелиодромите според намената се делат на:

- ⇒ хелиодроми за јавен воздушен транспорт (класифицирани во четири категории А, Б Ц и Д);
- ⇒ хелиодроми за обука на летечки екипаж за летање;
- ⇒ хелиодроми за потребите на одделни на некои организации и структури.

3.2. Инфраструктура на хелиодромите

Генерално, на секој хелиодром ја има следнава инфраструктура:

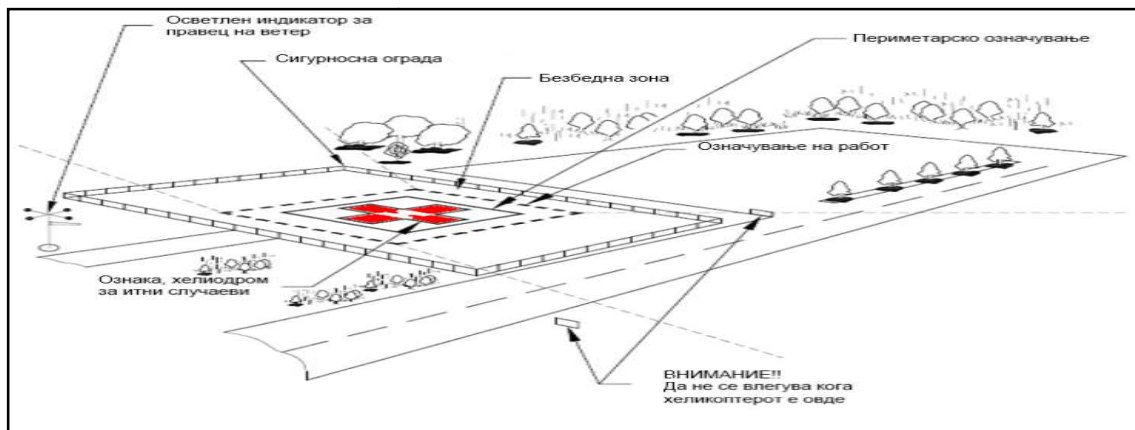
- ⇒ полетно-слетни патеки на хеликоптерите;
- ⇒ објекти, уреди и опрема за раководење со летањето;
- ⇒ хелиодроми за итни ситуации и
- ⇒ слетилиште или „Хелиопад“

3.2.1. Полетно-слетувачки патеки на хеликоптерите

ПСП хеликоптерите ја користат за полетување и слетување во „протрчување“.

Обележувањето на ПСП служи за помош на слетување на хеликоптерот дење и при добра видливост.

Ознаките се состојат од **линии, броеви и букви**. Најчесто се бела боја со препишани димензии и облик (слика 17).

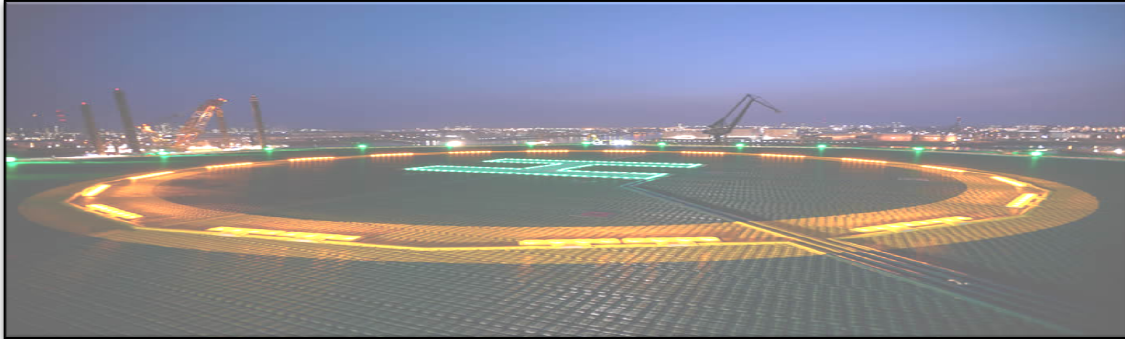


Слика 17: Објекти и уреди на еден хелиодром

Останати делови на хелиодромите се:

- ⇒ хангари;
- ⇒ простори за гориво;
- ⇒ објекти за прием на патници и др.

За случаеви на ноќно слетување или при слаба видливост на ПСП се поставени светла кои се од голема помош при слетување ноќе или при слаба видливост (слика 18).



Слика 18: Опремен хелиодром за слетување ноќе или при слаба видливост

Должината и ширината на ПСП на хеликоптерите за слетување се утврдени во зависност од аеродромската класа за хеликоптерите.

Според Конвенцијата на ICAO за меѓународно цивилно воздухопловство, (Анекс 14 - Дел II - Хелиодроми, конвенции на Чикаго) хеликоптери на јавниот воздушен сообраќај (класифицирани во четири категории А, Б, Ц, Д).

Во зависност од категоријата на која припаѓа хеликоптерот, нејзината ПСП треба да ги има следниве карактеристики (табела 5).

Табела 5: Карактеристики на ПСП за хеликоптери

Класа	Должина	Ширина
А	повеќе од 90 метри	30 метри
Б	од 40 до 90 метри	20 метри
Ц	од 15 до 40 метри	15 метри
Д	15 метри	1.2 метри од должина на пропелерот на хеликоптерот

3.2.2. Објекти, уреди и опрема на хелиопад

Постојат одредени елементи кои се вообичаени за хелиопад на земјена подлога или за хелипад на покрив на зграда или сл.

Потребно е осветлување на хелипадот за да се спроведат ноќни слетувања, како и осветлен конус за покажување на правецот на ветер.

За хелиопади што се наоѓаат на врвот на зградите односно на покрив задолжително е хелипадот да биде опремен дополнително со:

- ⇒ противпожарна опрема, и
- ⇒ резервоар со вода што се користи во случаеви на истурање на гориво за да се спречи влегувањето на горивото во канализациски систем.

Се препорачува сите хелиопади да ги имаат противпожарни апарати или систем на пена на покривот.

3.2.2.1. Индикатор за правец на ветер

Индикаторот за правец на ветер, најмалку еден, се обезбедува со најдобриот можен контраст на боја во споредба со неговата позадина.

За да се избегнете опасност, индикаторот треба да биде сместен надвор на безбедносната област.

Ако се наменети ноќни операции, индикаторите треба да бидат осветлени и должината на индикаторот треба да биде 2,4m за хелиопади на површината на земјата и 1,2 м за хелиопади на покриви (слика 19 и 20).



Слика 19: Индикатор за правец на ветер



Слика 20: Индикатор за правец на ветер на врв на зграда односно покрив

3.2.2.2. Стандарди и барања за заштита на животната средина, безбедноста и заштита на здравјето

Стандардите и условите кои треба да се почитуваат при работење на хелиодромите за целите на заштита на здравјето, безбедноста и животната средина опфаќа:

- ⇒ исполнување на критериумот за локацијата на хелиодромот;
- ⇒ исполнувања на барањата за бучава во блиските и населените места (ANL);
- ⇒ заштита на употребата на копно чувствителни на бучава односно од звукот на хеликоптерите (станбени намени, образовни, културни и верски објекти, здравствени услуги, објекти за рекреација или забава на отворено, канцеларии итн);

- ⇒ исполнување на барањето за безбедност при полетување или слетување на хеликоптерот и
- ⇒ заштита на вредноста на имотот.

3.2.2.3. Стандарди за операции на хелиодром (полетување и слетување со хеликоптер)

Стандарди за операции на хелиодром (полетување и слетување со хеликоптер) опфаќа:

- ⇒ периметарот на подлогата за слетување треба да биде минимум:
 - ↯ 50 метри од линијата на парцелата;
 - ↯ 1200 метри од линијата на парцелата до земјиштето чувствително на бучава;
 - ↯ 2400 метри од периметарот на полето за слетување полетување на друг хелиодром;
 - ↯ 300 метри од јавно место;
- ⇒ дозволените часови на работа се помеѓу 7 часот наутро до 19: 00 часот навечер;
- ⇒ стандарди на додатоци на хелиодромот – објектите за одржување и горивото треба да бидат минимум 50 метри од линијаата на парцелата;
- ⇒ периметарот на подлогата за слетување на хелиодромот треба да биде минимум:
 - ↯ 50 метри од линијата на парцелата;
 - ↯ 1200 метри од линијата на парцелата до земјиштето чувствително на бучава;
 - ↯ 200 метри од линијата на парцелата до земјиштето чувствително на бучава – за болнички хеликоптери и
 - ↯ 300 метри од јавно место.

3.2.2.4. Тестирање на бучава.

Тестирањето се врши во согласност со прирачникот за тестирање на бучава на хеликоптерот, кој е одобрен од надлежните служби.

Апликантот треба да достави писмено известување до администраторот на надлежните служби, две недели пред датумот на тестирање.

3.2.2.5. Број на операции со хелиодром (број на полетувања и слетувања на хеликоптер)

Хелиодромите можат да бидат предмет на ограничувања на бројот на активности/оперции како услов на дозволата за употреба.

После една година, апликантот може да побара зголемување на бројот на операции со постапката за дозвола за условна употреба од типот 3. Хелиодромот не смее **да надмине 10 операции на ден.**

Градскиот совет или странката одговорна за одобрување на дозволата може да утврдат помал број на дозволени активности заради близина на земјиште чувствително на бучава.

Имателот на дозволата за хелиодром или хелистоп ја запишува идентификацијата и времето на пристигнување-поаѓање на хеликоптерите што го користат објектот.

Табела 6: Број на операции на еден хелиодром според нивото на бучавост

Бучава на хелиодромот мерена во dBA	Максимум број на операции во ден
Од 55 до 60 dBA	8
Од 60 до 65 dBA	4
Од 65 до 70 dBA	2
Од 70 до 75 dBA	1
Над 75 dBA	0

3.2.2.6. Дозволи за користење на хелиодром

За користење на хелиодромот треба да се има дозвола која е издадена од надлежни служби.

Постојат следниве видови на дозволи:

- ⇒ Дозвола за хелиодром – Тип 3
- ⇒ Привремена дозвола за хелиодром

Дозвола за хелиодром – Тип 3

Апликантот за дозвола за хелиодром поднесува апликација, освен на првичниот план за развој, апликацијата го содржи следново:

- ⇒ писмо за определување на воздушниот простор на ФАА;
- ⇒ текст што ги опишува следниве информации:
 - ✦ видот, тежината и нивото на емисија на бучава (добиеено од производителот или ФАА) на хеликоптерите предвидени за користење на локацијата;
 - ✦ бараниот број на хеликоптерски активности;
 - ✦ бараните денови и часови на работа на објектот;
- ⇒ планот за опкружување, од областа, на радиус од 2.640 метри до центарот на хелипадот, што покажува:
 - ✦ граници димензии на парцелата;
 - ✦ патека за пристап-заминување;
 - ✦ пречки во непосредна близина на патот за пристап-поаѓање;
 - ✦ локација на употреба на почва чувствителна на бучава;
 - ✦ локација на јавни места на 300 метри од центарот на хелипад.
- ⇒ план на местото од 300 метри што покажува:
 - ✦ областа за заземјување, вклучувајќи ознаки и идентификација;
 - ✦ паркинг за авиони, места за одржување и гориво и периферни области;
 - ✦ локација на оградите и безбедносни бариери;
 - ✦ точки на пристап до рампа за слетување и
 - ✦ локација на додатоци структури и опрема, вклучувајќи опрема за противпожарна заштита (кога е применливо).
- ⇒ тест за бучава

Одобрувањето за дозвола за условна употреба за хелиодром важи три години.

Привремена дозвола за хелиодром

Овој вид на дозволи се користат за некои мали хелиодроми, односно за хелиодроми кои имаат мал сообраќај.

Ги имаме следниве дозволи од овој тип:

- ⇒ *Четиринаесет дневна дозвола.* Надлежните служби можат да дадат еднократна 14-дневна дозвола за хелиодром во која било зона ако се утврди дека доделувањето на дозволата нема да има негативно влијание врз блиската употреба на земјиште чувствителна на бучава. Апликацијата ги содржи истите документи како и за дозволата од тип 3.
- ⇒ *Деветмесечна дозвола.* Надлежните служби можат да доделат еднократна деветмесечна дозвола за хеликоптер во која било зона во согласност со постапките за дозвола за условно користење од типот 3.
- ⇒ *Еднодневна дозвола.* Годишна еднодневна операција може да се случи на имот што е минимум 20 хектари.
- ⇒ *Дводневна дозвола.* Надлежните служби можат да доделат дводневна дозвола за хелиодром во која било зона за секоја парцела од минимум 20 хектари. Со тоа што вкупниот број на активности не смее да надмине 10, не се издаваат повеќе од две дозволи за иста парцела годишно за оваа одредба. Градскиот совет може да се откаже од тестот за бучава за оваа дозвола.

3.2.3. Хелиодроми за итни случаи

Хелиодром за итни случаи претставува хелиодром кои се ограничени и кои служат за сообраќај на воздушни амбулантни операции или други функции поврзани со болницата.

Хелиодромот за итни случаи може да се идентификува со буква Н, бела боја и црвен крст, и двете позициониран во центарот на областа.



Слика 21: Хелиодром за итни случаи

3.2.3.1. Цел и применливост на хелиодромите за итни случаи

Цел и применливост на хелиодромите за итни случаи мораат да ги исполнуваат следните стандарди и барања за работа на хелиодроми и хелиостопи со цел заштита на здравјето, безбедноста и благосостојбата на јавноста со:

- ⇒ обезбедување критериуми за локацијата на хелиодромите и хелиостопи;
- ⇒ обезбедување компатибилност на хелиодром и хелиостоп со употреба на земјиште чувствителни на бучава;
- ⇒ заштита на употребата на копна чувствителни на бучава од хеликоптери;
- ⇒ обезбедување безбедност при употреба на хелиодроми и хелиостопи;
- ⇒ заштита на вредностите на имотот.

3.2.4. Слетиште – Хелиопад

Слетиштата се определени површини на земјата со димензии поголеми два пати од главниот ротор на хеликоптерот.

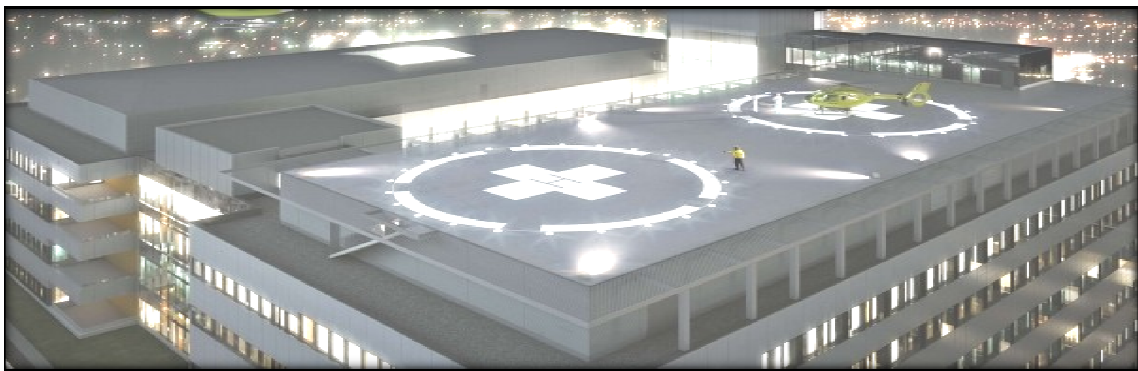
Во централниот дел на слетиштето се наоѓа платформа 10 x 15 m, на која хеликоптерите слетуваат.

Слетиштата се наменети за вертикално полетување и слетување на хеликоптери, вежбање лебдење со и без надворешен товар и паркинг.

Полетувањето од слетиштата може да биде вертикално (вклучува пократко лебдење над земјата со преминување на прогресивен лет) или полетување со залет (со преоптоварен хеликоптер или за цели на обука), а условено е од големината на слетиштата, пречките околу него, атмосферските услови и вкупната тежина на хеликоптерот.

На секој хелиодром, без оглед на категоријата, каде што има и други типови на воздухоплови, се одредуваат слетишта со кружна форма, кои обавезно се означуваат со Н во средина.

Слетиштата може да се организираат на истиот принцип (означен Н на средина, исто така надвор од аеродромот и хелиодромите (во болници, на канцелариски згради, ски-центри, автодроми, индустриски и други канцелариски објекти и др. (слика 22).



Слика 22: Слетиште на канцелариска зграда

Исто така слетиштата може да се лоцираат на пловни објекти со различни намени (патнички, товарни, воени бродови, носачи на авиони, платформи за експлоатација на нафта итн.). Во воздушна смисла, овие слетувања ги имаат сите карактеристики на копнените, освен постапката за слетување, што е нешто посебно специфично за пилотите отколку слетувањето на земјените слетишта (слика 23).



Слика 23: Слетиште на пловен објект - брод

Од градежен аспект, слетиштата се делат на:

- ⇒ слетишта со вештачка подлога (бетон, асфалт-бетон, челик);
- ⇒ слетишта со природна подлога (трева, земја, вода, снег) (слика 24) и
- ⇒ слетишта на пловни објекти (бродови, платформи)



Слика 24: Слетишта на природна подлога (трева)

Одалеченоста помеѓу два соседни слетишта треба да биде најмалку 50 метри, а наклонот не смее да биде поголем од 5%.

Болничките хелиопади генерално се изработени од бетони челик. Може да биде дизајниран хелипад на ниво на земја со асфалт, но не се препорачува.

Асфалтот е таков материјал при што омекнува за време на жешките летни месеци со негова употреба.

ЧЕТВРТ ДЕЛ

ЖЕЛЕЗНИЦИ



IV. Железници

4. Железничка инфраструктура

Железничката инфраструктура како добро од општ интерес за Републиката е сопственост на државата и на неа не може да се стекне право на сопственост.

Железничка инфраструктура е единствен техничко-технолошки систем од железнички пруги со горен и долен строј, колосеци, ранжирни станици, објекти на пругите, железнички станици, објекти на електрична влеча на возови, сигнално-сигурносни системи, комуникациски и информатички системи во железничкиот сообраќај, згради, депоа и други градежни објекти на железничките станици кои се во функција на организирање, регулирање на железничкиот сообраќај и одржување на инфраструктурата, земјиштето кое функционално и припаѓа на пругата, службените места и објектите.

Со железничката инфраструктура во Македонија управува управител на инфраструктурата - Јавно претпријатие за железничка инфраструктура Железници на Македонија - Скопје.

Врз основа на Законот за трансформација на Јавното претпријатие Македонски железници Ц.О. - Скопје извршена е поделба на две претпријатија и од 8.8.2007 година започна да функционира Јавното претпријатие за железничка инфраструктура Македонски железници – Скопје, односно Јавно претпријатие за железничка инфраструктура Железници на Македонија Скопје, како управител на инфраструктурата (слика 25).



Слика 25: Организација на железничкиот сектор во Македонија

Железнички товарни коридори

На 9 ноември 2010 година стапи на сила Регулативата 913/2010/ЕУ усвоена од страна на Европскиот парламент и на Советот со која се одредија правилата за основање на европската железничка мрежа на конкурентни товарни превози која се состои од меѓународни товарни коридори.

Целта е да се постигне сигурна и квалитетна услуга во товарниот превоз со што железничкиот превоз би можел да конкурира на другите видови на превоз.

Главна цел на Регулативата 913/2010/ЕУ е да се подобрат услугите кои управителите на инфраструктурите ги овозможуваат на меѓународните превозници во товарниот сообраќај.

Неколку иницијативи придонесоа за создавање на концептот- коридори: првиот железнички пакет, програмата **Транс- Европска сообраќајна мрежа (TNT-T)**, соработката помеѓу државите членки и помеѓу управителите на инфраструктурите во рамките на ERTMS и воведувањето на TAF TSI (технички спецификации за интероперабилност за телематички апликации во товарниот превоз).

Европската унија преку регулатива сака да делува во следните главни сегменти кои коренсподираат со процесот на хармонизација:

- ⇒ подобрување на координацијата помеѓу управителите на инфраструктурите;
- ⇒ подобрување на условите за пристап кон железничката инфраструктура;
- ⇒ гарантирање на соодветна предност на товарните возови и
- ⇒ подобрување на интермодалноста долж коридорите.

За да се постигнат целите, Европската унија одреди 9 (девет) меѓународни железнички товарни коридори (RFC) на железничката мрежа на Европската унија. Главните параметри на RFC-коридори се (Регулатива 1316/2013/EУ) (табела 7)

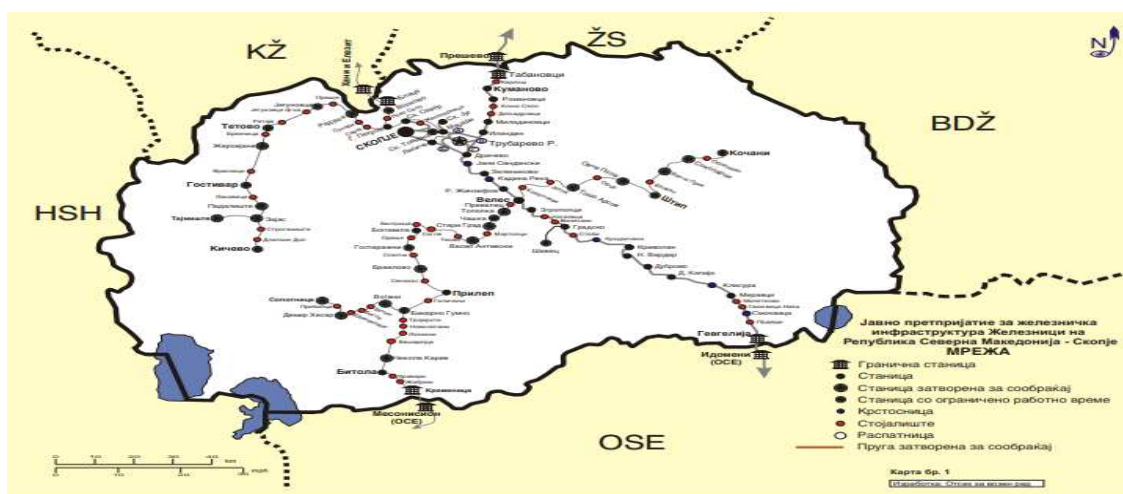
Табела 7: Детален опис на RFC - коридорите достапен е на следните веб-страници:

Коридор	ВЕБ-страна
1. Рајнско-Алпски коридор	http://www.coridor-rhine-alpine.eu/
2. Коридор Северно мореСредоземје	http://www.rfc2.eu/
3. Скандинавско-медитерански коридор	http://uk.bane.dk/visArtikel_eng.asp http://artikelID=19731
4. Атлантски коридор	http://www.corridor4.eu/
5. Балтичко-јадрански коридор	
6. Медитерански коридор	https://www.railfreightcorridor6.eu/
7. Коридор Близок исток-Источен Медитеран	http://wwwwrfc7.eu/
8. Коридор Северно море-Балтик	http://www.rfc8.eu/
9. Рајнско-Дунавски коридор	http://wwwwrfc9.eu/

Железниците претставуваат само еден вид на сообраќај. Во својата работа тој треба да е тесно поврзан со останатите сообраќајни видови. Предмет на железничкиот транспорт се стока, луѓе и поштенски пратки.

Железниците како сообраќајно средство, претставуваат целина од три елементи: железен пат – колосек, возови - низови од меѓусебно поврзани возила кои имаат простор за носење на товари кои се придружувани од специјални возила снабдени со механички мотор за влеча, организација на службата за експлоатација на железниците, без која е невозможно одвивање на секаков сообраќај.

Основната разлика од останатите сообраќајни видови е што возилата односно возовите, овде се принудно водени од фиксен пат – колосек (и без причина од него не можат да се одвојат) и тоа по строго утврдена возен ред (слика 26).



Слика 26: Железничка инфраструктура во Македонија

Од самиот свој постанок, железниците земаат значајно место во сообраќајот: брзо освојуваат, доминантни се над останатите видови сообраќај и таа позиција ја задржуваат главно и меѓу различните видови на денешниот современ сообраќај, во поголем број на земји.

Главната предност на железницата е во масовноста на превозот. После поморските транспортни средства, железниците доаѓаат на второ место. Добро опремена железничка пруга, на поволен терен, може да совлада годишен транспорт од 10 – 18.000.000 [t] стока, при што тежината на еден товарен воз може да изнесува 3 - 4000 [t] па и повеќе.

Редовната техничка брзина на возовите по добро опремена пруга, денес изнесува 150 – 200 km/h. Во светот се веќе вообичаени комерцијалните брзини 130 – 150 km/h за патнички и 50 – 70 km/h за товарни возила.

Железниците се едни од најуредените сообраќајни средства. Всушност, тоа е основен предуслов за одвивање на железничкиот сообраќај. Тие практично работат дење и ноќе, лете и зиме, при сите временски услови.

После водениот транспорт, железниците овозможуваат најевтин превоз, поради малите отпори на движење.

Според статистичките податоци, железницата овозможува најбезбеден транспорт.

Во поглед на удобноста, постојат огромни можности како кај патничкиот, така и кај транспортот на стока.

Кај патничкиот, со класирање на транспортот (со специјални коли за спиење, јадење, салон коли), а кај транспортот на стока, со специјални вагони за секаков вид стока (растурен товар, жива стока, течности, специјални тешки делови, свеж зеленчук и овошје, месо и сл.) – практично опфатено е се што е предмет на превоз во јавниот транспорт.

Овие карактеристики на железничкиот транспорт, ја објаснуваат доминантната улога што ја имале железниците во вкупниот транспорт на добра во светот, која се движела и до 80% во некои земји со густа железничка мрежа, во 50-те години на XX век.

Значителни промени се чувствуваат по 1965 година и тоа се огледува во намаленото учество на железниците во целокупниот јавен транспорт, поради следниве причини:

- ⇒ железнички линии се помалку се градат (особено во земјите со послабо развиена железничка мрежа, бидејќи за нивната изградба се потребни големи инвестициони вложувања);
- ⇒ несоодветно осовременување на железниците и нивното заостанување во технички поглед во некои земји и
- ⇒ неочекуваниот развој на другите видови на сообраќај – главно на патниот и воздушниот, кои земаат врз себе се поголем дел од товарите и превозот на патници.

За индустријата може да се наведе состојбата од следниве четири Европски земји: Англија, Германија, Франција и Италија.

Веќе во 1974 год. во Франција железницата учествува со 50%, во Германија железницата го задржала приматот со околу 60%, во Англија 35% и во Италија нејзиното учество се намалува на 30% (во корист на патниот транспорт).

Во поглед на патниот сообраќај веќе подолго време железниците реализираат помал транспорт.

Треба да се напомене дека во најново време, усовршувањето на извесни нови видови железници (пр. на една шина и каде возилата лебдат на воздушно перниче создадено од електромагнетно поле), зема се поголем замав и се градат експериментални линии во повеќе земји. Тие можат да бидат конкурентни и на воздушниот сообраќај за превоз на патници затоа што развиваат брзини од 500 км/ч.

Исто така видливо е дека по извесниот застој во железничкиот сообраќај во периодот од 1965 – 1995 година во последниве години железницата станува повторно сè по актуелна.

Енергетската криза доведе принудно до заострување на критериумите за рационална потрошувачка па и штедење на течните и цврсти горива, чии резерви се сепак ограничени. Од таму излезот кој се бара во електричната и атомската енергија, упатува се повеќе на железницата која од сите видови сообраќај, е најпогодна за примена на оваа енергија за погон.

При тоа, освен добрите перспективи за превземање на масовните транспорти, таа почнува да постанува реален конкурент на воздушниот сообраќај во преземањето на патничкиот превоз помеѓу големите градски метрополи оддалечени 500 – 600 km, па дури и 800 km, со брзите железнички линии (со класичен колосек на две шини се овозможува брзина 300 - 350 km/h).

Тие веќе сега овозможуваат исто време за патување на овие релации. Освен тоа, заситеноста на воздушниот простор и воздушните пристаништа, упатува барање излез со вакви брзи линии, кои се способни и за најмасовен превоз (што најилустративно го покажува Токаидо пругата во Јапонија, со годишен превоз на повеќе од 128 мил. патници).

4.1. Железнички возни средства

За проектирање на железничката пруга, потребно е познавање помеѓу останатото и на возилата, односно нивните главни конструктивни особености и нивниот однос кон железничкиот пат-колосекот.

Железничките возила се сообраќајни средства што се специјално конструирани за присилно возење по железничкиот колосек. Се движат обично поврзани во низа, со што се формира воз. Сообраќајот на возови е основна карактеристика на железничкиот сообраќај.

Возовите се составени од коли - вагони за превоз на луѓе и товари, без сопствена погонска машина за движење, што се влечени од локомотиви - активни моторни единици.

Покрај овие две групи железничките возила се сретнуваат уште и:

- ⇒ моторни коли - коли за патници, со сопствен мотор на движење и
- ⇒ специјални железнички возила кои имаат примена во внатрешната служба на железницата, како: вагон-дигалки, дресини и сл.

4.1.1. Железнички коли (вагони)

Железнички коли се најбројните железнички возила, кои според намената се делат на:

- ⇒ патнички (овде спаѓаат и специјалните коли на санитетските возови);
- ⇒ товарни коли;
- ⇒ службени коли во кои спаѓаат и колите за поштенски пратки;
- ⇒ специјални коли за градење и одржување на пругите.

Покрај димензиите на колите (должина и висина), други основни карактеристики на колите се:

- ⇒ сопствена тежина (тара);
- ⇒ товарна тежина (корисна тежина);
- ⇒ товарна површина и запремина и
- ⇒ бруто тежина (тара+товар).

Товарната тежина е обично 12 – 25 – 45 тони.

Во САД е скоро вообичаена товарна тежина од 45 тони, а најчесто се над 60-80 па достигнуваат и до 120 тони, кај специјални коли.

Во Европа најголема товарна тежина се движи од 50-60 тони.

Ова е значајна карактеристика на колите, бидејќи тие што имаат поголема товарна тежина, привлекуваат поголеми товари со покуси композиции. Тогаш се потребни поснажни локомотиви и појак горен stroj на пругата. Битно е да се знае дека осовинскиот притисок е ист бидејќи овие коли имаат поголем број оски.

Колите се товараат обично 0.5 – 0.8 од нивната носивост (товарна тежина) и тоа е важен податок што се вика коефициент на товарење.

4.1.2. Локомотиви

Локомотивите се активни моторни единици. Немаат простор за товар туку само механички мотор за влеча на возовите. После колите тие се најбројни железнички возила.

Бидејќи се потребни големи влечни сили особено при покренување на возот и одржување на рамномерно движење тие треба да располагаат со голема потенцијална енергија, која во своите механизми ќе ја претворат во кинетичка енергија на возот што се движи.

Таа потенцијална енергија локомотивите ја носат со себе (топлотна енергија на гориво, јаглен, мазут, нафта), или ја добиваат одстрана (како електрична енергија или, пареа со која ги полнат своите резервоари).

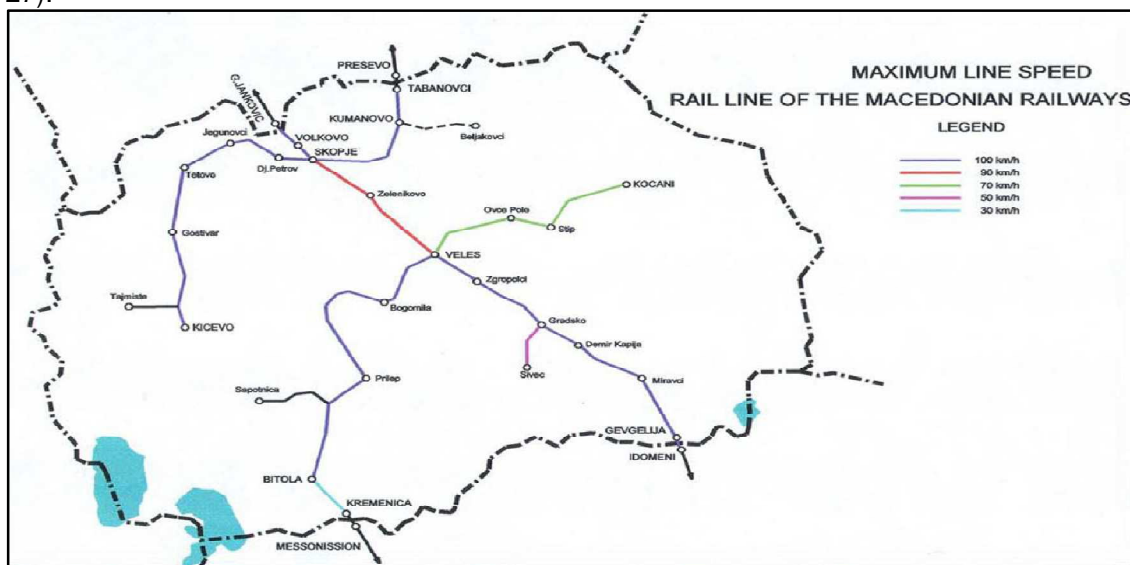
Според видот на енергијата што се користи во моторот, локомотивите може да се поделат на:

- ⇒ парни локомотиви (користат водена пареа);
- ⇒ електрични локомотиви (користат електрична енергија);
- ⇒ дизел локомотиви, со мотори со внатрешно согорување (дизел мотори) или, гасни трубини (користат нафта, односно изгорени гасови).

Оваа поделба на локомотивите е фактички поделба и на влечите:

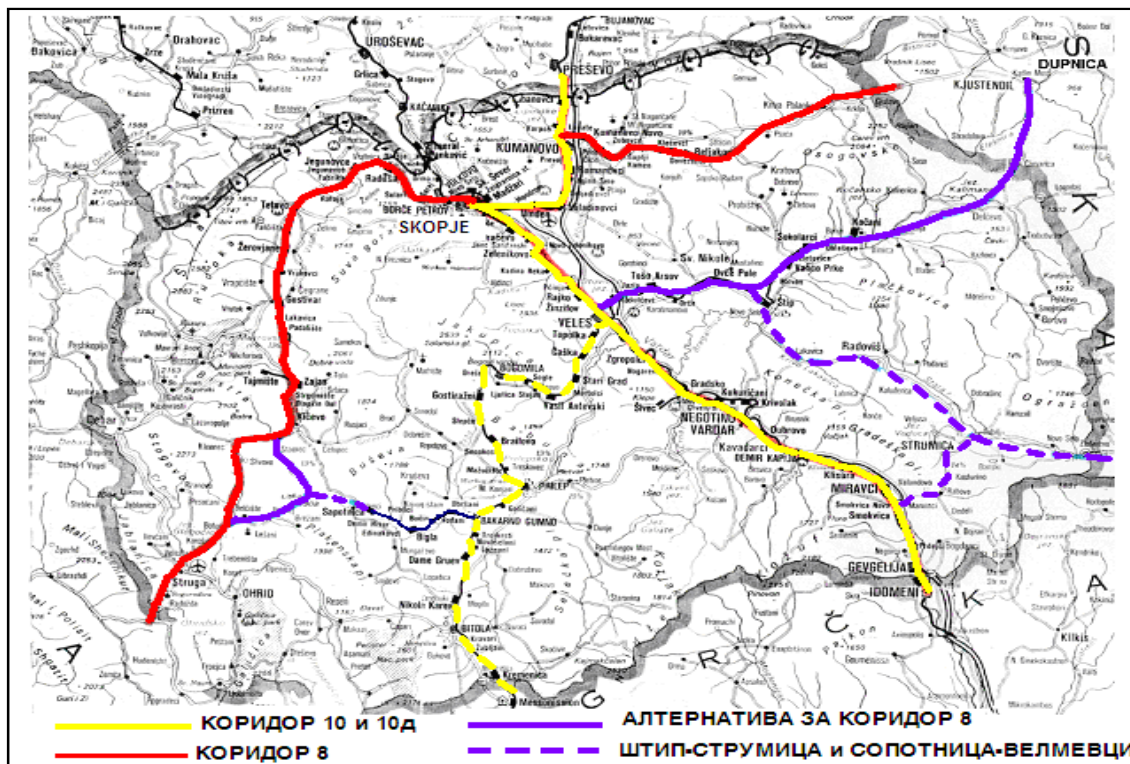
- ⇒ парна влеча;
- ⇒ електрична влеча и
- ⇒ дизел влеча.

Според Агенција за регулирање на железничкиот сектор железничка мрежа на македонските железници утврдени се максимални дозволен брзини на пругите (слика 27).



Слика 27: Максимални дозволен брзини на пругите во Македонија

Според Агенција за регулирање на железничкиот сектор железничка мрежа на македонските железници прикажани се постоечки линии и предлог на алтернативни нови железнички линии (слика 28).



Слика 28: Постоечки линии и предлог на алтернативни нови железнички линии

4.2. Основни поими за проектирање и графичка претстава на пругата

Градежниот проект за трасата на една пруга се изработува во три фази:

- ⇒ предпроект;
- ⇒ идеен проект и
- ⇒ главен проект.

Во зависност од овие три фази се работат и графичките прилози на проектот и тоа во различна размера. Најмалиот размер е за предпроектот, а најкрупниот за главниот проект. За графичка претстава на пругите при проектирање или, нивна реконструкција, користиме план или, ситуација, надолжен профил и попречни профили.

Ретко кога ќе биде изградена пруга без врска со некоја друга претходно изградена. Вообичаено новите пруги се сврзуваат за железнички јазли, диспозициони или сврзни станици на постојните пруги, или се продолжуваат од нивните крајни станици.

Без оглед дали сообраќајот од новата пруга завршува во сврзната станица или транзитира низ неа, таа мора да претрпи извесни реконструкции, со цел да се приспособат и зголемат нејзините капацитети за новиот сообраќај.

4.3. Основни елементи за проектирање на железничката пруга

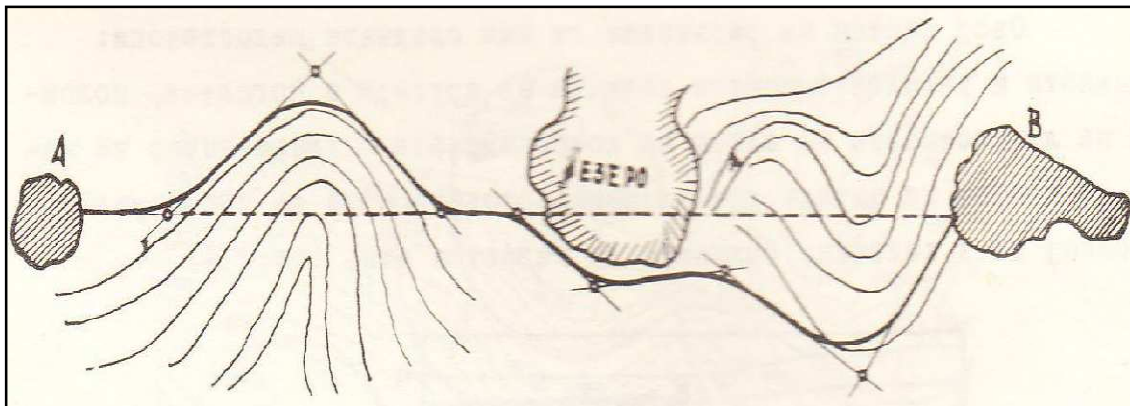
Основните технички карактеристики на една пруга се содржат во нејзиниот **надолжен профил** и **алинманот**.

Надолжниот профил претставува вертикален пресек на теренот по оската на пругата, а алинманот претставува хоризонтална проекција на оската.

4.3.1. Ситуационен план - ситуација

Од економско-технички аспект идеално би било целиот профил да биде во хоризонтална положба, а алинманот да биде во правец, но тоа не може да се постигне поради разни пречки на кои наидува трасата при водењето по теренот, на пр. ридови, лизгалишта, водени површини, населби, длабоки долини и др.

Ако сакаме да ги поврземе местата А и Б помеѓу кои се наоѓаат разни пречки (слика 29), принудени сме да го менуваме правецот на пругата и да избираме места кои ќе ни овозможат поекономично решение.



Слика 29: Одредување на правец на пругата

Затоа се повлекуваат повеќе правци и во пресекот на правците се вметнуваат хоризонтални кривини со одреден радиус на кривините.

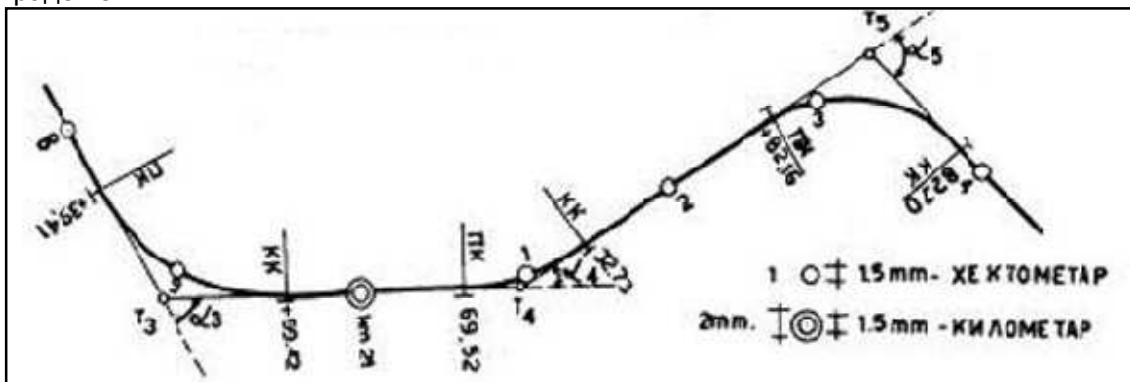
Кривините се делат на леви и десни во зависност од насоката на скршнување одејќи во насока на стационажата.

Крајните точки на кривините се нарекуваат почеток и крај на кривината, а аголот на прекршување помеѓу правците се нарекува агол на прекршување.

Стационажа се нарекува растојанието на секоја точка од оската на пругата мерено хоризонтално од почетокот на стационирањето.

Хоризонталната проекција на оската што се состои од правци и кривини, се нарекува ситуација, ситуационен план на пругата (или алинман) (слика 30).

Од умешноста при водење на трасата зависи квалитетот на профилот и алинманот на линијата, а со тоа и големината на трошоците во експлоатацијата, квалитетот и квантитетот на превозот и трошоците за градење.



Слика 30: Алинман на трасата

Алинманот се карактеризира со големината на радиусите на кривините и должината на меѓуправите.

А.) Алинман на трасата

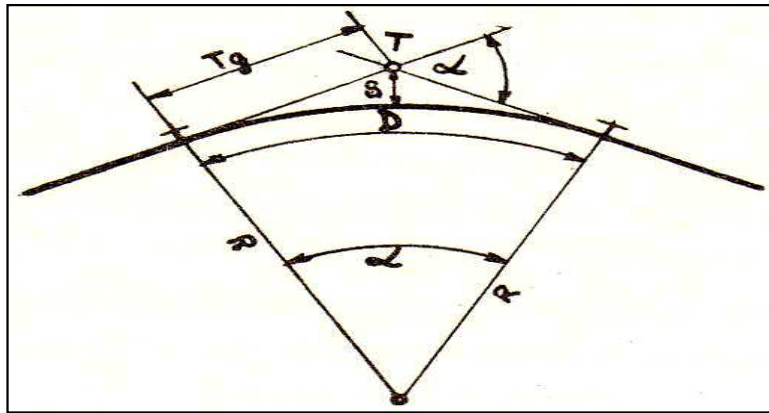
За да може трасата да се води по теренот со едноставен наклон и со помалку земјани и вештачки работи, проектантот мора да скршнува од правецот при секое наидување на препрека со **кривина**, која го овозможува тоа без тешкотии, а брзината со која возот ќе мине низ кривината, зависи од нејзиниот радиус.

Точката каде се прекршуваат правците се нарекува **теме** и служи за ориентација на сите понатамошни одмерувања.

Аголот за кој скршнатиот правец се свртел околу темето се вика **прекршен агол**, кој е еднаков на централниот агол на впишаната кривина помеѓу правците.

Имајќи го прекршниот агол и радиусот на кривина, математички ги пресметуваме останатите елементи на кривината (слика 31):

- ⇒ должина на тангентите (Tg),
- ⇒ должина на лакот (D),
- ⇒ должината на бисектриса (S) и др.



Слика 31: Елементи на кривина при проектирање на пруга

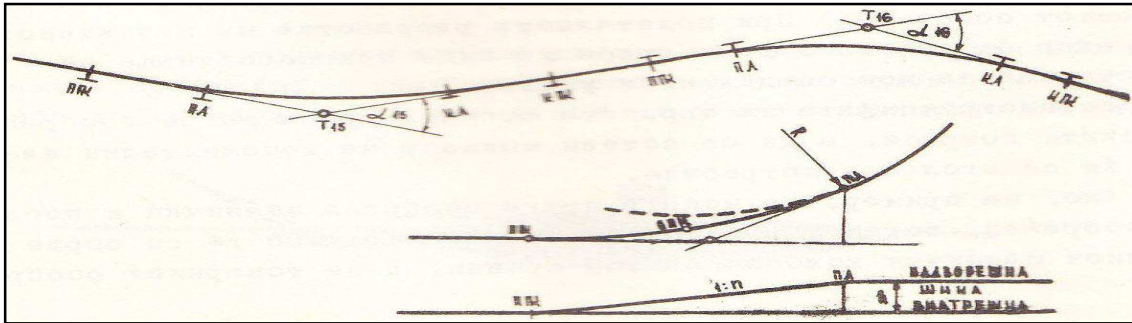
Кривините ги намалуваат сообраќајните квалитети на една пруга, особено кога се со помали радиуси, затоа при водењето на трасата треба да се настојува да се применуваат кривини со поголеми радиуси. Кривините со радиуси поголеми од 3.000 m не се штетни.

Штетни влијанија на кривините се следниве: ги зголемуваат отпорите на движење на возовите, ги ограничуваат брзините, придонесуваат за побрзо абење на шините, го отежнуваат поставувањето и одржувањето на колосекот, предизвикуваат силни удари на своите краеве, го отежнуваат изборот на локации за станици и друго.

Поволностите кои ги добиваме со кривините се: овозможуваат да ги обиколиме ридовите и подлабоко да навлеземе во долините со што се избегнуваат вијадукти, тунели, големи ископи и насипи. Сепак при користење на кривините треба да се води сметка да не се добие нерационална должина на пругата, со преголемо развивање помеѓу дадените точки.

Големите брзини при премин од правец во кривина, предизвикуваат бочни удари кај возовите поради кои тие можат да излезат од колосекот, а центрифугалната сила предизвикува силни притисоци на надворешните шина.

Ублажувањето на ударите се прави со проектирање на преодна кривина, а налегнувањето на тркалата на надворешната шина се ублажува со издигање на надворешната во однос на внатрешната шина. Надвишувањето на надворешната шина се постигнува постапно по должината на преодната кривина (слика 32).



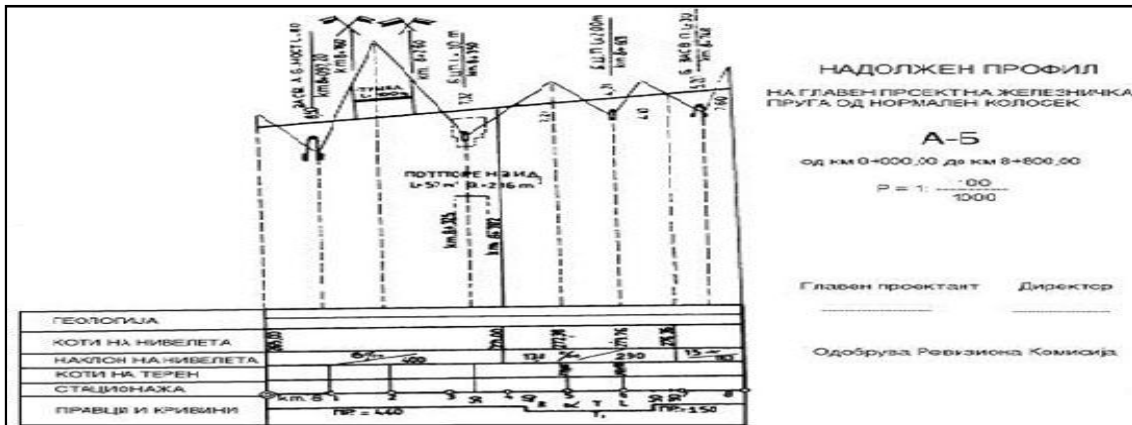
Слика 32: Одредување преодна кривина при проектирање на пруга

Преодната кривина се вградува на местата каде што се сврзуваат правците со кружните кривини и се сместува половина на сметка на правецот, а половина на сметка на кривината.

4.3.2. Надолжен профил

Пресекот на теренот со вертикална рамнина која е по осовината на пругата ги дава осовинските теренски коти, кои нанесени во одреден размер го даваат природниот напречен профил на теренот означен со теренските коти.

На теренскиот надолжен профил (слика 33) се проектира линија која ги израмнува земјаните маси (ископи и насипи) имајќи ги во предвид рељефните и геолошките карактеристики на теренот.



Слика 33: Одредување на надолжен профил при проектирање на пруга

Вака проектираната линија која ги израмнува земјаните маси се нарекува нивелета на трасата на пругата. Најважна нејзина карактеристика се подолжните наклони кои се изразуваат во промили (‰).

Ако нивелетата се качува во насока на стационожата, тогаш велиме дека истата е во угорница, ако истата паѓа со растење на стационожата велиме дека нивелетата е во пад.

Местото каде наклоните се променуваат се нарекува прекршување на нивелетата кои се обликуваат со вертикални кривини со големи радиуси.

4.3.3. Напречен профил

Ако направиме пресек на теренот со вертикална рамнина нормална на оската на пругата, ќе добиеме теренски коти кои ја даваат теренската линија на напречниот профил. Размерот во кој се нанесува е 1:100 или 1:200.

Со нанесување на вака исцртаниот напречен профил на теренот, на котата на нивелетата (кота на планум) и косините на насипите, или ископите и вештачки објекти, се добива напречен профил на пругата.

Горната површина на напречниот профил на која потоа се нанесува горниот строј на пругата, се нарекува планум на пругата.

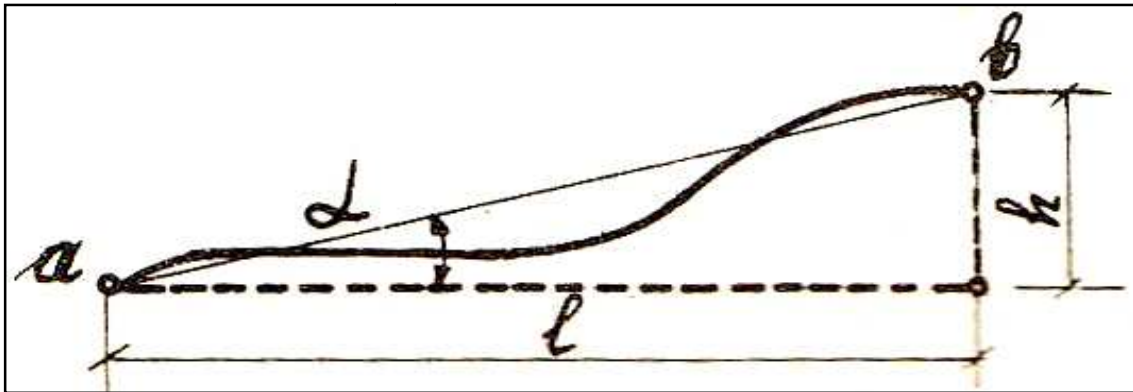
Главни податоци за планумот се неговата ширина и котата на нивелета. Ширината на планумот во проектите кај нашите пруги е одреден во зависност од рангот на пругата.

Ако нивелетата не ги израмнува земјанините маси и материјалот добиен од ископ не е доволен за да се изработат насипите, тогаш се вади материјал од теренот кој е во близина на оската и тие места се викаат позајмишта, а во обратен случај ископаниот материјал се носи на места наречени депонии.

А.) Наклон на нивелетата

Главни карактеристики на надолжниот профил се: наклоните, нивната големина и должината на одделните отсеци од прекршување до прекршување.

Под наклон на нивелета на еден отсечок на железничка линија (нагорнина или надолнина), се подразбира висинска разлика помеѓу две точки кои ги поврзуваме во однос на нивното хоризонтално растојание, т.е. тангенсот на аголот што го прави правецот АБ, со својата хоризонтална проекција (слика 34).



Слика 34: Одредување на наклон на нивелета при преоктирање на пруга

Наклонот се обележува со промили (‰), што всушност претставува висина на качувањето на нивелетата во метри на 1 km хоризонтална проекција.

Така на пример, ако имаме наклон од 5 ‰ тоа значи дека нивелетата се качува 5 m на 1.000 m хоризонтална должина, што според науката за влеча, значи дека нагорнина од 5 ‰ на локомотивата и пружа отпор од 5 kg на секој тон од тежината на возот.

Меродавна нагорнина се вика најголемиот наклон на нивелета на една пруга, според кој се пресметува најголемата тежина на возот за таа насока. Во кривините бројната вредност на меродавната нагорнина се намалува за големината на отпорот од кривините.

Меродавната нагорнина има големо значење за пругата и од нејзината големина зависи тежината на возот, јачината на локомотивата, нејзината превозна и пропусна можност. Значајно е да се знае дека меродавната нагорнина не се ограничува само на делот на пругата каде таа се наоѓа, туку се протега на целата пруга, иако на таа релација се наоѓаат и делници со помали нагорнини и хоризонтални, поради што влечната сила на локомотивата не е секаде искористена во целост.

Важна задача на проектантот е да ја најде најниската граница на нагорнина од која не може да се оди подоле, а со тоа да не се предизвикаат толку

големи трошоци за изградба, кои не би можеле да се покријат со заштедите во експлоатација.

Изборот на меродавната нагорнина треба да биде во склад со обемот и и видот на сообраќај, со условите на релјефот, видот на влечата и влечната сила на локомотивата, рангот и меѓународното значење на пругата и нејзиното транзитно значење во рамките на мрежата, како и со перспективниот развој на пругата.

Најголемите нагорнини за отворена пруга се движат до најмногу 25 ‰, а за станици до 1,5 ‰ за сите категории на пруги.

Големината за меродавната нагорнина и минималниот радиус, во зависност од редот на пругата и природата на теренот (табела 8).

Табела 8: Големина на меродавна нагорнина и минимален радиус кај пруги со нормален колосек

Ред на пругата	Категорија на теренот	im (‰)	Rmin (m)
Пруга од I ред	Рамничарски	6	1.000
	Ридчест	12	600
	Бреговит	18	400
	Тежок бреговит	25	300
Пруга од II ред	Рамничарски	8	600
	Ридчест	16	450
	Бреговит и тежок бреговит	25	300
Пруга од III ред	Рамничарски	12	400
	Ридчест	18	350
	Бреговит и тежок бреговит	24	300

Под **рамничарски терен** се подразбира таков терен во рамни и широки долини, кој во надолжен правец има наклон 5 ‰, а среден напречен наклон од 5 ‰.

Под **ридчест терен** се подразбира таков терен, каде главната долина по која минува жел. линија има просечен надолжен наклон 10 ‰, а среден напречен наклон околу 15 ‰.

Под **бреговит терен** се подразбира таков терен, на кој главната долина по која минува железничката пруга има просечен надолжен наклон 15 ‰, а среден напречен наклон околу 25 ‰.

Под **тежок бреговит терен** се подразбира таков терен, на кој главната долина по која минува железничката пруга има просечен надолжен наклон поголем од 15 ‰, а среден напречен наклон околу 33 ‰.

4.3.4. Долен строј

Под долен стој на пругите се подразбира:

- ⇒ земјениот труп;
- ⇒ мостовите и пропустите;
- ⇒ тунелите;
- ⇒ станичните постројки и
- ⇒ објекти за заштита на пругата.

Земјаниот труп се среќава во три форми:

- ⇒ ископ,
- ⇒ насип и
- ⇒ засек.

Горната површина на земјаниот труп се вика планум. Планумот за пруги со дрвени прагови во горниот строј од прв ред има ширина од 5,70 m, втор ред 5,40 m и трет ред 4,50 m.

Планумот се изработува со наклон од 4% од двете страни на планумот, со косина од 1:1.50.

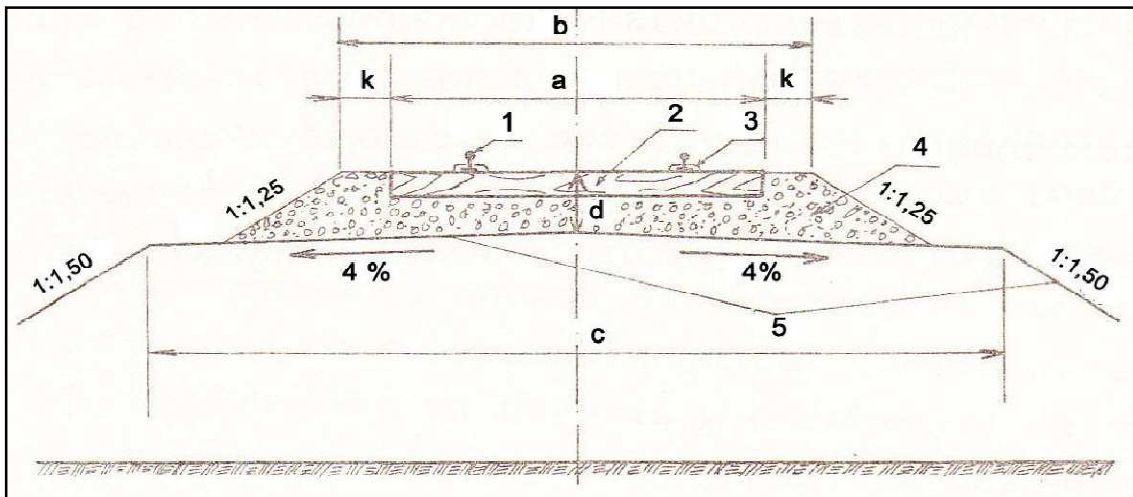
Вештачки објекти се:

- ⇒ потпорни и обложни ѕидови,
- ⇒ мостови,
- ⇒ пропусти,
- ⇒ тунели,
- ⇒ надвозници,
- ⇒ подвозници,
- ⇒ заштитни канали и др.

4.3.5. Елементи на горниот строј

Железничкиот горен строј е горен дел од конструкцијата на железничката пруга, кој непосредно ги прима оптоварувањата од возилата и понатаму ги пренесува на долниот строј. Составен е од следниве елементи (слика 35):

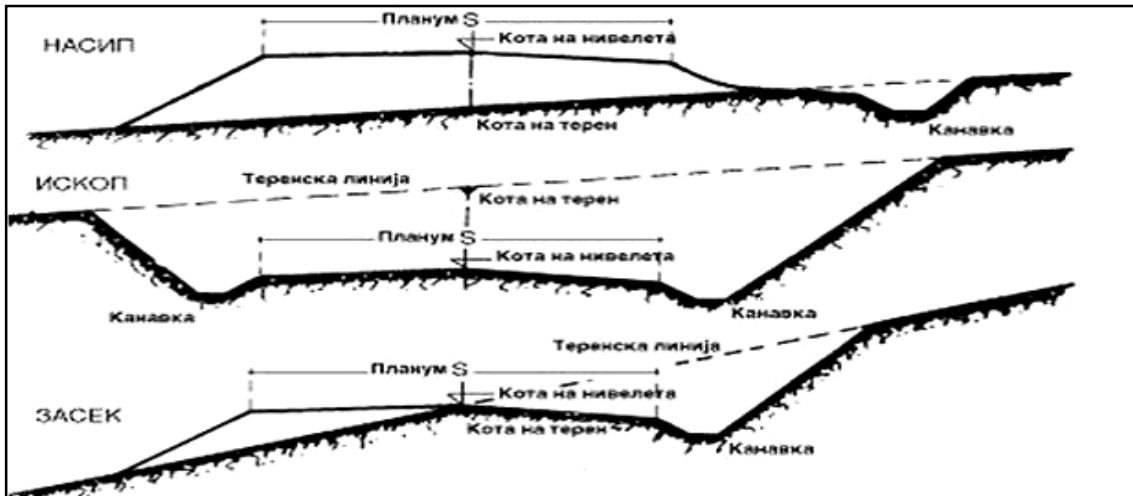
- ⇒ шини;
- ⇒ прагови;
- ⇒ колосечен прибор и
- ⇒ застор.



Слика 35: Напречен пресек на железничка пруга со елементи на горниот строј

Напречниот профил на пругата (слика 36) може да биде во:

- ⇒ насип,
- ⇒ ископ,
- ⇒ или засек.



Слика 36: Напечен профил на железничка пруга

Онаму каде нивелетата на трасата е повисоко од котата на теренот се прават насипи, додека пак онаму каде нивелетата на трасата е пониска од котата на теренот се вршат ископи.

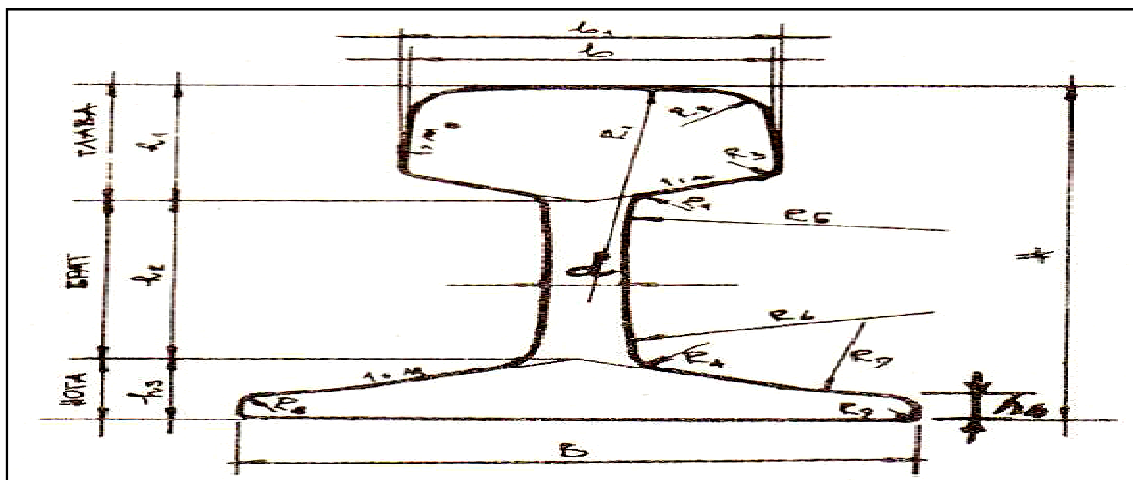
Засеци се прават онаму каде котите на нивелетата и на теренот се поклопуваат.

4.3.6. Шини

Шините се основен елемент на горниот строј, по нив се движат возилата, непосредно ги примаат оптоварувањата и ги пренесуваат на праговите.

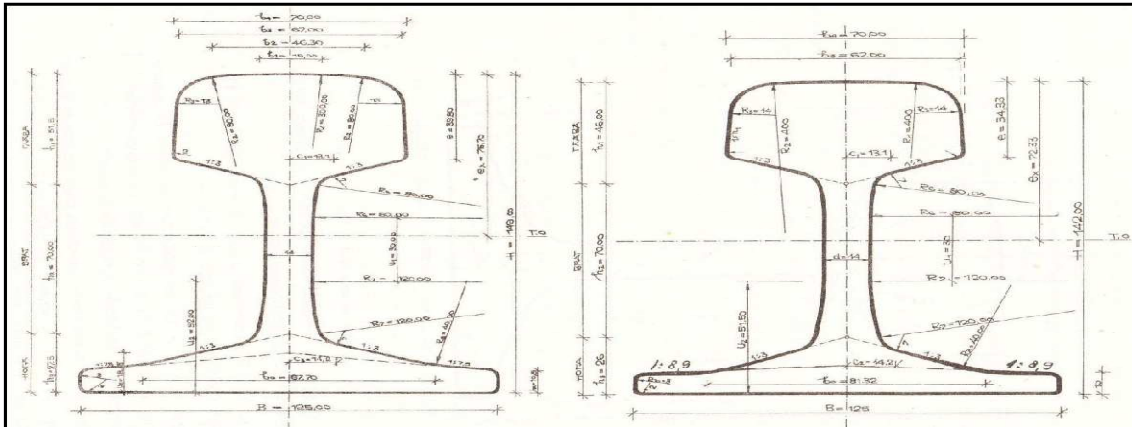
Освен тоа, тие овозможуваат рамна подлога и го овозможуваат атхезионото движење на тркалата од возилата, а со својот наклон спрема оската на колосекот и различната висинска положба во кривините, на возилата им обезбедуваат стабилно и безбедно движење.

Се изработуваат во железарници од челик кој е доволно тврд и жилав, со определени додатоци кои ги подобруваат неговите карактеристики. Составни делови на шината се состојат од глава, врат и нога (слика 37).



Слика 37: Составни делови на шината

На (слика 38), прикажани се некои типови на шини кои се употребуваат кај нас и во Европа, за колосеци со ширина од 1.435 mm.



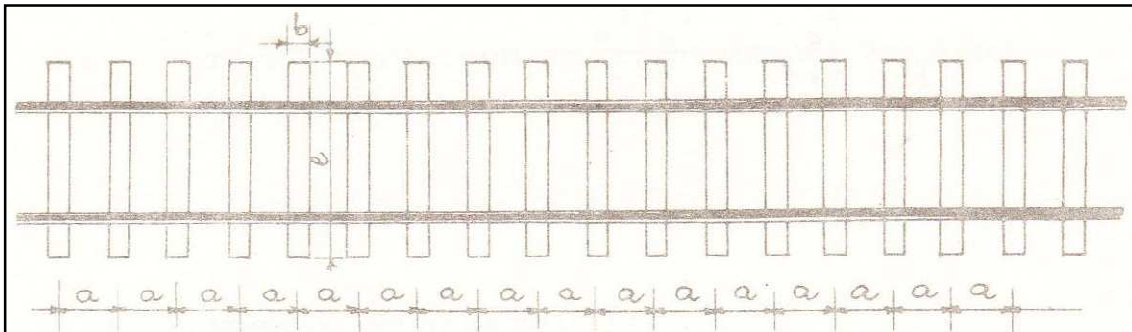
Слика 38: а.) тип на шина S-49 и

б.) тип на шина S-45

4.3.7. Прагови

Праговите имаат задача да ги примат товарите од шините и да ги предадат на засторот.

Истовремено тие служат и за одржување на растојанието помеѓу шините и за остварување што поцврста врска со шините. Праговите и шините претставуваат решеткаст носач (слика 39), со релативно мала тежина во однос на товарите што треба да ги примат.



Слика 39: Колосечен решеткаст носач

4.3.8. Колосечен прибор

За прицврстување на шините за праговите (без оглед дали се дрвени, бетонски или железни), за спречување на надолжното и напречното поместување на шините во колосекот, надолжното и напречното поместување на целиот колосек, како и за меѓусебно поврзување на шините во колосекот, се употребува колосечен прибор.

Според задачата што ја има колосекот, колосечниот прибор се дели на:

- ⇒ колосечен прибор за прицврстување на шините за праговите и подлогите;
- ⇒ колосечен прибор за меѓусебно спојување на шините и
- ⇒ колосечен прибор за спречување на надолжното и напречното поместување на шините и колосекот.

4.3.9. Застор

Засторот овозможува да се одржи насоката и нивелетата на колосекот во потребната положба и без него класичниот колосек не може да се одржува во исправна состојба.

Степенот на исправност на горниот строј зависи од квалитетот на употребен материјал за изработка на толченик, од обликот и димензиите на употребените зрна и од обликот и димензиите на засторната призма.

Исправната засторна призма овозможува возилата да се движат по колосекот со брзини и над 200 km/h, а воедно го штити планумот и долниот строј.

Засторот се поставува на машински набиен долен строј, преку тампонски слој со потребна дебелина, колосекот се подбива машински, а засторната призма се набива отстрана и одозгора.

Засторната призма се изработува од толченик, кој се добива во каменоломи со кршење на каменот и треба да исполнува определени услови, за да може да се вгради во колосекот.

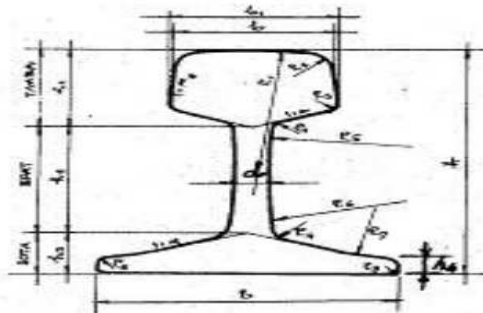
Посебно треба да има отпорност на триење и абење и да биде со остри ивици, со гранулација од 30 до 60 mm.

Задачи на засторот се:

- ⇒ да го прими притисокот од праговите и што порамномерно да го пренесе на долниот строј, односно планумот;
- ⇒ на праговите, а со тоа и на колосекот, да им го дава потребниот отпор на надолжно и напречно поместување;
- ⇒ да го намалува притисокот од праговите на планумот;
- ⇒ да овозможи пропуштање на воздух и вода, со што колосекот се одржува во сува состојба.

4.3.10. Слободен и товарен профил

Врз планумот на пругата се нанесува најпрвин толченичка призма, потоа прагови и на крај за нив се прицврстуваат две шини. Горната површина на шините се означува како кота на ГИШ (слика 40) и истата го дефинира слободниот профил на пругата.



Слика 40: Горен строј на пругата со горна ивица на шина - ГИШ

За непречено и безбедно одвивање на железничкиот сообраќај потребно е да постои **слободен профил**.

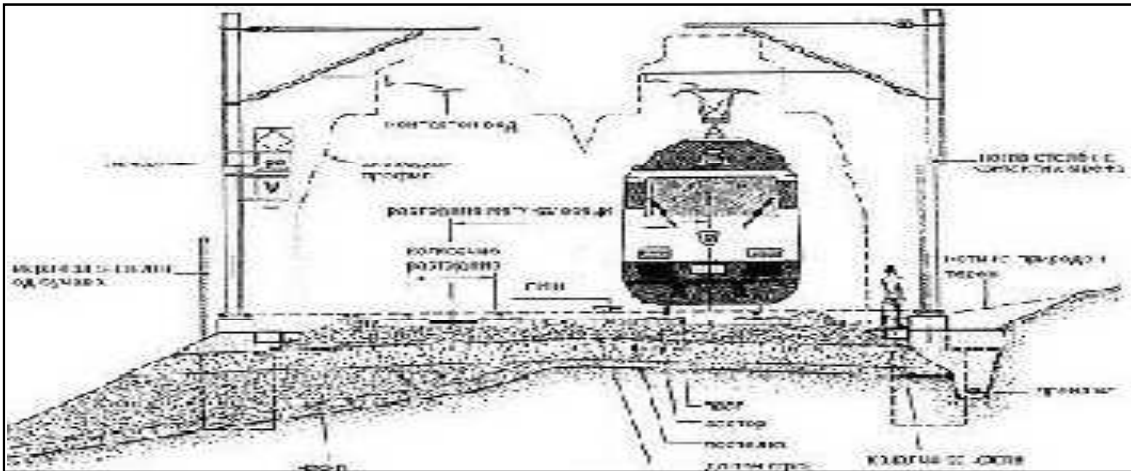
Доколку од одредени причини не може да се обезбеди постоење на слободен профил тогаш е потребно да има минимум обезбеден слободен простор за товарен профил. Товарен профил е простор во кој модар да се смести секое железничко натоварено возило, односно секој вагон со товарот кој што не смее да излегува надвор од димензиите на товарниот профил. Најприменуван и стандардизиран (според УИЦ) товарен профил е товатниот профил С кој е со димензии ширина 3.150 метри и висина 4.700 метри.

Во тој случај режимот на сообраќај се променува, така што возовите ќе се движат со намалена брзина се додека не се створат услови за редовен и безбеден сообраќај.

Слободен профил е просторот над ГИШ кој треба да се обезбеди од секакви странични препреки за да може да се гарантира сигурно минување на железничките возила.

Слободен профил преставува вертикален пресек на пругата во кој не смее да навлегува никаков предмет со димензии (слика 41):

- ⇒ за електрифицирана пруга – ширина 4,40 m и висина 6,50m и
- ⇒ за не електрифицирана пруга – ширина 4,40 m и висина 4,80 m



Слика 41: Слободен профил

4.3.11. Категоризација на пругите

При проектирање на нова пруга, како и при реконструкција на постоечка пруга, мора да се определи нејзината категорија.

Категоријата на една пруга се одредува според нејзината намена и обемот на сообраќајот, стопанскиот значење или значењето што го има за меѓународниот сообраќај.

Врз основа на тоа, основната поделба на пругите е на: **главни (G) и споредни (S)**.

- ⇒ пругите со нормален колосек, кои служат на меѓународниот транзитен сообраќај, се по правило **главни пруги од I ред**;
- ⇒ пругите со нормален колосек, кои сврзуваат поважни стопански центри и подрачја и пруги кои се многу важни за внатрешниот железнички сообраќај, се **главни пруги од I и II ред**;
- ⇒ другите пруги од нормален колосек и пругите од тесен колосек, се **споредни пруги од III ред**.

Ако пругите се категоризираат само според обемот на превоз, односно според фиктивниот дневен товар, категоризацијата се врши според следново:

- ⇒ главни пруги од **I ред** се тие, кај кои фиктивниот товар изнесува над 25.000 бруто тони на 24 часа,
- ⇒ главни пруги од **II ред** се тие, кај кои фиктивниот товар изнесува од 6.000 до 25.000 бруто тони на 24 часа и
- ⇒ споредни пруги од **III ред** се тие, кај кои фиктивниот товар изнесува до 6.000 бруто тони на 24 часа.

4.3.12. Класификација спрема теренот и релјефот

Теренот и неговиот релјеф влијаат не само на техничките елементи на трасата на пругата и на инвестициите за нејзина изградба, туку и на експлоатацијата и одржувањето на пругите.

Според оваа класификација имаме:

- ⇒ рамнински;
- ⇒ бреговити;
- ⇒ ридчести;
- ⇒ планински и
- ⇒ градски брзи железници.

4.3.13. Класификација спрема карактеристиките на колосекот

Според растојанието на кое се поставени двете шини (растојанието помеѓу шините или ширината на колосекот се мери на 14 mm под горната површина на шините - ГИШ од внатрешната страна на шината), пругите се делат на:

- ⇒ пруги со нормален колосек, кај кои шините се поставени на меѓусебно растојание од 1435 mm. овие пруги се конструирани во најголем број на земји од нашето соседство, во земјите членки на ЕУ и во нашата држава;
- ⇒ пруги со тесен колосек, каде шините се поставени на меѓу себе растојание од 600, 900, 1000 и 1100 mm. (најмногу се застапени во Шпанија и Латинска Америка);
- ⇒ пруги со широк колосек, каде шините се поставени на меѓусебно растојание од 1542, 1667 и 1800 mm. (изградени се во Русија, Индија, Ирска, Шпанија и др).

Друга важна карактеристика на пругите е бројот на колосеци по кои се движат возовите. Според тоа, поделбата е на:

- ⇒ едноколосечни;
- ⇒ двоколосечни и
- ⇒ повеќеколосечни пруги.

Бројот на колосеците првенствено зависи од обемот на сообраќајните потреби, како и од инвестиционите и експлоатациони трошоци. Според категоризацијата на UIC (Интернационална Унија на Железници), во зависност од максималното осовинско оптоварување, имаме четири главни категории на пруги и тоа:

- ⇒ максимален осовински товар од 16 t
- ⇒ максимален осовински товар од 18 t
- ⇒ максимален осовински товар од 20 t
- ⇒ максимален осовински товар од 22,5 t

4.4. Одржување на пругите

Во текот на експлоатација, железничките пруги изложени се на дејство на сообраќајот, разорни влијанија од температурите, атмосферските талози, динамичките удари и абењето на возилата, сеизмичките потреси, оштетувањата од луѓе и добиток и друго.

При тоа особено важен е горниот строј, кој е доста конструктивно сложен и директно изложен на сите претходно набројани влијанија.

Поради тоа, главниот дел на работите во рамките на одржувањето се однесува на горниот строј.

Работите на одржување на горниот строј, се делат на:

- ⇒ тековно одржување;
- ⇒ главни поправки и
- ⇒ вонредни поправки.

Со оглед на начинот и обемот на работите, тековното одржување се дели на :

- ⇒ редовни работи и
- ⇒ периодични работи.

Главните поправки се делат според количеството на заменетиот и нововградениот колосечен материјал на:

- ⇒ замена или обновување на одделни делови на колосекот,
- ⇒ замена или обновување на целокупниот или поголемиот дел од колосечниот материјал.

Вонредните работи се јавуваат ненадејно под влијание на „виша сила“, а според нивниот обеом може да се наредат во тековно одржување или главни поправки.

Работите на заменување, обновување и главни поправки на горниот stroj во принцип, не се разликуваат многу од полагањето на горниот stroj кај нови пруги.

4.4.1. Параметри кои влијаат на одржувањето на пругите

Откако различните компоненти на системот на железници (инфраструктура, железничките возила) ќе започнат со својата експлоатација, започнува нивното оштетување (абење), така да по извесен период, одржувањето станува неопходно.

Одржувањето на колосекот има пресудно влијание на сигурноста на возилата како и на комфорот на патниците.

Трошоците за одржување на пругите преставуваат значителен процес од вкупните трошоци на пругата.

Поради тоа, трошоците за одржување на пругата треба да се држат колку што е можно пониско, меѓутоа за одредена брзина на движење на возилата тие треба да ја обезбедат сигурноста на движењето и комфорот на патниците за да останат прифатливи во секое време.

Во однос на сигурноста одржувањето треба да биде превентивно, додека во однос на комфорот исто така треба да биде корективно, и конечно во однос на финансиските аспекти треба да се најде едно оптимално решение кое ќе обезбеди една задоволителна граница на сигурност и ќе спречи непоправливо деградирање на квалитетот на колосекот.

ПЕТИ ДЕЛ

ПАТИШТА



V. Патишта

Историски гледано според мислењето на многумина, тркалото претставува најзначајниот пронајдок на човекот, аналогно на изнесеното, патот според своето значење е веднаш зад него.

Ретко кој интелектуалец не чул за големата латинската мудрост „Via Vita“ („Патот е живот“), а скоро да нема човек кој не би се согласил со неа.

Патот уште од најстари времиња па се до денес, претставува фактор кој битно влијае на човековиот прогрес и развојот на околината, преку него се се пренесува, започнувајќи од секојдневните потреби, па се до најзначајните работи кои влијаеле на економскиот, политичкиот и културниот развој.

Првите изградени патишта се во Месопотамија (пред повеќе од 5 илјади години), но според историските документи за почеток со изградба на современи патишта (за колски запреги), се смета изградбата на патот за изведување на градежните работи на Кеопсовата пирамида во Египет.

Големите градови низ историјата, секогаш се граделе и развивале покрај важните сообраќајници и крстопати. Ако само за момент ја погледнеме патната карта на една држава, најпрво што ќе забележиме е разгранетата патна мрежа, која веднаш ни асоцира на тоа дека патиштата во една држава го претставуваат нејзиниот крвоток. Вистинитоста на претходно наведените работи, може да се заклучи од податокот дека најголемиот дел од движењата, патувањата, транспортот, се врши токму по патиштата. Ако пак се осврнеме само на сувоземниот транспорт, тој процент е уште поголем.

Во нашата држава патиштата, како и патните коридори кои минувале низ нејзината територија имаат долгогодишна традиција, која датира уште од антички времиња. Македонија отсекогаш била крстопат на Балканот, на која се вкрстувале значајни патишта.

Сегашните патни коридори 8 (исток - запад) и 10 (север - југ), како најприродни, најкуси и најбрзи сообраќајници кои го поврзувале регионот со Европа и Азија, водат корени од античките патишта „Via Militaris“ (север - југ) и „Via Egnatia“ (исток - запад).

Најраните податоци за егзистирање на патна мрежа во Македонија се забележани на карта „Појтингерова табла“ (Табуле Понтингеријана), пронајдена во 12 век, а изработена во 4 век од непознат картограф. Оваа карта името го добила според пронаоѓачот, а оригиналот се чува во Националната библиотека во Виена (Австрија). Истотака, Македонија се сретнува и на други карти како на пример: картата на светот изработена од арапскиот географ Идрис во 1154 година, картата на Герхард Меркатор од 1589 година, картата на холандскиот картограф Бло од 1648 година и други.

Ако веќе го сфативме значењето на патиштата во една држава, без кои не би можело да се оствари ниту едно движење, размена на стоки, услуги, информации, потребно е да се донесе најпрво една долгорочна национална стратегија за развојот на патната инфраструктура за период од 15 до 20 години, од која би произлегле среднорочни планови за период од 5 години, како и краткорочни планови за период од една до две години.

При тоа треба да се има на ум дека, на развојот на патната инфраструктура во нашата земја не смее да се гледа парцијално, односно изолирано само во локални рамки, бидејќи развојот на патната инфраструктура е во интеракција со патиштата во соседните земји, со што се придонесува и форсира интеграцијата на нашата земја како во регионот, така и во Европа. Затоа, можеме да констатираме дека патиштата претставуваат еден од основните фактори за понатамошен развој на нашата земја.

Современите патишта овозможуваат побезбеден, поевтин и побрз превоз на патници и стока, а со тоа се обезбедува и побрз развој на државата. Во денешни услови со интензивирање на глобализациските движења, современите патишта добиваат уште повеќе на значење и можат да придонесат за побрз развој и влез на Република Македонија во Европската Унија, како и користење на сите придобивки од нив.

5.1. Извадоци од Законот за јавни патишта

Според членот 3 од Законот за јавни патишта, јавните патишта се добра во општа употреба и се користат под услови и на начин утврдени со закон. Функција на јавните патишта е обезбедување на безбеден и непречен превоз на стока и патници во патниот сообраќај.

Во членот 4 на Законот за јавни патишта се даваат одделни изрази кои се употребени во овој закон го имаат следното значење:

1. **„Пат“** е сообраќаен објект на кој се врши сообраќај.
2. **„Јавен пат“** е пат кој е определен како јавен пат и може да биде државен или општински.
3. **„Државен пат“** е јавен пат категоризиран како автопат, експресен пат, магистрален и регионален пат од прва и втора категорија.
4. **„Автопат“** е јавен пат специјално проектиран и изграден за сообраќај на моторни возила, означен со пропишан сообраќаен знак, со физички раздвоени коловози по насоки, кој има најмалку две сообраќајни ленти и по една лента за принудно застанување во секоја насока, со раскрсници вон ниво, без вкрстување со друг пат, железничка пруга или со пешачка патека, на кој сообраќајот може да се вклучи, односно исклучи само на одредени места и посебно изградени приклучоци на јавните патишта на соодветна коловозна лента на автопат и кој е заштитен од пристап надвор од овие површини и има места за одмор на патници и сервиси за возила.
5. **„Експресен пат“** е јавен пат кој е специјално изграден и наменет исклучиво за сообраќај на моторни возила, означен со пропишан сообраќаен знак, со најмалку по една лента за секоја насока и лента за застанување, на кој сообраќајот може да се вклучи, односно исклучи само на одредени и посебно изградени приклучоци и кој е заштитен од пристап надвор од овие површини.
6. **„Меѓународен пат“** е јавен пат кој со меѓународен договор или спогодба што ги ратификувала Република Македонија е распореден во мрежата на меѓународни патишта.
7. **„Магистрален пат“** е јавен пат кој поврзува поважни региони на државата и кој се надоврзува на соодветните патишта на соседните држави.
8. **„Регионален пат од прва категорија“** е јавен пат кој поврзува подрачја на два или повеќе општини во државата и е од посебно значење за државата.
9. **„Регионален пат од втора категорија“** е јавен пат со функција на општински пат, а кој поради значењето за државата е категоризиран како државен пат.
10. **„Општински пат“** е јавен пат кој поврзува населени места на општината и е од значење за сообраќајот во општината.
11. **„Земјен пат“** е пат без изградена коловозна конструкција.
12. **„Макадамски пат“** е пат со изградена коловозна конструкција без асфалтирана или бетонирана засторна површина.
13. **„Коловоз“** е дел од површината на патот наменет првенствено за сообраќај на моторни возила, кој е составен од една или повеќе сообраќајни ленти.
14. **„Труп на пат“** е конструктивен елемент што го сочинуваат горниот и долниот строј на патот, вклучувајќи го и земјиштето на кое е изграден.
15. **„Патен појас“** е просторот од двете страни на трупот на патот кој се протега најмалку еден метар сметано од крајниот раб на попречниот пресек на патот.
16. **„Воздушен простор“** е заштитен простор од минимум седум метри над највисоката точка на коловозот или на патниот објект, а кој се протега над целата воздушна заштитена зона.
17. **„Заштитен појас“** е патниот појас и додатен појас во кој не можат да се градат објекти.

18. **„Попречен пресек на пат“** е нормален пресек на подолжната оска на патот во кој се вклучени коловозот, банкини, разделен појас, косини, риголи, одводни канали, патна опрема и објекти за заштита на животната средина.

19. **„Крстосница“** е површина на која се вкрстосуваат или соединуваат два или повеќе јавни патишта.

20. **„Улица“** е сообраќајница во населено место наменета за сообраќај на возила која може да биде сочинета од коловоз, тротоари, велосипедски патеки и разделни острови.

21. **„Јавно паркиралиште“** е посебно уреден и обележан простор наменет за паркирање на определен вид возила. Јавните паркиралишта може да бидат надвор од површините опфатени со патиштата и улиците или на самите патишта и улици.

22. **„Магистрална улица“** е сообраќајница во населено место која поминува низ поголемиот дел од населеното место и се поврзува со магистрален или регионален пат.

23. **„Собирна улица“** е сообраќајница во населено место која го собира сообраќајот од сервисни, станбени и локални улици и се поврзува со магистрална улица или општински пат.

24. **„Сервисна улица“** е сообраќајница во населено место која ги поврзува собирните улици со станбените и локалните улици.

25. **„Станбена улица“** е сообраќајница во населено место која ги поврзува станбените и деловните објекти со собирната и сервисната улица.

26. **„Патарина“** е наплата на одреден надоместок за возило кое поминува растојание меѓу две точки на патната инфраструктура во зависност од поминатото растојание и видот на возилото.

27. **„Надоместок за употреба на пат (патна такса)“** е наплата на одреден износ кој на соодветно возило му дава право за одреден период да ја користи патната инфраструктура.

28. **„Објекти на јавен пат“** се мостови, подвозници, надвозници, пропусти, тунели, галерии, потпорни конструкции, подземни и надземни премини, објекти за наплата на патарина и слично и

29. **„Приклучен пат“** е дел од јавниот пат со кој јавниот пат се надоврзува до објектите на тој пат.

Мрежата на јавните патишта ја сочинуваат државните патишта (автопатишта, експресните патишта, магистралните и регионалните патишта од прва и втора категорија) и општинските патишта и улиците во градовите и другите населени места.

Јавниот пат го сочинуваат:

- ⇒ долниот и горниот строј на патот;
- ⇒ објекти на патот;
- ⇒ тротоари, пешачки и велосипедски патеки;
- ⇒ уреди за одводнување;
- ⇒ патниот појас;
- ⇒ воздушниот простор
- ⇒ приклучните патишта на јавниот пат во ширина на патниот појас од јавниот пат;
- ⇒ сообраќајни знаци и сигнализација;
- ⇒ опремата на патот;
- ⇒ друга опрема и уреди за осветлување на јавниот пат, заштита на околината, броење и следење на сообраќајните токови и слично;
- ⇒ површини на кои се изградени патарски куќи, наплатни станици и други објекти за потребите на одржување на патот, како и пешачки и разделни острови и зеленило и

- ⇒ сообраќајни површини надвор од коловозот како што се места за одмор, паркиралишта и автобуски постојки.

5.2. Класификација на патиштата

Патиштата се класифицираат според повеќе критериуми и тоа:

- ⇒ геополитички;
- ⇒ експлоатационен;
- ⇒ технички критериум и
- ⇒ поделба според намената

5.2.1. Геополитички критериум

Геополитичкиот критериум ги класифицира патиштата според значењето и рангот во патната мрежа. Според овој критериум тие можат да се поделат на:

- ⇒ магистрални патишта (ги сочинуваат клучните делници од патната мрежа. тие ги поврзуваат поголемите градови, односно повеќе општествени и стопански подрачја во нашата држава и остваруваат врска со меѓународните патишта)
- ⇒ регионални патишта (ги поврзуваат релативно поблиските стопански подрачја и истовремено вршат дистрибуција на сообраќајот до магистралните патишта) и
- ⇒ локални патишта (тоа се патишта кои ги поврзуваат селата и населбите на територијата на една општина и се важни за таа општина. служат за општински сообраќај со ограничени цели и домет).

5.2.2. Експлоатационен критериум

Според експлоатационен критериум видот на сообраќај на јавните патишта се делат на:

- ⇒ автопатишта (кои ја сочинуваат највисоката класа на јавни патишта наменети исклучиво за моторен сообраќај и се со непрекинати текови, не е дозволено директно приклучување);
- ⇒ патиштата кои се користата исклучиво за моторен сообраќај (тие се патишта со голема важност и во нив спаѓаат: магистралните патишта и определени пооптоварени делници од регионалните патишта) и
- ⇒ патишта за мешовит сообраќај (припаѓаат сите оние патишта на кои освен моторен, се одвиваат и други типови на сообраќај и тоа: запрежни возила, велосипеди, пешаци и др.)

Според големината и структурата на сообраќај кои се изразени преку ПГДС (Просечниот годишен дневен сообраќај), јавните патишта се делат автопатишта и пет класи (табела 9).

Табела 9: Поделба на патиштата на класи според ПГДС

Класа на патиштата	ПГДС (возила / ден)
Автопатишта	> 15.000
1 класа	< 12.000
2 класа	7.000 – 12.000
3 класа	3.000 – 7.000
4 класа	1.000 – 3.000
5 класа	1.000

5.2.3. Технички критериум

Според техничкиот критериум, патиштата се класифицираат според квалитетот на коловозната конструкција и топографските карактеристики на теренот.

Според квалитетот на коловозната конструкција се класифицираат на:

- ⇒ патишта со современи коловозни конструкции (асфалтни и бетонски коловози) и
- ⇒ патишта со несовремени коловозни конструкции (толченички, камени калдрми и земјани патишта)

Според топографските карактеристики на теренот, разликуваме патишта во:

- ⇒ рамничарски терен;
- ⇒ ридчест терен;
- ⇒ ридест терен и
- ⇒ планински терен.

5.2.4. Поделба според намената на патиштата

Според намената на патиштата, тие се делат на:

- ⇒ вонградски патишта:
 - ↖ јавни патишта;
 - ↖ туристички патишта;
 - ↖ земјоделски патишта;
 - ↖ шумски патишта;
 - ↖ индустриски и
 - ↖ рударски патишта.
- ⇒ градски сообраќајници.

5.3. Експлоатациони показатели

Експлоатациони показатели се:

- ⇒ сообраќајно оптоварување;
- ⇒ пропусна моќ и
- ⇒ нивоа на услуга.

5.3.1. Сообраќајно оптоварување

Сообраќајното оптоварување се дефинира како број на возила кои во определен временски интервал поминуваат, или се очекуваат дека ќе поминат низ определен патен пресек.

Просечниот годишен дневен сообраќај (ПГДС) се добива врз база на континуирано броење во текот на целата година:

$$\text{ПГДС} = \text{вкупно возила во текот на годината} / 365 \quad [\text{возила} / \text{ден}]$$

Спроведеното броење може да биде рачно и со автоматски бројачи. Броењето со автоматски бројачи е континуирано, без оглед на времето и временските услови и во текот на целата година, при што грешката при броење и класифицирање на возилата е минимална.

5.3.2. Пропусна моќ

Пропусната моќ претставува најголем број на возила, кои низ определен патен пресек може да поминат во единица време и се обележува со N [воз/час].

Под идеални услови на сообраќајниот тек се подразбира:

- ⇒ сообраќајниот тек да не е спречуван од страна на пешаците или возила кои се вон основниот тек;
- ⇒ сообраќајниот тек кога е составен само од патнички автомобили (ПА);
- ⇒ конфорни проектни елементи на патот, кои не влијаат на одвивањето на сообраќајот.

Граничните вредности на пропусната моќ при идеални услови (табела 10).

Табела 10: Гранични вредности на пропусна моќ на патиштата при идеални услови

Вид на патот	Пропусна моќ [ПА / час]
Двонасочен, со 2 сообраќајни ленти	2.000 во двете насоки
Двонасочен, со 3 сообраќајни ленти	4.000 во двете насоки
Автопат	2.000 во двете насоки

5.3.3. Нивоа на услуга

За состојбите на сообраќајниот тек, усвоени се **шест нивоа на услуга:**

- ⇒ **Ниво на услуга „А“** претставува услови на слободен тек со големи брзини и целосно слободно маневрирање, бидејќи станува збор за мала густина на сообраќај;
- ⇒ **Ниво на услуга „Б“** се карактеризира со слободен тек и делумно ограничени брзини од густината на сообраќај;
- ⇒ **Ниво на услуга „Ц“** претставува состојба на слободен тек со ограничени брзини и можности за маневрирање;
- ⇒ **Ниво на услуга „Д“** се доближува до нестабилен тек со големи густини со битно ограничени брзини и мали можности за маневрирање;
- ⇒ **Ниво на услуга „Е“** претставува услови на нестабилен тек со возење во колона (густината е блиска до заситување ($G=G_{krit}$), протекот е еднаков на пропусната моќ ($Q_e = Q_{max} = N$), брзината е околу 50 km/h ($V = V_{krit}$), можни се моментални застои);
- ⇒ **Ниво на услуга „Ф“** се карактеризира со засилен тек со ограничени брзини помали од критичната, поради големата густина ($G \geq G_{krit}$) протекот на сообраќај варира од 0 до N ($0 \leq Q_f \leq Q_{max}$).

5.4. Попречен профил

Попречните профили се добиваат кога трупот на патот ќе се испресече со вертикални рамнини нормални на оската на патот. Со нив се покажува обликот на идниот пат, како и конфигурацијата на теренот. Обликувањето и конечниот изглед на попречните профили зависи од: значењето на патот, наклоните на теренот, односот кон другите сообраќајници и/или водените текови, како и од задоволувањето на условите за безбедност во сообраќајот и естетските услови. Разликуваме:

- ⇒ коловозни елементи или горен строј и
- ⇒ елементи кои го обликуваат долниот строј (елементи на трупот на патот, или долен строј).

5.4.1. Коловозни елементи – горен строј

Коловозните елементи ги сочинуваат:

- ⇒ коловозните ленти и
- ⇒ пратечките елементи на коловозот.

Сите коловозни елементи се наоѓаат приближно во иста рамнина, со варијација за попречните наклони.

5.4.1.1. Коловозни ленти

Според намената, ги разликуваме следните видови коловозни ленти:

- ⇒ Коловозни ленти_за сообраќај во движење;
- ⇒ Коловозни ленти_за сообраќај во мирување;

5.4.1.1.1. Коловозни ленти за сообраќај во движење

Во коловозни ленти за сообраќај во движење спаѓаат:

- ⇒ ленти за континуално возење – t_s
- ⇒ ленти за бавни возила – t_{sp}
- ⇒ ленти за забавување, ленти за забрзување - $t_{d,a}$
- ⇒ ленти за престојување – t_m
- ⇒ рабни ленти и рабни разделни линии – $t_{i,r}$

Ленти за континуално возење - t_s (Претставуваат основен елемент на коловозниот дел на профилот. Нивниот број зависи од видот на патот, сообраќајното оптоварување и саканото ниво на услуга. Минималниот број изнесува 2×1 за двонасочни патишта и 2×2 за автопатишта). Најголемат ширина изнесува 3,75 m, а најмалата 2,75 m.

Ленти за бавни возила - t_{sp} (Лентите за бавни возила служат за движење на товарни возила како би се одржало планираното ниво на услуга на автопатот, односно двонасочните патишта од 1 и 2 класа. Се градат на делници со поголем наклон, каде брзината на товарните возила се намалува под 50 km/h и се наоѓаат од десната страна, со ширина од 3,5 m).

Ленти за забавување, ленти за забрзување - $t_{d,a}$ (По правило овие ленти се градат до десниот раб на проточниот дел на коловозот, како дополнителен елемент со ширина од 3,5 m и се користат за прилагодување на брзината при изливање или вливање во главниот сообраќаен тек. Визуелното одвојување од соседната возна лента е со непрекината рабна линија.

Ленти за престојување – t_m (Служат за престојување, на возилата кои на крстосници вршат маневар на свртување, нормалната ширина им е 3,5 m и влегуваат во состав на коловозот во зоните на површински крстосници. Визуелното одвојување од соседната коловозна лента се врши со непрекината линија, или со коловозен застор во друга боја.

Рабни ленти и рабни разделни линии – $t_{i,r}$ (Овие ленти се елемент на коловозот кај автопатишта и патишта од I – III класа, а служат за визуелно порабување на проточниот дел на коловозот. Нормаланата ширина се движи од 0,2 до 0,5 m што зависи од класата на патот.

5.4.1.1.2. Коловозни ленти за сообраќај во мирување:

Во коловозни ленти за сообраќај во мирување спаѓаат:

- ⇒ лента за запирање – t_z
- ⇒ ленти за паркирање – t_p

Лента за запирање – tz (Оваа лента го следи проточниот дел на коловозот и се применува како задолжителен елемент кај автопатиштата, а според потреба и кај магистралните патишта. Наменета е за запирање и времено стационарање на возила кои поради дефект или друга причина имале потреба да се исклучат од сообраќај. Нормалната ширина им е 2,5 m а попречниот наклон од 2,5% насочен им е кон работ на планумот.

Ленти за паркирање – tp (Претставуваат проширувања на коловозот наменети за подолжно паркирање на возила или, автобуски стојалишта. Се применуваат само на патишта од III до V класа, со нормалната ширина им е 2,5 m.

5.4.1.2. Пратечки елементи на коловозот

Коловозниот дел на патниот профил се дополнува со пратечките елементи, кои за разлика од коловозните ленти обавуваат само помошни функции, кои придонесуваат за безбедноста во сообраќајот и стабилност на патната конструкција.

Најчесто се користат следните пратечки елементи:

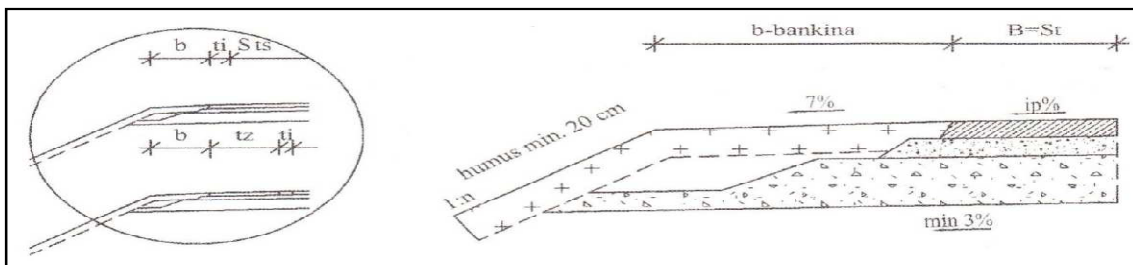
- ⇒ Банкина (b);
- ⇒ Ригола (r);
- ⇒ Берма (b');
- ⇒ Разделен појас (R_p) и
- ⇒ Разделна лента (R_l)

Банкина (b) (се изведуваат од двете страни на коловозот во насип и така претставуваат рабен елемент на патниот профил во насип.

Функцијата им е повеќекратна:

- ⇒ обезбедуваат странична стабилност на коловозната конструкција;
- ⇒ придонесуваат за психичка сигурност на возачите;
- ⇒ служат за поставување елементи на патна опрема (сигнализација, огради и др.),
- ⇒ служат за депонирање на материјали за поправка и одржување на патиштата;
- ⇒ за запирање и оставање на расипани возила и др.).

Се градат од добро збиен природен материјал, со попречен наклон од 8% насочен кон косините на трупот на патот, со ширина од 1,0 до 2,5 m. (Слика 42)

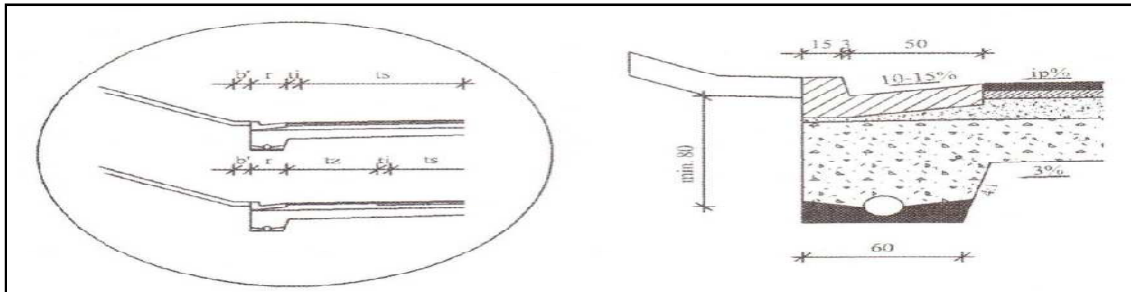


Слика 42: Облик и конструкција на банкина

Ригола (r) (претставува елемент на патниот профил во усек и служи за прифаќање на површинските води и нивно канализирано водење.

Обликот на риголата и нејзините димензии зависат од количината на вода и хидрауличките услови на истекување.

Позицијата на риголата е секогаш до работ на коловозот, а најчесто се градат од бетон лиен на лице место, или од префабрикувани бетонски елементи, кои се поставуваат на свежа бетонска подлога. Попречниот наклон се движи од 10 до 15%. (Слика 43).



Слика 43: Облик и конструкција на ригола

Берма (b') (претставува простор помеѓу риголата и косината на усекот. Служи за: заштита на риголата од еродираниот материјал, поставување на сообраќајна сигнализација и отворање на прегледноста на патот во кривини. Ширината на бермата изнесува $b' = b - r$, или најчесто се проектира со ширина од 1,0 до 1,5 m, освен во недоволно прегледни кривини каде бермата се проширува согласно барањата за прегледност.)

Разделен појас (R_p) и разделна лента (R_l) (претставуваат задолжителен елемент на автопатските профили. Служат за физичко раздвојување на насоките на возење и сместување на сообраќајно техничката и експлоатационата опрема на патот (вертикална сигнализација, заштитна ограда, детали за одводнување, заштитно зеленило.

На определени места се прави прекин на зеленилото од разделната лента, за да во случај на сообраќајни несреќи, санации на патото и друго, се овозможи премин на возилата од еден на друг коловоз. Вакви прекини се прават на отворени делници на 2 – 3 km, како и пред големи мостови, тунели и крстосници).

Во општ случај, ширината на коловозниот профил зависи од просторната позиција, дали профилот е во насип, ископ или, засек. (Табела 11)

Табела 11: Коловозни профили

Просторна позиција	Патишта со две ленти	Автопатишта
насип	$P_n = 2b + \sum t$	$A_n = 2b + R_t + \sum t$
ископ	$P_u = 2(b' + r) + \sum t$	$A_u = 2(b' + r) + R_t + \sum t$
засек	$P_z = b + b' + r + \sum t$	$A_z = b + b' + r + R_t + \sum t$

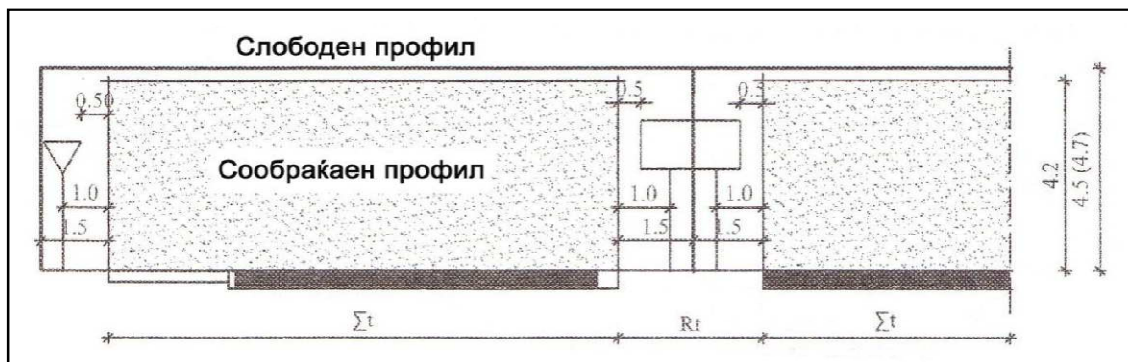
5.4.1.3. Сообраќаен и слободен профил

Сите јавни патишта мора да обезбедат услови за сообраќај на транспортните возила со најголеми габаритни димензии (слика 44 и 45)

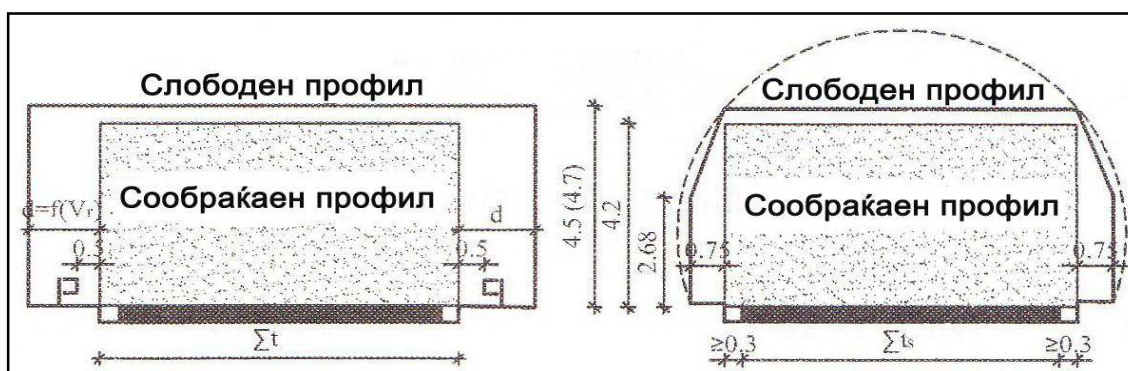
Станува збор за возила со ширина $SV=2.5$ m и возила $H=4.0$ m.

⇒ сообраќаен профил е простор во кој може да се сместат контурите на меродавно возило во движење. Сообраќајниот профил е ограничен со збирна ширина на сите коловозни ленти ($\sum t_i$) и висина $h_d = 4,2$ m која ја

- содржи статичката висина на меродавното возило, зголемена за големината на можните динамички осцилации ($\Delta h = 0,2 \text{ m}$).
- ⇒ слободен профил кој е зголемен по ширина и висина поради можните промени на статичкиот габарит на возилото (пр. отворање на вратите), или промена на состојбата на коловозот (пр. снежен нанос), претставува слободен профил на патот кој мора да биде ослободен од сите стални физички пречки.



Слика 44: Сообраќаен и слободен профил кај автопатишта



Слика 45: Сообраќаен и слободен профил кај двонасочни патишта

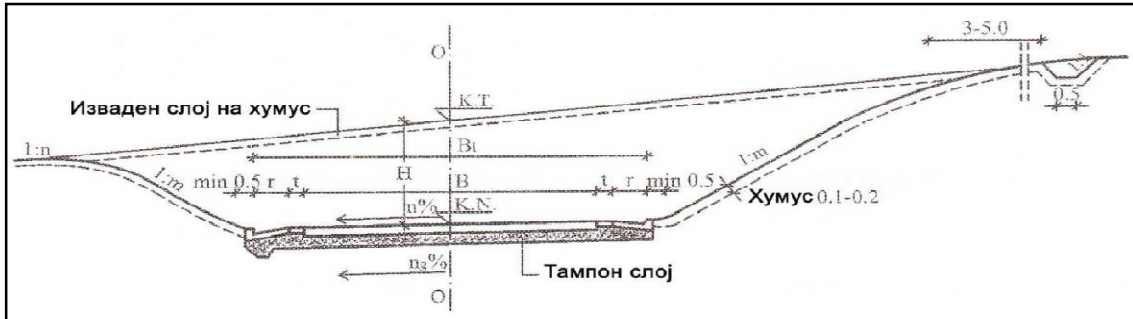
5.5. Елементи на земјаниот труп на патот – долен строј

Долниот строј на патиштата претежно се изведува од земјани материјали, поради што и се нарекува земјан труп на патот, а може да биде во облик на ископ, насип и засек. На кои места ќе се јават овие облици, зависи од тоа дали трасата на патот ќе поминува низ повисоки места – со ископ, со насипување на пониски места, или засекување на ридчестите падини.

Долниот строј на патот мора да биде постојан, стабилно изграден, бидејќи ги прима надворешните сили и притисоци од возилата, кои се пренесуваат од горниот строј. Секоја појавена деформација на долниот строј, ќе се рефлектира со деформација на горниот строј.

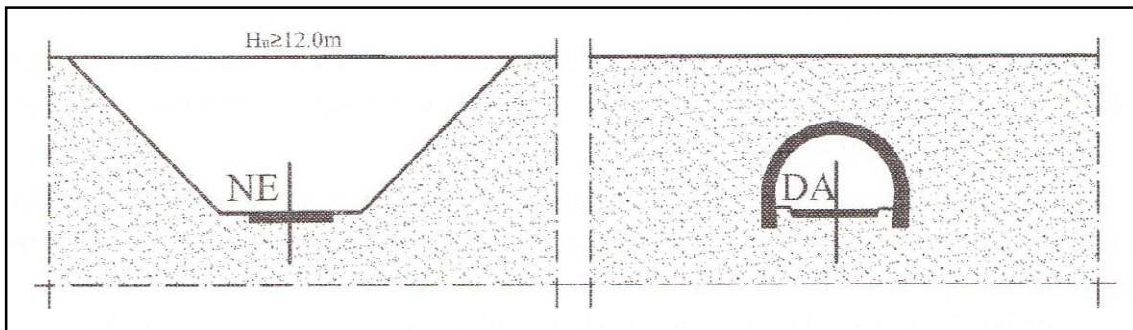
5.5.1. Ископ

Ископот се јавува кога трасата на патот се води со ископување на повисоките места од теренот и поради тоа, планумот на патот се наоѓа под површината на теренот. Кај ископот секогаш котата на терен е повисока од котата на нивелета. Длабочината на ископ се зема во оската на патот, а се добива кога од котата на терен ќе се одземе котата на нивелета (слика46).



Слика 46: Длабочина на ископ при проектирање на патишта

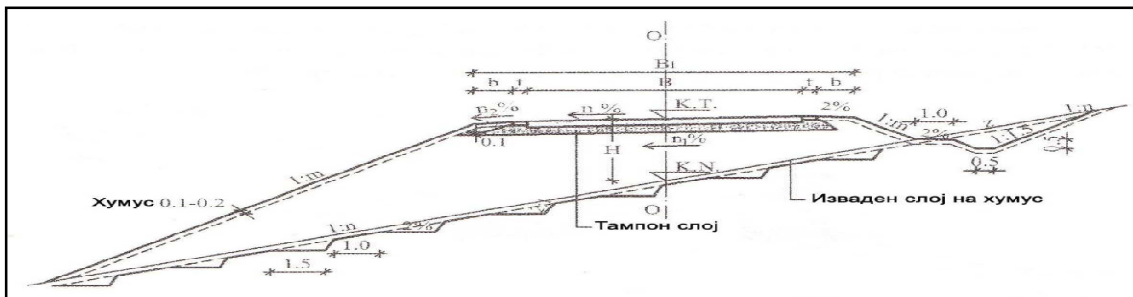
Земјата која се добива од ископот, првенствено се користи при изградба на соседните насипи, а ако има отповеќе, или не е добра за оваа намена, се депонира. Максималната економско технички оправдана длабочина на ископот се движи од 12 до 15 m, а за поголеми длабочини подобро решение е тунел (слика 47).



Слика 47: Избор на длабок ископ или тунел при проектирање

5.5.2. Насип

Насип се јавува на оние места каде трасата на патот се води преку пониски места на теренот, при што се јавува потребата од насипување. Кај насипот, планумот се наоѓа над површината на теренот, па затоа секогаш котата на нивелета е повисока од котата на терен. Висината на насип се зема во оската на патот, а се добива кога од котата на нивелета ќе се одземе котата на терен (слика 48).



Слика 48: Насип на траса на патот

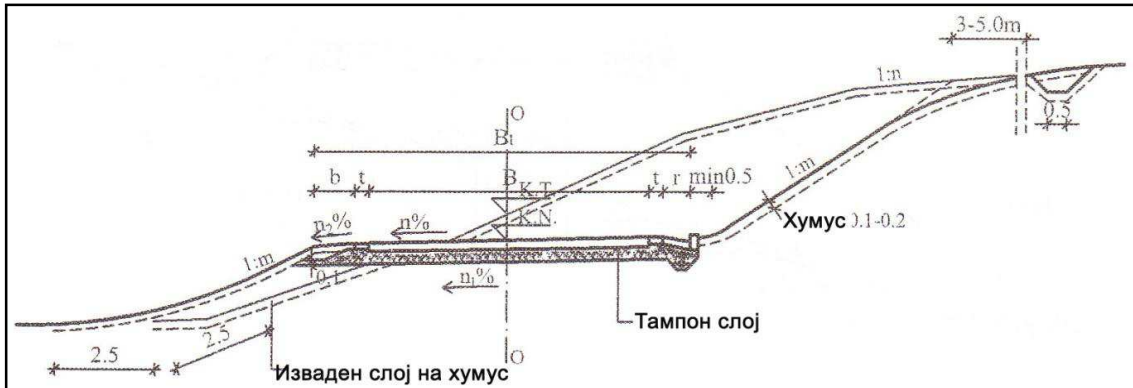
Земјаните материјали за изградба на насип се добиваат од соседните ископи, а кога нема доволно материјал, се зема од позајмишта.

Минималната висина за насип е 0,30 m, а максималната висина е 12 до 15 m, а потоа подобро е да се гради вијадукт.

Секој слој на вграден материјал е со попречен наклон од 4%, а надолжниот наклон е проектиран ист како на нивелетата.

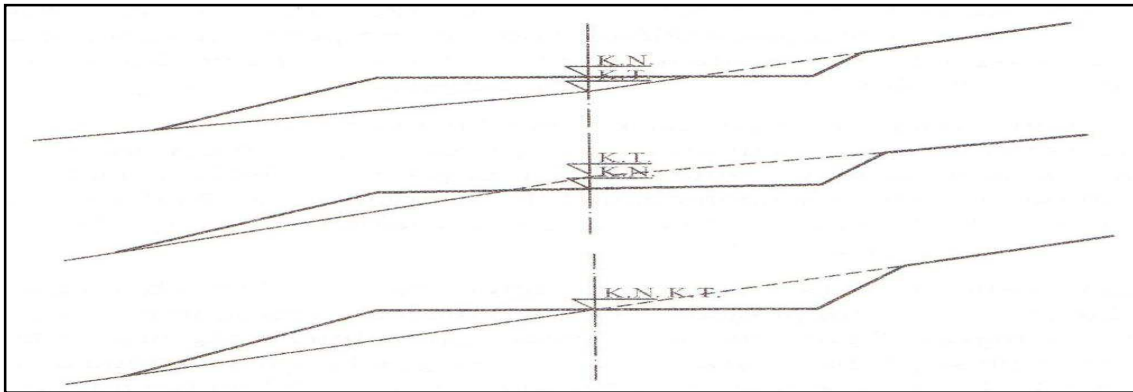
5.5.3. Засек

Кога трасата на патот се води по ридчести падини, тогаш земјаниот труп се гради делумно во ископ и делумно во насип, а овој облик на земјаниот труп се вика засек. Кај засекот, планумот во еден дел е над теренот, а во другиот дел е под теренот. Земјените работи се минимални, бидејќи онаа земја што ќе се ископа од делот на ископ, е користи во делот за насип (слика 49).



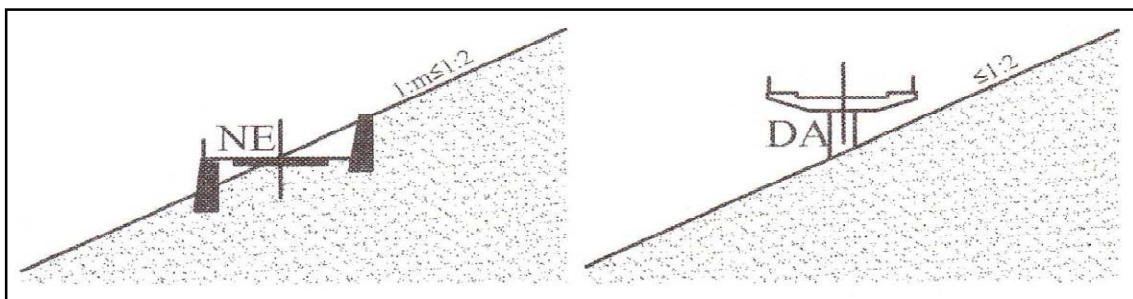
Слика 49: Засек на траса на патот

Можни се три случаи на засек: кога котата на нивелета е над котата на терен, кога котата на нивелета е под котата на терен и кога котата на нивелета се поклопува со котата на терен (слика 50).



Слика 50: Три случаи на засек на траса на патот

Доколку се јави дилема дали на стрмен терен да се гради длабок засек или вијадукт, предноста ја има вијадуктот поради повеќе причини економска оправданост, непореметување на природата и други (слика 51).



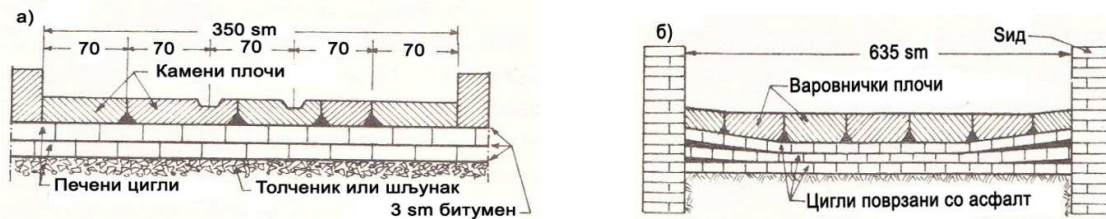
Слика 51: Избор: длабок засек, или вијадукт

5.6. Коловозни конструкции

5.6.1. Историски развој

Според пишаните извори (Херодот), првата изградена коловозна конструкција е за потребите на изградбата на пирамидите во Египет (3.000 год. п.н.е.), а се состоела од големи камени плочи кои биле обработени и поставени преку слој од песок. Намената им била да преку нив се транспортираат со влечење големите камени коцки за изградба на пирамидите со тежина и до 80 тони, а за намалување на триењето плочите биле поливани со вода, или премачкувани со масло.

Во Вавилон градени се т.н. „свети патишта“ до храмовите, кои биле поплочени со камен (слика 52), односно со варовнички камени плочи со жлебови поставени врз цигли врзани со асфалт каде што е првпат забележана употребата на асфалт.

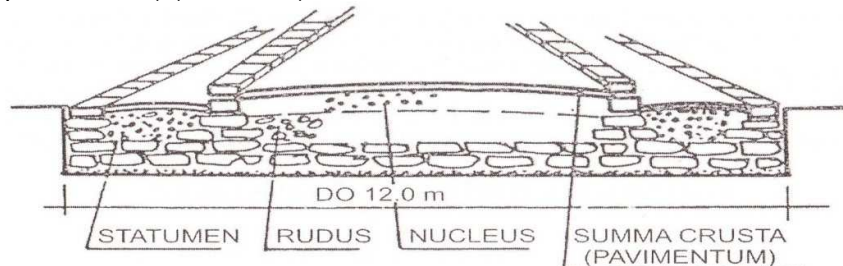


Слика 52: Патишта до храмовите а) во Асуру б) во Вавилон

Во античка Грција изградените патишта служеле за транспорт на луѓе и стока, како и за посета на нивните храмови, но градени според технички стандарди за ширина на колите (двоколки) со растојание помеѓу тркалата од најчесто 1,6 m. Коловозите биле со обработени жлебови – т.н. „колотрази“ (со длабочина од 7 - 30 cm и широчина од 7 - 15 cm) по кои се движеле тркалата, а теренот помеѓу нив бил нерамен. Разминувањето на колите се вршело со изместување на едната кола од жлебовите, или со изградба на места за разминување.

Персискиот цар Дариј (521-485 год. п.н.е.) го изградил т.н. „кралски пат“ со должина од 2.500 km, кој ја поврзувал Мала Азија со Персискиот залив. Трасиран бил според некои принципи кои се користат и денес при изградбата на автопатишта, обезбедуван од војска, со станици за одмор на патници и замена на коњи на секои 25 km, а по него се движеле карвани од Кина и Индија со разни производи (свила, чај и др.).

При изградба на римските патишта постојат големи разлики во пресекот на коловозните конструкции поради големината на патната мрежа (преку 80.000 km), нејзината голема распространетост, различни материјали кои се употребувале при изградба, разликите при градење, новите сознанија при 7 векови на градба, како и различните категории на патишта. Генерално дебелината на државните патишта се движела од 90 – 150 cm, а се состоела од долен слој составен од 2 реда камени плочи (statumen), слој од камен со големина на тупаница (rudus), слој од камен со големина на орех (nucleus) и завршен слој од смеса од чакал, песок и варов малтер (summa crusta или pavimentum) (Слика 53).

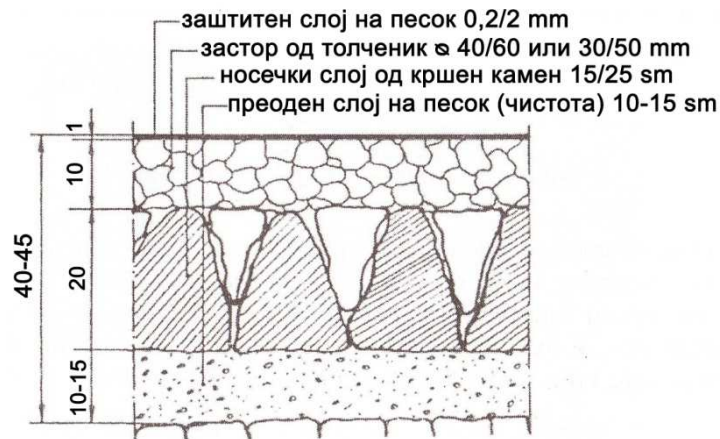


Слика 53: Попречен пресек на римски државен пат

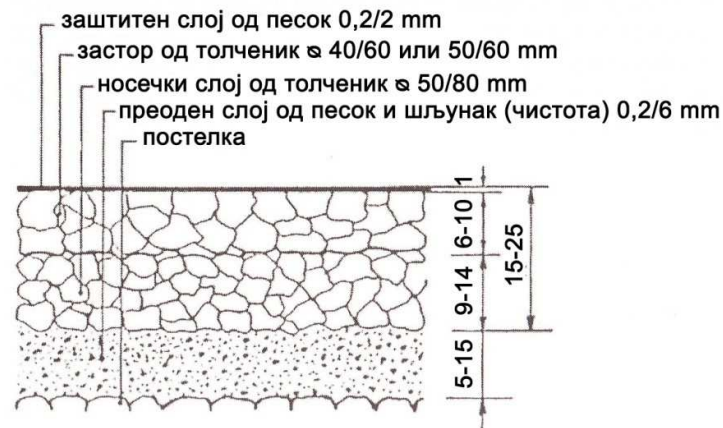
Римјаните истотака биле први кои во патоградбата го примениле бетонот, со користење на три дела чакал и еден дел варов малтер („caementum“).

Со појавувањето на францускиот инженер Тресак (Pierre Marie Jerome Tresaguet, 1716 – 1796), доаѓа до унапредување на технологијата за изградба на патишта со примена на двослојна коловозна конструкција, преку слој од крупен камен се поставува поситен дробен камен.

Во исто време англискиот инженер Томас Телфорд (Thomas Telford, 1757 - 1834) и шкотланѓанецот Џон Мак Адам (John Mc Adam, 1827 - 1865), развиваат сличен тип на коловозна конструкција. Телфорд предложил коловозна конструкција („Телфордов коловоз“), на која преку подлогата од крупен камен, во шуплините ќе се постави поситен камен т.н. „набивање чивии“, а потоа се поставува толченик (слика 54). Мак Адам предложил коловозна конструкција која по него наречена е „Макадамски застор“ и се состои од два слоја поситен камен – толченик (со дебелина 15 – 25 см), односно валан толченик. Долниот слој е од помек и покрупен толченик со дебелина од 9-14 см и големина на толченик 6-8, а горниот слој е со дебелина од 6-11 см и големина на толченик 3-6. По извршеното распостилање и планирање на секој слој од толченик, се врши валирање со поливање со вода (слика 55). Оваа постапка се покажала како најцелисходна, па во разни облици задржана е до денес, како подлога на засторите во современите коловозни конструкции.



Слика 54: Попречен пресек на Телфордов коловоз



Слика 55: Попречен пресек на Макадамски коловоз

На почетокот на дваесеттиот век најчесто за градски сообраќајници, користени се камени призми (со димензии 14/20 см и дебелина 16 - 18 см), кои се поставувани на слој од песок со дебелина од 15 - 20 см, а доколку тлото е со недоволна носивост се зголемувала дебелината на 30 – 35 см, но во никој случај помала од 5 см (подобра распределба на оптоварувањето, поради збивање и различни висини на камените коцки).

Примената на битуменски врзани материјали започнува во Франција (1802 год. градени се тротоари, а 1850 год. и застори на коловозни конструкции), додека првата флексибилна конструкција во денешен смисол изградена е во САД (Newar „New Jersey“) во 1870 год. Со големиот развој на петрохемиската индустрија и нејзиниот производ – битумен (1902 год.), започнува доминацијата на флексибилните коловозни конструкции (кои користат битумен како основно врзивно средство на материјалот во засторот и горната подлога) кај современите патишта и се застапени со повеќе од 90%.

По откривањето на портланд цементот од страна на Џон Смитон (John Smeaton) од Англија, доаѓа до изградба на првата бетонска коловозна конструкција во Шкотска (1875 год.).

Повторен поголем развој во изградбата на патиштата се случува кон крајот на XIX век, со пронаоѓањето на првиот автомобил со мотор со внатрешно согорување од страна на Готлиб Дајмлер (Gottlieb Daimler, 1834 - 1900) и Карл Бенц (Karl Benz, 1844 - 1929). Почетокот на новата ера во изградбата на патиштата, претставува развојот на автомобилската индустрија, а со тоа и развојот на патниот сообраќај, кој ја презема доминатната улога во масовниот транспорт.

Со развојот на автомобилската индустрија и подобрување на перформансите на автомобилите, се појавиле и првите натпревари во автомобилскиот спорт – трки, па градските инженери од Монако неможејќи да ги издржат прашините предизвикани од автомобилите по правливите толченички коловози, почнале да ги прскаат коловозните површини со катран, а потоа ги посипувале со ситен песок или камена ситнеж, со што ги избегнале прашините. Оваа постапка набрзо била прифатена насекаде и усвојена до методи од кои настанале денешните коловозни застори.

5.6.2. Видови на коловозни конструкции

Современите коловозни конструкции се делат на:

- ⇒ флексибилни коловозни конструкции и
- ⇒ крути коловозни конструкции.

И флексибилните и крутите коловозни конструкции имаат свои позитивни и негативни карактеристики, кои во определени случаи ги прават посебно употребливи, или пак во други ситуации ги прават исклучиво неупотребливи.

Како позитивни карактеристики на флексибилните коловозни конструкции со асфалтен застор можат да се наведат:

- ⇒ еластичност во однесувањето и распределбата на оптоварувања на кои се изложени
- ⇒ едноставна изградба и флексибилност во прилагодувањето на растот на сообраќај во текот на експлоатација
- ⇒ можност за голем избор на решенија – структура и технолошки решенија
- ⇒ етапност во изградбата и можност за прогресивно финансирање
- ⇒ едноставно одржување
- ⇒ можност за користење веднаш по изградбата (кај крутите се чека 2-3 недели)
- ⇒ комфор при возење (нема спојници како кај крутите)
- ⇒ добар изглед и контраст со хоризонталната сигнализација и
- ⇒ можност за рециклирање (повторно користење на оштетените делови).

Како позитивни карактеристики на крутите коловозни конструкции со цементно-бетонски застор, можат да се наведат:

- ⇒ отпорност, изедначеност и цврстина на засторот, со мало манифестирано и изедначено абеење (понеосетливи се од флексибилните на промени на носивост на тлото во постелката и основата на коловозот)
- ⇒ со армирање и преднапрегање добиваме крути коловозни конструкции, кои се способни да примат и најтежок сообраќај, за многу големи оскини оптоварувања
- ⇒ имаат непроменливост на техничките карактеристики, како и нечувствителност на температурни влијанија и други промени во текот на годината
- ⇒ едноставно одржување, одводнување и чистење, како и добри рефлексивни карактеристики при неповолни услови
- ⇒ помали вкупни трошоци (за градење и одржување), со подолг животен век, па затоа целата инвестиција е помала
- ⇒ употреба на материјали од домашно производство и др.

5.6.3. Типови на современи флексибилни коловозни конструкции

Повеќеслојните конструкции кои се составени од слоеви на материјали врзани со врзно средство битумен, односно составени од асфалтен застор и носечки слоеви, се нарекуваат современи флексибилни конструкции. Носечките слоеви се состојат од неврзан зрнест камен материјал, врзан зрнест камен материјал со соодветно врзно средство, или комбинација од овие материјали.

Сообраќајното оптоварување е фактор од кој најмногу зависи составот, дебелината и распоредот на слоевите за различните типови на флексибилни коловозни конструкции. Составот на флексибилните коловозни конструкции во зависност од примената и комбинациите на определени видови материјали и нивниот квалитет, се разликува според видот на подлога под врзаните со битумен материјали во засторот. Шесте типови на флексибилни коловозни конструкции (слика 56)

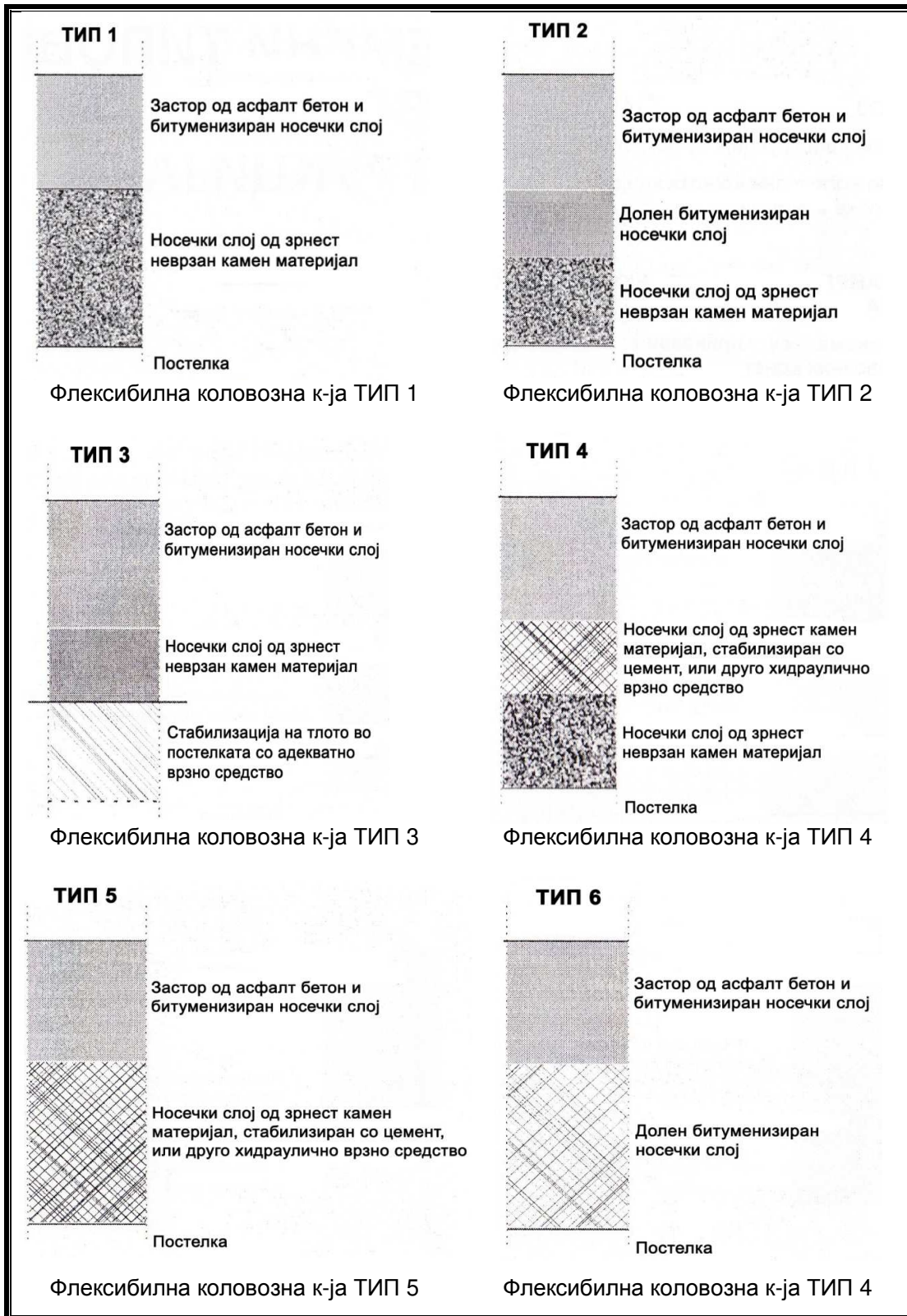
Слоевите во флексибилните коловозни конструкции кои се битуменски врзани се делат на: абечки и врзани. Под овие слоеви често се изведува битуменизиран носив слој (БНС). Нивната дебелина (на абечкиот, врзниот и битуменизираниот носив слој) зависи од големината на сообраќајното оптоварување и видот на битуменски врзани материјали (материјали врзани со битумен).

Насоките во развојот на флексибилните коловозни конструкции, упатуваат на поголема употреба на врзани материјали (со битумен или цемент) за носечките слоеви, што би резултирало до целосно изоставање на неврзани слоеви од зрнест камен материјал (коловозни конструкции од типовите 5 и 6). Поради цената на нафтата, како и појавата на пластични (трајни) деформации на асфалтните слоеви, не дојде до поголема примена на коловозни конструкции кај кои сите слоеви се од битуменски врзани материјали („full depth“). Затоа може да се констатира дека, за многу тешко и тешко сообраќајно оптоварување, дебелината на битуменски врзаните слоеви се намалува, што е проследено со подобрување на квалитетот на составот, со воведување на поголем дел од дробен камен материјал и крупнозрни мешавини, како и тврди типови на битумен.

Насоките во поглед на дво и трослојни асфалтни слоеви, упатуваат на поголема употреба на двослојни битуменски врзани материјали каде што врзниот слој се напушта, а абечкиот слој лежи директно на малку подебел битуменизиран носечки слој (коловозни конструкции од типовите 2, 4 и 5). Предностите на двослојните асфалтни слоеви се технолошки и економски и тоа:

- ⇒ подобра можност за набивање на подебели слоеви од битуменски врзани материјали, отколку потенките слоеви (подолга акумулација на топлина)
- ⇒ помалку допирни површини помеѓу слоевите (помала можност за „лизгање“ на слоевите)

⇒ намалени трошоци за енергија при вградување, поевтина цена за градење.



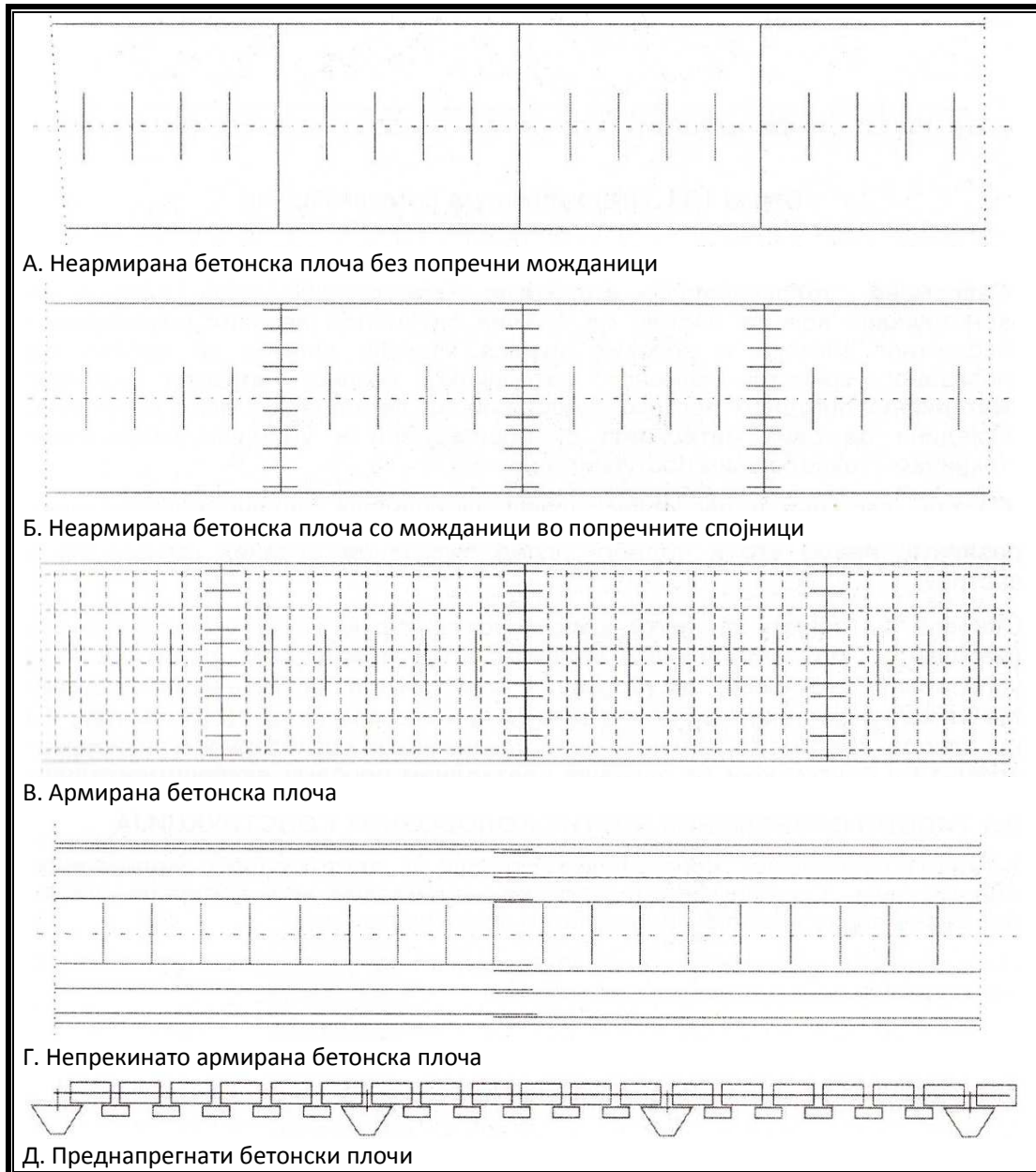
Слика 56: Шесте типови на флексибилни коловозни конструкции

5.6.4. Типови на современи крути коловозни конструкции

Бетонските коловозни конструкции припаѓаат на групата на крути коловозни конструкции и се состојат од бетонски неармирани или армирани плочи, поставени на подлога, или директно на постелката.

Основни типови на крути – бетонски коловозни конструкции (слика 57):

- ⇒ неармирани бетонска плоча;
 - ↙ без попречни можданици (слика 57 А);
 - ↙ со можданици во попречните спојници (слика 57 Б);
- ⇒ армирани бетонска плоча (слика 57 В);
- ⇒ непрекинато армирани (слика 57 Г) и
- ⇒ преднапрегнати (слика 57 Д).



Слика 57: Крути – бетонски коловозни конструкции

Основен материјал за изработка на крутите коловозни конструкции е цементниот бетон (мешавина од портланд врзно средство, агрегат, вода и хемиски додатоци: за забавување, или за забрзување на врзувањето и за извлекување на воздух). Производството на бетонот се врши од мешавина на ситнозрни и крупнозрни агрегати чиј однос се определува во овластени лаборатории по експериментален пат, а големината на зрната од агрегатот се движи од 10 – 40 mm.

Дебелината на неармираните и армираните коловозни конструкции е скоро идентична, бидејќи арматурата се поставува во неутралната зона за да ги контролира прснатините, а не и пренесувањето на оптоварувањето. Со преднапрегање на бетонските коловозни конструкции се намалува нивната дебелина и се зголемува отпорноста на виткање.

Носивоста на подлогата кај крутите коловозни конструкции нема големо влијание бидејќи, поради својата крутост и големиот модул на еластичност, товарите ги пренесуваат на голема површина од подлогата.

5.6.5. Елементи на коловозните конструкции

Основни елементи од кои се составени коловозните конструкции се:

- ⇒ постелка;
- ⇒ долна подлога;
- ⇒ горна подлога и
- ⇒ застор.

5.6.5.1. Постелка

Постелката претставува темел на коловозната конструкција, а нејзината основна улога е да:

- ⇒ овозможи изградба на слоевите од патот над неа
- ⇒ го заштити трупот на патот до моментот на изградба на следните слоеви и
- ⇒ овозможи изедначена носивост.

Во најчест случај над постелката се гради долна подлога, која служи за заштита од дејството на мразот. Класификацијата на постелката на слаба, нормална и многу цврста (табела 12).

Табела 12: Класификација на постелката

Тип на постелка		min. дебелина на долната подлога [cm]
Слаба	Сите постелки со $\text{CBR} \leq 2\%$	15
Нормална	$2 < \text{CBR} < 15\%$	8
Многу цврста	Сите постелки со $\text{CBR} \geq 15\%$	0

Кај слабо носивите постелки, подобрување на цврстината може да се изврши механички (со подобрување на гранулометрискиот состав на темелното тло и негово набивање) и хемиски (со употреба на врзно средство цемент, вар, пепел и др.). Од економски аспект, поисплатливо е да се вложи во подобрување на носивоста на постелката, отколку во зголемување на дебелината или квалитетот на слоевите над неа.

Набивањето на тлото во постелката се движи од 15 до 30 cm, а со набивањето се врши зголемување на цврстината на смолкнување, се смалува консолидацијата, водопропустливоста и апсорпцијата на вода.

Носивоста на постелката се изразува со Калифорнискиот индекс на носивост (CBR), модулот на стисливост, повратен модул и модулот на реакција.

5.6.5.2. Долна подлога (долен носечки слој - тампон)

Втор елемент во составот на коловозната конструкција (веднаш над постелката) е долната подлога и кон нејзината изработка се пристапува веднаш по изработката на постелката.

Целта на долната подлога е на најекономичен начин да ја зголеми дебелината на коловозната конструкција, а нејзина основна задача е:

- ⇒ да овозможи изедначена носивост
- ⇒ да ја зголеми носивоста на конструкцијата
- ⇒ да ги намали негативните влијанија настанати поради промена на волуменот во постелката
- ⇒ да го намали или спречи дејството на мразот.

Долната подлога се состои од еден или повеќе слоеви од природно или механички стабилизирани тло, дробен агрегат, чакал - песочен агрегат, или од отпаден материјал (пр. дробен бетон и шљака). Најчесто, долната подлога се изработува од чакал - песочен агрегат, или дробен агрегат.

Дебелината на долната подлога се движи од 15 до 50 см во зависност од сообраќајното оптоварување. Долната подлога може да се изостави, доколку носивоста на постелката е голема ($CBR \geq 10\%$) и нема опасност од дејството на мраз.

5.6.5.3. Горна подлога (горен носечки слој)

Трет елемент во составот на коловозната конструкција е горната подлога, која претставува еден, или повеќе слоеви веднаш под засторот. Материјалите кои се употребуваат за горна подлога се сите оние материјали кои се отпорни на вода, мраз и кои имаат $CBR \geq 80\%$, а најпознати се:

- ⇒ дробени агрегати
- ⇒ мршав бетон
- ⇒ врзани материјали со цемент и битумен
- ⇒ стабилизирани материјали (за лесно оптоварени патишта).

Улогата на горната подлога зависи од типот на коловозна конструкција, дали е флексибилна или крута.

Улогата на горната подлога кај флексибилната коловозна конструкција е да се зголеми носивоста на коловозот, да се подобри одводнувањето и спречи дејството на мраз.

Улогата на горната подлога кај крутата коловозна конструкција е да се спречи пумпањето и дејството на мразот, одводнување, да се намали негативното дејство на промените на волуменот во постелката и зголеми носивоста на конструкцијата.

Најпознати видови на горна подлога се:

- ⇒ макадамски
- ⇒ бетонски
- ⇒ стабилизирани врзани материјали со цемент или битумен.

5.6.5.4. Застор

Засторот е елемент кој се наоѓа најгоре во коловозната конструкција и поради тоа тој ги прима директните влијанија од оптоварувањето на возилата, како и факторите од околината и тоа:

- ⇒ од една страна, дејството од пневматиците (вертикално и тангенцијално) и абење
- ⇒ од друга страна, дејството на температурата, сончевите зраци (оксидација на врзното средство) и водата.

Влијанието на пневматиците од возилата се манифестира преку:

- ⇒ вертикалните напрегања на притисок кои изнесуваат од 0,5 до 0,8 MN/m² (додека кај авионите достигнуваат до 1,4 MN/m²)
- ⇒ напрегањата на смолкнување во близината на абечкиот слој, кои изнесуваат од 0,35 до 2 пати поголем интензитет од притисокот во пневматиците, односно 0,35 до 1,6 MN/m²
- ⇒ во зоните на кочење или забрзување, напрегањата достигнуваат 3 до 5 пати поголеми вредности од притисокот во пневматиците, односно 2,0 до 3,0 MN/m².

Температурното влијание на површината на абечкиот слој главно се однесува на температурните разлики и тоа:

- ⇒ до 30°C во текот на еден ден и
- ⇒ до 80°C во текот на една година (-20°C во зимскиот период и +60°C во летниот период).

Значајно е да се истакне дека температурата на која се загрева завршниот – абечки слој од коловозната конструкција, може да биде до 30°C повисока од температурата на воздухот.

Овие слоеви кај флексибилните коловозни конструкции се проектираат и градат од битуменски врзани материјали (асфалт бетони), а кај крутите коловозни конструкции од цемент бетони.

Засторот на флексибилните коловозни конструкции е составен од абечки и врзен слој. Главна задача на врзниот слој е да го поврзе абечкиот слој со подлогата, а воедно и да ја зголеми носивоста, да ја зголеми отпорноста на трајни деформации, да направи постапна промена на квалитетот од абечкиот слој кон пониските слоеви и овозможи поквалитетна изградба на абечкиот слој.

Квалитетот на употребените материјали кај врзниот слој нема разлика од абечкиот слој, а дебелината се движи од 5 до 10 cm. Кога се применува врзниот слој (може и да не се примени), најчесто е асфалт бетонска мешавина.

Дебелината на абечкиот слој од асфалт бетон се движи од 2,5 до 8 cm, а покрај асфалт бетон се применуваат и „лиен асфалт“ и површински обработки.

Дебелината на засторот кај крутите коловозни конструкции, односно дебелината на плочите кај патиштата се движи од 20 до 25 cm, а кај аеродромите околу 35 cm.

Попречниот наклон на коловозот во правец, изнесува min 2,5% (ip min = 2,5%), поради одводнување.

5.7. Технологија на изградба на патиштата

Изградбата на патишта генерално би можела да се класифицира во повеќе активности:

- ⇒ подготвителни работи;
- ⇒ отстранување на хумусното тло;
- ⇒ широк откоп;
- ⇒ набивање на подтлото;
- ⇒ изградба на насипи;
- ⇒ набивање на насипите;
- ⇒ обработка на постелката;
- ⇒ одводнување и дренирање на трупот на патот;
- ⇒ изработка на коловозна конструкција;
- ⇒ уредување и заштита на косините на насипите и ископите;
- ⇒ изградба на пропусти;
- ⇒ изградба на риголи;
- ⇒ рабни ленти и рабници и
- ⇒ изработка на клинови од шљунак кај објектите.

5.7.1. Подготвителни работи

Под подготвителни работи се подразбираат следниве активности:

- ⇒ формирање на градилиште;
- ⇒ стопанско градилиште;
- ⇒ отворање и уредување на позајмишта на материјал;
- ⇒ обележување на трасата и објектите и
- ⇒ чистење и подготовка на теренот за изградба.

5.7.1.1. Формирање на градилиште

Кога се формира градилиште припаѓаат следниве работи:

- ⇒ изградба на привремени сообраќајници за поврзување со јавните сообраќајници;
- ⇒ изградба на објекти за потребите на управа на градилиштето и обезбедување на предуслови за нормално функционирање на работите:
 - ⇒ работилници;
 - ⇒ ресторани за исхрана;
 - ⇒ деловни и станбени згради;
 - ⇒ приклучување на водоводна мрежа;
 - ⇒ подготовка на површините за сместување на материјали и др.
- ⇒ изградба на пристапни патишта до поголемите објекти на градилиште;
- ⇒ изградба на работни патеки по должина на трасата, поставување на потребни инсталации (електрични, водоводни, за компримиран воздух и др.).

5.7.1.2. Стопанско градилиште

Кога се формира стопанско градилиште за одвивање на работите на градилиштето, неопходни се следниве објекти:

- ⇒ армирачки погон;
- ⇒ тесарски погон;
- ⇒ работилници и сервиси;
- ⇒ магацини, складишта;
- ⇒ асфалтна база со депонија за агрегат и битумен;
- ⇒ лабораторија за бетон и геомеханика и др.

5.7.1.3. Отворање и уредување на позајмишта на материјал

Отворање и уредување на позајмишта на материјал се прави поради поголемите кубатури потребни за изградба на насипи и поради тоа што целиот ископан материјал не може да се искористи заради квалитетот за изработка на насипите се јавува потреба за отворање на земјиштето.

Пред употреба на материјалот за изградба на насипи, се вршат геотехнички и лабораториски испитувања.

5.7.1.4. Обележување на трасата и објектите

Обележување на трасата и објектите се врши пред изградба на сообраќајниците.

Обележување на трасата се врши со поставување на основните колци (темиња, елементи на кривини) и осовинските колци на сите места каде се снимени попречни профили и објекти.

Сите профили се обележуваат со колци на границите на попречните профили (ископ и насип), како и вештачките објекти (пропусти, мостови ...), а потоа се врши нивелманско снимање поради проверка на нивните висини, дали тие одговараат на оние во попречните профили.

За обележување на попречните профили на приближно хоризонтален терен се користи челична пантлика за мерење, либела и триаголник чиј наклон одговара на наклонот на косината на насипот или ископот.

За цело време на изведување на работите потребно е да се врши контрола над ископчените податоци на трасата и да се обновуваат сите ознаки на теренот.

5.7.1.5. Чистење и подготовка на теренот за изградба

Чистење и подготовка на теренот за изградба се состои во отстранување на сите пречки за нормална изградба. Под тоа се подразбира:

- ⇒ сечење и расчистување на дрвата, растенија, огради, згради, објекти предвидени за рушење;
- ⇒ поместување на водоводните и канализациони инсталации;
- ⇒ телефонски и електрични водови и други објекти.

5.7.2. Отстранување на хумусното тло

Отстранувањето на хумусот од површините на теренот предвидени за изградба на насип и ископ, неопходно е од две причини:

- ⇒ да се сочува хумусот за обложување на косините на ископите и насипите по завршената изградба и
- ⇒ поради слабата носивост на хумусот, бидејќи содржи органски материи подложни на распаѓање.

Отстранувањето се врши со булдозер на длабочина од 15 до 30 см, а се одлага по должина на трасата вон земјаниот труп на сообраќајницата и се одржува со полевање и засејување на трева.

5.7.3. Широк откоп

За ископување на материјалот кој се врши во широк откоп, како и транспорт на материјалот до насипот или местата за депонија, се користи механизација и тоа: багери, (слика 58) булдозери (слика 59) и скрепери. Копањето на ископите се врши во надолжни слоевисо дебелина од 0,6 до 0,8 м.



Слика 58: Широк откоп со багер



Слика 59: Широк откоп со булдозер

5.7.4. Набивање на подплото

Основата на насипот – тлото на кое лежи насипот, мора да биде отпорно и оспособено да ги издржи напрегањата на кои ќе биде подложено во текот на изградба и експлоатација.

Во тлото не смее да дојде до недозволени големи слегнувања, како ниту лизгање на тлото поради што може да дојде во прашање стабилноста на насипот. Набивањето се врши со: вибро ваљак, (слика 60) ежови, вибро ежови (слика 61) и вибро ваљаци.



Слика 60: Вибро ваљак



Слика 61: Вибро еж

5.7.5. Изградба на насипи

За изградба на насипите се користат материјали со пропишан квалитет, односно материјали кои мора да исполнат пропишани стандарди во поглед на границите на течење, индексот на пластичност, прокторовиот број, минималната волуменска тежина во сува состојба, степен на нерамномерност и количина на органски материји.

Во насипите забрането е да се вградуваат органски отпадоци, корења, бусени и останати материји кои со текот на времето ќе се распадат поради биохемиски процеси.

Изградбата на насипите се врши во слоеви по целата должина и ширина на насипите, со што се овозможува широк фронт на работи и се забрзува изградбата. Истовремено се постигнува порамномерно слегнување на слоевите и се засилува врската меѓу нив.

5.7.6. Набивање на насипите

Набивањето на насипите треба да оневозможи, или ги сведе на минимум подоцните слегнувања или промени во волуменот, поради дополнителните збивања на материјалите. Секој насипан слој мора да биде збиен во полна ширина на насипот, а набивањето се врши од работ на насипот кон средината, односно во кривините од пониската страна кон повисоката.

Распостилањето на материјалот се врши со грејдер (слика 62) а за набивање на слоевите на насипот се користат вибро-ежови и вибро-ваљаци.

Пред набивањето, насипаниот слој мора да биде поради подобро набивање намокрен (ако материјалот е сув), а ако е многу мокар се врши сушење со помош на грејдери (на предната страна се монтира „гребало“ со кое се прават бразди и водата полесно испарува).

5.7.7. Обработка на постелката

Постелка е подготвена површина на завршен слој од долниот строј на патот во насип, ископ или засек, преку која се поставува коловозната конструкција. Работата на

оваа позиција опфаќа уредување на планумот на долниот строј во ископ, насип и засек, со груби и фини планирања. Работите се изведуваат по целата површина на планумот, до предвидените коти со проектот. За обработка на постелката се користат сите неоргански материјали предвидени со стандардите.



Слика 62: Грејдер

5.7.8. Одводнување и дренирање на трупот на патот

Дренирањето и одводнувањето на трупот на патот се изведува според детали од проектот и по потреба според писмени упатства на надзорниот орган, а опфаќаат:

- ⇒ изработка на комплетни дренажни системи со извод вон трупот на патот,
- ⇒ дождовни канализации,
- ⇒ канали,
- ⇒ риголи и
- ⇒ уредување на изворите од вода.

Одводнувањето во ископ се врши со бетонски риголи.

Под риголата по целата должина на делницата се поставува дренажна цевка, со попречни одводи вон трупот на патот на определени профили.

За ископ на дренажните ровови се користат помали багери и ровокопачи, потоа се врши бетонирање, а дренажните цевки се поставуваат со автодигалка.

Преку оваа дренажа се вградуваат бетонските риголи од префабрикувани елементи во слој од песок.

5.7.9. Изработка на коловозна конструкција

Асфалтната мешавина се добива со мешање на камено брашно, песок, камена ситнеж и битумен, а нејзиното производство се врши во асфалтни бази. Нејзиниот состав дефиниран е со посебен проект за коловозна конструкција.

Транспортот на асфалтот од асфалтната база (слика 63) до објектот се врши со камиони и се истовара во финишер – градежна машина со која се врши вградување на асфалтот.

Не смее да се врши вградување на асфалтот ако температурата на подлогата е помала од 6 – 8°C бидејќи во тој случај асфалтот нагло се лади при допир со подлогата (слика 64).

Распостилањето со финишер се врши во еден слој, со основна работна ширина од 2,5 m а постои можност за зголемување на ширината и на 12,0 m.

Набивањето првично, односно преднабивањето се врши при вградување со помош на финишерот со ударна даска или вибрационата плоча, а понатамошното набивање е со помош на гарнитура на ваљаци во три сукцесивни фази:

- ⇒ Прва фаза: се користи тежок вибро ваљак со мазни челични тркала, кој започнува со работа – „валирање“ непосредно позади финишерот, од понискиот кон повисокиот раб во попречен смисол, а ваљакот се движи подолжно. Масата на ваљакот е од 10 – 14 t, а преклопувањето на трагот на тркалото при секое ново поминување е min 15 sm.
- ⇒ Втора фаза: набивањето продолжува со ваљак со гумени тркала, со поголем број на тркала и доволно покривање на трагите помеѓу предните и задните тркала. Честопати наместо гумени ваљаци се користат вибрациони ваљаци, што зависи од видот на асфалтната мешавина, дебелината на слој и др.
- ⇒ Трета фаза: завршното набивање се врши со полесен ваљак со маса од 6 – 8 t, со мазни челични тркала, со цел да се изгубат трагите од премините на гумениот ваљак и површината на слојот да се израмни и затвори.



Слика 63: Асфалтна база



Слика 64: Вградување на асфалтна мешавина

5.7.10. Уредување и заштита на косините на насипите и ископите

Оваа позиција ја опфаќа заштитата на ерозивни површини на косините кај ископите и насипите, со хумунизирање и затревување, како и садење на определени растенија.

Изработката на вегетативна заштита се врши веднаш по завршување на градбата на насипите и ископите.

5.7.11. Изградба на пропуси

За пропуштање на вода или некоја сообраќајница од понизок ранг низ трупот на патот, се користат пропуси.

Тоа се објекти со големина на слободниот отвор од 1 - 5 m. Оваа позиција опфаќа ископ, изработка на оплата, монтажа и вградување, и се друго што е неопходно за завршување на работите.

5.7.12. Изградба на риголи

Поставувањето на риголи мора да предтходи на поставување на асфалтот. Тие се изведуваат како:

- ⇒ монолитни;
- ⇒ монтажни и
- ⇒ полумонтажни.

5.7.13. Рабни ленти и рабници

Ивичните ленти и рабници се изведуваат пред асфалтирање. Бетонските рабни ленти и рабници се изведуваат монолитно, со притиснати спојници, а доколку се градат асфалтни рабни ленти, треба да се изведат заедно со асфалтните слоеви од коловозната конструкција.

5.7.14. Изработка на клинови од шљунак кај објектите

Вештачките објекти во трупот на сообраќајниците (мостови, пропусти) го прекинуваат континуитетот и создаваат зона на поинаква носивост (нееднакво слегнување), така да на премините од насипите на објектите како и спротивно, може да се деформира коловозната површина (се создава некој вид на скок, т.н. „скалник“), доколку не се предвидат соодветни технички мерки.

Тие мерки се:

- ⇒ користење на добар материјал за исполна позади објектот и технички правилен начин на негово вградување,
- ⇒ правилно одведување на водата од постелката и позади објектот,
- ⇒ примена на преодни плочи и други конструкции.

Клиновите од шљунак се применуваат до длабочина на границата на смрзнување (околу 1,0 m).

Кај мостови освен клиновите од шљунак, се применува и филтерски слој од песок или шљунак со дебелина од 0,2 – 0,4 m.

Песочните клинови се вградуваат во слоеви со дебелина 0,3 m, со набивање на помала вибрациона машина (вибро плоче, помали вибро-ваљаци и др.).

5.8. Одржување на патиштата

Современото сфаќање на поимот менаџирање, односно управување со патните мрежи во рамките на Системот за управување со патиштата (СУП), не се однесува само на нивното планирање и изградба, туку и на нивното одржување, рехабилитација и реконструкција на веќе изградените коловози на патиштата (финансиски средства од втора генерација) и тоа веќе од првиот ден по пуштањето во употреба на патниот правец.

Одржувањето на патиштата, значи настојување патот да се одржи што подолго време во онаква состојба, каква што е при пуштањето во експлоатација, без посебни квалитативни промени, при што ќе се обезбеди безбедност и непрекинато на сообраќајните протоци, како и достигнување на дефинираното ниво на услуга на патот кон корисниците.

Новоизградеите или реконструирани патишта, треба правилно да се експлоатираат и одржуваат. Со текот на времето, под дејство на повеќе фактори (сообраќајно оптоварување, природните влијанија и др.), доаѓа до деградирачки промени на патната мрежа, што понатаму бара преземање на соодветни мерки и враќање на патиштата во првобитната состојба.

Комплексноста на одржувањето се забележува во сложениот процес на работа, најчесто без прекин на сообраќајот (т.н. „работа под сообраќај“), во сите годишни времиња непрекинато. Одржувањето на патиштата има свои специфики како од технички, така и од економски аспект, што влијае на организацијата и технологијата на работите. Начините и методите на одржување на патиштата, најчесто се во функција на усвоената политика во областа на одржувањето, која секогаш е одраз на финансиските можности.

Целта е да даде целосен преглед на зимското одржување кое се применува на патната мрежа во нашата земја, да ги нотира нејзините перформанси и даде препораки и заклучоци за нејзино унапредување.

Патиштата се градежни објекти кои имаат за цел да овозможат пренесување на луѓе и добра од точка А до точка Б.

Но тие истотака имаат и поголемо општествено значење, па затоа може да резимираме дека патната инфраструктурата е најдобриот показател за степенот на развиеност на едно општество. Патиштата поврзуваат и обединуваат. Поврзуваат места, градови, држави, континенти, цивилизации, култури, идеи, народи, семејства, пријатели, личности.

Одржувањето на патиштата претставува сложена инженерско – економска задача, која претпоставува комплекс на превземени мерки со цел за овозможување на нормална експлоатација, безбедност на патниот транспорт и зачувување на вредноста на патната мрежа и опремата.

По изградбата на патот и негово пуштање во експлоатација, на него во синергија деградирачки делуваат два главни фактори и тоа:

- ⇒ сообраќајното оптоварување и
- ⇒ природните влијанија.

Начините и методите на одржување на патиштата, најчесто се во функција на усвоената политика во областа на одржувањето, која секогаш е одраз на финансиските можности. Одржувањето на патиштата има свои специфики како од технички, така и од економски аспект, што влијае на организацијата и технологијата на работите.

Со цел да се зачуваат патиштата како и нивната употребна вредност за безбеден, конфорен и непречен сообраќај, потребно е патиштата континуирано и квалитетно да се одржуваат.

Мерките кои се превземаат за одржување се во зависност од рангот на патот оптеретеноста односно функција на патот во мрежата на државните патишта, обемот на сообраќајот (ПГДС - просечен годишен дневен сообраќај) и од стопанската или туристичка важност.

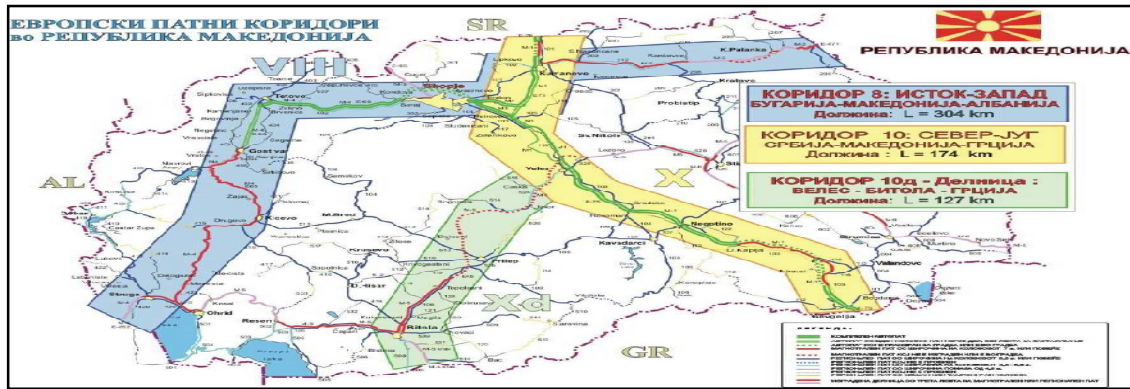
Патната мрежа во Република Македонија е доста развиена, а застапени се сите рангови на патишта, со вкупна должина од 13.940 km (Табела 13), што претставува вкупна должина на патиштата за одржување. Во овие патишта не спаѓаат градските сообраќајници и шумските патишта.

Табела 13: Преглед на должините на патната мрежа во РМ

Тип на патишта	Должина [km]
Автопатишта	251
Магистрални	660
Регионални	3.771
Локални	9.258
Вкупно:	13.940

Одржувањето на патната мрежа во Република Македонија добива на значајно уште повеќе, ако се потенцира дека низ нејзината територијата поминуваат неколку меѓународни, или „Е“ патишта (Слика 65), кои ние имаме обврска да ги одржуваме и секогаш да бидат проодни. Тие се:

- ⇒ Е – 65 (со должина низ Македонија од 279 km);
- ⇒ Е – 75 (со должина низ Македонија од 174 km);
- ⇒ Е – 871 (со должина низ Македонија од 74 km) и
- ⇒ Е – 852 (со должина низ Македонија од 60 km).



Слика 65: Меѓународни патишта кои минуваат низ територијата на Македонија

Основни цели на одржувањето и заштитата на патиштата се:

- ⇒ безбедно одвивање на сообраќајот,
- ⇒ зачувување на вредноста на патишта, со спречување на нивното пропаѓање, односно продолжување на векот на експлоатација,
- ⇒ намалување на трошоците на учесниците во сообраќајот,
- ⇒ доведување на патот во проектирана состојба земајќи ги во предвид изменетите потреби на сообраќајот,
- ⇒ заштита на патиштата од учесниците во сообраќајот,
- ⇒ заштита на околината од штетното влијание на сообраќајот.

Одржувањето и заштитата на патиштата се одвива врз база на "Годишен план за одржување". Годишниот план содржи:

- ⇒ приказ на затекнатата (моменталната) состојба на патиштата на почетокот од планскиот период;
- ⇒ цели и стандарди кои се планира да се постигнат;
- ⇒ планирани вложувања (во зависност од затекнатата состојба и планираните цели кои се очекува да се постигнат) и
- ⇒ приказ на очекуваната состојба на крајот од планскиот период (во зависност од затекнатата состојба и планираните вложувања).

5.8.1. Структурната поделба на одржувањето на патиштата

Структурната поделба на одржувањето на патиштата е следна:

- ⇒ редовно одржување;
- ⇒ зимско одржување;
- ⇒ периодично одржување и
- ⇒ интервентно одржување.

5.8.1.1. Редовно одржување на патиштата

Во пракса редовното одржување претставува одржување составено од повеќе различни позиции, кои систематски и секојдневно се превземаат на патната инфраструктура (во годишниот период: пролет-лето-есен) и со кои не се прават нејзини квалитативни подобрувања.

Според дефиниција, редовното одржување претставува настојување определен пат или објект, да се одржи што повеќе во основната состојба, со техничка вредност која овозможува оптимална експлоатација, без постигнување на посебни квалитативни подобрувања (слика 66).



Слика 66: Редовни годишни прегледи на мостовите од патната мрежа

Основните цели на редовното одржување се дефинираат со заложбата за обезбедување на безбеден, брз и непрекинат сообраќај.

Реализацијата на овие цели налага континуирано следење на состојбата на патиштата и брзо реагирање и стапување во акција, што и понатаму ќе овозможи непрекинатата експлоатација на патиштата.

Видови на работа од доменот на редовното одржување се:

- ⇒ тековно одржување (чистење на коловозот и јавните површини, косење долж патот, чистење и одржување на пропусти и влезно излезни глави, чистење риголи, чистење на наноси и осолени, кастрење и отворање видици, порамнување и дополнување на банкини, одржување и заштита на насипи и косини, и друго);
- ⇒ крпење на ударни дупки и санација на оштетен коловоз - ископ и одржување на патни канавки;
- ⇒ одржување на електрични инсталации;
- ⇒ одржување на хоризонтална сигнализација, вертикална сигнализација и патна опрема и
- ⇒ поставување и одржување на заштитни оградни и обложни мрежи.

5.8.1.2. Зимско одржување на патиштата

Основната цел на зимското одржување е да се овозможи непрекинат и безбеден сообраќај на сите учесници во сообраќајот.

Неповолните временски влијанија кои се јавуваат во зимскиот период изразени преку ниски температури, присуство на снег и мраз на коловозната површина, можат битно да ја намалат пропусната моќ и нивото на услуга на патот, или во краен случај да предизвикаат прекин во сообраќајот.

Квалитетното спроведување на работите на зимската служба (слика 67) зависи од повеќе чинители и тоа:

- ⇒ географската положба;
- ⇒ специфичните климатски услови;
- ⇒ надморската височина;
- ⇒ економската моќ на земјата;
- ⇒ обемот на транспорт и густината на сообраќајот;
- ⇒ сообраќајното оптоварување на патот;
- ⇒ степенот на опременост со механизација;
- ⇒ начинот на управување и менаџирање со избраниот модел на зимско одржување;
- ⇒ соработката со останатите субјекти инволвирани во сообраќајот (МВР - Сообраќајна полиција, АМСМ и Хидрометеоролошкиот завод) и др.



Слика 67: Зимско одржување на планински превој Стража (1.150 м.нв) на патот М-4 (Е-75)

Зимската служба не е продуктивна, во смисол на стварање на нови вредности на патиштата затоа што со покачување на температурите и промена на годишното време целиот труд и потрошени средства стануваат безпредметни, но секако е неопходна и од големо значење за безбедно одвивање на ообраќајот.

Зимското одржување или како што уште се нарекува зимска служба според правилникот за одржување на јавни патишта е со времетраење од 15. ноември до 15 март наредната година.

Во зависност од географско – климатските и моменталните временски услови како и од местоположбата (надморската височина) на патот или делницата односно дали станува збор за низинска делница или планинска (планински превој) може да дојде до поместување на периодот на времетраење на зимската служба, односно може да одпочне или заврши порано или покасно од договорениот рок.

Одржувачот со цел квалитетно да ги изврши работите изработува "Годишни оперативни планови за зимско одржување".

5.8.1.3. Периодично (инвестиционо) одржување на патиштата

Работи од периодично одржување се сите активности кои повремено се преземаат за продолжување на животниот век на патната инфраструктура. Такви работи се:

- ⇒ надградба и поправка (рехабилитација) на дотраени коловози (Слика 68);
- ⇒ санација на свлечишта;
- ⇒ заштита и одржување на трупот на патот;
- ⇒ решавање на црни точки;
- ⇒ уредување на паркиралишта и приклучоци;
- ⇒ обнова на сигнализација и патна опрема;
- ⇒ садење на заштитни шумски појаси и хортикултурно уредување и
- ⇒ санација и зајакнување на мостови.



Слика 68: Инвестиционо одржување на патиштата – (надградба и поправка (рехабилитација) на дотраени коловози)

5.8.1.4. Интервентно одржување на патиштата

Работи на интервентно одржување на патиштата се активности за отстранување на оштетувањата настанати од непредвидени настани за обезбедување на непречен и безбеден сообраќај на патот во итни случаи поправки на патот после оштетување предизвикано од непредвидени настани и тоа:

- ⇒ санација на штети од елементарни непогоди и временски неприлики (лавини, поплави, пожари, земјотреси и др.)
- ⇒ отстранување на последици од сообраќајни несреќи, излевање на опасни материи и др.

При интервентното одржување се преземаат следниве мерки:

- ⇒ обезбедување на микролокацијата на елементарната непогода или непредвиден настан со: луѓе, сообраќајни знаци, бариери или друго физичко обезбедување,
- ⇒ итно расчистување на патот од последиците на елементарната непогода (Слика 69),



Слика 69: Расчистување на последица од лавина на пат Р-409 Маєрово-Дебар 2010 година

- ⇒ изработка на девијација за времено одвивање на сообраќајот (ако има потреба и услови) (слика 70),
- ⇒ пренасочување на сообраќајот по други патишта (според условите на лице место) и
- ⇒ во зависност од потребите се врши времено оспособување на патот кај критичната микролокација, до период на квалитетно оспособување на истата.



Слика 70: Изработка на девијација после појавата на лавина на пат Р-409 Маєрово-Дебар 2010 година

Дежурна интервентна служба

Кога и каде ќе има потреба од итна интервенција неможе да се предвиди додека пак патиштата треба да се проодни и безбедни за сообраќај во секое време. За оваа цел покрај другото, одржувачот организира и дежурна интервентна служба. Таа се воведува за обезбедување на подобри услови и безбедно одвивање на сообраќајот, 24 часовен увид во состојбата на патиштата и превземање на одредени превентивни и оперативни мерки, кои по својот обем и карактер неможат да се програмираат (предвидат) во редовното одржување.

Дежурната интервентна служба се организира и извршува на поважните патни правци од стопанско и туристички значење и делници на кои заради конфигурацијата на теренот и усеците, доаѓа до почести свлечувања и одрони кои ги загрозуваат безбедното одвивање на сообраќајот. Со годишните програми се одредува бројот на екипите, патните правци, делниците кои се контролираат, работното време на екипите бројот на смени и седиштето. Една екипа ја сочинува возач и работник.

Службата се извршува со пикап или полутоварно возило, опремено со радиостаница и ротационо светло за обележување, освен ова возилото постојано треба да е снабдено со:

- ⇒ комплет сообраќајни знаци за работа на пат, одрони, ограничување на брзина, опасност на пат и други потребни знаци;
- ⇒ копач, пила, лопати, секира, метла, набивач, комплет ситен алат и
- ⇒ потребен градежен материјал и опрема за вршење на поправки на осамени и иразени ударни дупки на коловозот.

5.9. Останати работи поврзани со одржување на патиштата

Ова се работи кои не се извршуваат директно на патот но се во функција на работите кои се извршуваат на патиштата, планирање и зачувување на патната инфраструктура. Таков вид работи се:

- ⇒ заштита на патишта;
- ⇒ диспечерско информативна служба;
- ⇒ броење на возила, обработка и водење на податоци (слика 71);
- ⇒ евиденција за состојбата-катастар на патишта;
- ⇒ изработка на проектна документација за одржување и
- ⇒ извршување на работи по решение од инспекција,



Слика 71: Автоматски бројачи на возила „Sterela“ на патната мрежа, за броење на сообраќајот на патиштата

ШЕСТИ ДЕЛ

ТУНЕЛИ



VI. Тунели

6.1. Вовед и историски преглед

Зборот „тунел“ на англиски јазик значи „подземна цевка (премин, објект)“. Под земја се прави премин во случај кога не ќе може да се совлада некоја препрека (рид, планина, или река) на друг начин (со заобиколување, со мост), освен со тунел.

За тунел се смета било кој премин чија должина, е најмалку двапати поголема од неговата ширина.

Освен за поминување на луѓе, возила, вода и друго, тунелите служат и за друга намена, на пример:

- ⇒ во воени цели, како објекти за вкопување, скривници, складишта и друго;
- ⇒ во мирновременски услови, како простории за сместување на стока, инструменти и друго;
- ⇒ како тунели можат да се сметат и рударските ходници.

Современите градски сообраќајни системи – метроа, всушност се изградени врз принципот на поврзани тунели на повеќе нивоа.

6.1.1. Историски преглед на тунелоградбата

Постојат тунели (или податоци за нив), кои укажуваат на тоа дека тунелите почнале да се градат многу одамна (уште во стариот век). Тие биле градени исклучително со примена на работна рака. Биле многу тешки за градење и се граделе ретко, но сепак се граделе. Во однос на намената имало повеќе видови.

Релативно забрзан пораст на градењето на тунели имаме од 1600 до 1800 година (1612 година е година на пронаоѓање на барутот). Освен водоводните тунели, веќе почнале да се градат и сообраќајните тунели (бродарските), особено во Франција.

Од 1600 до 1950 година потребата за градење на тунели се зголемува (појава на железниците и моторите со внатрешно осогорување) и тогаш доаѓа до надградба на голем број тунели. Тоа е овозможено со пронаоѓањето на поефектни и поефтини експлозивни (динамит), а и механизирањето на работите во тунелите е веќе на повисоко ниво.

Од 1950 година градењето на тунели зема голем замав, особено со појавата на откопните машини за пробивање на тунели (делумно, или потполно механизирање на работите).

6.2. Поделба на тунелите

Има повеќе поделби на тунелите, во зависност од тоа кој податок за тунелот ни е битен. Така ги имаме следните поделби:

- ⇒ поделба на тунелите според геолошкиот состав на брдскиот материјал и тежината на градењето;
- ⇒ поделба на тунелите според големината на површината на попречниот пресек (F);
- ⇒ поделба на тунелите според должината;
- ⇒ поделба на тунелите според намената и
- ⇒ поделба на тунелите според материјалот од кој се градат.

6.2.1. Поделба на тунелите според геолошкиот состав на брдскиот материјал и тежината на градењето

Според геолошкиот состав на брдскиот материјал и тежината на градењето, тунелите се делат на:

- ⇒ лесни тунели за градење;
- ⇒ средно тешки тунели за градење;

- ⇒ тешки тунели за градење и
- ⇒ многу тешки тунели за градење.

6.2.1.1. Лесни тунели за градење

Тоа се тунели кои се градат во многу цврсти и цврсти карпи. Нема тунелски притисоци и спрема тоа нема потреба од подградување (или е тоа само на поедини места).

6.2.1.2. Средно тешки тунели за градење

Средно тешки тунели за градење се пробиваат во карпи кои се испукани, искршени или на друг начин средно деградирани. Има мала појава на вода.

Притисоците се средни (вертикални) и мали (странични). Има подграда со средна јачина.

6.2.1.3. Тешки тунели за градење

Тешки тунели за градење се пробиваат во деградирани карпи (среден доток на вода) и почви во кои има мал доток на вода.

Има големи вертикални и средни странични притисоци. Бараат јака тунелска подграда.

6.2.1.4. Многу тешки тунели за градење

Многу тешки тунели за градење се пробиваат во сосема распаднати карпи и почви во кои има јак доток на вода.

Притисоците се големи, од сите страни. Бараат многу јака подграда која треба да се изведе многу бргу, ако не и прво да се изведе подградата а потоа да се копа под нејзина заштита.

6.2.2. Поделба на тунелите според големината на површината на попречниот пресек

Според големината на површината на попречниот пресек (F), тунелите се делат на:

- ⇒ цевки;
- ⇒ подкопи;
- ⇒ тунели со мал профил;
- ⇒ тунели со среден профил;
- ⇒ тунели со голем профил и
- ⇒ тунели со многу голем профил.

Поделбата на тунелите според големината на површината на попречниот пресек (табела 14)

Табела 14.: Поделба на тунелите според големината на површината на попречниот пресек

Ред. Бр.	Поделба на тунелите	Површина F [m^2]	Ширина B [m]
1	Цевки	$F < 5 m^2$	$B < 2 m$
2	Подкопи	$5 m^2 < F < 12 m^2$	$B \approx 2-3 m$
3	Тунели со мал профил	$12 m^2 < F < 27 m^2$	$B \approx 3-5 m$

Ред. Бр.	Поделба на тунелите	Површина F [m ²]	Ширина В [m]
4	Тунели со среден профил	$27 \text{ m}^2 < F < 56 \text{ m}^2$	$B \approx 5-7 \text{ m}$
5	Тунели со голем профил	$56 \text{ m}^2 < F < 80 \text{ m}^2$	$B \approx 7-10 \text{ m}$
6	Тунели со многу голем профил	$F > 80 \text{ m}^2$	$B > 10 \text{ m}$

6.2.3. Поделба на тунелите според должината

Според должината (L), тунелите се делат на:

- ⇒ многу кратки тунели;
- ⇒ кратки тунели;
- ⇒ средно долги тунели;
- ⇒ долги тунели и
- ⇒ многу долги тунели.

Поделбата на тунелите според должината прикажано е во табела 15:

Табела 15: Поделба на тунелите според должината

Ред. Бр.	Поделба на тунелите	Должина L (m)
1	Многу кратки тунели	$L < 50 \text{ m}$
2	Кратки тунели	$50 \text{ m}' < L < 500 \text{ m}'$
3	Средно долги тунели	$500 \text{ m}' < L < 2.200 \text{ m}'$
4	Долги тунели	$2.200 \text{ m}' < L < 4.000 \text{ m}'$
5	Многу долги тунели	$L > 4.000 \text{ m}'$

6.2.4. Поделба на тунелите според намената

Според намената на тунелите ги делиме:

- ⇒ сообраќајни тунели: патни (слика 72), железнички (слика 73), бродарски, метроа;
- ⇒ хидро тунели (тунели кај хидро постројките, водоводни, канализациони и др.)
- ⇒ тунели за специјална намена (хангари за авиони, хидроплани, засолништа за подморници, засолништа од бомбардирање, подземни електрични централи, гаражи, магацини, подземни индустриски постројки и др.)



Слика 72: Сообраќајни тунели - патен,



Слика 73: Сообраќајни тунели - железнички

6.2.5. Поделба на тунелите според материјалот од кој се градат

Според материјалот од кој се градат, тунелите можат да бидат изградени од:

- ⇒ дрво, камен, цигла (стари градежни материјали, кои денес скоро да не се употребуваат);
- ⇒ неармиран бетон;
- ⇒ армиран бетон;
- ⇒ преднапрегнат бетон;
- ⇒ челик;
- ⇒ комбинација на претходно наведените материјали (повеќеслојни тунелски цевки).

6.3. Економско оправдување за примена на тунелско решение

Тунелите спаѓаат во најскапите градежни објекти, затоа што нивното изведување (особено пробивањето), се врши во многу тешки услови:

- ⇒ цело време треба да се осигурува избиениот дел од тунелот;
- ⇒ бројот на работни места е сведен на минимум;
- ⇒ отежнати се условите за примена на механизација;
- ⇒ транспортот е многу отежнат;
- ⇒ хигиенско техничките услови за работа се многу тешки и др.

Се цени дека во просек, изградбата на еден должен метар тунел, чини еквивалентно колку изградба на пет метри отворена траса.

Поради ова, пред да се одлучиме да градиме тунел, треба да се направи анализа на трошоците (градежни и експлоатациони) за случај:

- ⇒ да усвоиме тунелско решение
- ⇒ да правиме отворена траса.

Ако тунелот е краток, тогаш оваа анализа може брзо да се изврши, поготово доколку се има пракса - искуство (се прави калкулација по крупни показатели за двете решенија, па се споредуваат цените).

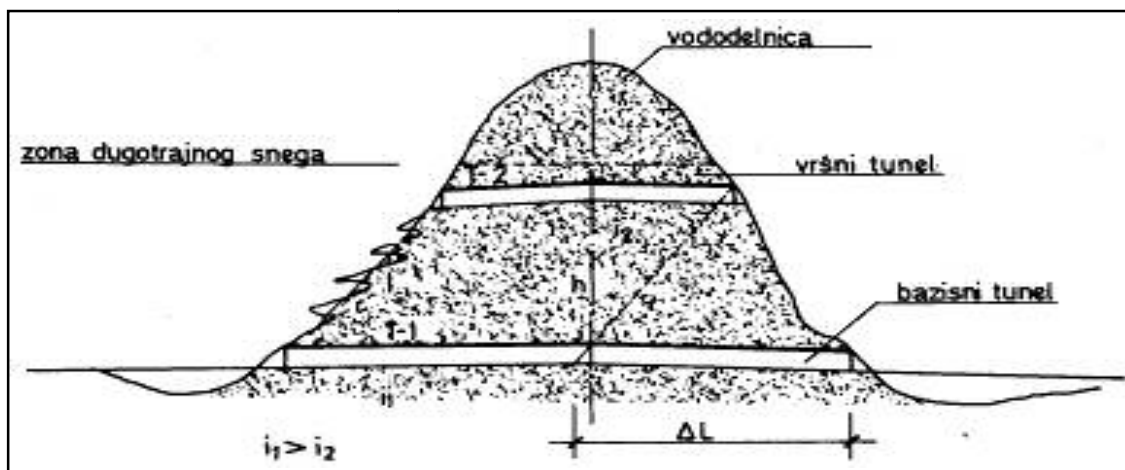
Должината на тунелот е покомплексно прашање. Се прават детални - главни проекти за двата случаја (особено се земат под внимание идните експлоатациони трошоци). Со споредување на цените, се доаѓа до тоа кое решение е поефтино, па тоа се усвојува.

Меѓутоа, постојат очигледни ситуации (а тие се најчести), кога тунелското решение е најевтино или неопходно. Тоа се:

- ⇒ кога со тунел се скратува трасата (3 до 5 пати). Особено поради тоа што, со примена на тунелското решение, скоро секогаш се подобруваат техничките елементи на трасата;
- ⇒ кога поради ограничувањето на наклоните и радиусите неможе да ја заобиколиме препреката (со отворена траса или канал);
- ⇒ ако со тунел (или мост) се избегнуваат нестабилни терени како: активни клизишта, сипаришта, снежни засипувања, лавини и друго;
- ⇒ кога со симнување на сообраќајот под земја, се придонесува за намалување на сообраќајот, со што се намалува загаденоста, се зголемува сигурноста и друго.

При преминот преку вододелници со градење на тунелите под овие препреки се скратува трасата на сообраќајниците и се ублажуваат наклоните, а со самото тоа се намалуваат трошоците за градење и трошоците за експлоатација и одржување на сообраќајниците.

Во вакви случаи тунелот може да се постави поблиску до врвот на вододелницата и во тој случај се вика *вршен тунел*, за разлика кога трасата поминува од едната долина во другата во близина на дното на планинскиот масив (без развивање на трасата) кога тунелот се нарекува *базен тунел* (слика 74).



Слика 74: Споредба на вршен и базен тунел.

Економската анализа во која се изедначуваат трошоците за градење и експлоатација на едниот тунел со истите за другиот тунел го дава најпогодното решение:

$$G_1 + N_E * E_1 = G_2 + N_E * E_2 \quad (1)$$

$$N_E = \frac{G_1 - G_2}{E_2 - E_1} \quad (2)$$

каде се:

N_E – број на години на експлоатација кога трошоците се изедначуваат;

G_1 – трошоци за градење на базен тунел (T_1);

G_2 – трошоци за градење на вршен тунел (T_2);

E_1 – годишни трошоци за базен тунел (T_1);

E_2 – годишни трошоци за вршен тунел (T_2).

N_V – бројот на години предвиден за користење на сообраќајницата,

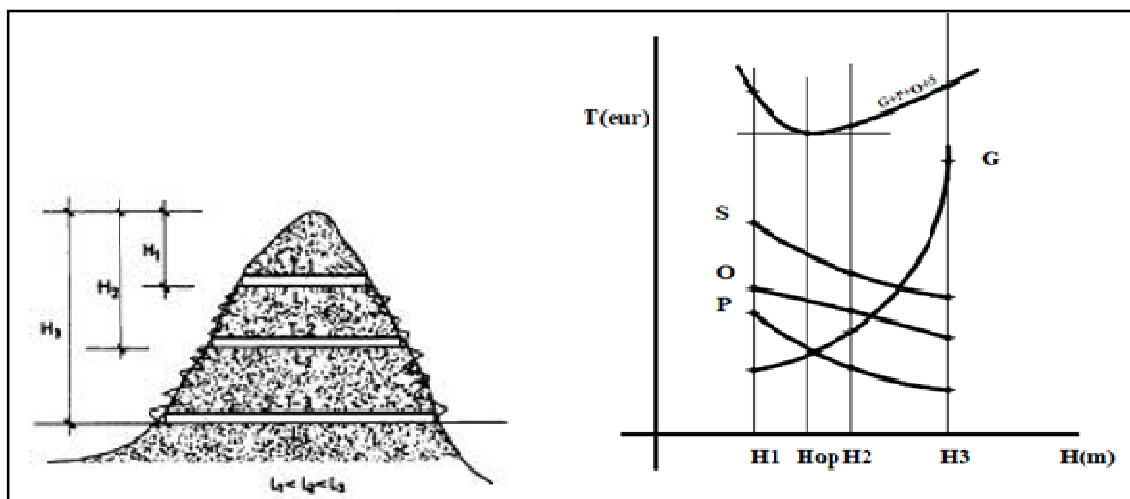
Ако со (N_V) го означиме бројот на години предвиден за користење на сообраќајницата, односно економскиот век на сообраќајницата, тогаш:

1. доколку бројот на години предвиден за користење на сообраќајницата е поголем од ($N_V > N_E$) број на години на експлоатација следува дека поповолно е решението со базен тунел (T_1) односно годишните трошоци за експлоатација и одржување се помали $E_1 < E_2$ годишни трошоци за вршен тунел (T_2).

2. доколку бројот на години предвиден за користење на сообраќајницата е помал од $N_V < N_E$ број на години на експлоатација следува дека поповолно е решението со вршен тунел (T_2).

Исто така е потребно да се одреди најповолната положба на тунелот (слика 75) за дадено сообраќајно оптоварување врз основа на:

- ⇒ трошоците за градење (G);
- ⇒ трошоците за погон (P);
- ⇒ трошоците за одржување (O) и
- ⇒ трошоците на сообраќајот време на патување (S).



Слика 75: Одредување на најповолна положба на тунелот

За различни положби на тунелот со утврдено сообраќајно оптоварување се одредуваат вкупните трошоци $G+P+O+S$.

Тангентата повлечена на сумарната крива во точка каде вкупните трошоци се минимални ни ја даваат оптималната висина (H_{opt}) за избор на положбата на тунелот.

Тунелско решение се применува доста често при проектирањето на брзи сообраќајници на автопатишта и на железничките пруги поради големите вредности на минималните радиуси на кривините.

6.4. Положба на осовината на еден тунел по однос на геолошките, тектонските и хидролошките услови на теренот низ кој ќе се пробива тунелот

6.4.1. Поделба на карпите според начинот на настанување

Карпите се составни делови на литосферерата составени од збир на повеќе минерали иако во некои случаи можат да бидат составени само од еден минерал. Иако се создале на различни начини и на разни длабочини, тие може да се најдат на целата земјина површина, бидејќи се јавуваат во облик на површински појави.

Науката, пак, чиешто внимание е насочено кон настанокот, составот, особините и начинот на пројавување на карпите во Земјината кора се нарекува петрологија (грчки: petros-карпа).

Сите карпи, според начинот на настанувањето, се делат на три основни групи:

- ⇒ магматски;
- ⇒ седиментни и
- ⇒ метаморфни.

6.4.1.1. Магматски карпи

Магматските карпи можат да бидат:

- ⇒ длабински (примерно: гранит, сиенит, габро, перидотит и др.) и
- ⇒ површински (од по нов датум: трахит, андезит, вулкански туф и др. и од постар датум: кварц порфир и др.)

Во поглед на механичките особини овие карпи се многу поволни за градење тунел низ нив. Тунелски притисоци во нив нема, или се мали по интензитет, а по правец исклучително вертикални.

Овие карпи се отпорни на влијанието на водата.

Тоа се најповолни карпи за градење на тунел низ нив, но за жал, ретко се среќаваат на градежната површината (кај нас).

6.4.1.2. Седиментни карпи

Седиментните карпи можат да бидат:

- ⇒ карпи настанати со механичко кршење и таложење (дробина, чакал, песок, прашина, глина, бреча, конгломерат, пешчар, лес, глинец)
- ⇒ карпи настанати со хемиско распаѓање и таложење (варовник, доломит, гипс и др.)
- ⇒ карпи настанати со биолошко распаѓање и таложење (јаглен, нафта, битумен и др.)

Седиментните карпи по однос на механичките особини кои се манифестираат при градењето на тунелите (тун. притисоци), спаѓаат во карпи кај кои се јавуваат најразлични притисоци.

Од сосем слаби притисоци (варовник, доломит и др.), средни притисоци (суви чакали и др.), големи притисоци (глина и песок со присуство на вода), до многу големи притисоци (песок, анхидрид+вода). Правците на овие притисоци се и вертикални и хоризонтални. Влијанието на водата врз отпорноста на овие карпи е најразлична (варовникот е сосем стабилен-отпорен на вода, чакалот е исто така неосетлив на вода-мала, прашината и глината се осетливи дури и на влага).

Овие карпи се јавуваат многу често при градењето на тунелите.

Доколку имаат слаби механички особини (и доколку можат да се избегнат со изместување на трасата) најекономично е да дојде до поместување на осовината на тунелот од областа каде се појавуваат овие карпи.

6.4.1.3. Метаморфни карпи

Метаморфните карпи можат да бидат:

- ⇒ кристални (шкрилести) како на пример: гнајсеви, микашисти, кварцни шкрилци, филити, хлоридски шкрилци, серицитски шкрилци, графитични шкрилци, аргилошисти и др. и
- ⇒ масивни (мермери, серпентини и др.).

Механичките особини на метаморфните карпи се различни. Се јавуваат тунелски притисоци со мал интензитет (мермери, кварцни шкрилци, микашисти), со среден интензитет (филити, хлоридски шкрилци доколку нема вода), со голем интензитет (филити, графитични шкрилци, аргилошисти со присуство на влага или вода). Правците на притисоците се вертикални и хоризонтални.

Во поглед на подобноста за градење на тунели, овие карпи-брдски материјали, можат да бидат средно до слабо подобни. Тие се меѓу најчестите при градењето на тунелите.

6.4.1.4. Поделби на карпестите маси според геомеханичка класификација (RMR – систем) на Биенавски

Биенавски (Bieniawski) (1976) ги публикувал деталите за една од најпознатите и најсеопфатни класификации на карпестите маси. Во прво време класификацијата е наречена Геомеханичка класификација, а денес најчесто се нарекува RMR систем (Rock Mass Rating).

Низ годините, овој систем бил успешно развиван и дополнуван со искуствата добиени од изведбата на голем број тунели. Така, во склоп на анализите при изработката на дисертацијата, последната верзија на класификацијата на Биенавски, публикувана во 1989 година, е подетално анализирана. Имено, класификацијата користи шест влезни параметри кои можат да се добијат од истражните дупнатини или со директни мерења од површината на теренот, а тоа се:

- ⇒ едноаксијалната јакост на притисокот на монолитот;
- ⇒ показателот на квалитетот на карпестата маса RQD;
- ⇒ средното растојание помеѓу пукнатините;

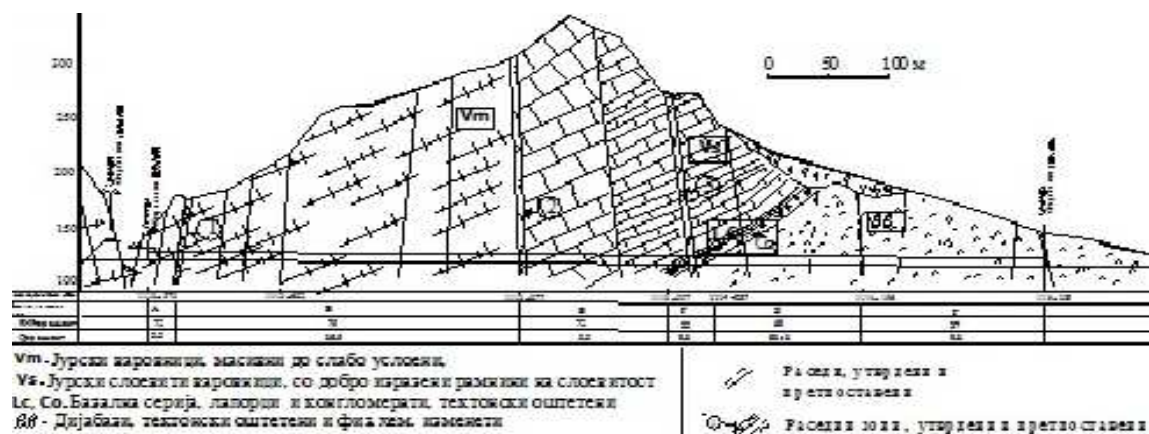
- ⇒ состојбата на пукнатините;
- ⇒ состојбата на подземните води;
- ⇒ ориентацијата на дисконтинуитетите.

Основа на примената на овој класификациски систем претставува поделбата на карпестата маса во квазихомогени зони во кои има приближно воедначени својства. Границите на овие зони обично се диктирани од раседите или, пак, промените на литолошкиот состав (видот на карпата).

Во некои случаи, позначителни промени во растојанието на пукнатините или другите карактеристики, во склоп на ист литолошки вид на карпа, може да се изврши поделба на карпестата маса на помал број квазихомогени зони кои посебно треба да се разгледуваат.

За илустрација, еден пример на издвоени квазихомогени зони е даден на (слика 76) за т.н. тунел 2 кој е проектиран во склоп на автопатот Демир Капија - Гевгелија.

Издвоените квазихомогени зони се соодветно дефинирани со квалитетот на карпестата маса според Биенавски (RMR-систем), како и според Бартон и др. (Q-систем).



Слика 76: Квазихомогени зони врз основа на структурни и литолошки критериуми за тунел 2 од автопатот Демир Капија-Гевгелија

Детален приказ на принципите врз кои се базира RMR – системот со сите влезни параметри, бројот на поените за дадена класа, како и други детали (табела 16)

Табела 16: RMR – систем (Bieniawski, 1989)

А. Класификациони параметри и поени								
Параметар		Вредност						
Јакост на монолитот	Индекс Is, МПа	>10 МПа	4-10 МПа	2-4 МПа	1-2 МПа	За пониски вредности се применува само σ_c		
	Едноак. σ_c , МПа	>250 МПа	100-250 МПа	50-100 МПа	25-50 МПа	5-25 МПа	1-5 МПа	<1 МПа
Поени		15	12	7	4	2	1	0
RQD %		90-100%	75-90%	50-75%	25-50%	<25%		
Поени		20	17	13	8	3		
Растојание на пукнат.		>2m	0.6-2.0m	0.2-0.6m	0.06-0.2m	<0.06m		
Поени		20	15	10	8	5		
Состојба на пукнатини (види Д)		Многу рапави повр. неконти	Малку рапави повр. Отвор	Малку рапави повр. Отвор	Мазни површини	Мека исполна >5мм или отвор >5мм		

		нуа. Без отвор. Нераспадн. карпа	<1мм Малку распадната карпа	<1мм Многу распадната карпа	или исполна <5мм дебел. или отвор 1-5мм Континуални	Континуални
Поени		30	25	20	10	0
Подзем на вода	Прилив I/min на 10м долж	Никаков	<10	10-25	25-125	>125
	Притисок на вода во пукнат.σ 1	0	<0.1	0.1-0.2	0.2-0.5	>0.5
	Општа состојба	Сува	Влажна	Мокра	Капење	Течење
Поени		15	10	7	4	0
Б. Корективни поени за ориентација на пукнатини (Види Е)						
Ориентација и пад		Многу поволен	Поволен	Добар	Неповолен	Многу неповолен
Поени	Тунели	0	-2	-5	-10	-12
	Темели	0	-2	-7	-15	-25
	Косини	0	-5	-25	-50	-60
В. Класи на карпести масиви определени од вкупниот збир на поени						
Поени		100 - 81	80 - 61	60 - 41	40 - 21	<21
Класа		I	II	III	IV	V
Опис на карпата		Многу добра	Добра карпа	Средна карпа	Лоша карпа	Многу лоша карпа
Г. Толкување на класите од карпестиот масив						
Класа		I	II	III	IV	V
Просечно време на држење на неподграден распон		20 години, за 15м	1 година, за 10м	1 недела, за 5м	10 часа, за 2.5м	30 мин., за 1м
Кохезија на масивот, С КРа		>400	300-400	200-300	100-200	<100
Агол на внатрешно триење, φ0		>45	35-45	25-35	15-25	<15
Д. Насоки за класификација на дисконтинуитетите						
Должина на пукнатини		<1m	1-3m	3-10m	10-20m	>20m
Поени		6	4	2	1	0
Отвор на пукнатини		Без отвор	<0.1mm	0.1-1.0mm	1-5mm	>5mm
Поени		6	5	4	1	0
Рапавост		Многу рапави	Рапави	Благо рапави	Мазни	Многу мазни
Поени		6	5	3	1	0
Исполна		Без исполна	Тврда <5mm	Тврда >5mm	Мека <5mm	Мека >5mm
Поени		6	4	2	2	0
Распаднатост		Нераспадната	Благо распадната	Умерено распадната	Многу распадната	Потполно распадната
Поени		6	5	3	1	0

Е. Ефект на падот и ориентација на пукнатините кај тунели			
Ориентација нормална на оската на тунелот		Ориентација паралелна со оската на тунелот	
Напредување во правец на падот. Пад 45-900	Напредување во правец на падот. Пад 20-450	Пад 45-900	Пад 20-450
Многу поволно	Поволно	Многу неповолно	Средно
Напредување спротивно на правецот на падот. Пад 45-900	Напредување спротивно на правецот на падот. Пад 20-450	Пад 0-200 без оглед на ориентацијата	
Средно	Неповолно	Средно	

6.4.1.5. Општа инженерско - геолошка класификација на карпите

Основен критериум на кој е базирана оваа класификација е јакоста на физичката врска помеѓу зрната на карпите, а главно е разработена од страна на научниците од поранешната школа на Советскиот сојуз.

Во основа, ваквата поделба може да се препознае и во инженерскогеолошката класификација која е предложена од посебна комисија на Меѓународното друштво за инженерска геологија (IAEG).

Према оваа класификација сите карпи можат да се поделат во три основни групи и тоа:

- ⇒ Цврсто сврзани карпи;
- ⇒ Слабо сврзани;
- ⇒ Несврзани карпи.

Кај наведените три групи на карпи постојат суштински и остри разлики помеѓу нивните физичко-механички својства, како и нивното механичко однесување при работење во нив и со нив.

Од практична гледна точка за инженерството, скоро да не постојат значајни физичко-механички разлики во рамките на една група.

На пример, нема значајни разлики во физичко-механичките карактеристики и инженерското однесување при ископ или оптерерување меѓу гранит, дијабаз, габро, дацит, потоа меѓу мермер, варовник, доломит, помеѓу чакал и песок, или пак помеѓу глините и лапорот, а при исти други услови на збиеност, распаднаост, влажност и слично.

6.4.1.5.1. Цврсто сврзани карпи

Кај цврстоврзаните карпи, помеѓу нивните зрна постојат претежно цврсти кристализациони врски. Нивните основни својства пред се зависат од следните карактеристики:

- ⇒ видот на минералните состојки, минералниот вид на врзавото и негово количество;
- ⇒ склопот на карпите (големина, форма и распоредот на зрната во масата на карпата, како и начинот на нивната врска);
- ⇒ разни дефекти во градбата на карпата (пори, пукнатини и други разни шуплини).

Цврсто сврзаните карпи се и најчести карпи во земјината кора. По своите физичко-механички својства можат да се издвојат во две подгрупи и тоа:

- ⇒ каменити и цврсто сврзани карпи.
- ⇒ полукаменити цврсто сврзани карпи.

Каменитите карпи (hard rocks) се одликуваат со голема кохезија, која им дава многу цврста врска меѓу минералните зрна, имаат мала деформабилност, голема јакост, и генерално се со задоволнителна постојаност на дејство на надворешни влијанија.

Неоштетените каменити карпи се одликуваат со многу мала порозност, незначителна водопропусност или се практично водонепропустливи.

Во ова инженерскогеолошка подгрупа припаѓаат сите магматски карпи, варовникот, доломитот, гнајсевите и масивни метаморфни карпи. Својствата на испуканите каменити карпи во одредени случаи многу се влошуваат.

Во овој контекст, нивното механичко однесување е во најголема мера зависно од нивната испуканост. Така, во одредени случаи, за цврстоврзаните карпести маси може да бидат значајни проблеми поврзани со стабилност на одделни блокови кај падините, стабилност на косините, водопропусноста, условите за инјектирање, сидрење и слично. Научна област која првенствено се занимава со изучување на физичко-механичките својства и механичкото однесување на оваа подгрупа е механиката на карпите.

Полукаменитите карпи (soft rocks) се со понеповолни својства од каменитите. Постојаноста кон надворешните влијанија им е намалена, главно имаат мала порозност, практично се водонепропустливи, а при дејство на вода слабо отпорни до растворливи.

Во оваа инженерскогеолошка подгрупа припаѓаат глинците, лапорците, шкрилци со понизок кристалинитет, гипситот, некои видови на туфови и туфити и слични карпи.

Треба да се спомене дека кај овие видови на карпи, заради можното влијание на влагата, водата, мразот и другите надворешни агенси, механичкото однесување може да им биде многу карактеристично и променливо во тек на време и простор.

Така, можни се појави на бабрење (глинци, лапорци, туфови), појава на свлечишта од големи размери (глинци, лапорци, туфови), потоа распаѓање, временски деформации, одрони и сипари (во кристалести крилци) и друго.

6.4.1.5.2. Слабо врзани карпи

Во слабо сврзани карпи (cohesive soils) се сврстани оние преставници кои се изградени од честички поситни од 0,002 мм.

Најтипични преставници се глини и лапори.

Поврзаноста на нивните честички е остварена преку колоидните врски. Нивните својства се условени од соодносот меѓу цврстите честички, вода и воздухот во единица волумен, како и од минералниот и гранулометрискиот состав.

Со промената на влажноста им се менува збиеноста и состојба на конзистенција. Во сува состојба се релативно цврсти, при влажење стануваат пластични и лепливи, а презаситени со вода и течливи.

Порозноста е редовно голема, но со многу изолирани фини пори (голем број на пори со мали димензии).

Капиларноста е голема, но бавна, а после водозаситувањето практично се водонепропустливи. При товари кои се поголеми од граничните, се манифестираат пластичните деформации со истиснување на материјалот.

Од инженерскогеолошки аспект се средина каде може да се манифестираат појави на бубрење, консолидациони слегнувања, истиснувања, свлекувања, пречекорување на носивоста и друго. Во нив, често се јавува потреба од подобрување на нивните својства.

6.4.1.5.3. Несврзани карпи

Во групата на неврзани карпи (non-cohesive, cohesionless soils) се класифицираат седименти изградени од минерални зрна или парчиња на карпи кои меѓусебно само контактираат, т.е. кои се целосно одвоени.

Сите позначајни својства зависат од видот, големината, формата и сложеноста-густината на зрната.

Деформациите под притисок се неповратни (поради преместување и меѓусебно зближување на зрната под товарот), и се одвиваат брзо, ведна по оптеретувањето.

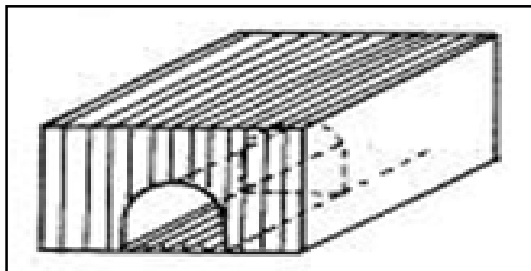
Според големината на зрната (гранулометрискиот состав) разликуваме чакалести, песокливи и прашинести несврзани карпи. Главно имаат висока водопропустност.

6.4.2. Правецот на пружањето на слоевите на тунелот

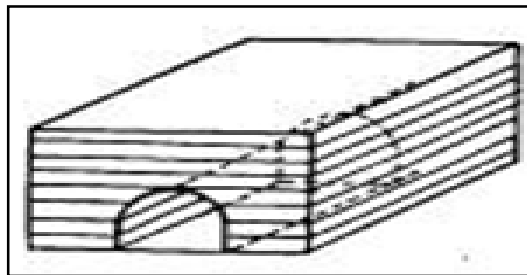
Правецот на пружањето на слоевите - слоевитоста, битно влијае врз правецот и големината на тунелските притисоци (диригиран правец).

Најчесто може да ги имаме следните правци на простирање на слоевите (по однос на надолжната оска на тунелот):

- ⇒ прв случај: слоевите се паралелни со надолжната оска на тунелот (слика 77);
- ⇒ втор случај: слоевите се хоризонтални (слика 78);
- ⇒ трет случај: слоевите се вертикални – нормални на надолжната оска на тунелот (слика 79).

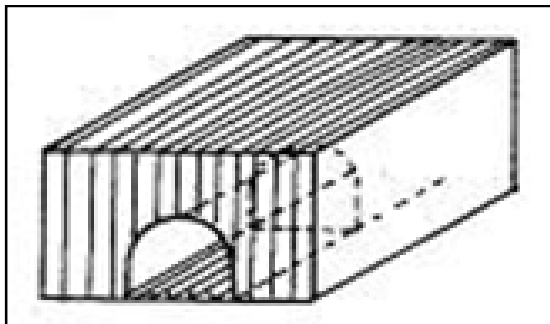


Слика 77: Слоевите се паралелни со надолжната оска на тунелот



Слика 78: Слоевите се хоризонтални

Вториот случај е исто така неповолен, бидејќи кај него доаѓа до откинување на слоевите, отежнато минирање и др.



Слика 79: Слоевите се вертикални – нормални на надолжната оска на тунелот



Слика 80: Коса пукнатина во закосени слоеви

За третиот случај може да се рече дека е најповолен.

Освен овие три главни положби постојат и многу други положби на слоевите кои се наоѓаат помеѓу овие три главни положби.

Условите за градење на подземните објекти во закосени слоеви можат да бидат различни.

На пример во случај кога падот на слоевите расте во однос на правецот на пробивање на тунелот, може да се случи на било кое место N да се најде на пукнатина која е нормална на слоевите (слика 80).

Кога со ископот ќе се дојде до точката N, прво ќе испадне делот C, а потоа останатите делови d, e, f, g. Ваквата положба на слоевите со пукнатина (ab) може да предизвика тешки последици во фазата на градење на подземниот објект.

Во шкрилести карпести маси градењето тунели е доста отежнато, со значително намалена стабилност на ископот, па затоа во вакви случаи потребно е веднаш да се постави проектираната подграда.

6.4.3 Положба на тунелот во план и профил

При изборот на техничките елементи на делот од трасата што е во тунел, проектантот (трасерот) треба да ги земе под внимание и следниве факти:

- ⇒ во кривина губитоците на наклоните секогаш се поголеми одколку во правец, па затоа не се препорачува примена на кривини кај тунелите.
- ⇒ заради отежнатото вентилирање, наголемените одпори, отежнатото обележување и друго, секогаш се избегнуваат кривините кај долгите и многу долгите тунели (ако се има можност).
- ⇒ заради отежнатото ветрење кај железничките тунели (се одразува на влажноста на шините) секогаш се усвојува наклон на нивелетата по тунелот помал од меродавниот на трасата (се ублажуваат наклоните во тунелите).

Заради тоа што градењето на 1m^1 тунел е многу по скапо од градењето на 1m^1 отворена траса, секогаш треба да се усвои најмалата можна должина на тунелот поради економичност.

Од сите овие причини треба при трасирањето на тунелот, треба да се знае следново:

- ⇒ оската на тунелот;
- ⇒ нивелета на тунелот и
- ⇒ должина на тунел.

6.4.3.1. Оска на тунелот

Оската на тунелот може да е во правец (права), во кривина или дел во правец, дел во кривина.

Каква ќе биде оската на тунелот диктираат топографските (релјефните) услови, геолошките услови и по некогаш изведбените причини.

Ако се има можност за избор, тогаш секогаш треба да се избере варијантата „тунел во правец“, затоа што тоа е секогаш најкраткиот (најефтиниот) тунел. Но кај голем број тунели нема можност за избор, така да сме принудени да ги проектираме во кривина.

За тунелите во кривина важат следниве упатства:

Ако е тунелот е наменет за патен сообраќај тогаш општо правило е да критериумот за техничките елементи што важи за отворена траса важи и во тунел. Освен тоа треба да се знае дека:

- ⇒ ако должината на тунелот е помала од 200 m, тунелот по правило се прави во правец, а ако е тунелот по долг од 200 m тогаш влезот и излезот се прават во кривини (да се избегне заслепувањето на возачите). Ова важи доколку имаме двонасочен сообраќај;
- ⇒ ако тунелот се работи во кривина, минималниот радиус на кривината е 300 m (се разбира доколку пресметковната брзина не бара поголем радиус).

Ако тунелот е наменет за железнички сообраќај тогаш важат прописите за минимални радиуси како и на отворена траса (пример: минимален радиус за пруги од I ред е 300 m), но за препорака е (ако теренските услови дозволуваат) да се избере радиус на кривината во тунелот поголем од дозволеният за таа пруга.

- ⇒ ако има проширување на планумот (во кривини со $R < 300$ m), тогаш оската на тунелот се поместува по однос на оската на трасата (кон центарот на кривината), а слободниот профил на тунелот останува непроменет (непроширен). Ова поместување почнува во ППК и се постигнува целосно во КК. Во делот од кривината што е чиста кружница се оди со полно поместување (на оската на тунелот). Ова важи за реконструкција на постојани тунели.
- ⇒ ако должината е поголема од 1500 m, тогаш тунелот се проектира во правец.

Ако намената на тунелот е да спроведе води, тогаш треба да се земе под внимание фактот да во кривините имаме големи губитоци на расположливата висинска разлика (освен губитоците од триењето има и губитоци поради поголемата должина во кривина одколку во правец). Заради ова, секогаш треба (кога е тоа можно) да се избегнуваат кривини. Доколку не е можно, тогаш општо правило е да минималниот радиус на кривината не смее да е помал од $5B$ (или $10B$), каде што „ B “ е ширина на светлиот отвор-слободниот профил на тунелот.

При ова зафатениот агол со кривината треба да е поголем од 120° .

6.4.3.2. Нивелета на тунелот

Нивелетата во тунелскиот дел од трасата може да е со еден наклон, а може и со повеќе наклони (да има прекршувања). Може да е едноводна, а може и двоводна последново важи само за сообраќајните тунели и тунелите под притисок.

Ако е тунелот е наменет за патен сообраќај при проектирањето треба да се води сметка за следново:

- ⇒ наклонот на нивелетата во тунелот не смее да е помал од 0,3 % ниту поголем од 4% ако тунелот е краток, а не поголем од 2,5 % ако е тунелот долг;
- ⇒ нивелетата кај долгите тунели треба да е двоводна заради полесното градење и одводнување;
- ⇒ прекршувањето на нивелетата се заокружува (заоблува) со кружна (вертикална) кривина (према прописите за надворешно отворена траса).

Ако тунелот е наменет за железнички сообраќај тогаш за наклоните на нивелетата важат следниве упатства-прописи:

- ⇒ наклонот на нивелетата во тунел не смее да е помал од 3%, а исклучително не смее да е помал од 2% (заради одводнувањето);
- ⇒ нивелетата на тунелот (ако е долг или многу долг) секогаш се проектира на две води (дури и по цена на изгубени висини);
- ⇒ доколку во тунелот одиме со „меродавен наклон“ (за делницата или трасата) тогаш тој, наклонот, се ублажува во тунелот.

Единствено кај тунели пократки од 300 m не се врши ублажување. Големината на ублажувањето зависи од должината на тунелот (ефект на навлажнетост на шините) и од големината на наклонот. Ова ублажување може да се пресмета за секој случај посебно, но може и да се користат готови податоци дадени до интерната литература на МЖ.

Ако намената на тунелот е да спроведе води, тогаш уште при трасирањето (влечењето на оската на тунелот) сме се одлучиле за наклонот во тунелот, базирајќи се на расположливата висинска разлика од зафатот, до излезот.

6.4.3.3. Должина на тунел

Должината на тунелот ја диктираат теренските услови (големината на препреката) и местоположбата на влезот и излезот (должината на предископот – „предзасеците“) на тунелот.

За положбата на тунелот во основа, веќе беше речено дека секогаш тунелот во права е најкраткиот тунел.

Освен тоа, треба да се каже дека најкраток тунел се добива (најкратко ја сечеме препреката), ако со оската на трасата, изохипсите се сечат што понормално.

Должината на тунелот може да се промени (многу), доколку ја подигнеме трасата повисоко (така ќе се скрати препреката). На овој начин сме добиле наместо базисен, т.н. „вршен тунел“.

Но скратувањето на тунелот на ваков начин е само привидно (се зголемува должината на надворешната - отворена траса, се применуваат многу неповолни технички елементи, има многу објекти-подпорни ѕидови и др.).

Дали ќе се примени тунел со базисно или вршно решение, ќе покажат само споредувањата на техничките елементи и на цените на вкупните чинења (пресметувајќи ги и експлоатационите трошоци). Сите овие споредувања, можат да се извршат само врз база на детални главни проекти за двете варијанти.

Должината на предзасеците освен од релјефните услови, зависи многу и од геолошките услови (поточно речено, геолошките услови ја диктираат длабочината на предзасекот).

Така, ако имаме поволни геолошки услови (цврсти и здрави карпи), може да се оди со големи висини и наклони на косините од попречниот профил и челната косина (наклон 2:1 до 5:1 и висини од 8÷16 m), а ако се геолошките услови неповолни тогаш одиме со наклони 1:1 до 2:1 и висини 5÷8 m. При овие геолошки услови, косините се осигуруваат со потпорни или обложни ѕидови.

Значи, при определувањето на наклонот на косините и економичната висина на косините од попречните профили, важат правилата на геотехниката и геомеханиката.

Но општ заклучок е дека, што е поголема висината на косините, тоа е поскап 1 m¹ таков засек (да не се заборава во цената на чинењето да се земаат под внимание и експлоатационите трошоци, кои за длабоките - несигурни засеци не се мали).

Затоа што цената на 1 m¹ длабок засек нагло расте, се случува да за некое „I₁“ се изедначи таа цена, со цената на 1 m' тунел. На тоа место треба да се постави влезот (или излезот) на тунелот.

6.5. Градење на тунели

6.5.1. Примена на експлозив

Долго време примената на експлозив била единствена замена за рачниот ископ. После појавата на механичките машини (хидраулични пикамери, режачи, ТВМ,) неговата примена остана ограничена на:

- ⇒ за минирање на многу цврсти карпи и
- ⇒ или за кратки делници (работи) или за променливи пресеци.

Причините кои доведоа до ова се:

- ⇒ употребата на експлозив останува потенцијално опасна;
- ⇒ значително ја нарушува стабилноста на околниот карпест материјал, со создавање на низа пукнатини и

- ⇒ што наметнува низа дополнителни операции за стабилизирање на околниот карпест материјал, а со тоа се намалува брзината на напредување на изградбата.

6.5.1.1. Технологија на експлозиви

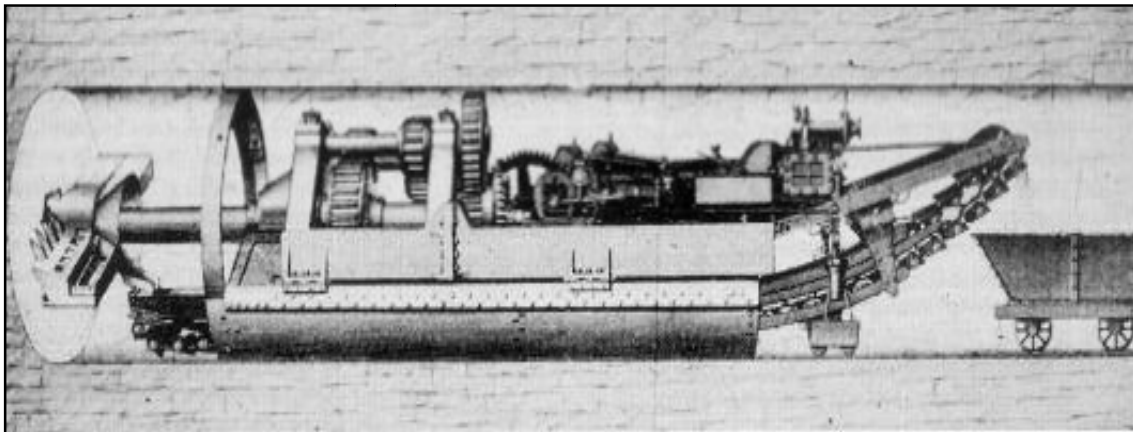
Експлозивите се хемиски соединенија или смеси, кои се активираат само под дејство на надворешен иницијален импулс, при што ослободува голема количина на гасови со висок притисок, температура и силен ударен бран.

Оваа операција може да се карактеризира со:

- ⇒ со брзината на детонација, која што одговара на прогресијата на хемиската реакција во експлозивот. Се разликуваат експлозиви со мала брзина на детонација (неколку стотини m/s) - дефлагрантни и експлозиви со голема брзина на детонација (2000 – 8000 m/s) - бризантни.
- ⇒ со специфичната енергија.

6.5.2. Примена на ротациони машини за ископ во цврсти карпи (кртици)

Првата ротациона машина - кртица Beaumont била тестирана во времето на првите обиди за ископ на „Channel Tunnel“ под каналот „La Manche“ (слика 81).



Слика 81: Првата ротациона машина - кртица Beaumont (1883)

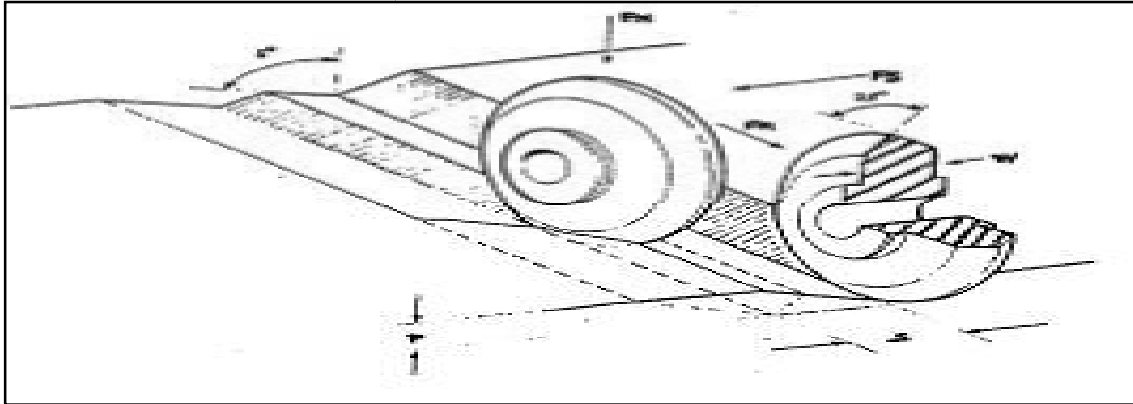
Тогашната „Машина за дупчење“ на Brunton (1882) се покажала кршлива и не многу сигурна. Подоцна машината на полковникот Beaumont (1883) може да се смета за предок на модерните кртици нејзината глава во облик на «Т» опремена со шилци, била применета за пробивање во меки варовници за тунел со дијаметар од 2,13 м; составена од два телескопски дела, напредувала **со чекор од 1.37 м**, а рекордно напредување и **било 24.4 м/ден**.

Модерните кртици се конструирани во USA во пеесетите години, а најголема заслуга има инженерот James Robbins кој ја подобрил примената на запчасти валци за ископ.

6.5.2.1. Начин на работа

Овие машини работат на принципот на кружни глави за сечење со алат за сечење (дискови) кој е правилно распореден по број и положба, а во зависност од големината на тунелскиот профил и од тврдината на карпестата маса.

Овие метални дискови се распределени на главата за сечење така да при нејзино ротирање опишуваат концентрични кругови. Тоа дејство на силен притисок, нанесен нормално на лицето на ископот, карпата се крши во вид на „иверки“ помеѓу траекториите на два соседни диска за сечење (слика 82).

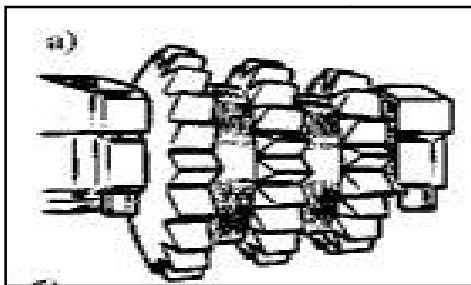


Слика 82: Начин на сечење со резни дискови

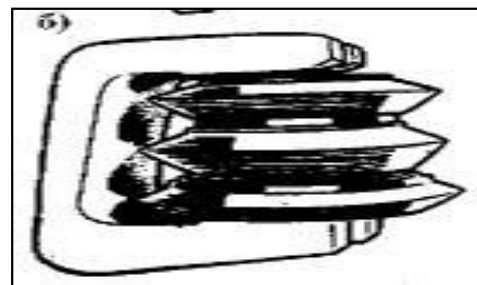
За разорување на кохезијата на карпестата маса се применуваат разни алатки за сечење кои се монтирани на главата за сечење од машината.

Алатките за сечење по начинот на работење можат да се поделат во две основни групи:

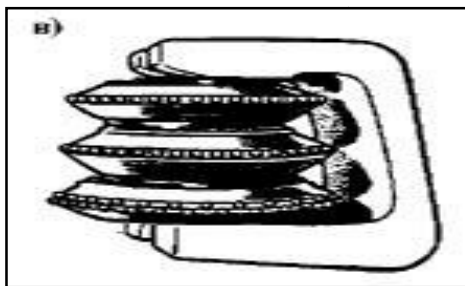
- ⇒ алатки кои ја разоруваат карпата нормално на правецот на тунелот и
- ⇒ алатки кои ја разоруваат карпата паралелно на правецот на градење на тунелот.



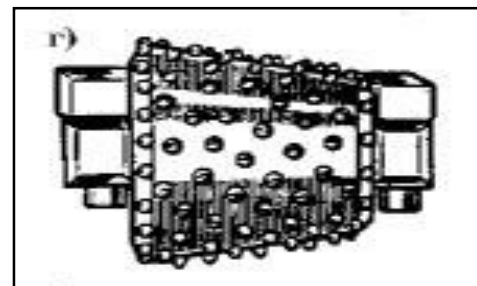
а) диск за сечење;



б) комбинирани валци;



в) назабен ваљак;



г) ваљак со уметоци

Слика 83: Различни типови на алатки за сечење

Постојат повеќе видови на алатки за сечење (слика 83), кои се развиени врз основа на лабораториски истражувања и практично искуство.

Дисковите за сечење, се челични дискови со клинесто сечиво. Имаат особина при продирањето да предизвикуваат пукнатини и откинување на парчиња карпа, заради создадените тангенцијални напрегања;

Комбинираните валци се комбинација од диск и ваљак, а се состојат од повеќе паралелни дискови со се помали дијаметри. Разорувањето на карпата се врши

под дејство на притисок и зголемените тангенцијални напрегања во површинската зона. Заради поголема отпорност и трајност, сечивото на дискот е обложено со волфрам карбидска легура.

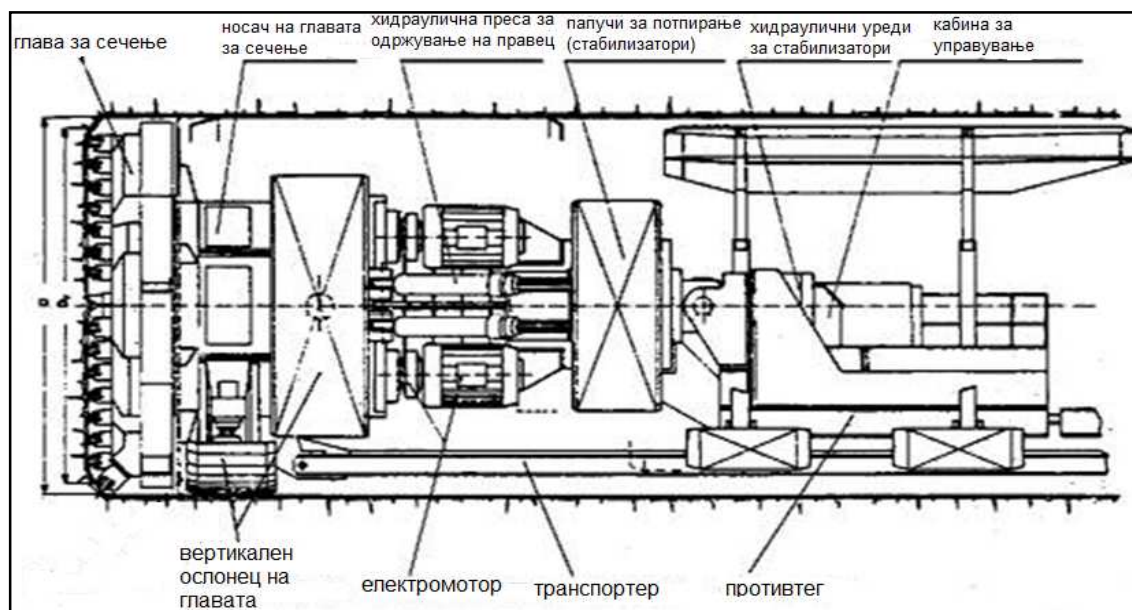
Назабени валци се во облик на засечен конус со радијално врежани запци. Овој алат за режење се применува во умерено тврди карпи.

Ваљаци со уметоци (брадавици) се таков тип на алат за сечење каде на конусната површина на ваљакот се поставени уметоци од волфрам карбидска легура. Режењето на карпата се врши со комбинирано дејство на *дробење при втиснување и одлomuвање на ситни парчиња* од површинската зона како последица на напрегањата на затегање. Се применуваат за работа во најтврди карпи.

Со работата на овие машини се постигнува ископ во полн профил, утовар и транспорт на ископаниот материјал до транспортните средства, додека осигурувањето на ископаната контура е незначително и се сведува во главно на анкерирање. Ова е разбирливо бидејќи со примената на машинскиот ископ карпестата маса околу тунелскиот отвор останува неоштетена.

6.5.2.2. Учинок на ротационите машини

Мокноста и учинокот (ефектот) на овие машини е огромен. Теориското напредување на овие машини изнесува 0.6-3.5 м/час додека просечното вистинско напредување изнесува 25м/ден (слика 84).



Слика 84: Главни конструктивни делови на ротационната ископна машина

6.5.3. Споредба на методите за подземен ископ со примена на експлозив и до примена на кртица.

Методата на ископ со експлозив и со примена на машински ископ често се конкурентни. Во табела 17 е дадена споредба на нивните карактеристики.

Табела 17: Споредба на методите за подземен ископ со примена на експлозив и до примена на кртица. Каде што: (-) слаби точки (+) јака страна

СПОРЕДБА		ЕКСПЛОЗИВ	КРТИЦА
Начини	Работна рака	Многубројна (-)	Малку (+)

СПОРЕДБА		ЕКСПЛОЗИВ	КРТИЦА
	Инвестиции	Вообичаен материјал (+)	Големи (-)
Детали	Мобилизација (се мисли за кое време може да се почне со работа)	Речиси веднаш (+)	Време потребно за изработка монтажа (-)
	Флексибилност	Речиси тотална (-)	Слаба (-)
	Продуктивност	Етапни операции Повеќе кратни организациони (-)	Речиси континуирана операција Индустриска организација (-)
Сигурност		Манипулации со експлозив Циркулирање (движење) на машини (-)	Фиксно место на работа Операции кои повеќе пати се повторуваат (+)
Влијание / околина		(-)	(+)

Двете методи се конкурентни во случај на линеарни објекти со средна должина. Во овој случај одлучувачки критериуми може да бидат:

- ⇒ расположивост со веќе постоечка кртица (машина која веќе е употребувана);
- ⇒ осетлива околина (чвекова средина).

6.6. Вентилација на тунелите

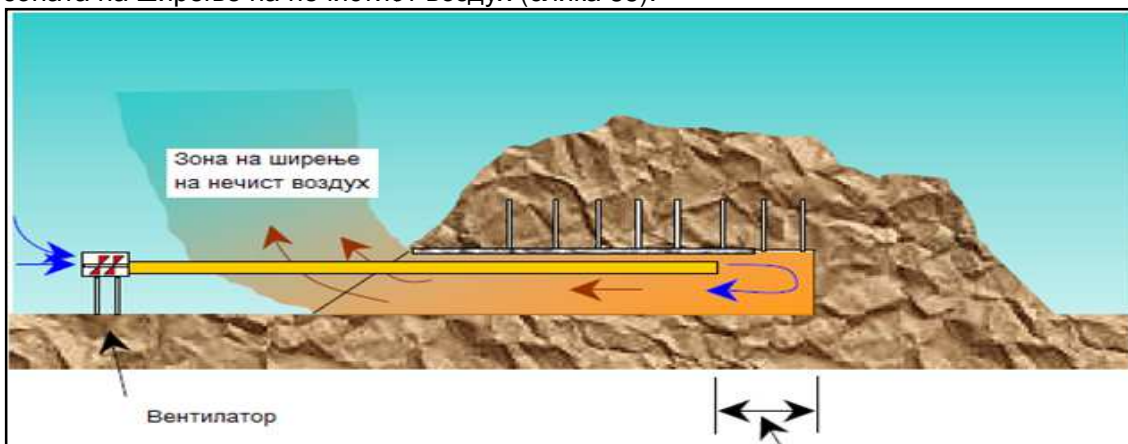
Вентилацијата на тунелите е исто така потребна како и неговата добра изведба. Тунелот се вентилира во текот на градењето и во текот на експлоатацијата.

Извори на загадувањето се:

- ⇒ минирање;
- ⇒ мотори со внатрешно согорување;
- ⇒ дупчење и сечење карпи;
- ⇒ браварски работи (заварување, брусење и слично);
- ⇒ подземни гасови и
- ⇒ дишењето на луѓето.

6.6.1. Вентилирање на тунелот во текот на градењето

Вентилаторот кој го внесува свежиот воздух треба да биде поставен надвор од зоната на ширење на нечистиот воздух (слика 85).



Слика 85: Вентилација на тунелот во текот на изградба

6.6.2. Вентилација на тунели во тек на експлоатација

Правилникот за технички услови за проектирање и градење на тунели на патиштата (SL 59/73) ја регулира вентилацијата на тунелите со отстранување на штетните гасови со:

- ⇒ природна вентилација и
- ⇒ вештачка вентилација

Вештачката вентилација може да биде:

- ↖ надолжна;
- ↖ полунапречна или
- ↖ напречна

Можноста од природна вентилација на тунелот со должина поголема од 100m мора математички да се пресмета. Доколку со природната вентилација не се отстранат штетните гасови, мора да се примени вештачко вентилирање. Дозволена концентрација на јаглерод моногид (CO) во тунели изнесува:

- ⇒ За тунели со должина до 1000m : 250 ppm
- ⇒ За тунели со должина од 2000m : 200 ppm
 - ↖ **Ppm** означува – волуменска концентрација на штетни гасови во воздух изразена во cm^3/m^3 за еден час
- ⇒ За тунели со должина од 1000 до 2000m дозволената концентрација на јаглерод моногид се добива со линеарна интерполација.

При примена на надолжно вентилирање, брзината на движење на воздухот не смее да биде поголема од 8 m/s

Кај напречниот систем, брзината на движење на свежиот и загадениот воздух треба да биде во граници

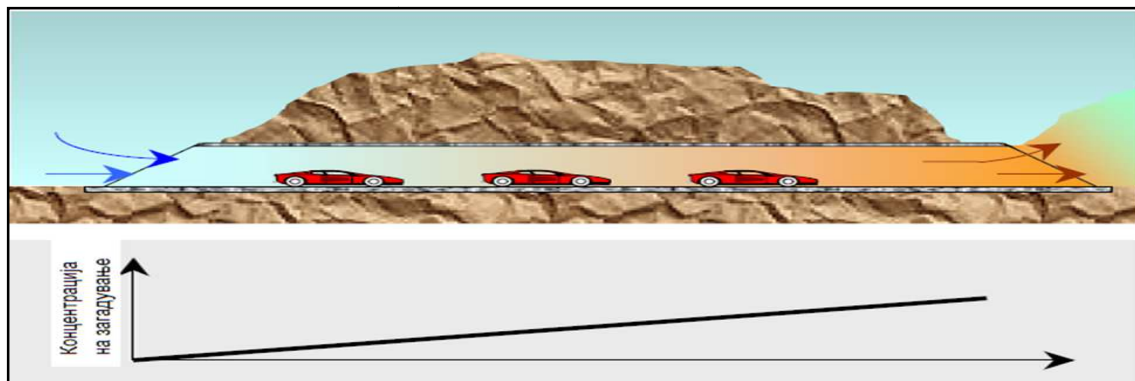
Во текот на експлоатацијата вентилацијата на тунелот може да биде: **природна и вештачка.**

6.6.2.1. Природна вентилација

Услови кои влијаат кога збориме за природна вентилација се:

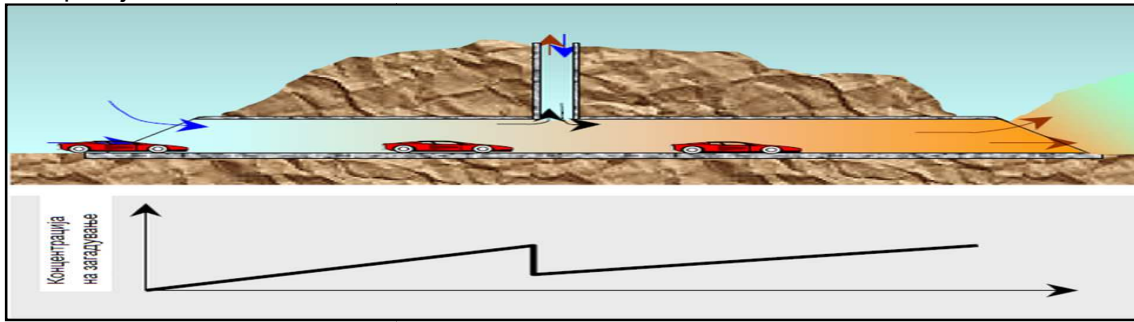
- ⇒ метеролошки услови (температура на воздухот, разлика во притисоците на воздухот, ветер и друго);
- ⇒ надморска висина;
- ⇒ конфигурација на теренот и
- ⇒ интензитет на сообраќај.

Ефект на вентилацијата исто така има и т.н ефект на клип (piston ефект) кај еднонасочното движење (слика 86).



Слика 86: Природна вентилација

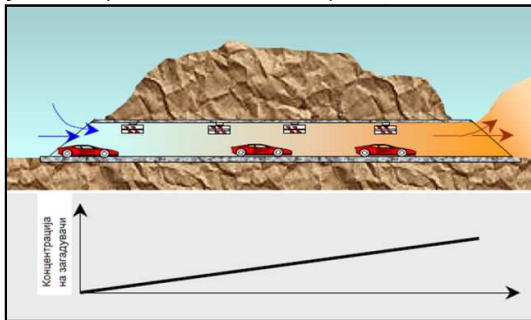
Шахтата (окното) (слика 87) има позитивно влијание во случај на двонасочен сообраќај.



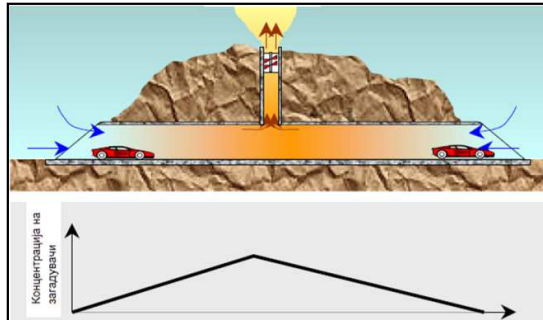
Слика 87: Природна вентилација потпомогната со вентилациска шахта

6.6.2.2. Систем на вештачка вентилација

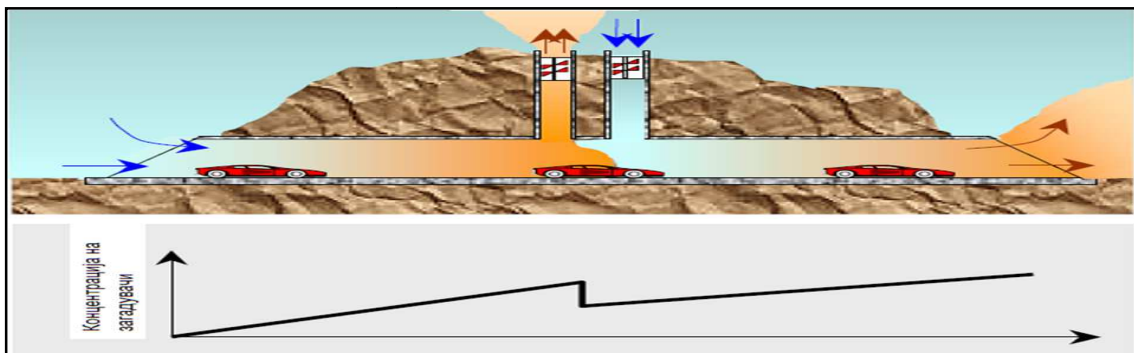
Вештачката вентилација е систем кај кого воздухот се истиснува или вшмукува од тунелот на ограничен број точки и така настанува надолжен проток на воздух низ тунелот (слика 88, 89 и 90).



Слика 88: Природна вентилација без вентилациска шахта



Слика 89: Надолжен систем на вентилација со вентилатори прикачени на плафонот на тунелот

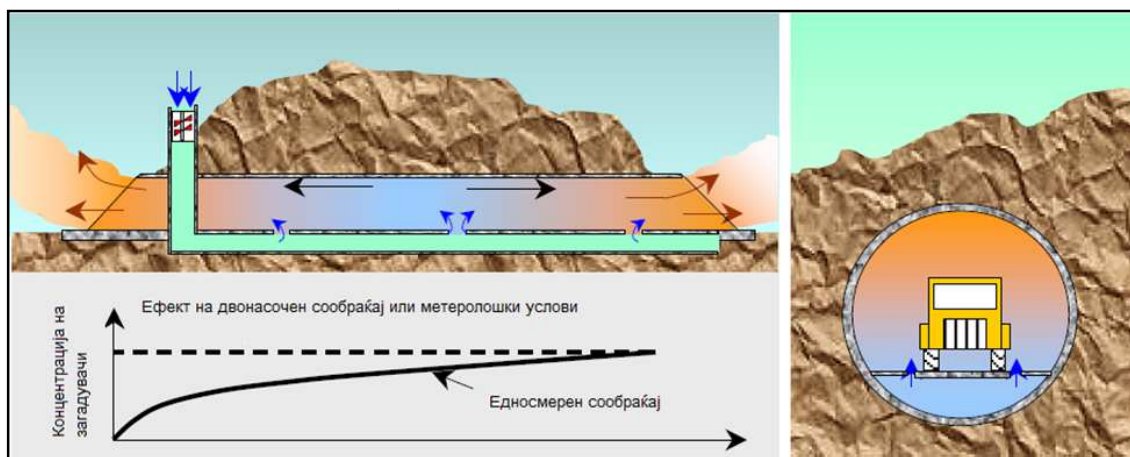


Слика 90: Надолжен систем на вентилација со вентилатори прикачени на плафонот на тунелот

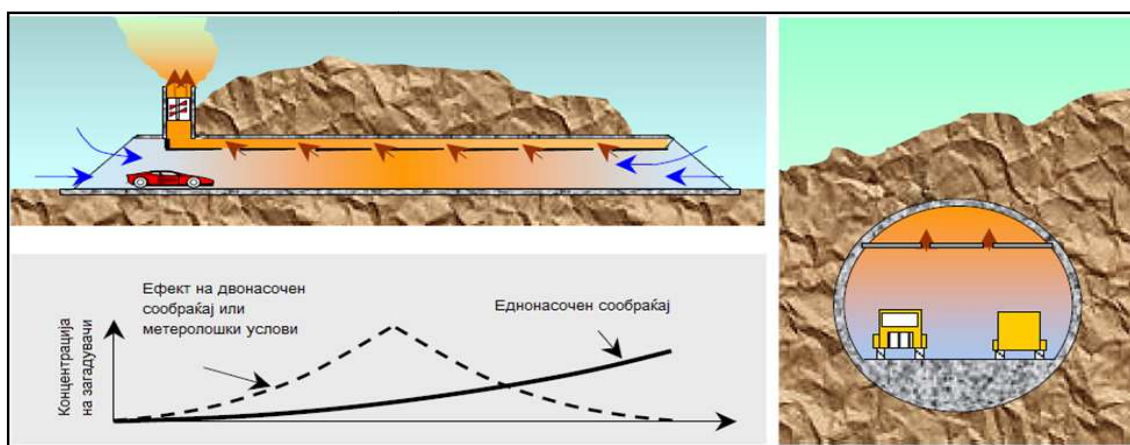
6.6.2.3. Систем на полунапречна вентилација

Рамномерната распределба на воздух односно загадувачи по должина на тунелот е главна карактеристика на полунапречниот систем за вентилација.

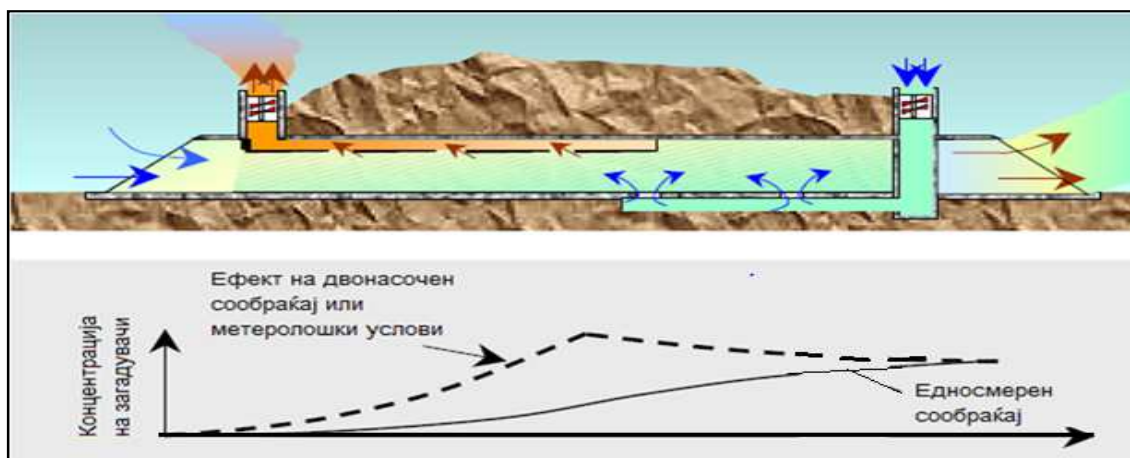
Свежиот воздух се донесува во тунелот со посебни канали, а загадениот воздух се одведува низ тунелски цевки (слика 91, 92 и 93).



Слика 91: Систем на полунапречна вентилација



Слика 92: Систем на полунапречна вентилација

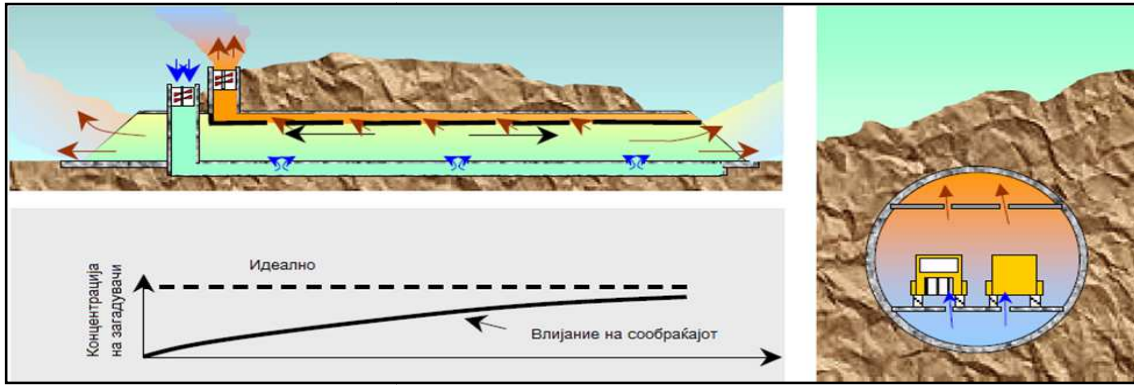


Слика 93: Систем на полунапречна вентилација

6.6.2.4. Систем на напречна вентилација

Свежиот воздух се доведува до тунелот со посебни канали. Загадениот воздух од тунелот се вшмукува и со посебни канали се одведува надвор од тунелот.

Рамномерната распределба на воздухот односно загадувачи подолж тунелот е главна карактеристика на напречниот систем (слика 94).



Слика 94: Систем на напречна вентилација

6.7. Опасност од пожар

Пожар во тунелите може да се појави во текот на изградбата и во текот на експлоатацијата на тунелот. Поопасни пожари се оние пожари кои можат да се појават во текот на експлоатацијата на тунелот бидејќи тогаш во тунелот се наоѓаат поголем број на луѓе и возила кои не се подготвени на оваа ситуација. Во последните години се имат случено повеќе пожари во тунели со многу трагични последици.

6.7.1. Опасност од пожар во текот на градење на тунелот

Заштитата од пожар е потребна поради заштита на животот и имотот. Заштитата од пожар го вклучува било кој систем или опрема кои помагаат во борбата против пожарот.

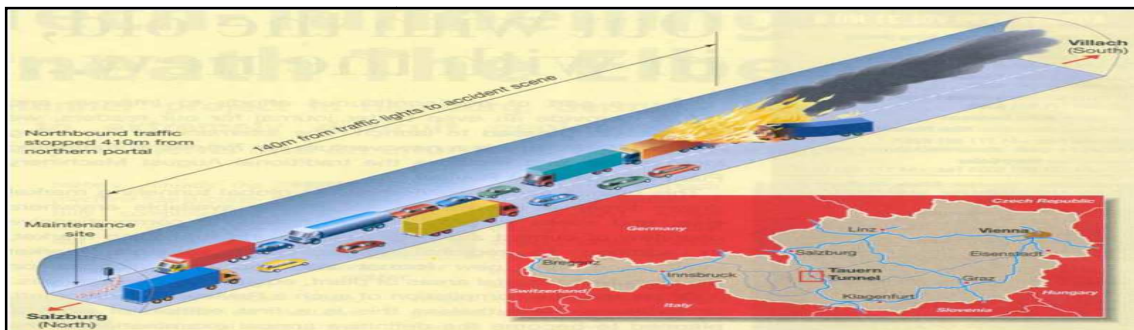
Во текот на градење на тунелот, пожарот може да го предизвика:

- ⇒ заварување;
- ⇒ палење на пластични фолии, горива, боја;
- ⇒ палење на гуми на товарните возила и
- ⇒ грешки во електроинсталацијата.

6.7.2. Опасност од пожар во тек на експлоатација на тунели

Пожарот во патните и железничките тунели можат да го предизвикаат (слика 95):

- ⇒ судар или самозапалување на возилата
- ⇒ грешки во електроинсталацијата
- ⇒ саботажа или вандализам



Слика 95: Пожар во патниот тунел TAUERN во Австрија, предизвикан со налет на камион на сопрена колона (Tunnels and Tunneling International, 8/99; p.4)

6.8. Осветлување на тунелите

При решавање на осветлување во тунелите проблемите се поврзани првенствено за денското светло, а тоа се:

- ⇒ расположивите технички средства на денешното ниво на развој на техниката за осветлување не овозможуваат осветлување во тунелите ниту приближно еднакво на дневната светлина на отворена сообраќаница, со услов да истото биде економски прифатливо;
- ⇒ проблемот на адаптација на човечкото око од дневна светлина на релативно ограничена светлост во тунелот и обратно;
- ⇒ многу строгите критериуми за квалитетот на осветлување во тунелите, па со тоа и трошоците за осветлување и неговото одржување во тек на експлоатација се многу големи.

Осветлувањето во тунелите треба да гарантира иста или приближно иста сигурност и удобност на сообраќајот како и на отворено, што значи дека осветлувањето во тунелот можеме да го сметаме за квалитетно ако истото му овозможува на возачот поминување низ тунелот со приближно иста брзина и степен на сигурност.

6.8.1. Осветлување на долги тунели

Најкритичен момент за возачот кој преку ден влегува во тунел настанува на природот непосредно пред влегувањето во тунелот. Состојбата на адаптација на окото на возачот е условено со нивото на луминација на околината на тунелот (L_0).

При тоа најголема важност има луминацијата (осветленоста) на површината на коловозот, осветлувањето на видливиот дел од небото и на останатите делови на околината. Во нормални услови отворот на тунелот возачот го доживува како „црна дупка“, се разбира во колку тунелот не е доволно осветлен или воопшто не е осветлен. Ова е особено важно ако е осветленоста на околината во зоната на пристап е многу голема.

Ефектот на „црна дупка“ е можно да се елиминира така да влезот на тунелот се осветли со исто ниво на осветленост како што е и нивото на осветленост на пристапниот дел од тунелот, меѓутоа тоа е невозможно да се направи.

Сепак, ефектот на „црна дупка“ може да се елиминира во случај кога краток дел на тунелот на потегот во влезот на тунелот (зона на праг) се осветли со релативно високо ниво на луминација (L_1).

Резултатите од истражувањата на ефектот на „црна дупка“ покажуваат дека луминацијата во зоната на прагот треба да изнесува 10 % од луминацијата во зоната на пристап за да се одбегне ефектот на „црна дупка“.

6.8.2. Луминација на природната зона (L_0)

При одредување на луминацијата на природната зона можеме да разликуваме два карактеристични случаи:

- ⇒ Во случај на тунел на отворена сообраќајница, а надвор од населено место, на луминацијата на природната зона влијае непосредната околина на влезот од тунелот. Во овој случај поволен е шумовит предел, а помалку поволен е светол камен терен.
- ⇒ Во случај на градски тунел најважна е луминацијата на небото, која при ведро време и ориентација на тунелот исток-запад може да биде многу голема.

За одредување на нивото на луминација постојат многу методи, меѓутоа, најпризната е методата со мерење на лице место.

Мерки кои можат да се применат за намалување на луминацијата во природна зона се следниве:

- ⇒ да се примени што потемна коловозна конструкција во должина од 100-200 м пред влезот во тунел;
- ⇒ во предусеците да се направат груби структури и по можност да се обојат темно;
- ⇒ порталот на влезот во тунелот да се изведе со груба површинска структура и што потемн;
- ⇒ да се пошуми околината околу влезот во тунел;
- ⇒ по можност да се избегнува правец на потегање на тунелот исток-запад, а ако е тоа невозможно да се одбегне, да се направи таква конструкција да ниското сонце не влијае на возачот при влезот во тунел;
- ⇒ да се привлече вниманието на возачот на осветлениот влез во тунелот.

6.8.3. Луминација на зоната од прагот (L_1) и преодната зона (L_2)

За да се избегне ефектот на “црна дупка“ потребно е односот на луминацијата на приодната зона (L_0) и луминацијата на зоната на прагот да биде барем $L_0/L_1 = 10$. Во поедини случаи можеме да дозволиме да тој однос биде и 15, но тогаш мора да се ограничи брзината на движење на возилата.

Од моментот на влез во тунелот започнува процесот на адаптација на човечкото око на осветлувањето во тунелот. Најважно е да се утврди на која вредност смее да падне нивото на луминација во тунелот.

6.8.4. Луминација на внатрешната зона на тунелот (L_3)

За тунелите може да се каже дека се квалитетно осветлени ако луминацијата во внатрешниот дел изнесува:

- ⇒ 10 – 20 (cd/m^2) за тунели во градско подрачје;
- ⇒ 5 – 10 (cd/m^2) за тунели надвор од градовите и помали должини;
- ⇒ 3 – 5 (cd/m^2) за долги тунели и за тунели со ограничување на брзината.

Нивото на луминација се однесува претежно на коловозот и на приближно 2 метри висина на бочните ѕидови за пократки тунели. Кај подолги тунели луминацијата на ѕидовите мора да изнесува најмалку 30% од осветлувањето на коловозот.

6.8.5. Луминација на излазната зона на тунелот

Осветлувањето на излазната зона на тунелот прави многу помалку потешкотии отколку што е тоа случај со влезот, бидејќи адаптацијата на човечкото око од ниски вредности на осветлување на високи многу брза. вредноста од приближно 20 (cd/m^2) ги задоволува скоро сите случаи.

6.9. Одводнување на тунели

Водата (течностите) која се собира во тунелите може да биде од следниве извори: вода од засторот која се внесува однадвор, вода од миење на ѕидовите од штресе, но исклучително и течности од незгоди.

Ако нема облога и хидроизолација по целиот периметар на тунелот, потребно е да се и врши дренажа на карпата во долниот дел на што се и под коловозот за да се избегне подигање на подземната вода во коловозот.

6.9.1. Прифаќање на водите за евакуација

Водите од коловозот се загадени, затоа што во нив има резидуали од гориво и се препорачува овие води да се соберат и да се евакуираат во посебна одводна мрежа, и на таков начин да се овозможи истите да бидат пречистени пред да се испуштат во природната средина.

Овој систем за одделување на овие води овозможува полесно да се соберат опасните течности кои можат да истечат при сообраќајни незгоди.

Оваа мрежа содржи 4 главни елементи: мрежа за примарно прифаќање на течност од коловозот, сифони и отвори на сифоните, главен колектор и елемент за акумулирање на водата на излезот од тунелот (сбирна шахта).

6.9.2. Одводнување на водите од коловозот

Систем за одводнување на **опасни течности** задолжително се применува на оние објекти каде е дозволен превоз на вакви материи, но овој систем се препорачува да се примени и за објекти каде не е дозволен превоз на опасни материи, зошто неговата цена е мала во однос на цената на објектот, а подоцнежното вградување на овој систем создава проблеми во сообраќајот.

6.9.2.1. Улога на одводнувањето

Системот за одводнување во тунелот има задача да ги прифати продуктите кои течат заедно со водата чија појава е нормална: води кои се задени од возилата за време на дождови, води од миење на сидовите и коловозот, случајни течности кои се разливаат на коловозот во случај на несреќи.

6.9.2.2. Основни принципи при одводнувањето

Кога должината на тунелот е помала од 200 m не е неопходно да се изведе систем за собирање на површинските води.

Кога тунелот е со должина од 200-400 m системот за собирање на површински води може да биде применет како главна канализација (единствена цевка), односно не треба да се дуплира канализацијата со главен колектор.

Кога должината на тунелот е поголема од 400 m системот мора да биде дуплиран со колектор чиј дијаметар е поголем од Ø400 mm и е поврзан со главната канализациона мрежа преку сифонски отвори на максимално растојание од 100 m. Оваа препорака е добра за да се соберат и брзо да се одведат евентуално опасните материи кои влегуваат во тунелот од надвор.

Главен елемент за димензионирање на овој систем_за одводнување е разливањето на продукти во случај на несреќи.

Главните цели за да се постигне сигурност_се: да се редуцира до максимум големината на површината на која може да се излеат опасни материи на коловозот, да се избегнат сите можности за пропаѓање на пожар во тунелот за и во системот за прифаќање на опасни материи, односно да се лимитира формирањето на смеса од гасови и пара од течности кои можат да бидат експлозивни.

Најдобро е овој систем да се инсталира под тротоарите, заради подобар конфор на патниците при возењето и заради одржување на истиот.

6.9.3. Собирање на водите под коловозната конструкција

Филтрираната вода која доаѓа од фундаментите се канализира:

- ⇒ трансверзално, со помош на дренажни исполни (со филтерски материјал) кои се воведуваат во подолжни канали или
- ⇒ лонгитудинално, каде водата се собира во една пропустлива (перфорирана на горната страна) дренажна цевка. Ваквата цевка треба да биде поставена пониско од најниската кота на дното од темелната јама. Цевката треба да биде заштитена и да има ревизиони шахти на растојание од максимум 100 m.

6.10. Мерки за безбедност кај патни тунели во согласност на директивата 2004/54/ЕС

6.10.1. Основи за одлучување за мерките за безбедност

6.10.1.1. Параметри за безбедност

Параметри за безбедност кои треба да се земат во предвид се следниве:

- ⇒ должина на тунелот;
- ⇒ број на тунелски цевки;
- ⇒ број на сообраќајни ленти;
- ⇒ геометрија на попречниот пресек;
- ⇒ траса на тунелот во ситуација и надолжен профил;
- ⇒ тип на конструкција;
- ⇒ едно насочен или дво насочен сообраќај,
- ⇒ големина на сообраќај по тунелска цевка (вклучувајќи ја и неговата распределба);
- ⇒ ризик од заклучување на сообраќајот (дневно или сезонско);
- ⇒ време на пристап на итните служби во случај на опасност;
- ⇒ присуство и процент на тешки возила;
- ⇒ присуство, процент и тип на сообраќај на опасни материји;
- ⇒ карактеристики на пристапните патишта до тунелот;
- ⇒ ширина на сообраќајни ленти;
- ⇒ брзина во тунелот и
- ⇒ географски и метеоролошки услови.

Во колку патниот тунел има специјални карактеристики во однос на горе споменатите параметри, треба да се направат **анализи на ризик** (Risk Analysis) за да се утврди дали се потребни дополнителни мерки за безбедност и/или дополнителна опрема за да се обезбеди високо ниво на безбедност во тунелот. Овие **анализи на ризици** треба да ги земат во предвид можните сообраќајни несреќи, кои со сигурност влијаат на безбедноста на корисниците на тунелот и кои можат да се случат за време на експлоатацијата. Овие анализи треба да ја утврдат природата и големината на можни последици од овие несреќи.

6.10.1.2. Минимални барања за безбедност

Мерките за безбедност кои се пропишани во параграфите кои следат подолу се минимални мерки за безбедност со цел да се обезбеди минимално ниво на безбедност во сите патни тунели.

Со цел да се обезбеди униформност во сите патни тунели за кои се однесува оваа регулатива, не смее да има отстапувања од барањата кои се пропишани во наредните параграфи кои се однесуваат на проектирањето на објектите за безбедност кои се на располагање на корисниците на тунелот (станици за итни случаи, знаци, проширувања на тунелот за застанување во случај на незгоди, излези за итни случаи, радио ре-емитување во случај на потреба и др.)

6.10.1.3. Сообраќајен волумен

Кога ќе се спомене изразот „Сообраќајен волумен“ во понатамошниот текст, тој се однесува на годишен просечен дневен сообраќај низ тунелот по сообраќајна лента. За да се утврди големината на сообраќајниот волумен, треба да се брои секое моторно возило.

Онаму каде бројот на тешки возила (преку 3,5 тони), надминува 15% од годишниот просечен дневен сообраќај, или сезонскиот дневен сообраќај значително го надминува годишниот просечен дневен сообраќај, ќе се процени дополнителен ризик

кој ќе биде земен во предвид со зголемување на волуменот на сообраќај во патниот тунел.

6.10.2. Инфраструктурни мерки

6.10.2.1. Број на тунелски цевки и надолжен наклон

Главен критериум за одлучување дали да се изгради тунел со една или со две тунелски цевки треба да биде прогнозираниот волумен на сообраќај и безбедноста, притоа земајќи ги во предвид аспектите како што се процентот на тешки возила, наклонот на тунелот и неговата должина.

Во било кој случај, каде, за патни тунели во фаза на проектирање, 15 годишната прогноза покажува дека волуменот на сообраќај ќе биде поголем од 10.000 возила на ден по сообраќајна лента, треба да се предвиди тунел со две тунелски цевки и еднонасочен сообраќај.

Со исклучок на безбедносната лента, истиот број на сообраќајни ленти треба да се задржат надвор и во тунелот. Секоја промена на бројот на сообраќајни ленти треба да настане на доволно растојание пред тунелскиот портал. Ова растојание треба да изнесува најмалку на изминат пат од 10 секунди при движење на возилата со ограничената брзина пред тунелот. Во колку географските околности го спречуваат ова, дополнителни и/или засилени мерки треба да се превземат за да се подобри безбедноста. Надолжен наклон на тунелите да помал од 5 %, доколку географските околности тоа го дозволуваат.

6.10.2.2. Геометрија на патниот тунел

Посебно внимание треба да се даде на безбедноста кога се проектира геометријата на попречниот пресек, хоризонталното и вертикалното решение на трасата и пристапните патишта, бидејќи овие параметри имаат значително влијание врз веројатноста на случување и сериозноста на сообраќајните несреќи.

Надолжни наклони поголеми од 5% не смеат да се дозволат во нови патни тунели, освен ако не постои друго географско решение.

Во патни тунели со надолжни наклони поголеми од 3%, дополнителни и/или зајакнати мерки треба да се превземат за да се зголеми безбедноста, врз основа на направените анализи на ризикот (Risk Analysis).

Ако ширината на спората лента е помала од 3,5 метри и е дозволено поминување на тешки товарни возила, дополнителни и/или зајакнати мерки треба да се превземат за да се зголеми безбедноста, врз основа на направените анализи на ризикот (Risk Analysis).

6.10.2.3. Патеки за евакуација и излези во случај на опасност

При проектирањето на патните тунели потребно е посебно внимание да се посвети на патеките за евакуација и излези во случај на опасност а тука спаѓаат:

- ⇒ Безбедносни тротоари (emergency walkways)
- ⇒ Излези во случај на опасност (emergency exits)

6.10.2.3.1. Безбедносни тротоари (emergency walkways)

Во нови тунели каде не постои безбедносна лента, мора да се проектираат безбедносни тротоари, подигнати или во ниво на коловозот, за користење од корисниците на тунелот, во случај на дефекти или сообраќајни незгоди. Ова барање не мора да се примени во колку конструктивните карактеристики на тунелот не го дозволуваат тоа или го дозволуваат со многу големи трошоци, ако тунелот е со еднонасочен сообраќај и е опремен со постојан видео надзор и има систем за затворање на сообраќајот.

Во постојните патни тунели каде не постојат ниту безбедносна лента ниту безбедносен тротоар, дополнителни и/или зајакнати мерки треба да се превземат за да се зголеми безбедноста, врз основа на направените анализи на ризикот (Risk Analysis).

6.10.2.3.2. Излази во случај на опасност (emergency exits)

Излазите во случај на опасност им дозволуваат на корисниците на тунелот да го напуштат тунелот без нивните возила и да дојдат до безбедно место во случај на незгода или пожар, и исто така обезбедуваат пешачки пристап до тунелот на службите за итни случаеви. Примери за вакви излези се:

- ⇒ директни излези од тунелот до надворешноста;
- ⇒ попречни поврзувања помеѓу тунелските цевки;
- ⇒ излез до сигурносни галерии и
- ⇒ скривници со патека за евакуација одвоена од тунелската цевка.

Скривници без излез кој води до евакуациони патеки на отворено не смеат да се градат.

Излази во случај на опасност мора да се обезбедат ако анализите на релевантните ризици, кои вклучуваат колку далеку и колку брзо патува чадот при локалните услови, покажуваат дека вентилацијата и другите безбедносни мерки се недоволни да осигураат безбедност на корисниците на тунелот.

Во секој случај, кај новите патни тунели, Излази во случај на опасност мора да се предвидат, каде волуменот на сообраќај е поголем од 2000 возила по сообраќајна лента.

Кај постојните патни тунели кои се подолги од 1000м, со сообраќајен волумен поголем од 2000 возила по сообраќајна лента, физибилноста и ефективноста од имплементација на нови излези во случај на опасност треба да се процени.

Каде се предвидени излези во случај на опасност, растојанието помеѓу два излеза не смее да биде поголемо од 500м.

Соодветни средства, како на пример против-пожарни врати, треба да се применат за да го спречат чадот и топлината да дојдат до евакуационите патеки позади излезот, а со цел да може корисниците на тунелот безбедно да дојдат до надворешноста, како и за да може службите за итни случаи да имаат пристап до тунелот.

6.10.2.4. Пристап за службите за итни случаеви

Кај патни тунели со две тунелски цевки каде цевките се во исто ниво или блиску една до друга, попречни поврзувања (тунели) погодни за употреба од службите за итни случеви (може да помине возило за брза помош, противпожарно возило) мора да се обезбедат најмалку на секои 1500 метри.

Каде е географски можно, пред порталите на тунелот треба да се обезбеди попречно поврзување на коловозот од двете тунелски цевки. Оваа мерка ќе овозможи на службите за итни случеви да добијат брз пристап до било која од тунелските цевки.

6.10.2.5. Проширувања за случај на дефекти (lay-bys)

Кај новите патни тунели со дво-насочен сообраќај подолги од 1500 метри со сообраќаен волумен поголем од 2000 возила по сообраќајна лента, мора да се предвидат проширувања на растојанија кои не се поголеми од 1000 метри, во случаеви кога не се предвидени сигурносни ленти.

Кај постојните патни тунели со дво-насочен сообраќај подолги од 1500 метри со сообраќаен волумен поголем од 2000 возила по сообраќајна лента, треба да се процени физибилноста и ефективноста од имплементација на проширувања во случај на дефекти.

Во колку конструктивните карактеристики на патниот тунел не дозволуваат или дозволуваат изведба на проширувања по многу високи трошоци, проширувањата не мора да се предвидат во колку вкупната ширина на тунелот која е достапна за возилата, не вклучувајќи ги подигнатите делови и нормалните сообраќајни ленти, е најмалку еднаква на ширина на една нормална сообраќајна лента.

Во зоната на проширувањата за случај на дефекти мора да има и станица за итни случаеви.

6.10.2.6. Дренаже на тунелот

Кај постојните тунели дренажен систем е задолжителен и треба секогаш да се применува ако низ постојниот тунел е дозволен транспорт на возила кои превезуваат опасни материи.

Доколку во постојните тунели тоа барање не може да се исполни или може да се исполни само со непропорционална цена, ова треба да се земе предвид при одлучувањето дали да се дозволи транспорт на опасни материи врз основа на анализа на релевантниот ризик.

6.10.2.6.1. Дренажен систем

Каде транспорт на опасни материи е дозволен, треба да се предвиди дренаже на запаливи и отровни течности низ добро проектирани каналети или други мерки сместени во попречниот пресек на тунелот.

Дополнително, дренажниот систем треба да биде проектиран и одржуван за да спречи проширување на пожар и запаливи и токсични материи внатре во тунелските цевки како и помеѓу нив.

Дренажниот систем треба да се состои од два дела:

- ⇒ дренажен систем за зафаќање и дренаже на водата од карпестиот масив. Оваа вода можре директно да се испушта во природната средина без никаков третман;
- ⇒ дренажен систем за зафаќање и дренаже на загадените води од коловозот.. Водата од овој дренажен систем треба да се пречисти пред да биде испуштена во животната средина. Исто така треба да се предвиди резервоар во близина на едниот крај од тунелот во кој ќе може да се складира опасна течност во случај на хаварија на цистерна која пренесува вакви материи.

Ако во постојните патни тунели погорното барање не може да се исполни или може да се исполни само со многу високи (диспропорционални) трошоци, ова треба да се земе во предвид кога се одлучува дали да се дозволи транспорт на опасни материи врз основа на анализи на релевантните ризици.

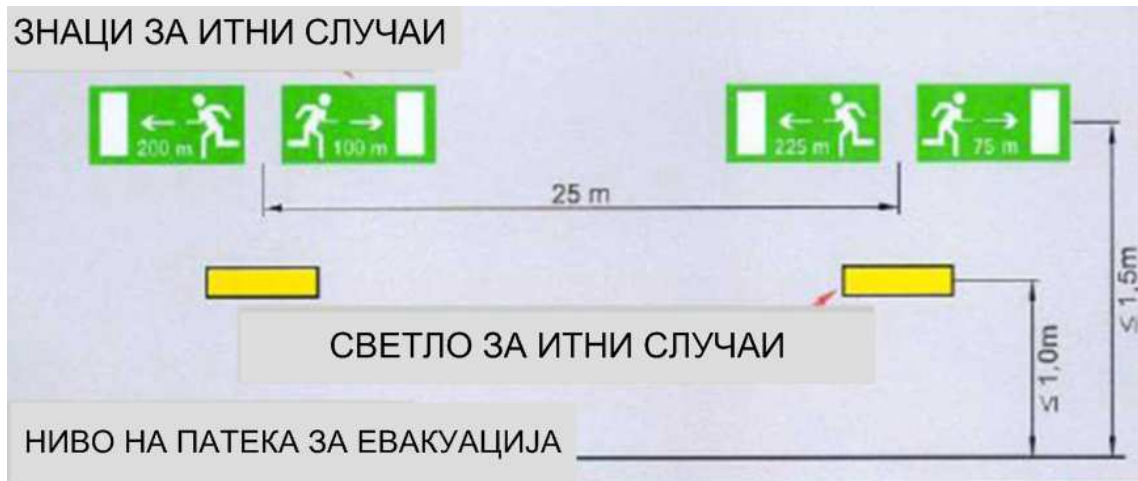
6.10.2.7. Пожарна отпорност на конструкциите

Главната носива тунелска цевка (конструкција) кај сите патни тунели каде локален колапс на истата може да има катастрофални последици, на пример потопени тунели или тунели кои можат да предизвикаат колапс на важни објекти во близина, мора да има доволно ниво на пожарна отпорност.

6.10.2.8. Осветлување

Кај сите тунели мора да постои нормално осветлување кое ќе обезбеди потребна видливост дење и ноќе за шоферите, во влезната зона на тунелот како и во внатрешноста на тунелот.

Треба да постои сигурносно осветлување кое ќе обезбеди минимална видливост на корисниците на тунелот за да се евакуираат од тунелот во нивните возила во случај на дефект на напојувањето со електрична енергија (слика 96).



Слика 96: Светла за евакуација

Мора да се обезбеди светло за евакуација односно да се обезбеди нормално осветлување и безбедно осветлување, како на пример: светлосни маркери за евакуација, на висина не повеќе од 1,5 метри, кои ќе ги води корисниците на тунелот при евакуација пешки, во случај на опасност и двата најблиски излеза за итни случаи потребно е да бидат обележани на страничните ѕидови на растојание не повеќе од 25 метри.

6.10.2.9. Вентилација

Проектирањето, изведбата и работењето на системот за вентилација треба да го земе во предвид следново:

- ⇒ контрола на загадувањата емитирани од возилата, при нормални и максимални сообраќајни токови;
- ⇒ контрола на загадувањата емитирани од возилата каде сообраќајот е запрен, поради дефект или во случај на сообраќајна несреќа и
- ⇒ контрола на топлината и чадот во случај на пожар.

Механички вентилационен систем треба да се инсталира во секој тунел подолг од 1000м со сообраќајен волумен поголем од 2000 возила по сообраќајна лента.

Кај тунели со дво-насочен сообраќај и/или закрчен едно-насочен сообраќај, може да се дозволи лонгитудинална вентилација само ако анализите на ризиците покажуваат дека е прифатливо и/или се превземат специфични мерки, како на пример соодветна контрола на сообраќајот, пократки растојанија помеѓу излазите во случај на опасност, издуви за чад на одредени растојанија и др.

Трансверзален или семи-трансверзален систем за вентилација треба да се примени во сите патни тунели каде има потреба од механички систем за вентилација, а надолжна вентилација не е дозволена во согласност со претходниот параграф. Овој систем мора да биде способен за евакуација на чадот во случај на пожар.

Кај патни тунели со дво-насочен сообраќај, со волумен на сообраќај поголем од 2000 возила по сообраќајна лента, подолги од 3000 метри и со контролен центар и трансверзална или семи-трансверзална вентилација, треба да се превземат следниве минимални мерки кои се однесуваат на вентилацијата:

- ⇒ дамperi за екстракција на воздух и чад треба да се инсталираат кои можат да се активираат одделно или во група и
- ⇒ треба константно да се мониторира надолжната брзина на воздухот и процесот на насочување на системот за вентилација (пригушувачи, вентилатори и др.) да се приспособува соодветно.

6.10.2.10. Станици за итна помош

Станиците за итна помош се наменети да обезбедат различна сигурносна према, особено телефони за итна помош и апарати за гаснење пожар, но не се наменети да ги заштитат корисниците на тунелот од ефектите од пожар.

Станицата за итна помош може да се состои од кутија закачена на тунелската облога, или подобро од ниша засечена во облогата. Истата треба да биде опремена најмалку со телефон и два апарата за гаснење пожар.

Станиците за итна помош треба да се предвидат во близината на порталите и во внатрешноста, на растојанија кои за нови патни тунели не трена да се поголеми од 150 метри, а кај постојните тунели овие растојанија не треба да се поголеми од 250 метри.

6.10.2.11. Довод на вода (хидранти)

Хидранти треба да се предвидат кај сите нови тунели. Хидрантите треба да се предвидат во близина на порталите и во внатрешноста на тунелот на растојанија кои ќе бидат помали од 250 метри.

Ако директно снабдување со вода не постои задолжително е да се обезбеди друг начин на снабдување со вода (базен со одреден волумен).

6.10.2.12. Знаци во тунелот

Специфични знаци треба да се применат за сите безбедносни објекти кои се предвидени за корисниците на тунелот. Постојат специјални знаци и табли за употреба во патните тунели.

6.10.2.13. Контролен центар

Треба да се предвиди контролен центар кај сите патни тунели подолги од 3000 метри со волумен на сообраќај поголем од 2000 возила по сообраќајна лента.

Надгледувањето на неколку патни тунели може да биде централизирано во еден контролен центар.

6.10.2.14. Систем за мониторинг (надгледување)

Видео мониторинг систем и систем кој може автоматски да открива сообраќајни несреќи (како и застанати возила) и/или пожар треба да се инсталира кај сите патни тунели кои имаат контролен центар.

Автоматски систем за откривање пожари треба да се инсталира во сите патни тунели кои немаат контролен центар, а кај кои работата на механичката вентилација за контрола на чад е различна од автоматското работење на вентилацијата за контрола на загадувачите (CO, CO₂, ..).

6.10.2.15. Опрема за затворање на тунелот

Кај сите тунели подолги од 1000 метри, треба да се постават бариери, сообраќајни знаци пред влезовите така да тунелот може да биде затворен во случај на опасност.

Дополнителни средства, како на пример различни знаци со пораки и бариери, можат да се обезбедат за да се осигура почитувањето на инструкциите.

Во внатрешноста на сите тунели подолги од 3000 метри, со контролен центар и сообраќаен волумен поголем од 2000 возила по сообраќајна лента, се препорачува да се обезбеди опрема за запирање на возилата во случај на опасност на растојанија кои не се поголеми од 1000 метри.

Оваа опрема треба да има сообраќајни сигнали и дополнителни мерки, како на пример звучници, променливи знаци со пораки и бариери.

Сообраќајна сигнализација во тунели се препорачува на секои 1.000 m во тунели подолги од 3.000 m со контролен центар.

6.10.2.16. Системи за комуникација

Опрема за радио ре-емитување за итните служби треба да се инсталираат кај сите патни тунели подолги од 1000 метри со сообраќаен волумен поголем од 2000 возила по сообраќајна лента.

Каде што постои контролен центар, мора да се овозможи да се прекине радио ре-емитувањето на каналите наменети за корисниците на тунелот, со цел да се дадат итни пораки.

Скривниците и другите објекти каде евакуираните корисници на тунелот треба да чекаат пред да дојдат до надворешноста, треба да бидат опремени со звучници за обезбедување на информации до корисниците.

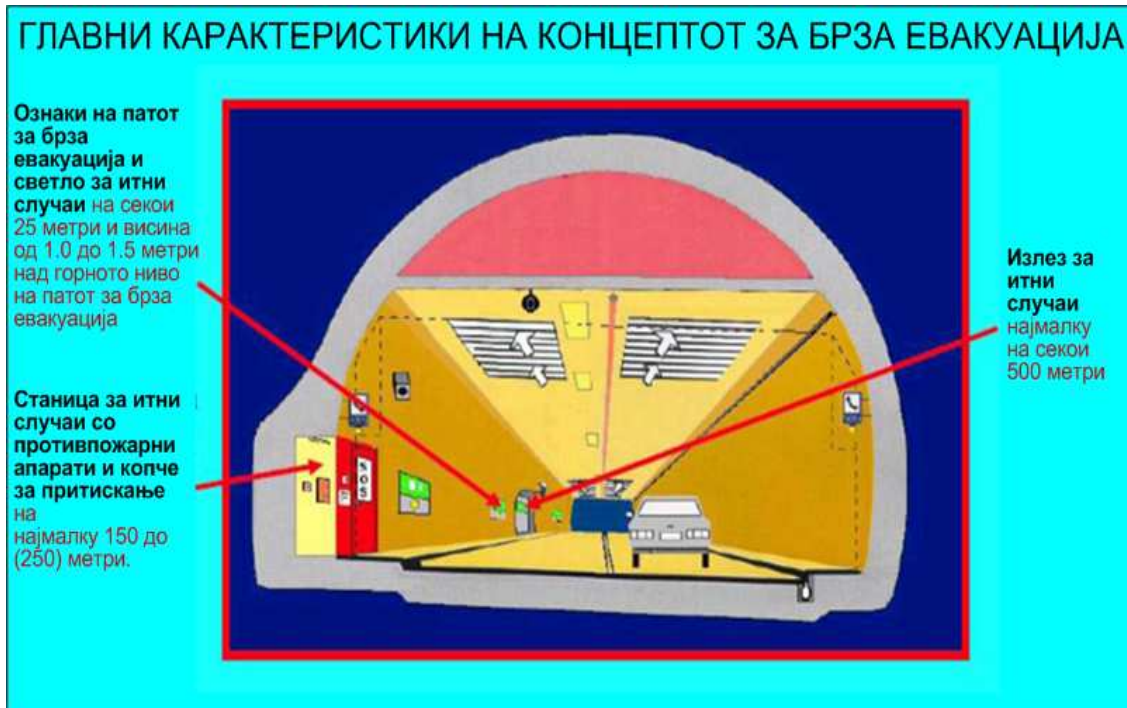
6.10.2.17. Напојување со електрична енергија и електрични кола

Сите патни тунели треба да имаат уреди за снабдување со електрична енергија во итни случаеви кои се способни да обезбедат работа на целата опрема за безбедност неопходна за евакуација, додека сите патници не се евакуираат надвор од тунелот.

Електричните, контролните и мерните кола треба да бидат дизајнирани на таков начин да локалниот прекин, на пример прекин на едно коло од оган, не влијае на работата на останатите неоштетени кола.

6.10.2.18. Пожарна отпорност на опремата

Нивото на пожарна отпорност на целата тунелска опрема треба да ги земе во предвид технолошките можности и има за цел одржување на потребните безбедносни функции во случај на пожар (слика 97).



Слика 97: Главни карактеристики на концептот за брза евакуација

Табела 18: Сумарна табела за минимални барања за безбедност (конструктивни мерки)

Минимални барања за безбедност			Сообраќај < 2000 возила/сооб.лента		Сообраќај >2000 возила/сооб.лента			Дополнителни услови за да имплементацијата биде задолжителна, или коментари
			500 – 1000 m	>1000 m	500-1000 m	1000 – 3000 m	>3000 m	
Конструктивни мерки	6.10.2 Тунелски цевки	2.1	/	/	/	/	/	Задолжително каде 15 год. прогнозата покажува дека сообраќај > 10000 воз/лента
	Надолжен наклон (< 5%)	2.2	■	■	■	■	■	Задолжително освен ако географски не е возможно
	Безбедносни тротоари	2.3.1	■	■	■	■	■	Задолжително каде не постои безбедносна лента. Кај постојни тунели каде не постои безб.лента зајакнати мерки треба да се превземат
	Излези во случај на опасност најмалку на секои 500 м	2.3.2	□	□	■	■	■	Имплементација на излези во случај на опасност кај постојни тунели да се процени посебно за секој тунел
	Пристап за службите за итни случаи на секои 1500м	2.4	□	□/●	□	□/●	●	Задолжително кај тунели со две тунелски цевки подолги од 1500м
	Попречно поврзување на коловозот од двете тунелски цевки пред порталите	2.4	●	●	●	●	●	Задолжително кај сите тунели со две тунелски цевки каде е географски возможно
	Проширувања за случај на дефекти (lay-bys) на секои 1000м	2.5	□	□	□	□/●	□/●	Задолжително кај нови тунели со две т.цевки>1500м без безбед. Тротоари. Кај постојни тунели со две т.цевки>1500м зависно на анализите.
	Дренажи за запаливи и токсични течности	2.6 2.6.1	■	■	■	■	■	Задолжително каде е дозволен транспорт на опасни материји
Осветлување	Пожарна отпорност на конструкциите	2.7	●	●	●	●	●	Задолжително каде локален колапс може да има катастрофални последици
	Нормално осветлување	2.8	●	●	●	●	●	
	Сигурносно осветлување	2.8	●	●	●	●	●	
Вентилација	Светло за евакуација	2.8	●	●	●	●	●	
	Механичка вентилација	2.9	□	□	□	●	●	
Специјални барања за (полу-) попречна вентилација	Специјални барања за (полу-) попречна вентилација	2.9	□	□	□	□	●	Задолжителна кај двонасочни тунели каде има контролен центар
	Станици за итна помош	На најмногу 250м	2.10	●	●	●	●	●
Довод на вода Хидранти	На најмногу 250м	2.11	●	●	●	●	●	Ако не постои довод, задолжително да се обезбеди на друг начин
Знаци во тунелот		2.12	●	●	●	●	●	За сите безбедносни објекти предвидени за корисниците на тунелот
Контролен центар		2.13	□	□	□	□	●	Набљудување на неколку тунела може да се врши од еден кон. центар

Минимални барања за безбедност			Сообраќај < 2000 возила/сооб.лента		Сообраќај >2000 возила/сооб.лента			Дополнителни услови за да имплементацијата биде задолжителна, или коментари
			500 – 1000 m	>1000 m	500-1000 m	1000 – 3000 m	>3000 m	
Мониторинг систем	Видео	2.14	■	■	■	■	●	Задолжително каде има контролен центар
	Автоматско откривање на несреќи и/или откривање на пожар	2.14	●	●	●	●	●	Најмалку еден од двата система е задолжителен кај тунели со контролен центар
Опрема за затворање на тунелот	Сообраќајни зот	2.15	□	●	□	●	●	
	Сообраќајни знаци внатре во тунелот на најмногу на 1000м	2.15	□	□	□	□	◆	Препорачано ако има контролен центар и должината е преку 3000м
Системи за комуникација	Опрема за радио ре-емитување за итните служби	2.16	□	□	□	●	●	
	Итни радио пораки	2.16	●	●	●	●	●	Задолжително каде се врши радио реемитирање за корисниците на тунелот и постои контролен центар
	Звучници во скривници и сигурносни излези	2.16	●	●	●	●	●	Задолжително каде евакуираните корисници мора да чекаат пред да излезат надвор
Напојување во случај на незгоди		2.17	●	●	●	●	●	Треба да обезбеди функционирање на неопходната безбедносна опрема најмалку за време на евакуација на луѓето
Пожарна отпорност на опремата		2.18	●	●	●	●	●	Има за цел да ги задржи потребните безбедносни функции
●	задолжително кај сите тунели				□	не е задолжително		
■	задолжително со исклучоци				◆	препорачано		

СЕДМИ ДЕЛ

МОСТОВИ



VII. Мостови

7.1. Историски развој на мостовите

Мостот е конструкција изградена за премостување на природните и вештачките препреки. Целта на мостот е да овозможи преминување на луѓе, коли, возови итн. Мостот може да биде направен од различни материјали. Првите мостови биле правени од дрво. При избор на градење на трасата, во голема мера може да влијае на изборот на местото на кое треба да се изгради мостот.

Градењето на мостови започнало уште во далечната древност и го следело развојот на општеството и напредокот во различните области на техниката. Старите народи, а особено старите Римјани се истакнувале во градењето на мостови.

И денес се останати многу градби кои сведочат за оваа вештина (камени мостови, вијадукти, аквадукти и тн.) Подоцна, покрај мостовите градени од камен, почнуваат да се градат и мостови од лиено железо.

Првиот мост направен од железо датира од 1779 година кој бил поставен на реката Северн во Англија.

Со пронаоѓањето на челикот мостовите се граделе од челик. Се поголемата побарувачка на мостови од челик го поттикна и производството на префабрикувани и стандардизирани делови и носеви челични елементи кои и денес се употребуваат во градењето.

Во IX и XX век развојот на челичните конструкции бил многу голем и довел до изградба на решеткасти мостови и мостови од челични кабли, висечки и други современи конструкции со поголеми размери.

Покрај челикот во XIX век е пронајден и армираниот бетон. Со примена на армираниот бетон, градбада на мостовите доживеа преродба. Примената на истиот овозможува проектирање на мостови со многу поголеми распони од дотогаш постигнатите.

Во 1911 година во Рим преку реката Тибар се изградил мост со распон 100 метри наречен Ризорџементо.

Во 1943 година во Шведска мостот Санде е со распон од 264 метри во вид на лак. Арабида е мостот кој во 1963 година е изграден во Португалија со распон од 270 метри, а во Бразил мостот Игуагу е со распон 290 метри.

Глејдвил преку реката Парамата во Австралија достигнува распон од 304,8 метри што било рекорд во 1964 година.

Од поблиските простори неминовно е да се спомне мостот што го спојува островот Крк со копното, а како среден потпирач е искоритен островот Св. Марко. Распонот на поголемиот лак е 390 метри а изграден во 1980 година.

Во 1998 година е изграден висечкиот мост Акаши Каикио во Јапонија со распон од 1990 метри.

И така тенденцијата на развојот на современата градба на мостовите не застанува, туку континуирано продолжува.

7.2. Поделба на мостовите

Градењето мостови отсекогаш бил, а и денес е посебен инженерски предизвик и зафат во градежништвото.

Се вели: „Мостовите ги поврзуваат луѓето“. Овие маркантни градежни објекти, чија намена е премостувајќи ги препреките да поврзат две точки во просторот, ги поврзуваат не само луѓето, туки и народите, културите, религиите, идеите...

Мостовите можат да бидат многу смели објекти, кои оставаат незаборавни впечатоци кај минувачите. Тие отсекогаш сведочат за човековиот гениј во совладувањето на природните препреки.

Тие треба да се функционални и убави, стабилни, економични и оригинални. Мостовите со својата убавина - естетска компонента, не само што не треба да ја нарушуваат природната средина, туку треба да се вклопат во неа и ја истакнуваат.

Со својата убавина тие стануваат маркантни обележја, преку кои се детерминира и препознава некоја населба, град, држава. Со тоа мостовите добиваат третман на своевидни уметнички дела – скулптури во просторот.

Мостови ги нарекуваме оние објекти со кои пренесуваме некоја сообраќајница преку препрека, која може да биде река, длабок дол, напречни патишта и железнички линии и други препреки.

Мостовите овозможуваат сообраќај преку препреката на која наидува сообраќајницата. Основната задача на мостот е да спроведе некој пат преку некоја препрека.

Постојат повеќе поделби на мостовите и тоа според: материјалот, намената, видот на препреката, начинот на градба, големината на отворите, положбата на коловозот и др.

Мостот е конструкција изградена за премостување на природните и вештачките препреки. Постојат повеќе поделби на мостовите и тоа:

- ⇒ **според материјалот на градењето** мостовите можат да бидат:
 - ↙ дрвени мостови;
 - ↙ мостови изработени од камен;
 - ↙ бетонски мостови;
 - ↙ армирано-бетонски мостови
 - ↙ челични мостови
 - ↙ комбинирани мостови;
 - ↙ пренапрегнати мостови.
- ⇒ **според намената на сообраќајот** мостовите можат да бидат:
 - ↙ патнички мостови;
 - ↙ железнички мостови;
 - ↙ пешачки мостови;
- ⇒ **според видот на препреката која се совладува** мостовите можат да бидат:
 - ↙ речни мостови
 - ↙ надвозници (препреката е друга сообраќајница)
 - ↙ подвозници
 - ↙ вијадукти (препреката е суводолица)
 - ↙ мостови за преместувањена заливи (мореузи)
- ⇒ **според бројот на отворите** мостовите можат да бидат:
 - ↙ мостови со еден отвор
 - ↙ мостови со повеќе отвори
- ⇒ **според начинот на градба** - изведба мостовите можат да бидат:
 - ↙ монолитни мостови
 - ↙ монтажни и полумонтажни мостови
- ⇒ **според положбата на коловозот** мостовите можат да бидат:
 - ↙ коловоз над главните носачи;
 - ↙ коловоз спуштен помеѓу главните носачи;
 - ↙ коловоз обесен на главните носачи и
 - ↙ делумно потпрен коловоз.
- ⇒ **според трајноста** мостовите можат да бидат:
 - ↙ постојани мостови
 - ↙ привремени мостови
- ⇒ **според подвижноста** мостовите можат да бидат:
 - ↙ подвижни мостови
 - ↙ неподвижни мостови

- ⇒ според **конструктивниот систем на главните носачи** мостовите можат да бидат:
 - ↗ систем проста греда - гредни мостови;
 - ↗ мостови направени по систем рамка
 - ↗ решеткасти мостови;
 - ↗ лачни мостови;
 - ↗ кабловски мостови (со коси затеги) и
 - ↗ висечки (обесени) мостови
- ⇒ според **поставеноста на мостот во однос на подолжната препрека** мостовите можат да бидат:
 - ↗ прав мост,
 - ↗ кос мост.

7.2.1. Поделба на мостовите според материјалот на градење

Првите мостови биле всушност паднати дрвја над потоци кое што било употребено како идеја за градење на дрвени мостови. во понатамошниот развој се изработени од камен бетон армиран бетон, челик и др. Според материјалот на градењето мостовите можат да бидат:

- ⇒ дрвени мостови;
- ⇒ мостови изработени од камен;
- ⇒ бетонски мостови;
- ⇒ армирано-бетонски мостови;
- ⇒ челични мостови;
- ⇒ конбинирани мостови и
- ⇒ пренапрегнати мостови.

7.2.1.1. Дрвени мостови

Дрвен мост е мост што користи дрва како главен структурен материјал. Оваа е една од првите форми на мост. Мостовите од дрво се користат уште од античко време.

Различни мостови со многу различни големини можат да се градат од дрво, дури и за патен транспорт. Дрвените мостови можат брзо да се склопат, нешто што ги намалува штетните ефекти на градежништвото врз протокот на сообраќај.

Се покажа дека дрвените мостови имаат долготрајна издржливост и ниски трошоци за одржување и поправка (слика 98).

Главната предност на дрвото во градењето на мостот од дрво е неговата леснотија и сила.



Слика 98: Модел на дрвен мост

Поради леснотијата и јачината на дрвото, дрвените мостови можат да бидат префабрикувани, транспортирани и фиксирани во форма на готови елементи.

Едноставната технологија на спојување го забрзува составувањето на деловите што, по завршувањето, се подготвени за хидроизолација и завршна обработка пред употреба.

Помеѓу 2010 и 2014 година, во Финска биле изградени вкупно 584 мостови, но само 17 од нив биле во дрво. Од сите мостови на патиштата, дрвените мостови претставуваат бројка од 4%. Сè на сè, Финска има околу 900 дрвени мостови од вкупно 20.000.

Во Шведска и Норвешка, дрвените мостови се многу почести отколку во Финска, при што Норвешка гради околу 10% и Шведска околу 20% од сите нови мостови од дрво.

Се покажало дека дрвените мостови имаат долготрајна издржливост (повеќе од 80 години).

Кога се појавиле проблеми, обично имало специфична и јасна причина за нив и било едноставна работа да се поправи грешката. Трошоците за сервисирање и одржување на мостовите од дрво се мали како и за разлика од другите мостови.

Најчеста должина на дрвените мостови е до 70 метри, но се градат мостови со распон до 140 метри но многу ретко и со поголем распон.



Слика 99: Saphan Mon Bridge – Thailand (400m)

Дрвен мост со распон 400 метри е најдолгиот рачно изработен дрвен мост во Санхклабури Канчанабури во Тајланд (слика 99).

7.2.1.2. Мостови изработени од камен

Човекот секогаш тежел да совлада некоја препрека на што поедноставен но и сигурен начин. Првите мостови биле направени од природни материјали кои биле наоѓани во непосредна близина на објектот. Изработка на камен мост е мост што користи камен како главен структурен материјал.

Камен мост е најпознатиот симбол на Скопје и преставува една од најмонументалните градби во земјава и пошироко се смета за симбол на градот Скопје и се наоѓа и на грбот на градот.

Камениот мост е изграден од обработени камени блокови, врзани со железни куки и зацврстени со леано олово и кршен камен и малтер. Неговата масивна конструкција се потпира на цврсти столбови, меѓусебно поврзани со полукружни лакови.

Во својата првобитна форма мостот имал 13 свода, со вкупна должина 213,85 метри и ширина од 6,33 метри.

Во минатото по него се одвивал и сообраќај, а денес мостот е прооден само за пешаци. Името „Камен мост“ го добил поради тоа што бил изграден со употреба на кршен камен.

Постојат две претпоставки за тоа кој и кога го изградил овој мост по кој секојдневно врви река од пешаци.

Според првата претпоставка, потврдена со археолошки проучувања, мостот бил изграден во VI век, веднаш по катастрофалниот земјотрес од 518 г., во екот на градежните активности кои биле преземени низ целата Империја од страна на императорот Јустинијан I.

Според втората претпоставка, поддржана со историски извори, мостот бил изграден во времето на владеењето на султанот Мехмед II Освојувачот, во периодот 1451 – 1469 год. Во минатото е нарекуван и Душанов мост.

Со последната реконструкција, Камениот мост наместо железна, доби камена ограда. Поставена е спомен-плоча, посветена на Карпош, водачот на народното востание во XVII век, кој бил погубен на мостот во 1689 година.

7.2.1.3. Бетонски и армирано бетонски мостови

“Модерниот” градежен материјал бетон се користел од средината на 1860-тите години, како печат на бетонски мостови, првиот армирано-бетонски мост, изграден во 1875 година, Joseph Monier на селски имот на поток.

Армирано-бетонските мостови со големи распони биле дизајнирани на почетокот на 20 век, особено како мостови во форма на лак, како во 1929 година на мостот Salginatobel Bridge со 90 метри распон (слика 100).



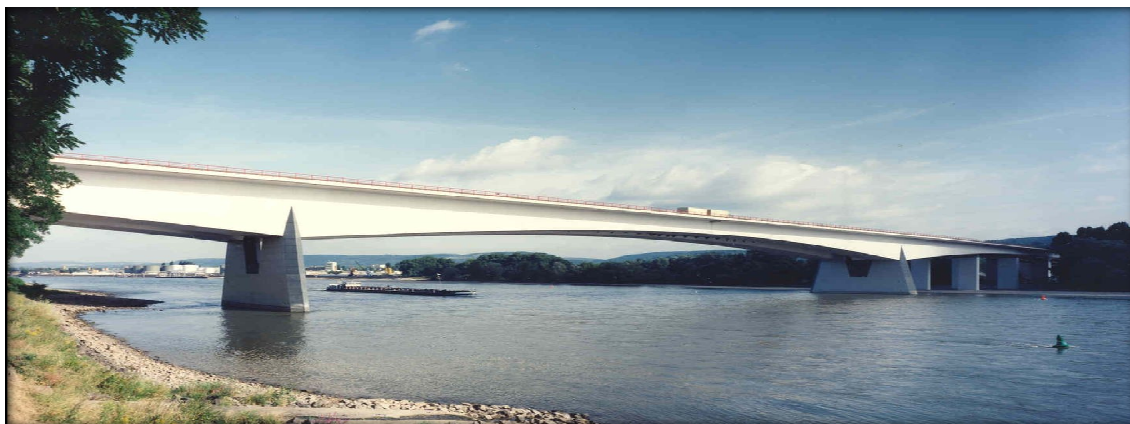
Слика 100: Salginatobel Bridge (1920 година)

Бетонските мостови се направени од мешавина на цемент, агрегат (песок и чакал) и вода, што се зацврстува како резултат на хемиска реакција. Бетонот може да содржи и бетонски додатоци. Овој градежен материјал е идеален за градење мостови, затоа што може да се истури во каква било течна форма и по зацврстувањето резултира во вештачки камен што е лесно да се компресира.

Бетонот е (како и каменот) само способен да апсорбира големи компресивни сили и силни затегнувачки сили, поради што тој главно се користи во мостови во форма на лак.

Со развојот на бетонот по Втората светска војна било можно да се градат мостови со многу поголеми распони од дотогашните.

На пример, мостот „Vendoffer “ од 1965 година го поминува Рајна со распон од 208 м (слика 101), мост со најголем распон во Германија (заклучно до 2003 година).



Слика 101: Мостот Vendoffer со распон од 208 метри

Изградбата на бетонските мостови започнува со ископот на темелите на мостот. Бидејќи комплетната сигурност на мостот зависи од квалитетот на неговите темели, изработката на темелите бара големо внимание. После изведувањето на темелите следува изградбата на столбовите на мостот.

Оплатата и скекетото треба да се на точно определното место според деталите во проектот, во кои подоцна арматурата, комплетно подготвена се спушта во оплатата.

Бетонирањето се врши со предвидената марка на бетон, а се земаат пробни коцки заради испитувањето на квалитетот на бетонот. Потоа следува поставување на скеке и оплати за главните носачи.

Армирањето на главните носачи се врши според предвидените проектни детали и по одреден редослед, така што најпрвин се армираат главните носачи па потоа напречните и најпосле коловозната плоча.

Бетонирањето на главните, напречните носачи и коловозот се извршува според предвидена марка бетон, а набивањето со вибратор. Пред комплетно завршување на мостот и пред пуштање во употреба, на мостот се извршува пробно оптоварување.

Интензитетот и положбата на оптоварувањето при испитувањето, треба да му одговараат на карактерот на оптоварувањето што ќе се јавува во текот на експлатацијата на мостот, и што е предвидено во проектот.

За пробното оптоварување и техничкиот прием се прави записник по што објектот се пушта во сообраќај (слика 102).



Слика 102: Мост со најголем распон од масивна градба – Железнички мост на реката Weiranjiang-China со должина на распон од 445 метри

7.2.1.4. Челични мостови

Премостувањето на големи дожини отсекогаш била опсесија на луѓето. Човекот не се запира во погледот на совладувањето што поголеми дожини со еден распон грижливо избирајќи го конструктивниот систем најпогоден за ова при тоа водејќи сметка и за естетскиот изглед на објектот. Како најпогоден материјал кој ги исполнува тие услови се покажал челикот.

7.2.2. Поделба на мостовите според намената

Според својата намена мостови можат да бидат:

- ⇒ патни мостови;
- ⇒ железнички мостови;
- ⇒ пешачки мостови;

Секој од овие мостови може да има повеќеструкна намена.

7.2.2.1. Патни мостови

Патните објекти патните мостови служат за минување на патни превозни средства и пешаци

7.2.2.2. Железнички мостови

Пак железничките објекти железничките мостови се градат на железнички линии и служат за минување на железнички превозни средства.

7.2.2.3. Пешачки мостови

Пешачките мостови се наменети за минување само на пешаци,

7.2.3. Поделба на мостовите според видот на препреката

Според видот на препреката која се совладува мостовите можат да бидат:

- ⇒ речни мостови,
- ⇒ надвозници
- ⇒ подвозници
- ⇒ вијадукти
- ⇒ мостови за преместувањена заливи (мореузи)

7.2.3.1. Речни мостови

Градежен објект што сврзува два брега разделени од река или дол и служи како премин преку нив се нарекуваат речни мостови.

7.2.3.2. Надвозници

Ако објектот служи за минување преку напречен пат или преку железничка линија, тој се вика натпатник односно надвозник, односно кога препреката е друга сообраќајница.

7.2.3.3. Подвозници

Ако служи за минување под напречен пат или под железничка линија, објектот се нарекува потпатник, односно подвозник.

7.2.3.4. Вијадукти

Објектите кои се градат преку длабоки долови, кога препреката е суводолица се нарекуваат вијадукти. (слика 103)



Слика 103: Објект: вијадукт

7.2.3.5. Мостови за премостување на заливи (мореузи)

Тесен дел од морската површина кој разделува две копна и спојува две мориња морски теснец се нарекуваат мореузи.

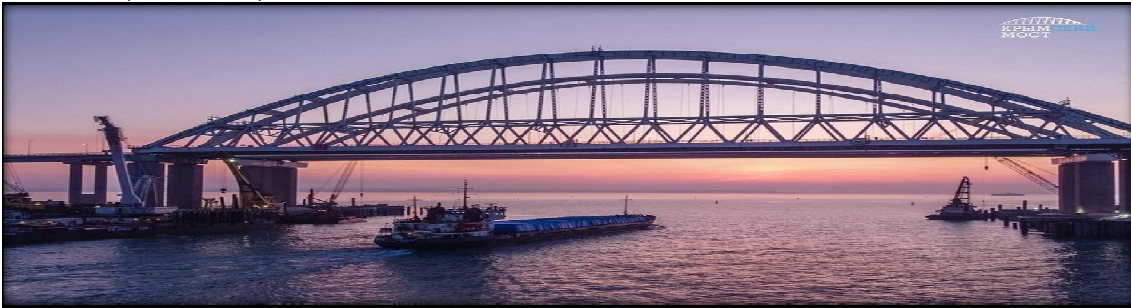
7.2.4. Поделба на мостовите според бројот на отворите

Според бројот на отворите мостовите можат да бидат:

- ⇒ мостови со еден отвор
- ⇒ мостови со повеќе отвори

7.2.4.1. Мостови со еден отвор

Објектите кои имаат поголем отвор меѓу столбовите од 5 метри се нарекуваат мостови. (слика 104)



Слика 104: Објект: мост

7.2.4.2. Мостови со повеќе отвори пропусти

Пропустите се објекти со отвор меѓу крајните столбови од 1,0 до 5,0 метри. (слика105).



Слика 105: Објект: пропусти

Пропустите и мостовите се градат преку водотеци.

7.2.5. Поделба на мостовите според начинот на градба

Според начинот на градба - изведба мостовите можат да бидат:

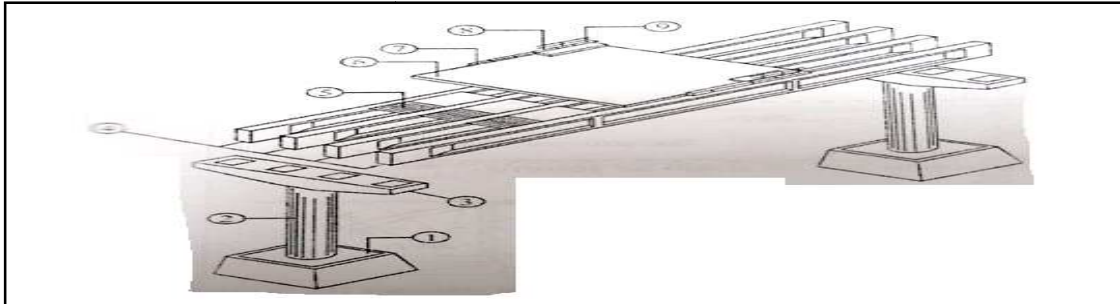
- ⇒ монолитни мостови
- ⇒ монтажни и полумонтажни мостови

7.2.5.1. Монолитни мостови

Монолитните мостови се таков тип на мостови каде сите составни делови се лијат на самото место, значи монолитно се поврзани во една целина, што е нивна предност, но недостаток е големата употреба на скеле и оплата, што ја поскапува градбата.

7.2.5.2. Монтажни и полумонтажни мостови

Монтажни и полумонтажни мостови се градат од готови АБ делови, произведени до самото место на градење, или во фабриката (слика 106). Предност им е што се постигнува економија на скелето и оплатата, што е важно и за брзината на градење.



Слика 106: Монтажен мост

7.2.6. Поделба на мостовите според положбата на коловозот во однос на главниот носач

Според положбата на коловозот во однос на главниот носач, разликуваме мостови со:

- ⇒ коловоз над главните носачи
- ⇒ коловоз спуштен помеѓу главните носачи
- ⇒ коловоз обесен на главните носачи и
- ⇒ делумно потпрен коловоз.

7.2.7. Поделба на мостовите според трајноста

Според трајноста мостовите можат да бидат:

- ⇒ постојани мостови
- ⇒ привремени мостови

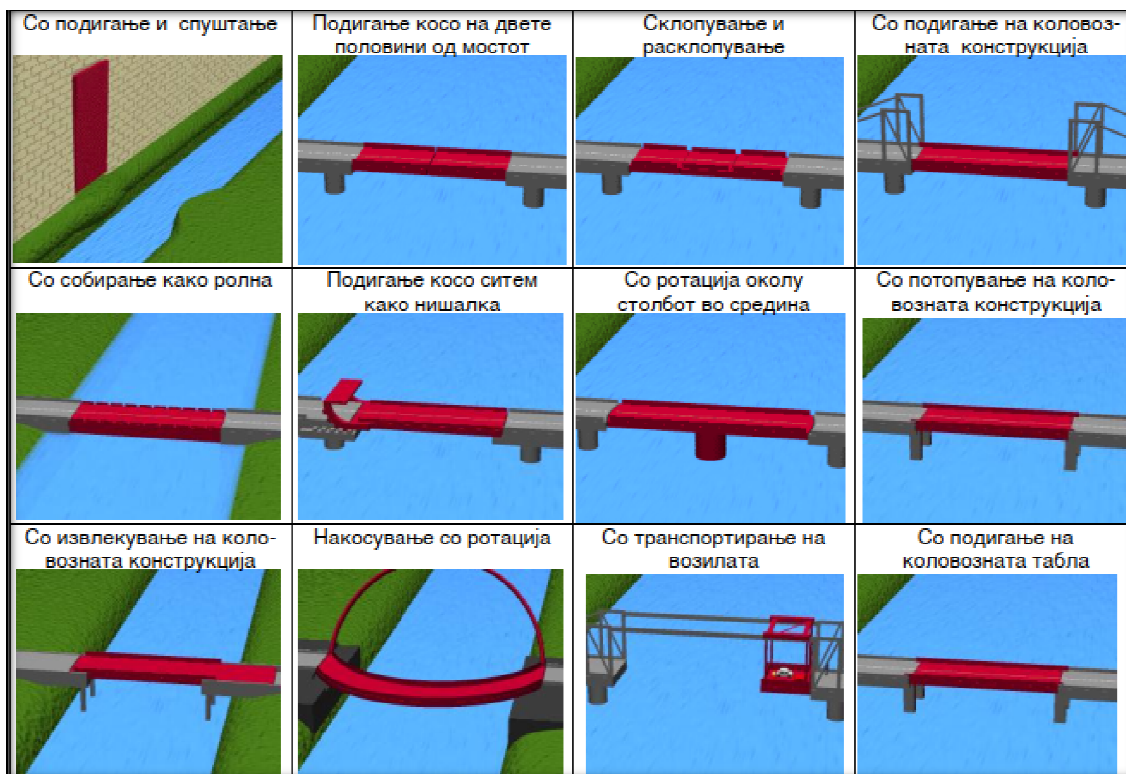
7.2.8. Поделба на мостовите според подвижноста

Според подвижноста мостовите можат да бидат:

- ⇒ подвижни мостови и
- ⇒ неподвижни мостови.

7.2.8.1. Подвижни мостови

Подвижните мостови најефикасно се користат на пловните реки каде е многу поскапо да се направи мост со висок клиренс за да се овозможи пловење. Овие мостови можат да бидат изведени како конзолни, со лифтување, со испуштање и собирање (клипни), со ротација итн (слика 107).



Слика 107: Разни видови на подвижни мостови

7.2.8.2. Неподвижни мостови

Неподвижни мостови се оној тип на мостови кои се изработени на систем проста греда, решеткасти мостови, лачни мостови кабловски мостови, висечки мостови за што подцна ќе стане збор.

7.2.9. Поделба на мостовите според конструктивниот и статичкиот систем кој се користи во пресметката на главните носачи

Според конструктивниот систем на главните носачи мостовите можат да бидат:

- ⇒ систем проста греда - гредни мостови;
- ⇒ мостови направени по систем рамка
- ⇒ решеткасти мостови;
- ⇒ лачни мостови;
- ⇒ кабловски мостови (со коси затеги) и
- ⇒ висечки (обесени) мостови

7.2.9.1. Мостови направени по систем проста греда - гредни, плочести мостови

Гредните мостови може да бидат прости греди, герберови греди или континуирани греди. Во однос на попречниот пресек може да бидат со отворен или сандачест попречен пресек. Овие системи се применуваат за распони од 15 до 100 метри.

За систем на прости греди може да се користат и во изградба на мостови во железнички сообраќај до 25 метри а како континуирани греди и до 33 метри распон.

При гредните мостови мора да напоменеме дека температурата има далеку помало влијание ако избереме систем проста греда (статички определени системи),

додека при континуирана греда мора да бидеме внимателни во поглед на дејството од температурни влијанија.

Главните носачи кај овој тип на мостови се АБ греди. Се применуваат во случаи кога дебелината на плочестите носачи надминува 40-50 см и поради тоа, имаат голема сопствена тежина. АБ елементи од горниот строј се состојат од: главни надолжни носачи, напречни носачи и конзолна плоча.

Главните и напречните носачи формираат гредна скара, која во зависност од главните носачи може да биде проста и сложена.

Над гредната скара доаѓа плочата.

Со сигурност може да се каже дека гредните мостови се многу конкурентни на големини на распони до околу 200 м. за патни мостови. Во нашата земја, тие практично доминираат во производството на надвозници, подвозници и вијадукти.

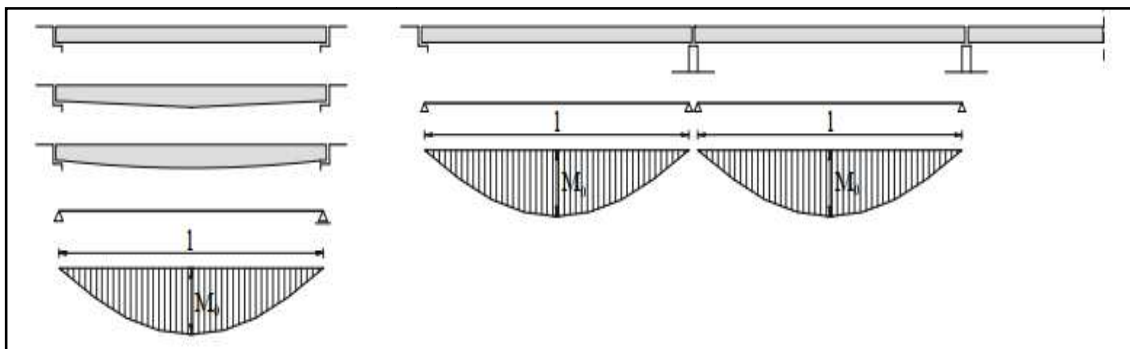
Досега најголем распон на греден мост е постигнат во Австралија преку реката Бриздан и е 260 метри.

Според статичкиот систем кој се користи во пресметката на главните носачи, мостовите можат да бидат изградени по принципот на статички систем проста греда, статички систем греда со препусти, статички систем Герберова греда, статички систем континуирана греда, статички систем рамка и статички систем на разни видови лази и др.

Гредни АБ мостови со главни носачи систем проста греда

Предностите на овој систем се леснотијата на изведба и можност за префабрикување на голем број еднакви елементи (слика 108).

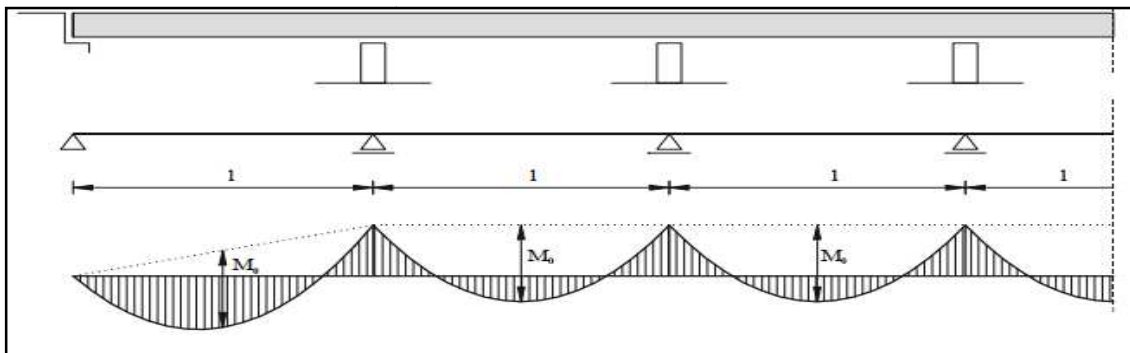
Недостатоци се малку зголемена висина на структурата.



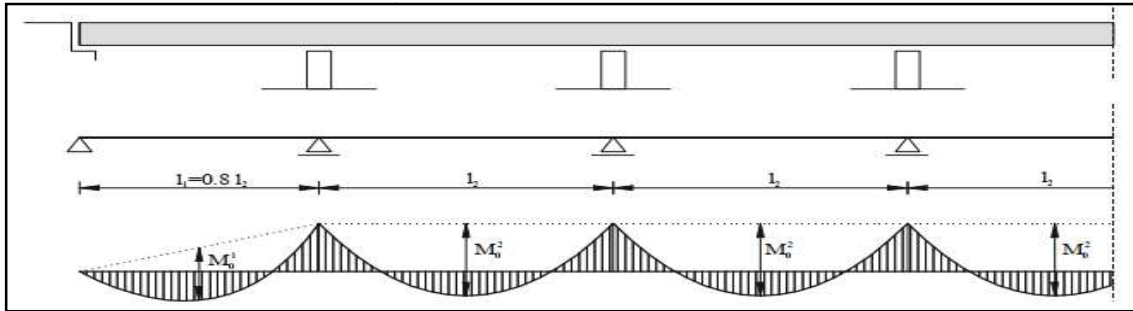
Слика 108: Гредни мостови систем проста греда

Гредни АБ мостови со главни носачи систем континуирана греда

Недостаток на континуирани греди во однос на простите греди е нивната покомплексна изведба заради потребата да се обезбеди континуитет над колоните (слика 109 и 110).



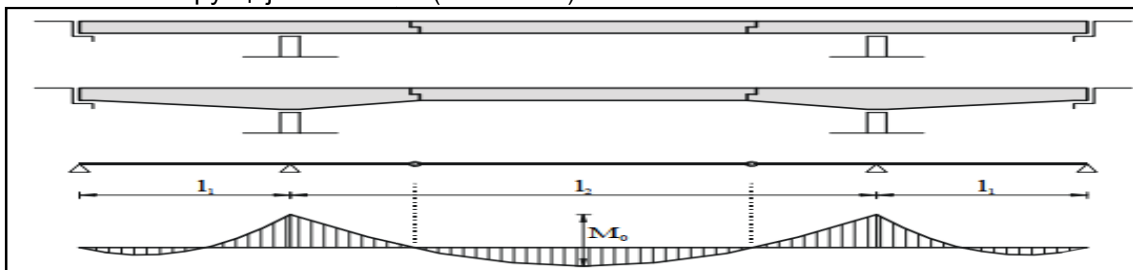
Слика 109: Континуирана греда со еднакви распони



Слика 110: Континуирана греда со различни распони (по кратки се крајните полиња)

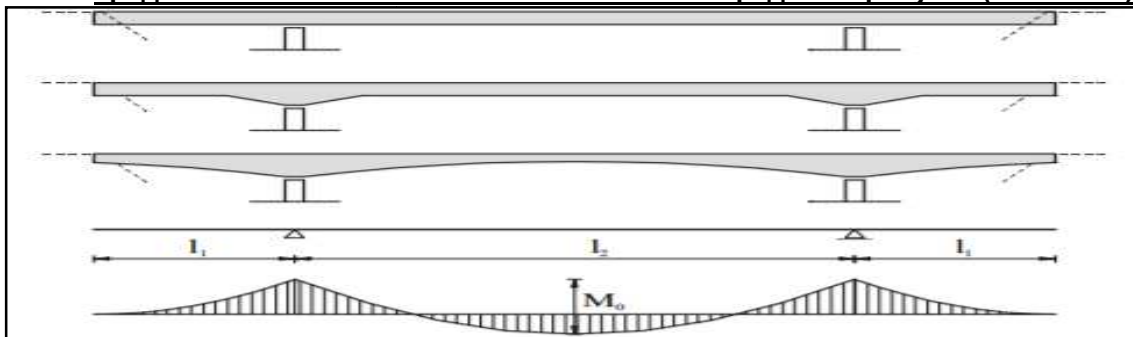
Гредни АБ мостови со главни носачи систем Герберова греда

Недостаток на овие системи е големиот број на попречни прекини во тротоарот и самата конструкција на споеви (слика 111).



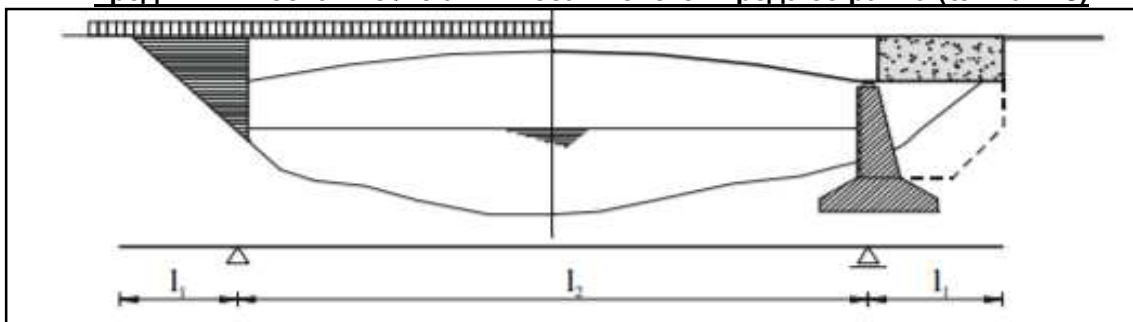
Слика 111: Систем Герберова греда

Гредни АБ мостови со главни носачи систем греда со препусти (слика 112)



Слика 112: Систем греда со препусти

Гредни АБ мостови со главни носачи систем греда со рамка (слика 113)



Слика 113: Систем рамка

Кај плочести АБ мостови главниот носач на горниот строј е АБ плоча, со евентуални конзолни проширувања за тротоарите, со напречни пресеци.

Се применуваат кога имаме мала конструктивна висина. Добра страна е едноставната изработка, а недостаток е нивната голема сопствена тежина при големи распони, како и поголемата вредност на скелето во вкупната инвестиција на објектот. Олеснувањето на конструкцијата се постигнува со примена на олеснети пресеци.

Статички системи кај **плочестите АБ** мостови се поделени на

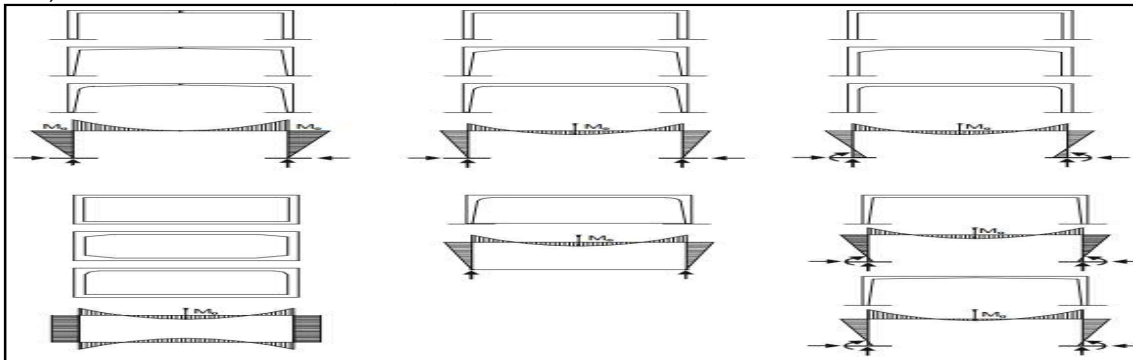
- ⇒ Плочести АБ мостови со главни носачи систем проста плоча
- ⇒ Плочести АБ мостови со главни носачи систем плоча со препусти
- ⇒ Плочести АБ мостови со главни носачи систем континуирана плоча
- ⇒ Плочести АБ мостови со главни носачи систем герберова плоча
- ⇒ Плочести АБ мостови со главни носачи систем рамка

7.2.9.2. Мостови направени по систем рамка

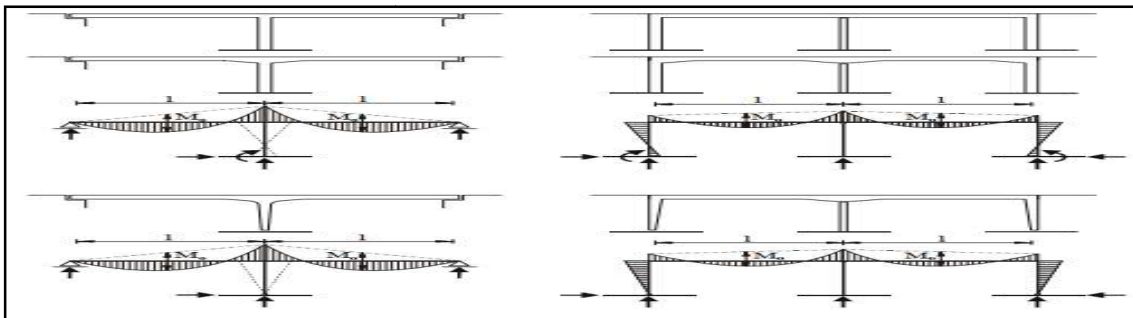
Кај овој систем, главните носачи од горниот строј монолитно се поврзани со долниот строј – столбовите и гредите заедно формираат рамка како главен носач на мостот. Како статички систем, овој вид носачи може да бидат вкештени или, зглобно поврзани со темелите.

Зглобовите се изведуваат над теренот, како би можеле да се контролираат. Најголем недостаток претставува изработката и одржувањето на зглобовите.

Рамка со еден отвор се применуваат најчесто кај натпатници, за премостување на патишта со еден отвор. Во овој вид се постигнува распон до 30 метри а со вториот до 60 метри. Предност на овој систем е тоа што се доста економични (слика 114 и 115).



Слика 114: Некои примери на зглобна рамка со еден отвор



Слика 115: Некои примери на зглобна рамка со два отвори

7.2.9.3. Решеткасти мостови

Решеткастите конструкции за мостови се применувале многу често поради својата конструктивна подобност во поглед на стабилноста и монтажата дури и на доста непристапни места.

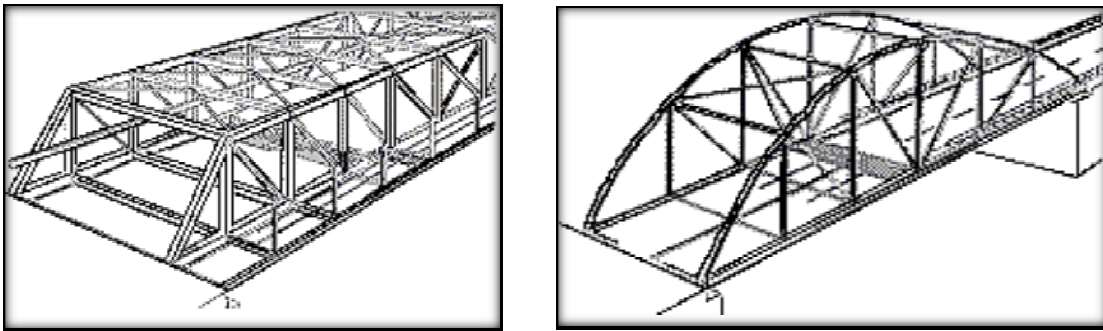
Нетреба да заборавиме дека и најмодерните денешни мостови, обесените, неможе да совладаат толкави екстремни распони доколку коловозната конструкција не е изведена како решеткаста и тоа на две нивоа.

Нивната примена како за железнички мостови така и за патни мостови е со распони од 40 до 500 метри.

Во однос на формата овие мостови можат да бидат со константна висина, со променлива висина, лачни, полигонални, кружни итн (слика 116).

Во однос на конструктивниот систем може да бидат

- ⇒ прости греди,
- ⇒ континуирани греди или лачни решетки.



Слика 116: Форма на решеткасти челични мостови

Како конструктивен систем за решеткастите мостови може да кажеме дека се едни од најстабилните и најлесните конструкции за мостови но се потешки за изведба, бараат голем мануелен труд во изработката и се потешки за одржување (слика 116).

7.2.9.4. Лачни мостови

Лачните мостови по својата традиција се изградени на база на старите лачни зидани мостови.

Главните носачи кај лачните АБ мостови се сводови или лакони. Главниот носач во форма на свод ни претставува свиена плоча а лакот ни претставуваат свиткани греди кои ги пренесуваат товарите преку темелите на почвата.

Лачниот носач игра улога на федер кој е оптеретн со сили на затегање. Лачните конструкции според распонот се користат во еден доста широк дијапазон до **50 до 500 метри.**

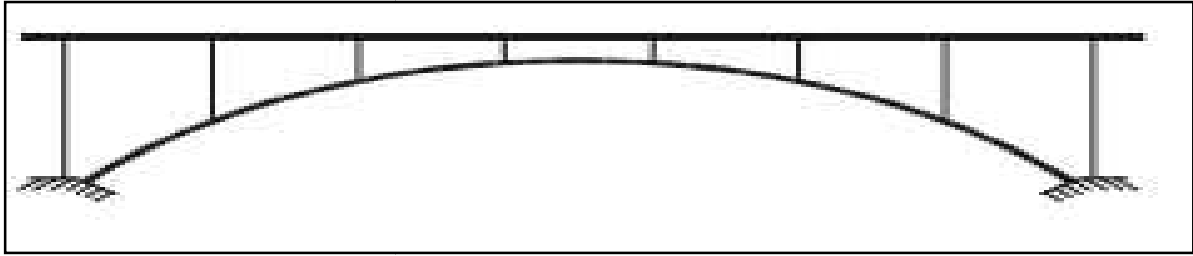
Лакот исто така може да биде на два зглоба, вкештен или на три зглоба во зависност од носивоста на тлото

Главниот носач може да се изведе со отворен пресек, а најчесто се користи сандачест пресек. Главните носачи кај лачните мостови се сводови или лакони.

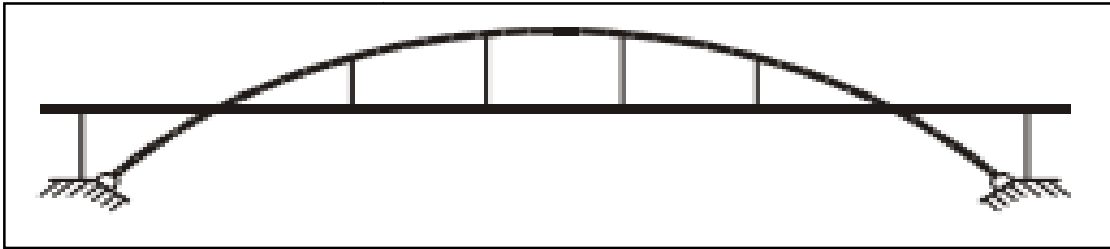
Главниот носач во форма на свод ни претпоставува свиена плоча, а лакот ни претпоставува свиткани греди, кои ги пренесуваат товарите преку темелите на почвата.

Според статичкиот систем, ги разликуваме следниве видови:

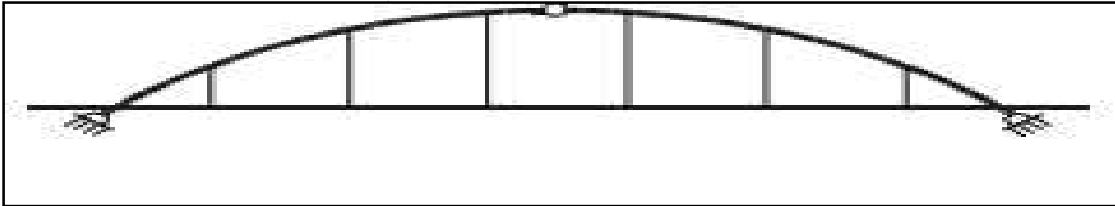
- ⇒ вкештен лак (слика 117);
- ⇒ двозглобен лак (слика 118);
- ⇒ трозглобен лак (слика 119).



Слика 117: Вклетен лак



Слика 118: Двозглобен лак



Слика 119: Трозглобен лак

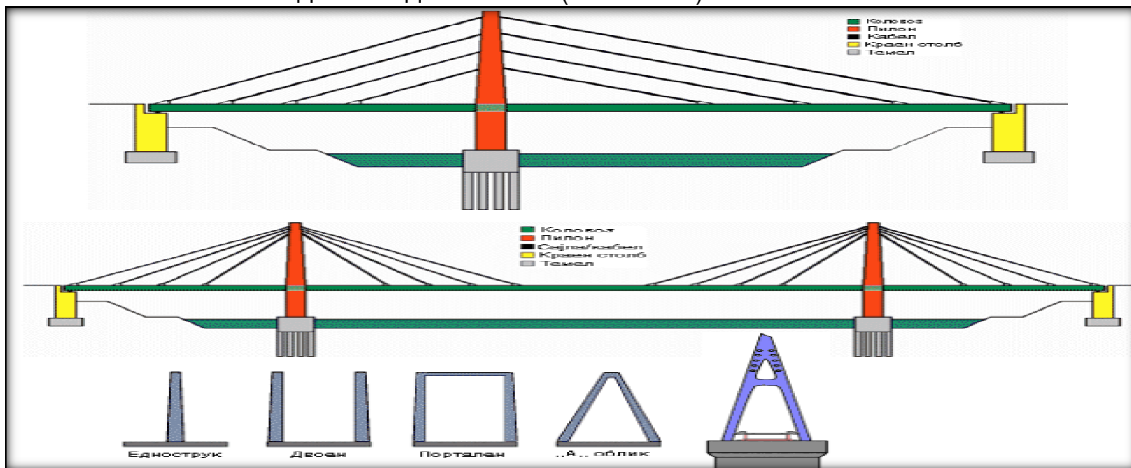
7.2.9.5. Кабловски мостови (со коси затеги)

Кабловски мостови (со коси затеги) се појавиле во поново време.

Нивната основна карактеристика е да со нив се добиваат конструкции со минимална потрошувачка на материјал.

Со својата економичност ги истиснуваат од употреба обесените (висечките) мостови кои имаат најголеми распони.

Коловозната конструкција кај овие мостови е носена од косите затегнати кабли кои се затегнати и за еден или два пилони (слика 120).



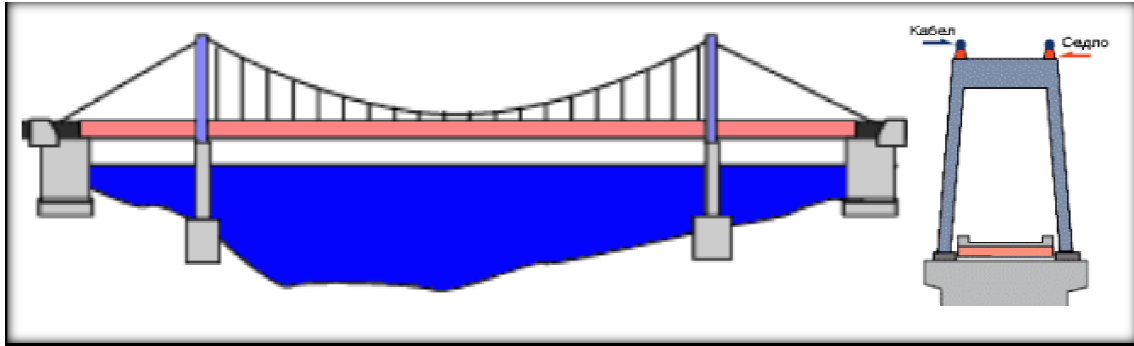
Слика 120: Кабловски мостови со различни видови на пилони

7.2.9.6. Висечки (обесени) мостови

Концептот на висечките мостови претставува антика во градбата на првите, претежно, пешачки мостови затоа што биле едноставни и најекономични. Првите такви мостови беа направени од јажиња покриени со бамбус стапчиња.

Висечките мостови се состојат од пат стабилизирани од неколку долги железни кабли прикачени на високи кули.

Во денешно време овие мостови се со најголемите распони во светот (слика 121) бидејќи тие се прилично лесни.



Слика 121: Пресек на висечки (обесен) мост со неговиот пилон

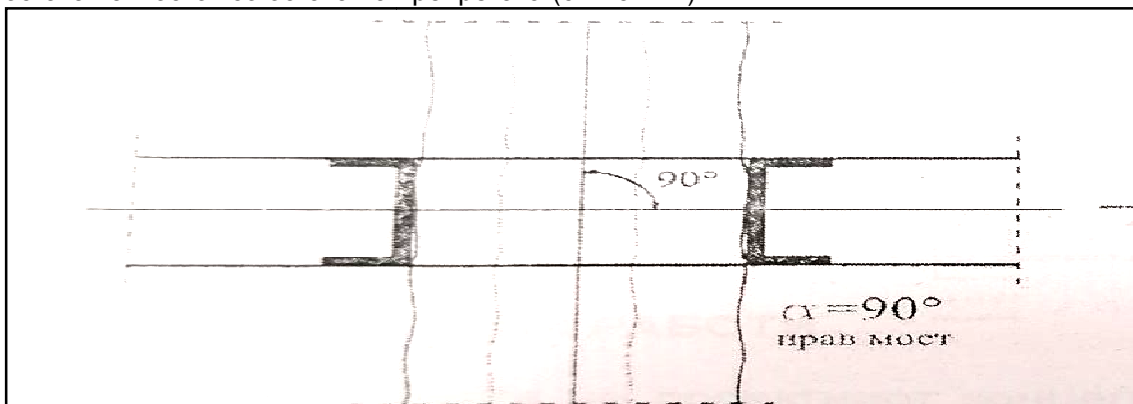
7.2.10. Поделба на мостовите според поставеноста на мостот во однос на оска на мостот

Во зависност од големината на аголот што го затвораат надолжната оска на мостот и надолжната оска на препреката преку која е изграден мостот, објектите се делат на прави и коси.

- ⇒ мост нормален на правецот - прав мост
- ⇒ кос мост

7.2.10.1. Мост нормален на правецот - прав мост

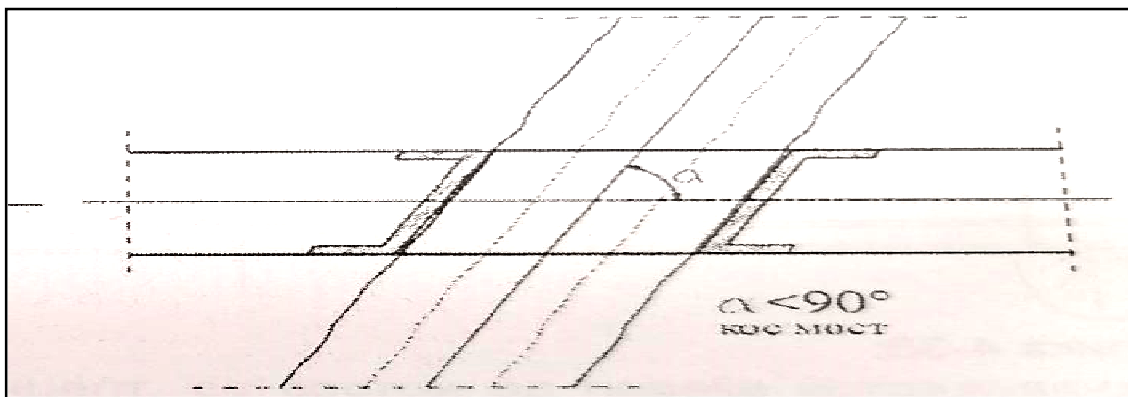
Прав мост е оној кај кој наведените две оски затвораат агол од 90° , односно оската на мостот со оската на препреката (слика 122).



Слика 122: Прав мост

7.2.10.1. Кос мост

Кос мост е оној кај кој наведените две оски затвораат агол кој е помал од 90° , односно оската на мостот со оската на препреката затвораат агол мола од 90° (слика 123).



Слика 123: Кос мост

7.3. Елементи на мост според инженериската класификација

Елементи на мост според инженериската класификација се делат на:

- ⇒ горен строј и
- ⇒ долен строј.

7.3.1. Елементи на горниот строј на мост

Горниот строј на објектот го сочинуваат:

- ⇒ ограда,
- ⇒ тротоари,
- ⇒ коловоз,
- ⇒ коловозна конструкција,
- ⇒ главни и
- ⇒ напречни носачи.

Горниот строј има за задача да ги прими подвижните товари од возилата кои поминуваат преку објектот и да ги пренесе на долниот строј.

Може да се каже дека не секој мост може да ги има сите горе наведени делови. За големи мостови, некои делови можат да послужат со повеќе намени.

7.3.2. Елементи на долниот строј на мост

Долниот строј на армиранобетнски мост се состои од:

- ⇒ лежишта;
- ⇒ средни и крајни столбови со свои темели и
- ⇒ соодветни крилни зидови со темели.

Долниот строј има задача товарите кои ги прима горниот строј, да ги пренесе на здрава почва, а исто така да изврши поврзување на објектот со патот.

Кај секој објект мост ги имаме следните основни елементи (слика 124):

- ⇒ отвор;
- ⇒ распон и должина на објектот;
- ⇒ конструктивна висина;
- ⇒ висина на конструкцијата и
- ⇒ слободна висина.

Отворот кај објектите е хоризонтално растојание помеѓу крајните столбови, мерено нормално на столбовите во осовина L_0 .

Доколку кај објектот имаме и два средни столба, под отвор на објектот се подразбира збирот на хоризонталните растојанија меѓу сите столбови:

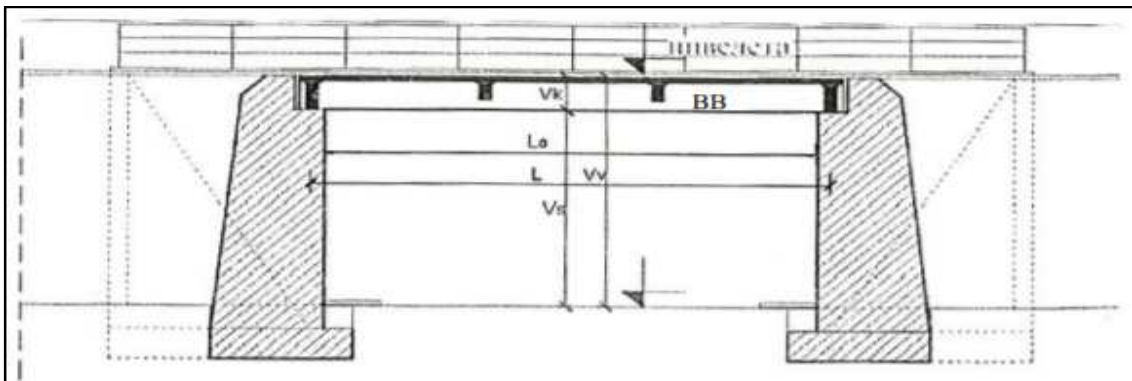
$$L_0 = L_{10} + L_{20} + L_{10}$$

при симетрија на отворите.

Под **распон** на еден објект се подразбира распонот на главните носачи од горниот строј, односно тоа е хоризонталното растојание меѓу лежиштата, кај мостови со повеќе распони, тоа се пресметува:

$$L = L_1 + L_2 + L_3 .$$

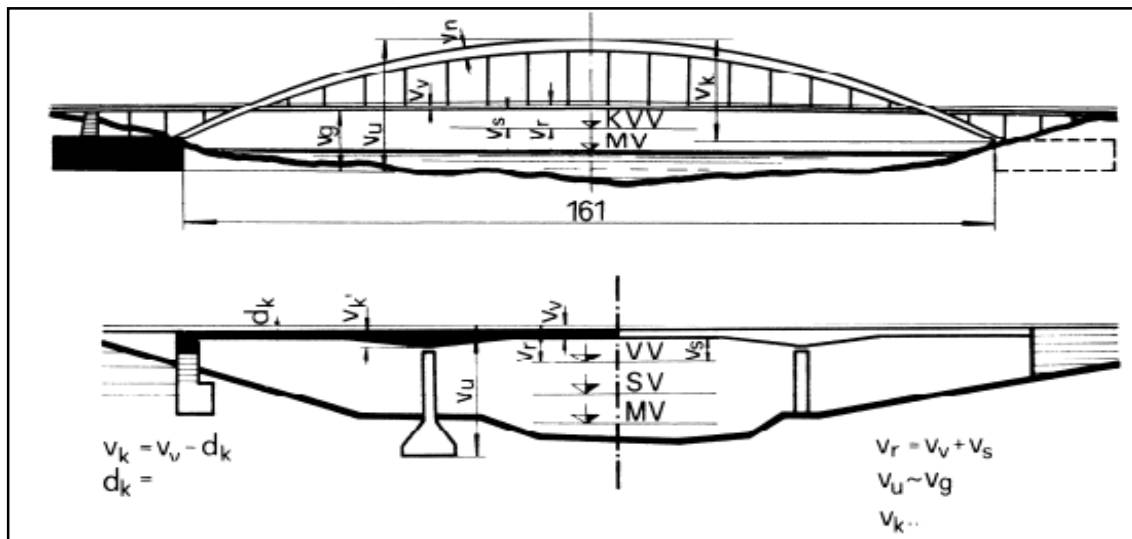
Должината на објектот е дефинирана како вкупна должина, со почеток и завршеток на крилните сидови едната и од другата страна.



Слика 124: Основни елементи на мостовите

Конструктивната висина на еден објект е вертикалното растојание помеѓу ниво **BB** и нивелетата на објектот V_v , односно нивелетата на напречниот пат или железничката линија.

Слободната висина V_s на објектот се вика висинското растојание помеѓу нивото на В.В., односно нивелетата на попречната сообраќајница и долниот раб на конструкцијата од горниот строј на објектот (слика 125).



Слика 125: Некои вообичаени висини на мостовите

Објаснување на поимите

Вкупна висина (V_u) е висина од дното на најниската основа до највисоката точка.

Висината на конструкцијата (V_k) е висина од долниот до горниот раб на распонот на оптоварувањето

Слободна висина (V_s) е висина од површината на долниот пат, или од соодветната висина

Разположлива висина (V_r) е висина од соодветното ниво на вода или понизок пат до нивото на мостот.

Градежна висина (V_g) е висина од дното до нивелетата.

Конструктивна висина (V_v) е висина од долниот раб на структурата на распонот до нивелетата.

Дебелината на тротоарот (dk) обично е вклучена во оваа висина.

7.4. Проектен концепт за изградба на мостови - претходни работи

Еволуцијата на проектниот концепт, се состои од повеќе истражувачки активности: претходни анализи, во кои се вклучени физибилити студија, идејни решенија, идејни проекти и конечно главен (основен и изведбен) проект.

За да се изгради мост по тој проект, потребно е да се извршат следниве

претходни работи:

- ⇒ избор на местото (локацијата на мостот);
- ⇒ геодетски снимање и изработка на ситуација на местото на објектот;
- ⇒ собирање на податоци од теренот – теренски истражувања;
- ⇒ определување на надолжната оска на објектот во ситуација;
- ⇒ вршење на хемиска анализа на подземните води и почвата;
- ⇒ определување на нивелетата на објектот;
- ⇒ определување на отвор во објектот;
- ⇒ избор на градежен материјал.

7.4.1. Избор на местото (локацијата на мостот)

Оваа е прва и една од најважните претходни работи, од која зависи економичноста на објектот, неговото одржување и траење.

Главна локацијата на мостот дефинирана е со трасата на сообраќајницата, меѓутоа, во некои случаи оптималната локација на мостот, го диктира прилагодувањето на трасата на сообраќајницата, поради претходно дефинирана локација на мостот.

Како критериум за избор на местото за мостот треба да се земат во предвид следниве услови:

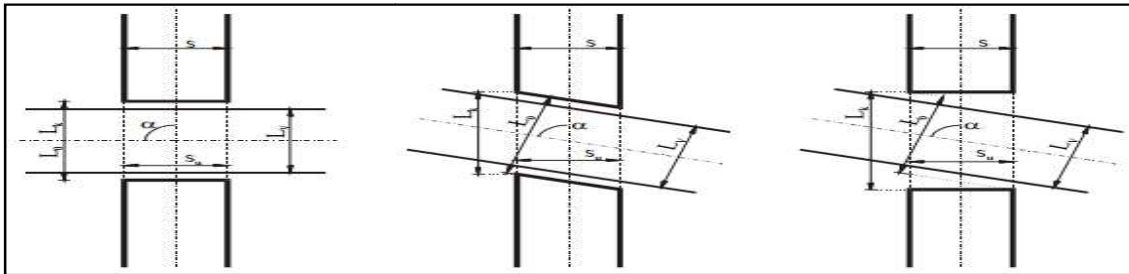
- ⇒ почвата на која ќе се фундаира објектот да биде со добра носивост;
- ⇒ течењето на водата да биде праволиниско, а коритото тесно;
- ⇒ речното корито да биде определено и ограничено;
- ⇒ речните брегови да бидат стабилни;
- ⇒ местото да биде такво, да овозможи изградба на прав објект со најмала должина.

Во принцип, најзгодно е да се постави мостот нормален на пречката, затоа што тогаш изградбата на мостот е наједноставна и во исто време мостот е најкраток.

Сепак, не е неопходно по секоја цена да се обидеме да го направиме мостот нормален на пречката.

Трасите на современите патишта имаат свои регуларности (радиуси на кривината, должина на премини) кои честопати треба да се менуваат во многу долг дел за да се направи мост нормален на пречката.

Кај градските патишта, коси премини и коси мостови се многу чести. На коси премини, можеме да предвидиме наклон, но и вертикален мост, само тогаш се зголемуваат распоните на мостот (слика 126).



Слика 126: Поставување на мостот преку пречка

Од гледна точка на градежништво, ние се стремиме кон што е можно поедноставни мостови, кои секако се најевтини.

Сепак, од слични причини како што е наведено предмалку, мостовите треба да бидат поставени на различни вртења, премини и слично. Во овој случај, покрај компликациите кои произлегуваат од самоизградба, постојат и проблеми со обезбедување на добра видливост, што е тесно поврзано со сообраќајот на мостот.

7.4.2. Геодетски снимање и изработка на ситуација на местото на објектот

Се врши тахиметриско снимање кое го врши геодет, кај реки min 200-300 m спротивно и низводно од трасата, истотака и од двете страни на објектот во правец на трасата.

Покрај тахиметриското снимање со кое во ситуација се добиваат нацртаните изохипси (нивелетско снимање) на висинско растојание од 1m, треба да се направат и напречни и надолжни профили еден по осовината на трасата, лева и десна страна на објектот и други по потреба.

Пред отпочнување со проектирањето, проектантот со ситуацијата треба да го посети местото предвидено за градење на објектот.

7.4.3. Собирање на податоци од теренот – теренски истражувања

Речиси за сите објекти така и кај теренските истражувања кај мостови, се прават:

- ⇒ геомеханички испитувања на почвата;
- ⇒ хидрогеолошки испитувања на почвата;
- ⇒ морфолошки испитувања на почвата.

Со овие податоци се добива геолошкиот профил на теренот под идниот објект, нивото на подземна вода, дозволената носивост на почвата по висина во слоевите, во зависност од длабочина на фундирање.

7.4.4. Определување на надолжната оска на објектот во ситуација

За да биде мостот со минимална должина, **треба да биде прав** и во правец, ако тоа го овозможува препреката што се премостува и во тој случај имаме најекономично решение.

7.4.5. Вршење на хемиска анализа на подземните води и почвата

Хемиска анализа на подземните води и почвата се врши во сомнителни случајеви, за утврдување на евентуалното штетно дејство врз градежните материјали во темелите, особено цементот, арматурата и бетонот.

7.4.6. Определување на нивелетата на објектот

Нивелетата на објектот треба да се поклопува со нивелетата на патот, па затоа податоците за нивелетата на објектот се земаат од проектот за сообраќајницата.

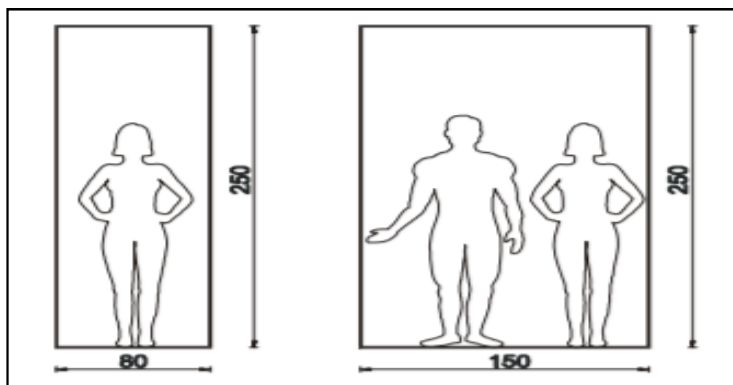
Притоа, треба да се внимава на местата каде што се предвидени објекти, да има доволно конструктивна висина за сместување на објектот.

Нивелетата на патот треба да биде толку високо над нивото на водата, да има доволно место да се смести конструкцијата од горниот строј и да има извесна слободна висина помеѓу конструкцијата од горниот строј и нивото на високата вода.

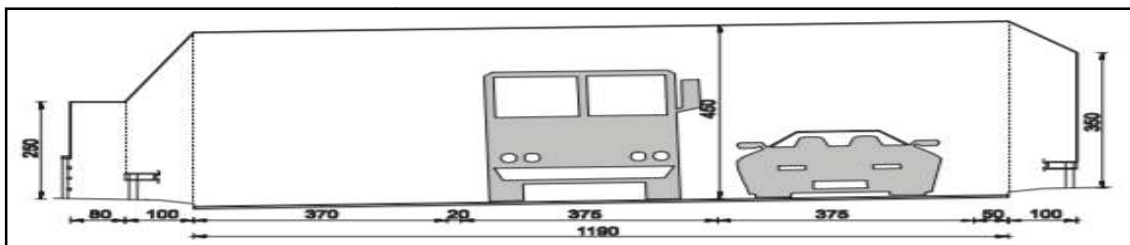
Кај надвозници и надпатници, слободната висина е определена со слободниот профил на соодветната сообраќајница која минува под надвозникот натпатникот.

Основен профил кај надпатник и надвозник се (слика 127, 128 и 129):

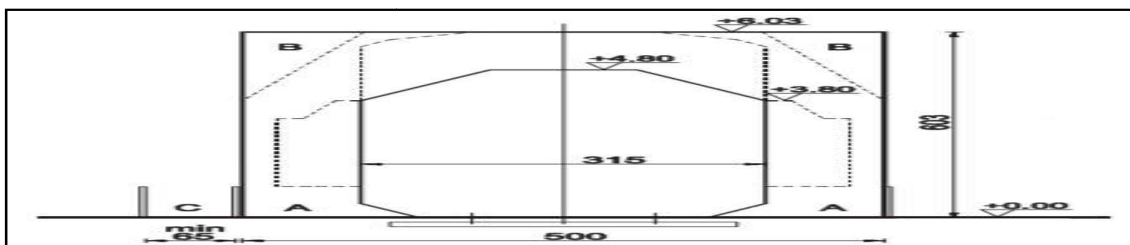
- ⇒ пешачки и патен сообраќај и
- ⇒ железнички сообраќај.



Слика 127: Основен профил кај натпатник со пешачки сообраќај



Слика 128: Основен профил кај натпатник со патен сообраќај



Слика 129: Основен профил кај натпатник со железнички сообраќај

7.4.7. Определување на отвор во објектот

На големината на отворот на објектот имаат влијание многу фактори, зависно од тоа што треба да премести објектот:

- ⇒ поток,
- ⇒ непловна река,
- ⇒ пловна река,

- ⇒ улица,
- ⇒ пат,
- ⇒ железничка линија и др.

При премостување на реки, не треба да се намали профилот на водотекот, затоа што ако се намали профилот ќе дојде до забавување и од спротиводната страна на објектот ќе се предизвика поплава, а ако пак реката е пловна, треба пловидбата да биде можна и по изградбата на објектот.

Треба да се внимава да мразот и предметите кои ги носи високата вода, можат слободно да минуваат под објектот. Поради ова, најдобро е со објектот да не се навлегува во профилот на ВВ, односно отворот да биде широк колку и ширината на водно огледало.

Овој начин се применува во случаи кога нема потреба од средни столбови на објектот и ако условите за фундирање се добри.

Постојат и други начини за определување на отворите на објектот преку водотеците (користење на искуства од претходно изградени објекти, хидрауличко определување и др.)

Кај надпатници и надвозници, преку попречните патишта и железничките линии, отворот треба да биде еднаков на планумот, заедно со риголите и евентуално косините на насипот, ако напречната сообраќајница е во насип.

Ако **надпатникот премостува улица**, тогаш отворот треба да биде еднаков на ширината на улицата заедно со тротоарите.

Кај вијадукти, отворот се определува поаѓајќи од условот: почетокот и крајот на објектот да бидат таму, каде што чинењето на 1 метар од објектот е приближно еднакво на чинење на 1 метар од патот.

Ако се нацртаат неколку напречни профили на патот на местото каде приближно се очекува да биде почетокот на вијадуктот на растојание од 2-3 m и го определиме чинењето на 1m од патот, во зависност од висината на насипот и го нанесеме во дијаграмот X-Y, ја добиваме кривата на трошоци за насипот, а на сличен начин во зависност од должината на објектот, ја добиваме и цената на 1m од објект и истата соодветно ја внесуваме во дијаграмот.

На местото каде се сечат двете линии, се добива висината на насипот, односно местото на почеток и крај на вијадуктот.

Во наши услови, честопати во зависност од цените, се добива дека почетокот односно крајот треба да биде при височини $h = 10 - 15$ m.

Меѓутоа, од услов за експлоатација и трајност на нивелетата, се препорачува висината на насипот да биде $h = 5 - 7$ m.

При поголеми висини на насипите, се јавуваат слегнувања и деформации на патот, непосредно до вијадуктот.

7.4.8. Избор на градежен материјал

Пред да се започне со изработка на проектот, треба да одлучиме со каков материјал ќе се работи.

На изборот на материјал влијаат три фактори и тоа:

- ⇒ времето на изградба;
- ⇒ материјалните средства за изградба на објектот и
- ⇒ економскиот фактор.

Како дополнителни фактори се јавуваат:

- ⇒ сообраќајните,
- ⇒ техничките,
- ⇒ естетските и
- ⇒ воените барања

Во зависност од материјалот од кој се изградени мостовите можат да бидат:

Дрвени мостови - дрвените објекти главно се со карактер на привремени објекти.

Челичните објекти располагаат со многу добри особини и можат да се постигнат многу големи распони. Останати предности се што тие доста брзо се градат, додека се подготвува долниот строј (кој главно е бетонски или АБ), челичната конструкција од горниот строј се подготвува во фабриките, деловите од конструкцијата се достапни за контрола и може да се врши нејзино зајакнување, а можат и убаво да се вклопат во околината, со што го задоволуваат естетскиот критериум. Лоши особини се: челичната конструкција е лесна, па затоа е чувствителна на големи подвижни товари, одржувањето треба да биде редовно и изнесува 0,2-0,3% годишно од средствата за изградба на објектот, што е релативно голема вредност.

Армирано-бетонските мостови може да совладаат големи распони. Можат да бидат градени и како монтажни-без скеле, па денес во светот 80% од изградените објекти се бетонски, АБ и од претходно напрегнат бетон. Лоши страни на АБ објекти се: ако се градат како монолитни, скелето зазема многу висок процент од дури 50% во некои случаи од цената на чинење на објектот. При градење на овие објекти се бара строг стручен надзор, бидејќи бетонирањето бара совесна контрола и стручни работници.

За да се утврди од кој материјал ќе биде изграден мостот се прави економска анализа за неколку варијабилни решенија на мостот од различни материјали.

За сите материјали се изработува идеен проект, со предмер и пресметка на работите. Значително е да се спомне дека од повеќето варијанти, можно е најевтината варијанта да не претставува и најекномично решение.

На крајот, со споредба на крајните суми на економска анализа односно чинење на пр. на челичниот и АБ мост, се добива можното поекономично решение

Челичен мост		АБ мост	
Чинење на градењето:		Чинење на градењето:	
Долен строј	ден. S		
Челична к-ја	ден. G		
Бојадисување	ден. P	Долен строј	ден.
Коловоз	ден. K	Горен строј	ден.
ВКУПНО:	ден. A	ВКУПНО:	ден. U
Чинење на одржување на мостот:		Чинење на одржување на мостот:	
Бојадисување секоја петта година	ден. P/5		
Вкупно годишно одржување	ден. N	Вкупно годишно одржување	ден. L
Годишниот расход за одржување може да го добиеме и од банка, ако за време на градењето на мостот вложиме сума M со камата p%	M=100xN/p,	Годишниот расход за одржување L можеме да го добиеме ако вложиме сума B во банка со камата p%.	B = 100 x L/p
ЧИНЕЊЕТО НА ОБЈЕКТТОТ ЌЕ БИДЕ:		ЧИНЕЊЕТО НА ОБЈЕКТТОТ ЌЕ БИДЕ	
B = A + M.		C = U + B	

7.5. Изведување на мостовите

Пред да почне изградбата на објектот, изведувачот мора да има главен проект на мостот, кој е составен од: потребните подлоги за проектирање (проектна задача, карактеристични пресеци на препреката што се премостува, геомеханички резултати,

кота на ВВ, котата на нивелета, потребниот слободен профил и др.), ситуацијата со нацртана оска на мостот и стационажа на столбовите, изглед и основа на мостот, плановите на фундаментите, сите потребни пресеци со апсолутни коти, комплетна статичка пресметка, потребните планови на оплата и скеле во соодветен размер за сите позиции, плановите на арматура–арматурни детали, предмер-пресметка, општа организација на изведувањето на одделни позиции (не организација на градилиштето) и пред се техничкиот извештај.

7.5.1. Подготвителни работи

Изградбата на мостот започнува со негово обележување на теренот. Осковите точки треба да бидат добро стабилизирани со точно означен центар и треба да се сочуваат до завршување на објектот. Честопати поради сигурност, се обележува и паралелна оска. За правилно лоцирање на столбовите на мостот и за другите потребни мерења, во околниот терен се формира локална триангулација за мерење и обележување. Столбовите се обележуваат на теренот со 4 постојани точки и тоа 2 во оската на мостот и 2 во оската на столбот, под прав агол во однос на оската на мостот.

Во подготвителните работи влегува и организацијата на градилиштето, што ја предвидува и реализира самиот изведувач.

При организирање на градилиштето на еден мост, потребно е да се предвидат следниве помошни објекти и простори:

- ⇒ бараки за сместување и исхрана на работниците;
- ⇒ канцеларии за техничкото раководство и административниот персонал;
- ⇒ амбуланта;
- ⇒ санитарни јазли;
- ⇒ магацини за материјал и алат,
- ⇒ простор за подготовка на арматура,
- ⇒ простор за машините и материјалот (агрегатот), за производство на бетон,
- ⇒ простор за подготовка на оплата и скеле;
- ⇒ лабораторија за испитување на материјалите;
- ⇒ простор за монтажни елементи и
- ⇒ браварска работилница и др.

До сите овие простори и помошни објекти треба да има неопходен пристап со возила, да бидат во близина на објектот што се гради и да не си пречат еден на друг

Врз основа на проектот и условите за работа, изведувачот изготвува детален план за работа, т.н. **динамички план**. Со тој план се предвидува редоследот на изведувањето на одделни позиции со нивното точно времетраење. Времето потребно за извршување на одредени позиции на мостот се дели на месеци, недели или денови, што зависи од големината на објектот. Се врши точно датирање на секоја позиција, т.е. врзување со точна дата. Динамичкиот план се претставува графички заради подобра прегледност.

7.5.2. Главни работи

По завршување на подготвителните работи, започнува ископот на темелите на мостот. Изработката на темели бара големо внимание, бидејќи комплетната сигурност на објектот многу зависи од квалитетот на неговите фундаменти.

По изведување на темелите, следи изградба на столбовите на мостот. Оплатата и скелето за столбови, треба да бидат поставени точно според деталите во проектот.

Арматурата комплетно подготвена се спушта во оплатата, а бето-нирањето се врши со предвидената марка на бетон. Заради контрола на квалитетот на вградениот бетон, се земаат пробни коцки.

Следна позиција за изградба на монолитниот АБ мост е поставување на скеле и оплата за главните носачи. Армирањето на главните носачи се врши според проектните детали и по одреден редослед. Најпрво се армираат главните носачи, па напречните и најпосле коловозната плоча. За сите потребни отвори во коловозната плоча, се врши поставување на дрвени кутии, за да подоцна се избегне дупчење на бетонот.

Бетонирањето на главните носачи, напречните носачи и коловозната плоча, треба да се изврши со предвидената марка на бетон, а набивањето со вибратор. Во текот на бетонирање, се земаат пробни коцки-примероци од бетонот за лабораториски испитувања. По завршување на бетонирањето, бетонската површина мора да се негува барем 10 дена, со залевање со вода, за да врзувањето и стврдувањето на бетонот бидат правилни (слика130).



Слика 130: Бетонирање на главните носачи, напречните носачи

7.5.3. Завршни работи

Во завршните работи при изградба на мостот спаѓаат изработка на:

- ⇒ рабници,
- ⇒ изолација,
- ⇒ одводнување,
- ⇒ огради,
- ⇒ осветлување,
- ⇒ демонтирање на скелето и оплатите и др.

По комплетното завршување на мостот и демонтирање на скелето, а пред пуштање во сообраќај, треба да се изврши пробно оптоварување. Интензитетот и положбата на оптоварување при испитување, треба да му одговараат на карактерот на оптоварување што ќе се јавува во експлоатација и што е предвидено во проектот. Деформациите на одделните елементи на мостот, како и на објектот во целост, не смеат да ги надминат предвидените со проектот.

За пробното оптоварување и техничкиот прием се прави записник, по што објектот се пушта во сообраќај. По извесно време од пуштањето во експлоатација, се прават забелешки за неговото евентуално спуштање и контрола на превиткувањата.

ОСМИ ДЕЛ

ПРОПУСТИ



VIII. Пропусти

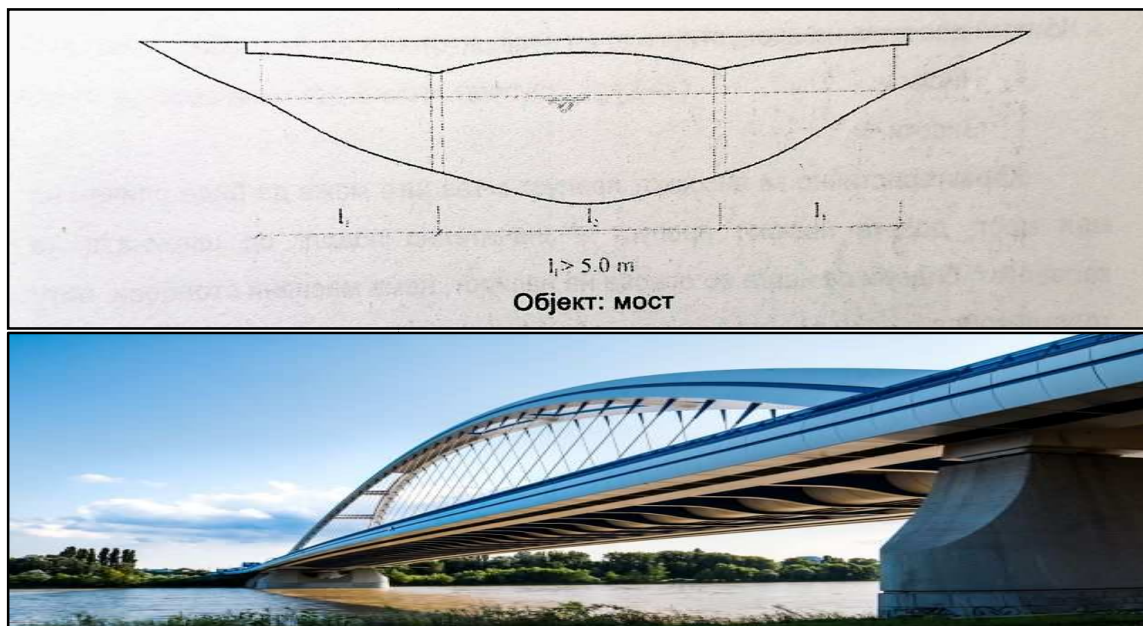
8.1. Вовед

Според големината на отворите, објектите се делат на:

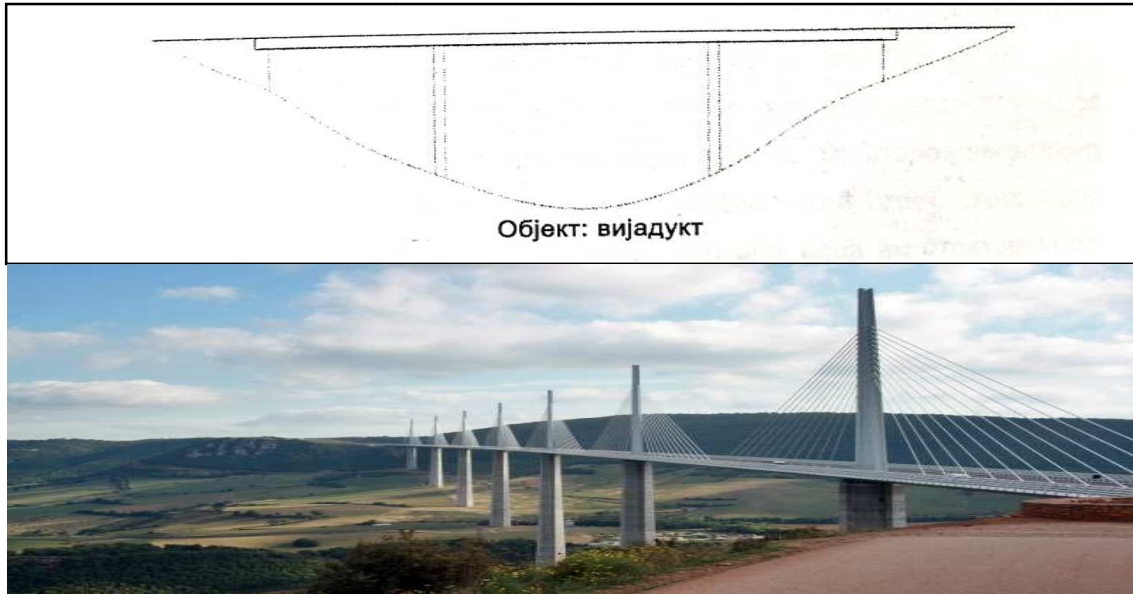
- ⇒ пропусти се објекти со отвор меѓу крајните столбови од 1 метар до 5 метри и се градат преку водотеци (слика 131)
- ⇒ мостови тоа се објекти кои имаат поголем отвор меѓу столбовите и начелно се градат преку водотеци (слика 132) и
- ⇒ вијадукти тоа се објекти кои се градат преку длабоки долови (слика 133).



Слика 131: Пропуст



Слика 132: Мост



Слика 133: Вијадукт

8.2. Намена на пропустите

Пропустите се објекти кои се користат за пропуштање вода или сообраќајници од понизок ред (пешачки премини, селски патишта и др.) низ трупот на сообраќајницата.

Тоа се објекти со слободен отвор до 5 метри (отвор > 5 метри се веќе мостови или вијадукти), а можат да бидат изградени од различни материјали: бетон, челик, камен или комбинација од овие материјали.

Во зависност од начинот на градење и статичкиот систем, можат да бидат: цевasti, засведени и плочести.

Пропустите се применуваат за пропуштање на атмосферски води или помали водни токови, како и спореден сообраќај низ трупот на самата сообраќајница.

Нивната функција е мошне важна за стабилноста на самиот пат. Материјалот за изработка на пропустите е бетон или АБ, а понекогаш некои делови можат да бидат изработени и од камен во цементен малтер.

Во зависност од условите на самото место пропустите можат да се градат како:

- ⇒ монолитни (на самото место),
- ⇒ монтажни (во ф-ка) и
- ⇒ комбинирани,

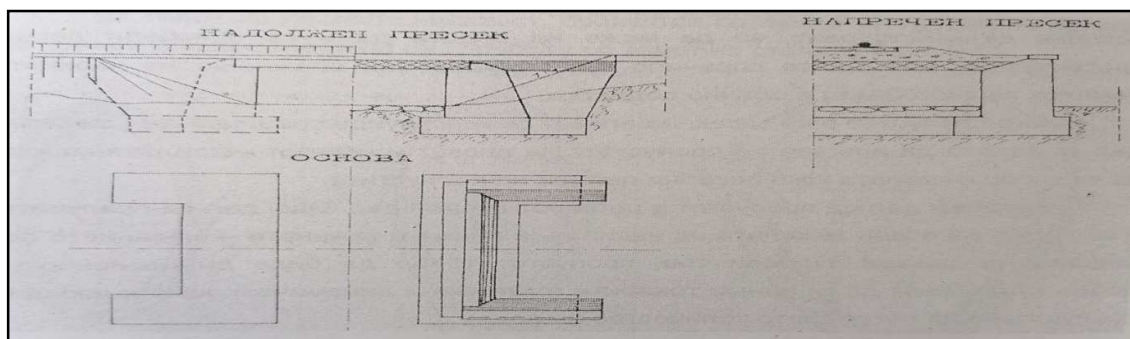
Во зависност од конфигурацијата на самото место пропустите можат да се градат како:

- ⇒ ниски пропуссти;
- ⇒ високи пропуссти.

Карактеристично за **високиот пропуст** е тоа што може да биде сличен на мал мост,

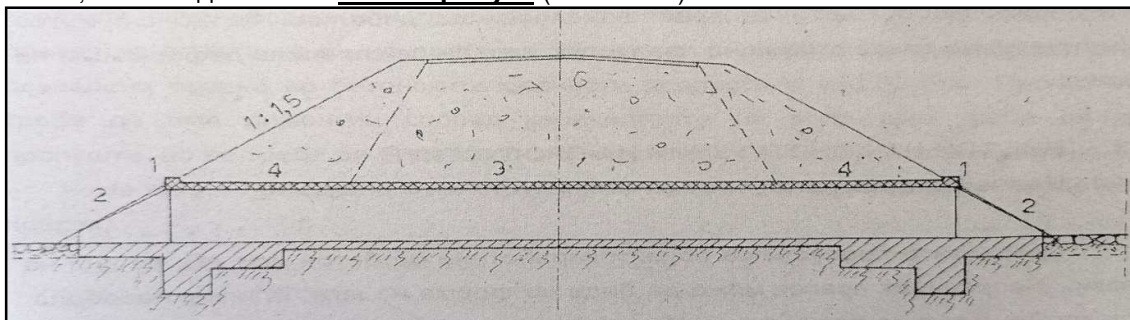
Карактеристично за **нискиот пропуст** е значително подолг од ширината на коловозот, бидејќи се наоѓа во основа на насипот, нема масивни столбови, ниту големи крила.

Кога горниот раб на конструкцијата на пропустот е под самата нормална дебелина на коловозот, велиме дека тоа е **висок пропуст** (слика 134).



Слика 134: Висок пропуст

Кога над горниот раб на конструкцијата на пропустот, освен коловозот постои и насип, велиме дека тоа е **низок пропуст** (слика 135).



Слика 135: Низок пропуст со делови на пропустот: 1. делови на влезот и излезот, 2. крила, 3. среден дел и 4. дел под падината на насипот.

За двата типа на пропустите кога нивната функција е спроведување на водени текови, потребно е особено внимание да се посвети на разорното дејство на водата.

Не смее да дојде до поткопување на влезот или излезот на пропустот, ниту пак профилот целосно да се исполни, или задуши.

Количеството на вода која протекува, се определува според големината на сливот и според топографските услови на локалниот терен. Со овие податоци и хидрауличка пресметка, се определува минимален потребен отвор на пропустот.

Пропустите се градат во насипи или засеци.

8.3. Делови на пропустите

Деловите на пропустите се разликуваат според неговата намена, да спроведува вода или сообраќај. Најпрво се забележуваат деловите на влезот и излезот на пропустот.

Кога пропустот е за пропуштање на вода, овие делови посебно се конструираат, за да може на водата да и се обезбеди лесно протечување, како би се спречило поткопување или влажнење на насипот. Темелот на овие места е обично подлабок.

Кога пропустот е во засек, на влезот се конструира специјално обликуван дел за водата да влегува во пропустот. На влезот и излезот честопати можат да се видат и крилата како посебни делови на пропустите.

Најголем дел од пропустот е неговиот среден дел. Овој дел од пропустот е во насип, па освен тежината од насипот, ја прима и тежината – влијанието од подвижните товари.

Поради тоа, пропустот треба да биде димензиониран добро за да може да ги прими товарите (статички и динамички), како и поради пропуштање на потребното количество на вода.

Делот од пропустот што се наоѓа под падината (косината) прима помали товари, но поради изведбени причини се гради со исти димензи на напречниот пресек како и кај средниот дел.

При изведување на пропустот, треба внимателно да се формира насипот околу него. Набивањето се врши во слоеви со дебелина од 20 см и тоа симетрично од двете страни на пропустот, како би се спречиле деформации на истиот.

8.4. Видови на конструкции на пропустите

Според тоа од кој материјал се направени пропустите тие можат да бидат:

- ⇒ бетонски,
- ⇒ челични,
- ⇒ зидани и
- ⇒ комбинирани пропуси

Во зависност од статичкиот систем и начинот на изградба, пропустите можат да бидат:

- ⇒ цевчести пропуси;
- ⇒ параболични пропуси;
- ⇒ сводни пропуси;
- ⇒ плочести пропуси;
- ⇒ пропуси со повеќе отвори.

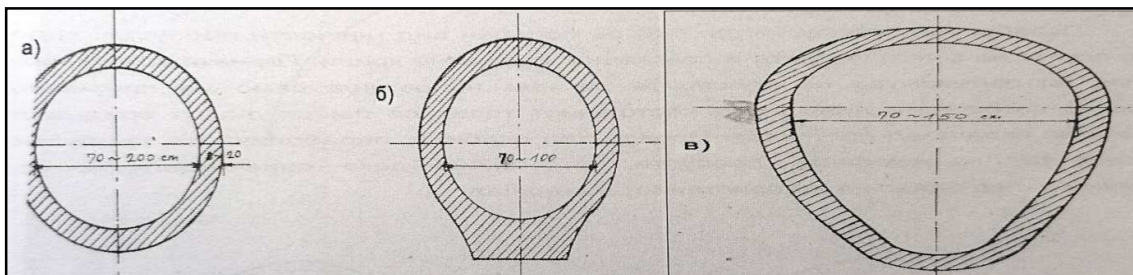
8.4.1. Цевчести пропуси

Цевчестите пропуси се објекти изработени од бетон или АБ, во вид на цевки.

Напречниот пресек може да биде во форма на круг, елипса, парабола, или комбинација на разникриви. Имаат голема примена, бидејќи се практични, изведбата не им е комплицирана и можат да се произведуваат и во ф-ка.

При монолитна изградба, особено во послабо земјиште, се градат елементи со должина до 6 m меѓусебно одвоени со водонепропустливи фуги. Тоа е поради нерамномерното спуштање на почвата.

Димензиите на овој вид на пропуси се движат од 70 до 200 см во дијаметар, а зависат од хидрауличката пресметка за количеството на вода што треба да се пропушти. Насипот над цевката се движи од најмалку 0,5 m до најмногу 8,0 m.



Слика 136: Типови на цевчести пропуси

Кај нас на патиштата најчесто се градат типски бетонски цевести пропуси (кружни или параболични) со различни отвори.

Во USA и Европа каде што има развиена челична индустрија и скапа работна сила многу почесто се користат цевести и засведени пропуси кои на гадилиштата се склопуваат од челични елементи изработени од поцинкуван брановиден лим (заштитен од корозија), однапред припремени за одредени големини и типови на пропуси.

Монтажата на ваквите пропусати е брза и едноставна, а својата носивост ја имаат непосредно по монтажата (не мора да се чека на постигнување на бараната марка на бетон како кај бетонските пропусати) со што се забрзува изградбата на целиот објект. Овие пропусати можат да се применуваат за насипи со висина до 30м.



Слика 137: Пропуст со брановидни лимови



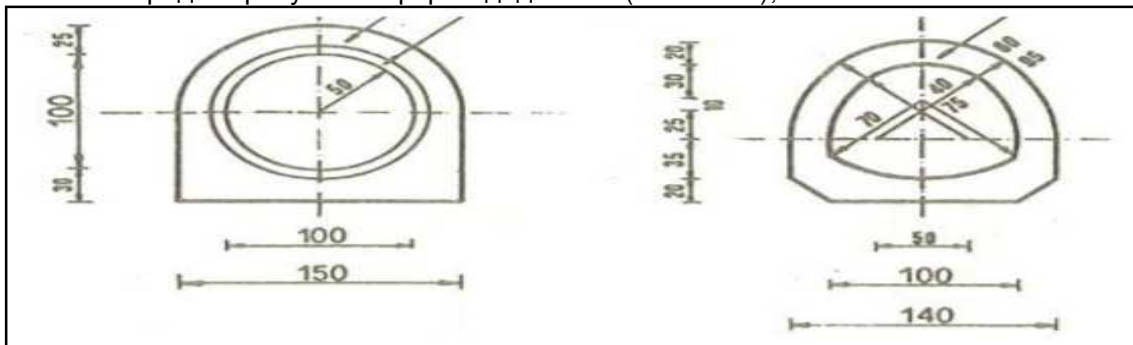
Слика 138: Бетонски цевки за изградба на пропусати

На нашите патишта, за насипи со висина до 8 м, најчесто се градат кружни или параболични бетонски цевчести пропусати со различни отвори. За различни отвори, постојат соодветни видови на пропусати, и тоа:

- ⇒ За отвори од 0.66 м до 1,0 м се градат пропусати (слика 139);
- ⇒ За отвори од 1,5 и 2,0 м. се градат пропусати (слика 140);
- ⇒ За отвори од 3,0 до 5,0 м. се градат пропусати (слика 141);

За отвори од 0.66 м до 1.0 м

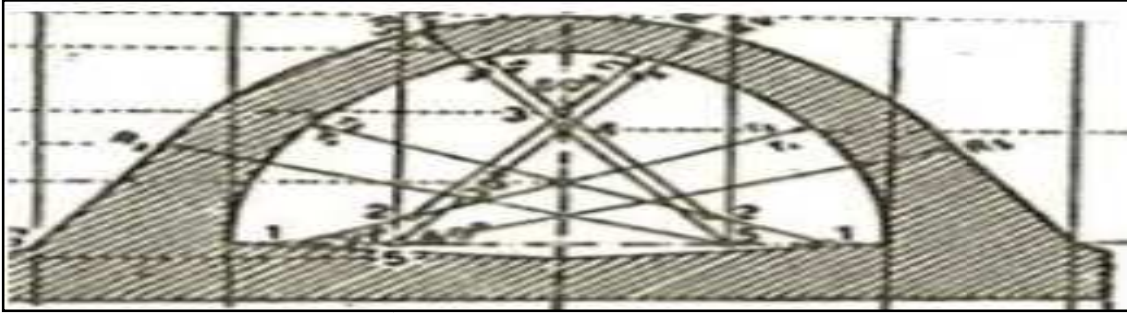
Се градат пропусати со форма дадена на (слика 139);



Слика 139: Пропуст со најмал отвор од 0.66 до 1.0 метри

За отвори од 1,5 и 2,0 м.

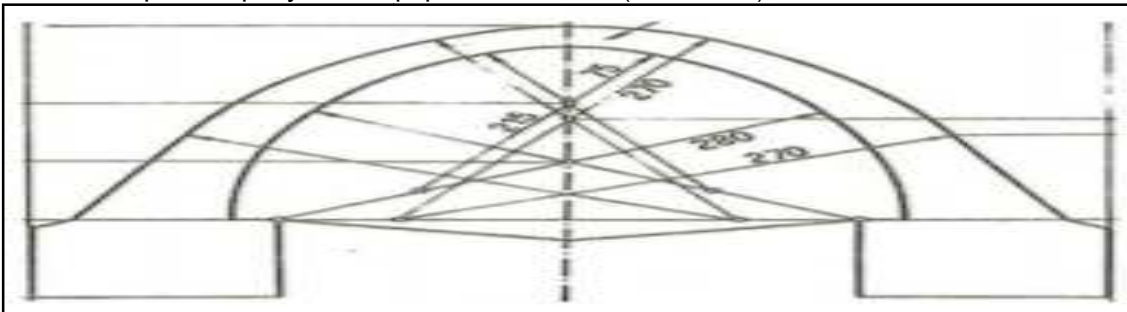
Се градат пропусти со форма дадена на (слика 140);



Слика 140: Пропуст со отвор од 1.5 до 2.0 метри

За отвори од 3,0 до 5,0 м.

Се градат пропусти со форма дадена на (слика 141);



Слика 141: Пропуст со најголем отвор

Во хидрауличката пресметка пропустите се третираат како затворени профили со слободно или гравитационо рамномерно течење.

Минималната брзина на водата за да не доаѓа до таложeње е $v=0,60$ m/s, а максималната дозволена брзина во бетонските цевчести пропусти е $v=3,50$ m/s.

Пропустот треба да има димензии според количеството на вода што треба да ја пропушти, но не треба да биде целосно исполнет со вода, туку само делумно.

8.4.2. Параболични пропусти

Параболични пропусти се посебен вид цевчести пропусти, каде што оската на конструкцијата е составена од повеќе криви. Горната крива има облик кој овозможува во пресеците да има напрегања само на притисок, односно потпорната линија од постојаниот товар се поклопува со средната линија на сводот од пропустот.

Поради таа особина, параболичните пропусти потсетуваат на сводните пропусти, што значи дека овие пропусти се економични во однос на искористениот материјал (слика 142).

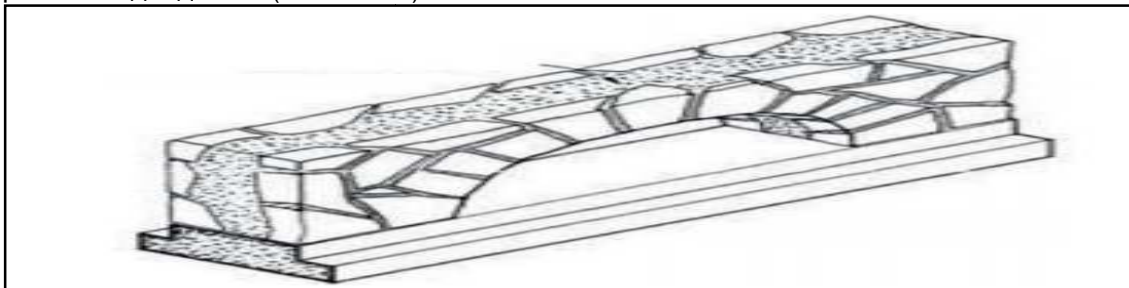


Слика 142: Параболични пропусти за цевки делумно исполнети со вода

Се изведуваат со отвори до 8 m, а во послабо земјиште се врши проширување на темелните стапала, кои понекогаш дури и се спојуваат во една целина. Во такви случаи, дебелината на темелното стапало се димензионира и според потисокот.

8.4.3. Сводни пропусти

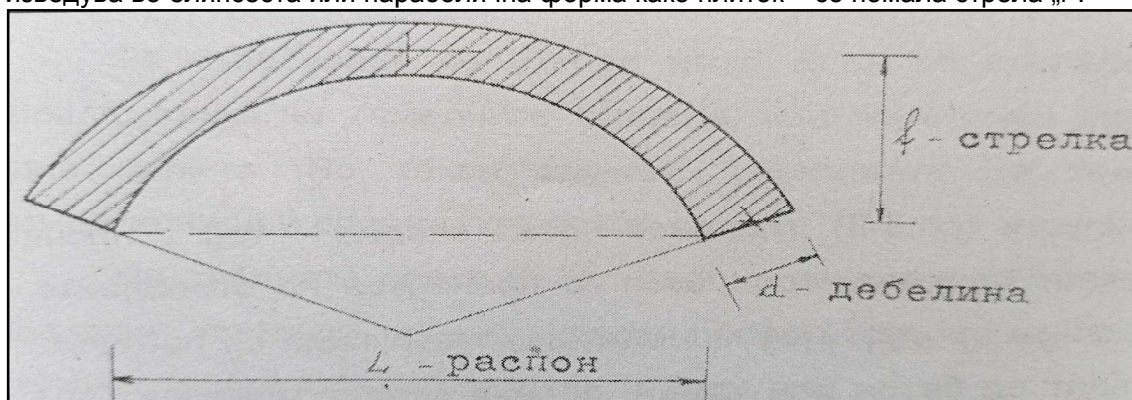
Кај сводните пропусти, главниот носач е свод – тоа е плоча свиткана во крива. Сводот го прима товарот и го пренесува на столбовите, односно сидовите. Сводните пропусти се монолитни конструкции со поголема тежина, а се изработуваат од бетон или камен, додека сводот може да биде изработен и од АБ. Се изработуваат со распони од 3 до 5 m (Слика 143)



Слика 143: Своден пропуст

Столбовите имаат широки темелни стапала, кои понекогаш при помали распони може да се споени.

За поголем распон поекономичен е сегментен свод, додека за помал распон се изведува полукружен свод. Кога пак имаме мала конструктивна висина сводот се изведува во елипсеста или параболична форма како плиток – со помала стрела „f“.



Слика 144: Елипсеста или параболична форма на свод

Дебелината на сводот во напречен пресек може да биде константна или променлива. Доколку дебелината е променлива, таа се наголемува од темето кон потпирачите.

Имајќи предвид дека должината на пропустот е во обратна пропорција со висината на насипот, потребно е за одредена висина на насипот да се одреди најекономична висина и должина на пропустот.

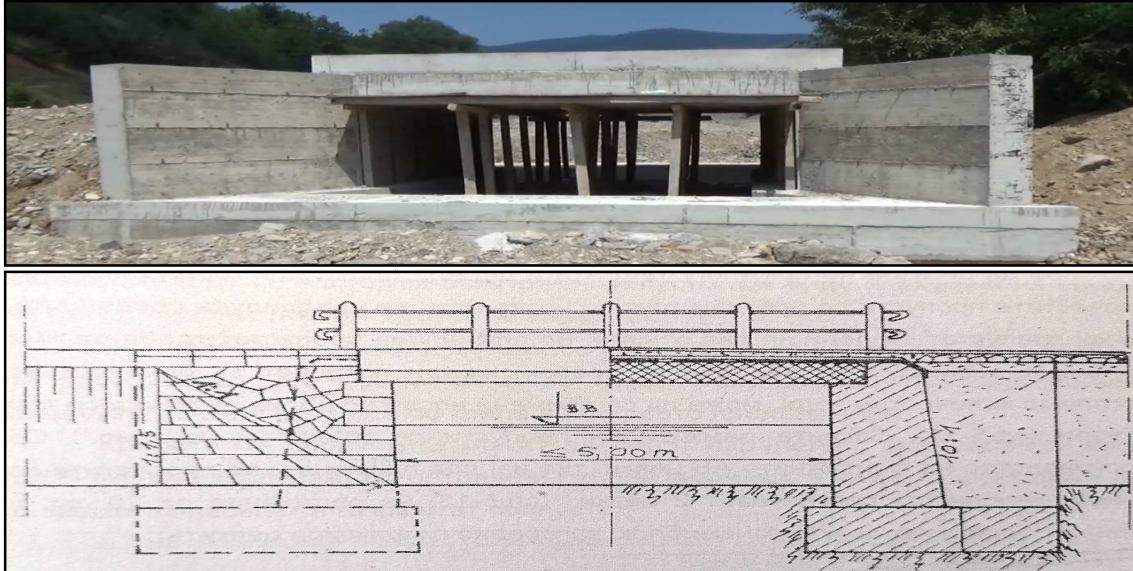
Заради големите должини, засводените пропусти се проектираат и градат во делови (кампади) со должина од 4 до 8 m, со цел, во случаи кога има промени во оптоварувањето и разлики во носивоста или во квалитетот на почвата во која се фундирани, а со цел да се избегне нивно напукнување.

Средниот дел на пропустот, кој покрај оптоварувањето од тежината на материјалот над сводот, прима и подвижно сообраќајно оптоварување, има поголеми димензии (е појак) во однос на краевите.

8.4.4. Плочести пропусти

Плочестите пропусти имаат голема примена во изградбата на современите патишта, а името го добиле по тоа што главниот носач е плоча.

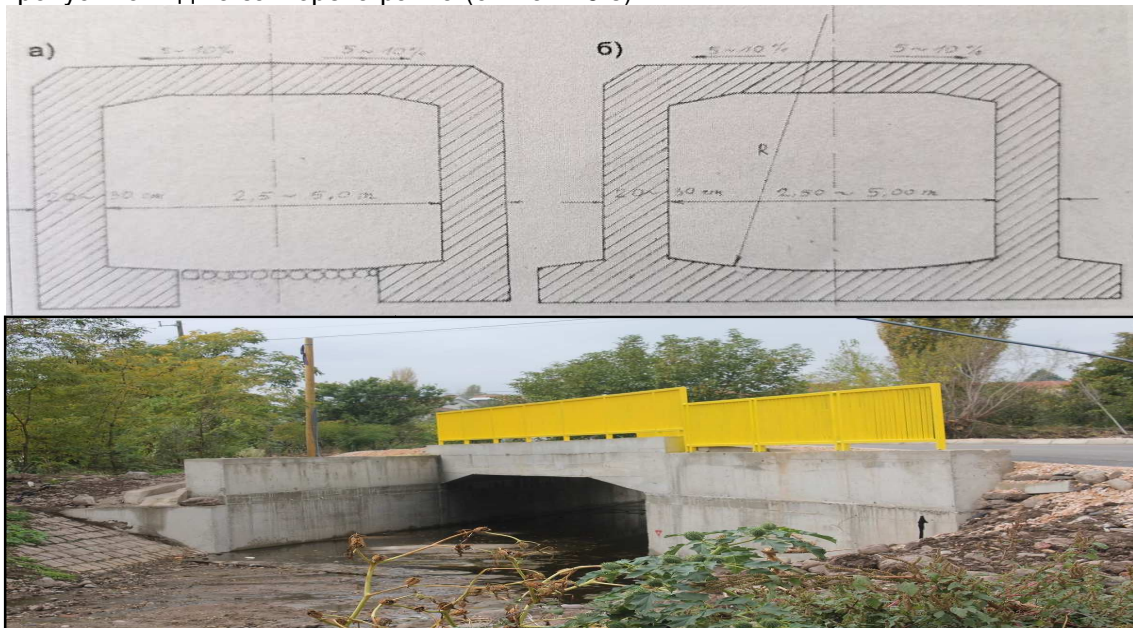
Најчесто овие пропусти се со статички систем проста греда. Се изведуваат со просто налегнување на АБ плоча врз масивни столбови од камен или неармиран бетон. Ваквите пропусти економични се кога имаме ситуација со мала конструктивна висина (слика 145).



Слика 145: Плочест пропуст

Освен статичкиот систем проста греда, за плочести пропусти се користат и системите отворена и затворена рамка.

Кај почви со поголемо дозволено напрегање, од економски аспект може да се изведе отворена рамка со посебни проширувања на темелните стапала, (слика 146 а) а во случаи кога поради слабата носивост стапалата ќе се спојат, добиваме плочест пропуст во вид на затворена рамка (слика 146 б)

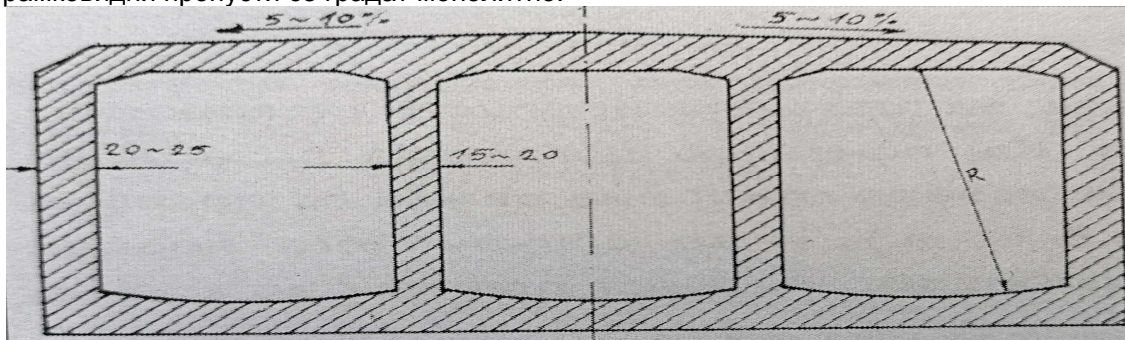


Слика 146: Плочест пропуст а) отворена рамка и б) затворена рамка

Кај рамковидните плочести пропуси за поголеми димензии, сите елементи треба да бидат армирани (столбовите односно сидовите на пропустот, како и горната и долната плоча).

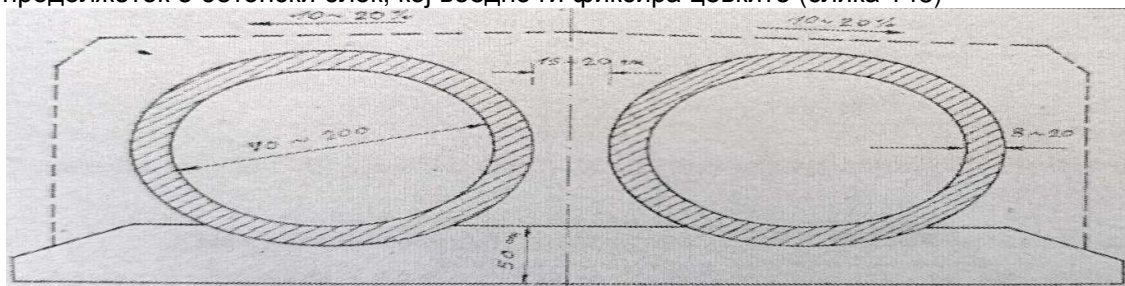
8.4.5. Пропуси со повеќе отвори

За да се избегне премногу тешката и дебела плоча или горна ригла, кај плочестите пропуси со поголем распон често пати се предвидува среден сид, со кој пропустот се дели на два отвора. Во случај кога пропустот треба да има поголема површина на напречниот пресек поради потребат за пропуштање поголемо количество вода, може да се примени носач во облик на рамка со три отвори. Ваквите рамковидни пропуси се градат монолитно.



Слика 147: Рамковиден пропуст со три отвори

Со производство на монтажните АБ цевки, тие нај доа примена и во пропустите со повеќе отвори се поставуваат 2 цевки на растојание од 20 см, а нивниот продолжеток е бетонски блок, кој воедно ги фиксира цевките (слика 148)



Слика 148: Пропуст од монтажни АБ цевки цевчест пропуст со два и три отвори

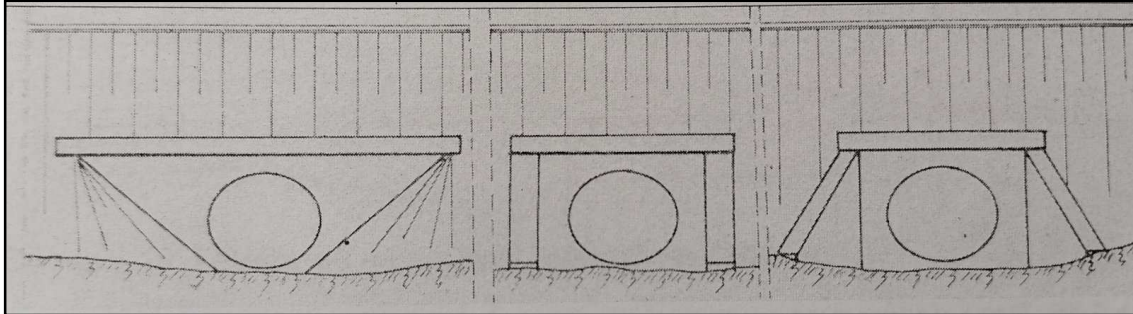
8.5. Конструктивни детали на пропустите

Од конструктивните детали на пропустите, ќе ги разгледаме деталите кај влезот односно излезот од пропустите, темелите, продолжетеците и изолациите. Напречниот пресек на сите видови конструкции на пропуси, се изведува секогаш под прав агол во однос на надолжната оска на самиот пропуст, било да е таа нормална

или коса, во однос на надолжната оска на патот. Треба да се настојува оската на пропустот да биде нормална на оската на патот, бидејќи таквиот пропуст е најкраток.

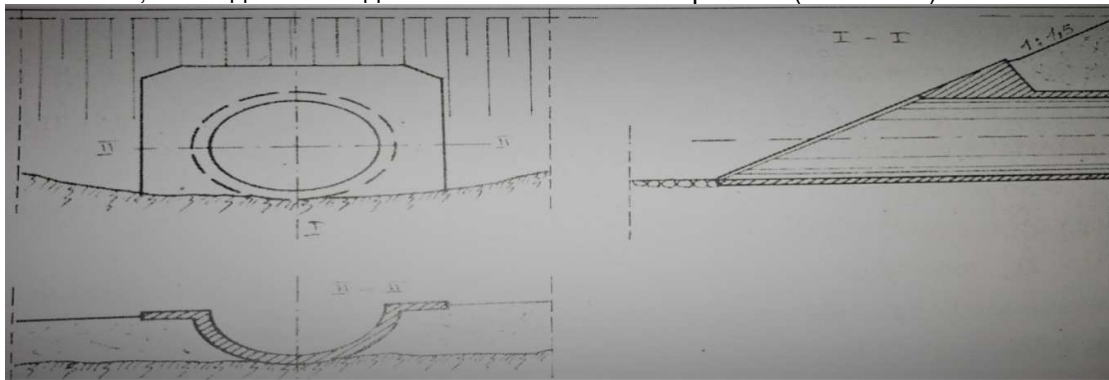
Посебни конструктивни детали се изведуваат во влезот, односно излезот од пропустите. Кога пропустот е во насип, неговата конструкција обично завршува со челичен сид и со крила во неговото продолжение.

Крилата кај пропустите можат да бидат **паралелни, вертикални** и **коси**, се изведуваат од бетон или камена сидарија, а нивната функција е да го заштитат насипот и го скратат пропустот.



Слика 149: Крила кај пропустите

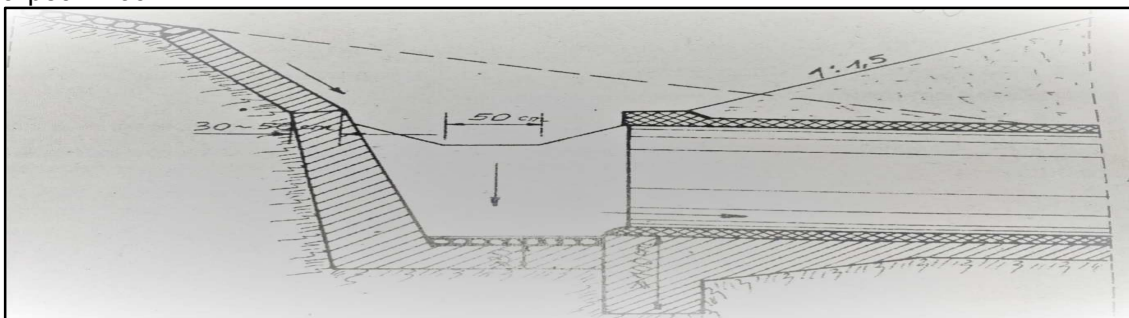
Крајниот елемент од пропустот, во случај кога постојат помали водни количества, може да се изведе со обичен плочест завршеток (слика 150).



Слика 150: Изглед на краен елемент на пропуст

На (слика 151) дадени се графички прикази на вообичаените конструктивни детали на влезот во пропустот кога тој е во засек, од каде се гледа дека на влезот се конструираат посебни детали во вид на инка, корито, казанче, или окно од бетон, или од камена сидарија во цементен малтер.

Посебно влијание треба да му се посвети на спречувањето на разорното влијание на водата во овие детали, со примена на камена облога отпорна на нејзината агресивност.

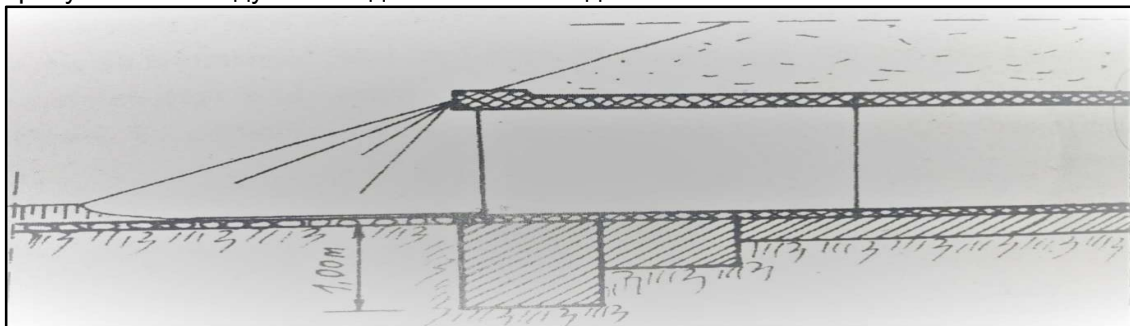


Слика 151: Влез на пропуст во засек

Пропустот се потпира врз темел, (слика 152) кој што на почетокот може да биде подлабок – поради заштита од поткопување и од штетното влијание на мразот, а кај послабите почви треба да биде изведен по целата должина.

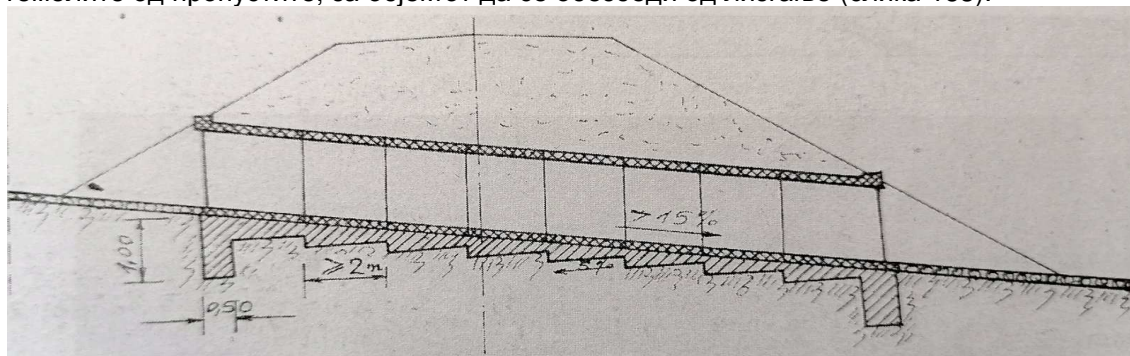
При здрави и цврсти почви, може да се постави конструкција на пропуст без посебен темел, што особено важи за монтажните цевчести пропуссти и тогаш темелите се изведуваат само на влезните и излезните детали.

Во хоризонтален терен, заради побрзо протечување на водата, дното на пропустот се изведува со надолжен наклон од 2-3 %.



Слика 152: Темел на пропуст

Кај терени со наклон, треба да се предвидат посебни начини на изведување на темелите од пропустите, за објектот да се обезбеди од лизгање (слика 153).



Слика 153: Темелење на пропуст при стрмни наклони

Кога пропустот се гради од монтажни АБ цевки, нивните меѓусебни спојувања треба да бидат осигурани од навлегување на вода и влажнење на телото на насипот. Врската помеѓу цевките најчесто е во вид на просто челно продолжување, продолжеток на перо, или продолжеток со муф. Продолжетокот се обложува со глина, или се исполнува со цементен малтер.

Над конструкцијата на пропустот, особено кога е во прашање висок плочест пропуст, потребно е да се изработи изолација. Функцијата на изолацијата е да го спречи навлажнувањето на горната конструкција на пропустот од надворешните атмосферски води, кои евентуално би навлегле под коловозот. Изолацијата се изведува од три премачкувања на врел битумен со два слоја од јута или тер хартија меѓу нив.

Над вакавата изолација се поставува заштитен бетонски слој со дебелина од 5 см.

Кај ниските пропуссти доволно е премачкување со врел битумен по горната површина и евентуална заштита со слој од глина во дебелина од 20 см.

При изградба на пропустите, треба да се знае дека пропустот функционира како една целина, што значи дека сите негови делови треба да бидат солидно изработени.

ДЕВЕТИ ДЕЛ

БРАНИ



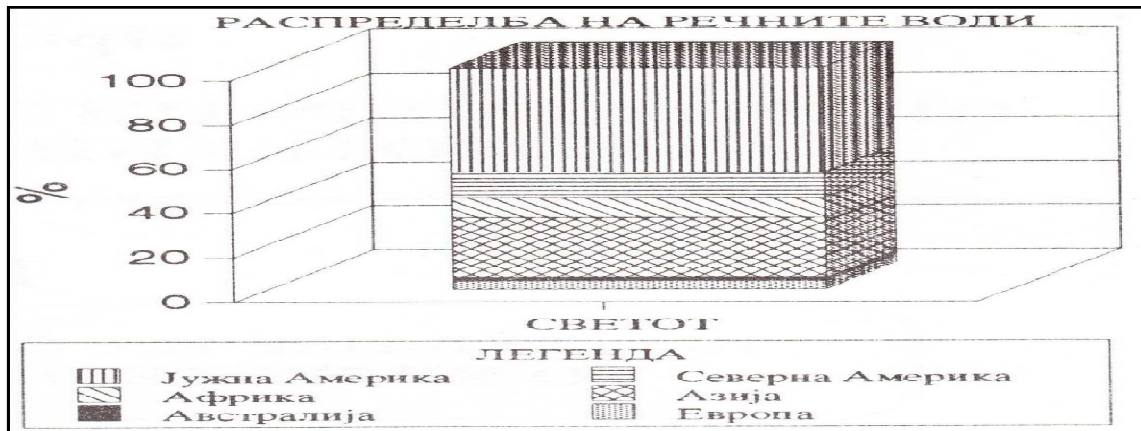
IX. БРАНИ

Водата е еден од неопходните природни ресурси без кој нема живот. Таа на земјата не е рамномерно распределена во простор и време, по квалитет, затоа се наметнува потребата од преградување на реките со брани со кои се формираат акумулации за нејзино складирање и рамномерно користење.

Водата од реките е најзначајниот извор за водоснабдување и досега во светот се изградени повеќе од 37 илјади големи и стотици илјади мали брани, со кои се овозможува рационална употреба на дел од речните води.

Освен за водоснабдување, водата се користи и за потребите на индустријата, за наводнување, за производство на ел.енергија и друго.

90% од водите припаѓа на водата од океаните и морињата, а само 10% на водата од езерата и реките, од кои за животот и дејноста на човекот, погодни се само 1/5.



Слика 154: Распределба на речните води по континенти (овие Води ги задоволуваат потребите со вода на 90% од светската популација)

Нерамномерната распределба на водата по простор, време и квалитет, карактеристична за РМ, ја наметнува потребата за вештачка прераспределба на водите со скапи инженерски мерки, со цел да се добие вода на определено место со определено количество и квалитет и во определен момент.



Слика 155: Сливови на реките во Република Северна Македонија

Целокупноста на овие инженерски мерки образува посебен дел од стопанството, што се вика **водостопанство** и се дели на четири основни водостопански гранки:

- ⇒ хидроенергетика (искористување на силата на водата за производство на ел.енергија. најголеми производители на ел.енергија од хидроелектрани се норвешка (99,6%), бразил (90%), австрија (70%) и канада (66%). македонија произведува помалку од 15%.
- ⇒ воден транспорт (искористување на водите како пловни патишта)
- ⇒ водоснабдување и канализација
- ⇒ хидротехнички мелиорации (за наводнување, или одведување на вишокот вода. $\frac{3}{4}$ од водата во светот се троши за наводнување)

Историски развој на „хидротехничките објекти датира уште од стариот век, кога цивилизациите се формирале покрај големите реки. Најпрво во Месопотамија, а потоа Асирците и Вавилонците, развиле одредена техника за одбрана од поплави и наводнување на водата од реките Еуфрат и Тигар.

Во Египет околу 2900 год. п.н.е. изградена е првата брана „Сад ел-Кафара“ од земјен материјал со висина од 12 м. Во време на Римската империја во вториот век во Шпанија, изградена е браната „Корналво“ со висина 20 м која по реконструкцијата во 1936 год. до денес се користи за наводнување. По голем развој за хидротехниката се навестува во втората половина на 19 век, по пронаоѓањето на парниот ваљак, бетонот, армираниот бетон и законот на Дарси (за течење низ порозна земјена средина).

Вистинската експанзија на хидротехниката се случува во изминативе 60-70 год. со доаѓање на енормното зголемување на потребите за вода и енергија на населението, на индустријата, рударството и земјоделството.

Оваа експанзија била потпомогната со појавата и развојот на геомеханиката, развојот на современата механизација за реализација на големи градежни зафати, со развојот на методите за статичка и динамичка анализа, како и моделски испитувања на конструкциите.

9.1. Хидротехнички објекти, хидротехника, задачи на хидротехничките објекти и нивна поделба

Инженерските објекти изградени за решавање на одредени водостопански задачи се викаат **хидротехнички објекти**, а применетата наука што се занимава со нивната општа теорија, проектирање, градење и експлоатација, се вика **хидротехника**.

- ⇒ **Прва задача** на хидротехниката и хидротехничките објекти е да го приспособат природниот режим на реките, езерата, подземните води, морињата и други, заради целесобрано и економично искористување за потребите на водостопанството и заради заштита на околината од штетното дејство на водата.
- ⇒ **Втора задача** е создавање вештачки водни текови и резервоари, при недостиг од природни.

9.1.1. Поделба на хидротехничките објекти

Хидротехничките објекти се делат на

- ⇒ општи и
- ⇒ специјални.

9.1.1.1. Општи хидротехнички објекти

Општите хидротехнички објекти се заеднички за сите водостопански гранки и се делат на:

- ⇒ водопотпорни (со кои се подига нивото на водата, брани и насипи),
- ⇒ водоспроводни (со кои се создаваат вештачки водни текови, канали, тунели, цевководи и преливни органи),
- ⇒ зафатни (служат за зафаќање на водата, која потоа се транспортира со водоспроводни објекти до корисниците)

9.1.1.2. Специјални хидротехнички објекти

Специјалните хидротехнички објекти служат за исполнување на целите само за одделни водостопански гранки, на пример:

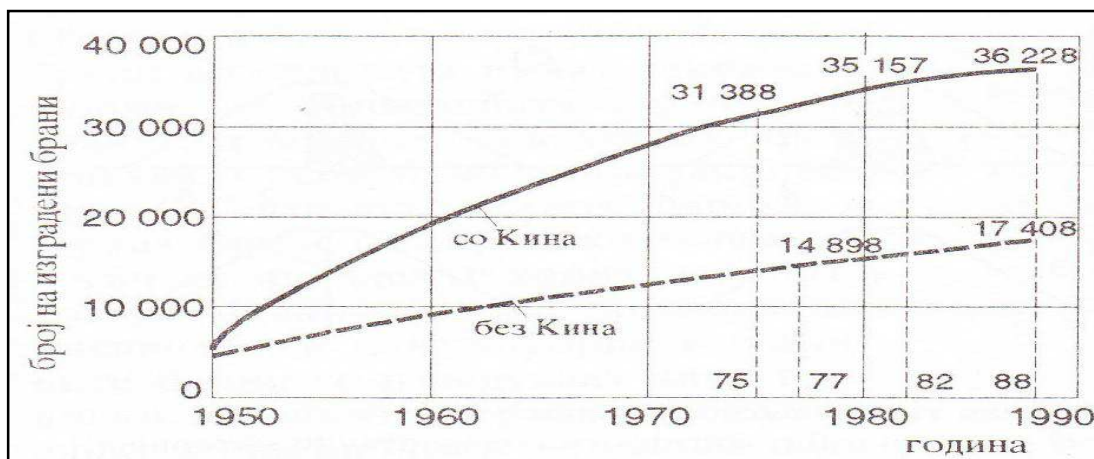
- ⇒ хидроенергетски (маш.згради, резервоари и др.)
- ⇒ објекти на воден транспорт (пристаништа, кејови, светилници, бродски лифтови и преводници и др.)
- ⇒ системи за наводнување (каптажи, пумпни станици, пречистителни објекти и др.),
- ⇒ канализациони системи (собирни и контролни шахти, пумпни станици, каскади, таложници и др.),
- ⇒ објекти при наводнување (таложници, сифони, пропусти, испусти, распределувачи, шахти за аерациони вентили и др.),
- ⇒ објекти при одводнување (објекти на каналска и дренажна одводна мрежа како каскади, сифони, пропусти, мостови, прагови за фиксирање на дното и др.),
- ⇒ објекти на рибно стопанство (рибници, мрестилишта, рибни патеки и др.),
- ⇒ спортско рекреациони објекти (пливачки базени, кајакарски и веслачки патеки и др.)
- ⇒ објекти за регулирање на реки (крајбрежна заштита, паралелни градби, напери и др.),
- ⇒ објекти за регулирање на порои (каскади, ровови, пошумување и затревување и др.)

9.1.2. Општи карактеристики на хидротехничките објекти - брани

Браните претставуваат – градба подигната преку корито на природен или вештачки водотек со цел да се подигне првобитното ниво на водата спротивно од браната.

Подигањето се врши за да се добие пад за искористување на водната снага, да се зголеми длабочината на водата во водотекот заради олеснување на пловноста или за собирање на поголеми количини вода, потребни за регулација и истекување на водните количини во водотекот низводно од браната, за производство на електрична енергија или за наводнување на поголеми подрачја. Кај планинските потоци и буици, браните служат за зацврстување и осигурување на поточното корито.

Браните се ХТО со кои се преградува речното корито за да се подигне нивото на водата и да се формира вештачко езеро – акумулација. Според нивното значење, димензии, сложеност на проблемите што треба да се решат при проектирање и градење, како и влијанието на околината, тие спаѓаат во редот на најзначајните инженерски објекти воопшто.



Слика 156: Преглед на изградени брани по години

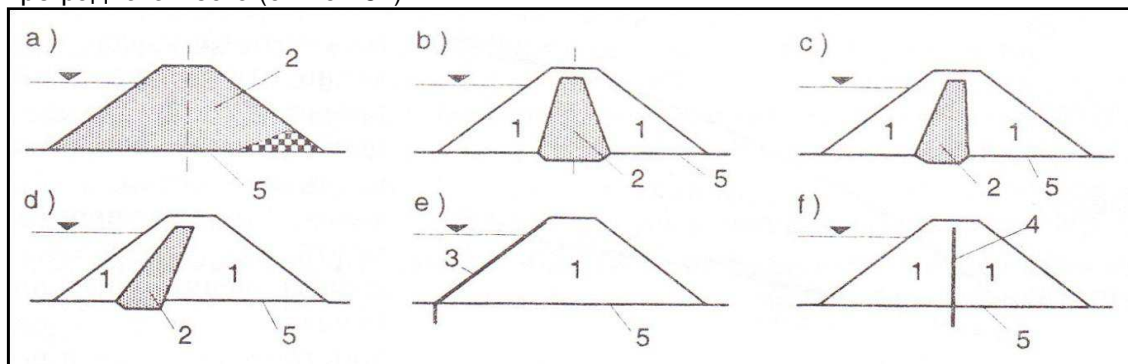
Се градат од локални материјали - глина, иловица, песок, чакал, кршен камен, потоа од бетон, армиран бетон, а за одделни конструктивни елементи се користи асфалт, челик, дрво, пластична маса и др.

Во светот се изградени повеќе од 36 илјади големи брани (повисоки од 15 м). Повеќето од половина големи брани изградни се во Кина, со височина до 30 м. Сите изградени брани заедно формираат вкупен акумулационен простор од 6.000 км³, што претставува трипати повеќе од вкупниот волумен на сите реки на земјината топка.

Највисоката брана преминува 300 м, додека 95% од сите големи брани се пониски од 60 м, а само 1% се повисоки од 100 м.

9.1.3. Општи карактеристики на хидрототехничките објекти – насипни брани

Насипните брани се најраспространет вид на водопотпорни објекти, кои се изградени од природен материјал добиен од наоѓалишта лоцирани близу преградното место (слика 157).



Слика 157: Различни типови на насипни брани а) хомогена, б) с) и d) зонирани, е) со екран и f) со дијафрагма од вештачки материјали (1) водопрпуслив насипан материјал, (2) водонепустлив земјен материјал, (3) екран и (4) дијафрагма на вештачки материјали, (5) водонепропустлива основа

Според намената, браните се делат на:

- ⇒ брани за подигање на нивото на водата;
- ⇒ брани за формирање на акумулација и
- ⇒ за формирање простор за таложење отпаден материјал од индустриски и рударски процеси.

Според висината, браните се делат на:

- ⇒ ниски брани до 30 м;
- ⇒ средни брани од 30 – 80 м; - високи брани 80 – 150 м;
- ⇒ особено високи преку 150 м.

Насипните брани се градат како непреливни, со посебни евакуациони органи, изведени надвор од телото на браната. Насипните брани можат да бидат: хомогени (а) кога телото на браната е изведено од помалу или повеќе водонепропуслив материјал, или зонирани (b,c,d) кога во телото на браната се изведени зони од различни материјали, а водонепропустливоста се обезбедува со тенка зона од кохерентен земјан материјал (2).

Третиот тип насипни брани (e,f) водонепропустливоста ја постигнува со екран (3) или дијафрагма од вештачки материјал (4) – бетон, армиран бетон, асфалт, челик или пластична маса.

9.1.4. Општи карактеристики на хидрототехничките објекти – бетонски брани

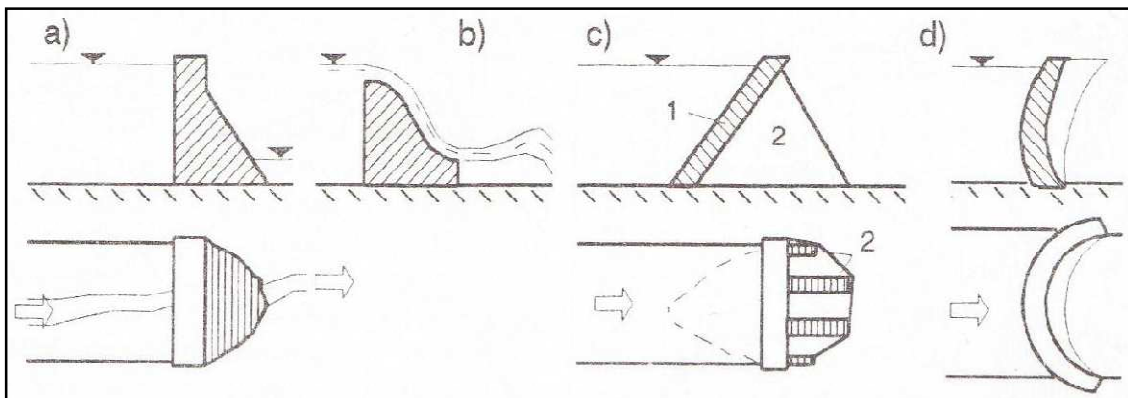
Бетонот има многу добри особини, а можна е примена и на механизација во сите фази на изградбата, особено на објекти како што се браните.

Исто така голема предност е тоа што на самотот градилиште се монтира фабрика за бетон, која произведува таков бетон каков што е потребен во тој момент. Составни компоненти на бетонот се : камен агрегат, цемент, додатоци.

Бетонските брани се делат на:

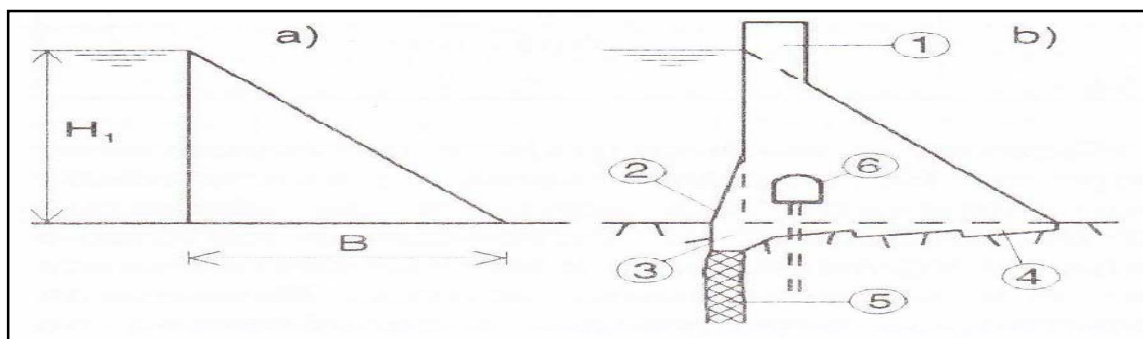
- ⇒ **Масивни – гравитациони** (од лат.збор *gravitas* – тежина, бидејќи на дејството на основната сила – хоризонтален статички притисок од водата, се спротиставуваат со сопствената тежина, која создава сила на отпор против лизгање на основата),
- ⇒ **Контрафорни** (се состојат од релативно тенка плоча, потпрена на контрафори од низводната страна) и
- ⇒ **Лачни** (во основата имаат закривена форма, со конвексната страна кон водата, а во основа претставуваат релативно тенок закривен сид)

Масивните брани можат да се изведат како непреливни и преливни брани (a,b). Иако поретко, и контрафорните (c) и лачните (d) можат да се изведат како преливни.

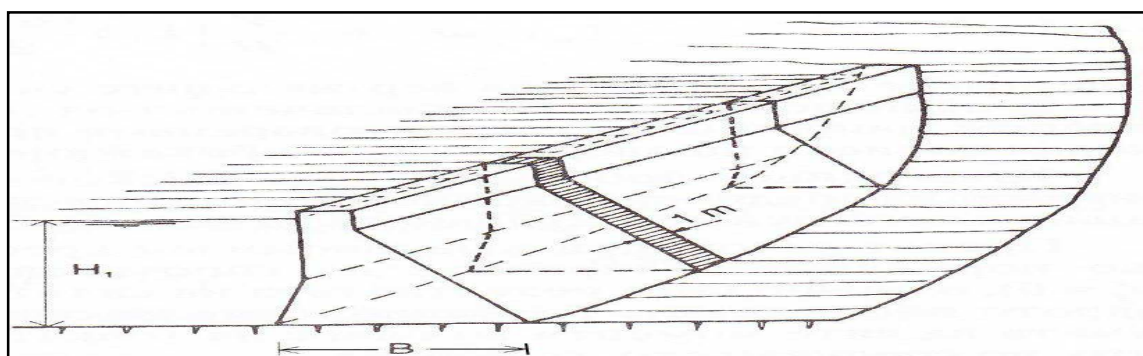


Слика 158: Типови на бетонски брани

Масивните-гравитациони брани во однос на начинот на вградување на бетонот може да бидат од конвенционален масивен бетон вградуван во блокови со внатрешно вибрирање, или од валјан бетон, вградуван во тенки хоризонтални слоеви, набиван со тешки вибро валјаци.

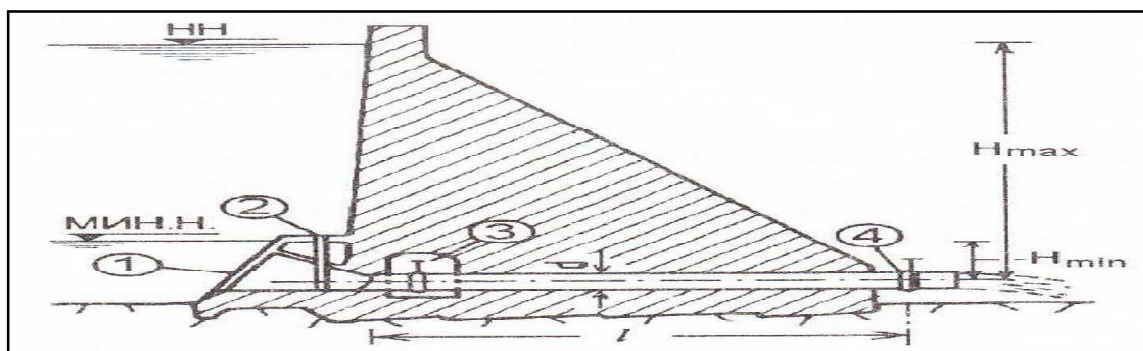


Слика 159: Триаголен напречен пресек на браната а) теориски, б) практичен, со дополненија (1) оформување на круната, (2) закосување на спротиводната страна, (3) заб, (4) назадубање на фундаментот, (5) инјекциона завеса, (6) дренажна галерија



Слика 160: Аксонометриски изглед на дел од бетонска гравитациона брана

Специфично за бетонските брани е тоа што, во нивното тело може релативно едноставно да се изведат водоспроводни и испусни објекти на водата од акумулацијата.



Слика 161: Шема на испуст кај масивна брана

Важна поделба на гравитационите брани е во однос на основата врз која е изградена, на карпеста или некарпеста основа, бидејќи тоа влијае на димензиите и конструктивните карактеристики на телото на браната. Со гравитационите бетонски брани се постигнуваат импозантни висини од 200 до 300 м.

Бетонските брани се помалку застапени од насипните, но ако се земат во предвид само повисоките брани (над 100 м), тогаш сликата битно се менува.

9.2. Браните во Република Македонија

На следната слика – карта на Република Македонија, прикажани се браните кои се изградени во нашата држава



Слика 162: Карта на РМ со изградени брани

Табела 19:: Големи брани во Република Северна Македонија

Брана	Река	Изградба (година)	Тип	H (m)	H _k (m)	L _{kr} (m)	V _{br} (m ³ ×10 ³)	V _{ак} (m ³ ×10 ⁶)	Намена
1. Матка	Треска	1938	Л	29,5	38	64	3	3,55	ХЕ
2. Маврово	Мавровска	1952	З	54	62	210	777	357	ХЕ, Н
3. Липково	Липковска	1958	Л	29,5	40	203	13	2,25	Н
4. Градче	Кочанска	1959	Л	29	43	150	12	2,4	В, Н
5. Младост	Отовица	1962	Л	27	34	73	2,56	8	Н
6. Глобочица	Црн Дрим	1965	КЗ	82,5	90	196	998	58	ХЕ
7. Водоча	Водоча	1965	КЗ	44	48,75	185	316,8	26,7	Н, В
8. Прилеп	Ореовечка	1966	К	35	38,5	408,5	25,5	6	Н
9. Тиквеш	Црна Река	1968	КЗ	104	113,5	338	2722	475	Н, ХЕ
10. Калиманци	Брегалница	1969	КЗ	45	92	240	1389	127	Н, ХЕ
11. Шпилје	Црн Дрим	1969	КЗ	101	112	330	2699	520	ХЕ
12. Ратевска.Р	Ратевска	1972	Л	49	53	194	21,7	10,5	В, Н
13. Турија	Турија	1972	КЗ	77,5	93	417,3	1978	48	Н, В
14. Глажња	Липковска	1972	Л	71,5	80	334	168	22	Н, ХЕ
15. Мантово	Лаковица	1975	КЗ	37,5	49	138	261	47,5	Н, В
16. Стрежево	Шемница	1982	КЗ	76	84,6	632	4300	112	Н, В, ХЕ
17. Паљурци	Луда Мара	1982	З	21,1	21,5	310	185	2,9	Н
18. Суводол	Суводолска	1982	З	33,9	38,3	941	1740	7,88	Р, В
19. Мавровица	Мавровица	1982	З	24	29	360	400	2,8	В, Н

Легенда:

Н - височина над теренот, H_k конструктивна височина, L_{kr} - должина во круната, V_{br} - волумен на браната, V_{ак} - волумен на акумулацијата, З - земјена,

КЗ- камено-земјена, Л-лачна, К-контрафорна, В-водоснабдување, Н-наводнување,
ХЕ- хидроенергија, Р-ретензија

9.2.1. Намена на браните

Браните имаат две основни намени:

- ⇒ **Подигање на нивото на водата во реката**, потребно за да се овозможи зафаќање на водата и нејзино одведување и употреба за наводнување, водоснабдување и добивање хидроенергија кај деривационите хидроелектрани, за формирање на пад кај проточните хидроелектрани, за подобрување на условите за пловидба по реките, од санитарни причини и др.
- ⇒ **Браните што формираат акумулација** се прават за да се овозможи регулирање на речниот тек, односно во периодот на многуводие водата да се собира и се чува во акумулациониот простор, за да се користи во текот на сушиот период, со што се постигнува израмнување на истекувањата во текот на времето.

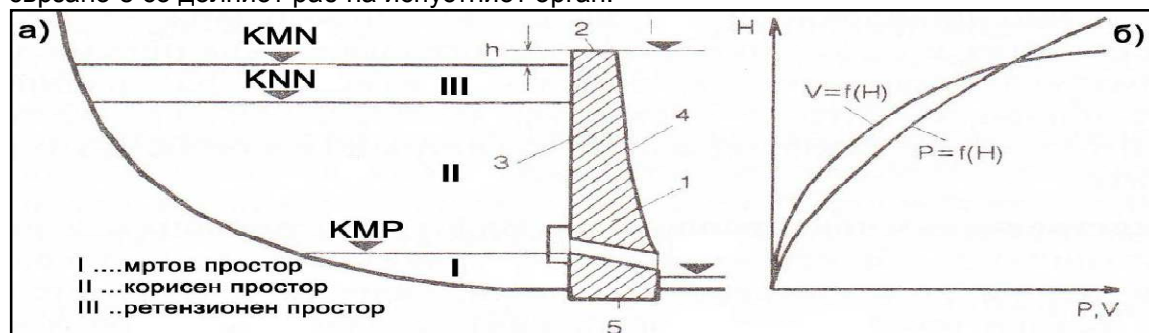
9.2.2. Коти на браната и акумулацијата

Разликуваме три карактеристични коти кај браните и тоа:

- ⇒ 1. КМР – кота на мртвиот простор,
- ⇒ 2. КНН – кота на нормалното ниво,
- ⇒ 3. КМН – кота на максималното ниво.

Максималното ниво е највисоко можно ниво на вода во акумулацијата, ретко се јавува, со надоаѓање на исклучително големи води (со веројатност 1 на 1000 или 10.000 год.)

КМР претставува најниско можно ниво на водата во акумулацијата и сврзано е со долниот раб на испустниот орган.



Слика 163: Карактеристични коти кај браните

Овие три коти, го делат акумулациониот простор од браната на 3 дела:

- ⇒ мртов простор,
- ⇒ корисен простор,
- ⇒ ретензионен простор.

I - Мртвиот простор не се користи и се очекува во текот на експлоатациониот век на објектот (пр. 50 г.) да се исполни со нанос.

II – Корисниот простор е дел од волуменот на акумулацијата што се користи за водостопански цели, се определува со земање предвид на најразлични економски, водостопански, и други услови, кој е утврден пред почетокот на проектирањето на браната.

III – Ретензиониот простор се наоѓа помеѓу нормалното и максималното ниво и служи за ретензија (задржување) на поплавен бран.

Основни елементи на браната (прикажана на претходната слика се):

- ⇒ круна на браната (2), највисока хоризонтална површина на непреливна брана, издигната над max. ниво на вода за вредноста на надвишување h ,
- ⇒ спротиводна страна на браната (3), односно страна свртена кон акумулацијата,
- ⇒ низводна страна на браната (4),
- ⇒ основа на браната (5),
- ⇒ kdv – кота на долна вода, односно кота на водата во речното корито низводно од браната.

При проектирање на акумулационите брани, неопходно е да се располага со две криви, со кои е дадена зависноста на волуменот на акумулацијата, односно површината на воденото огледало, од нивото на водата, $V=f(H)$ и $F=f(H)$.

9.3. Проектирање на хидротехнички објекти

Процесот на создавање и ползување на ХТО, особено на браните е долг, тежок, макотрпен и скап. Составен е од четири етапи:

- ⇒ **Истражување** (добивање на сите потребни податоци за природните услови на реонот и потесната локација на објектот: топографија на терен, геолошка градба, сеизмичност на теренот, хидролошки услови на сливното подрачје и на водотекот, климатски особености, локални материјали и др.)
- ⇒ **Проектирање** (Врз основа на проектната задача и добиените податоци од истражувањата, се утврдуваат димензиите на објектот и конструктивните елементи, се изработуваат потребните нацрти и се утврдуваат методите за градба и потребната механизација)
- ⇒ **Изведба** (ги опфаќа сите работи поврзани со организацијата на работа, изградбата на објектот, демонтажањето на изведбената механизација и привремените објекти и предавање на објектот во експлоатација);
- ⇒ **Експлоатација** (Ова е последна фаза која ги опфаќа сите работи околу експлоатацијата на објектот – управување со неговата работа, надзор над барањата пропишани со проектот и на состојбата на објектот и опремата, потоа анализа на резултатите од оскултационите (набљудуваните) мерења, анализа на статичката и динамичката стабилност, проверка на пропусната моќ на преливните органи, тековно одржување и капитален ремонт на објектот).

9.3.1. Фази на проектирање

Првата фаза се состои во изработка на **основен проект на водотекот**, што претставува студија, со која се поставува техничката концепција за комплексно ползување на водите од разгледуваниот водотек. Целта е во основни црти да се прикажат проектираните ХТО, да се дадат приближно димензиите, обемот на работите, количеството на потребните материјали, неопходната опрема, цената на чинење и најважно, да се докаже техничката можност, економската и стопанска оправданост на објектите. Врз основа на студијата, објектите може да бидат вклучени во плановите за натамошна разработка и финансирање.

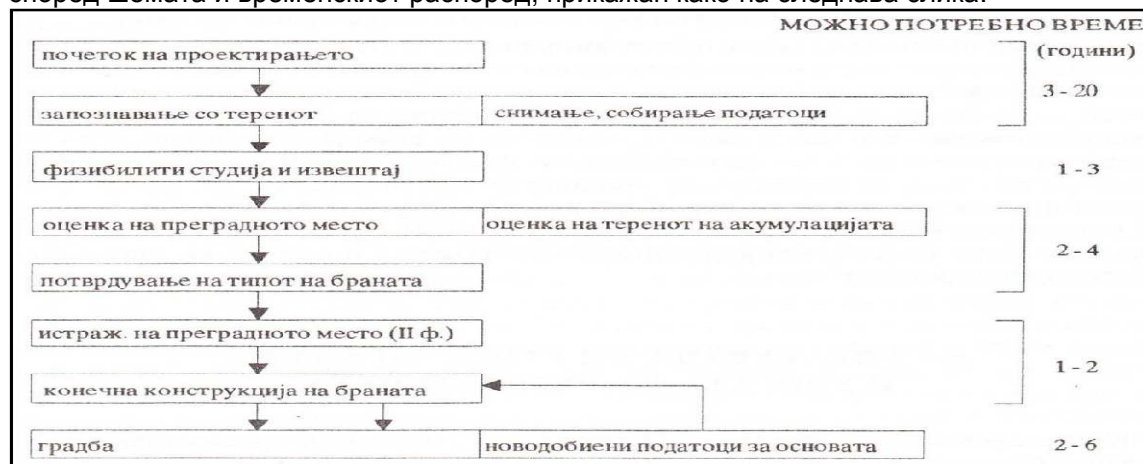
Во втората фаза се изработува **идеен проект** на објектите, врз основа на подетални податоци од истражувачките работи и детализирани барања, се утврдува водостопанскиот режим, типот и основните детали на конструкциите. Се

прават цртежи и се даваат методи за организација и изведба на работите. Истотака се прави подетален предмер и пресметка на работите. Идејниот проект треба да биде основа за точно утврдување на инвестиционата вредност на објектите, за да може да послужи за изготвување инвестициона програма и затворање на финансиската конструкција за изградба на објектите, односно за носење на одлука за градење.

Во третата фаза се изготвува главен или изведбен проект, кој врз основа на дополнителни истражни работи и прецизирани податоци, се прават дефинитивни пресметки и се изработуваат детални изведбени нацрти на сите објекти и конструктивни елементи. Во оваа фаза се изработуваат дефинитивно и методите за организација на работите, се предвидува потребната механизација, се пропишуваат техничките услови за градење и контрола на квалитет и вградување на материјалите, се предвидуваат инструменти и методи за набљудување на објектите во текот на градење и експлоатација, се врши деталзирање и прецизирање на предмерот и пресметката. Врз основа на изработениот и прифатен главен проект, се добива дозвола за градење и изградбата може да започне.

Поради комплексноста на ХТО, честопати при започнувањето со градење (пр. отворање на градежната јама), често се јавуваат услови кои помала или поголема мера се разликуваат од предвидените. Поради тоа се наметнува потребата од вршење на измени и дополнувања на проектот. Особено важно прашање што се јавува во текот на комплетирањето на проектната документација е затворањето на финансиската конструкција, бидејќи ХТО бараат големи инвестициони вложувања.

Процесот на создавање на хидројазол со брана и акумулација, од замисла, до завршување на градбата е долготраен и би можел да се одвива според шемата и временскиот распоред, прикажан како на следнава слика:



Слика 164: Шема и временски распоред за реализација на една брана, од замисла до завршување на градба

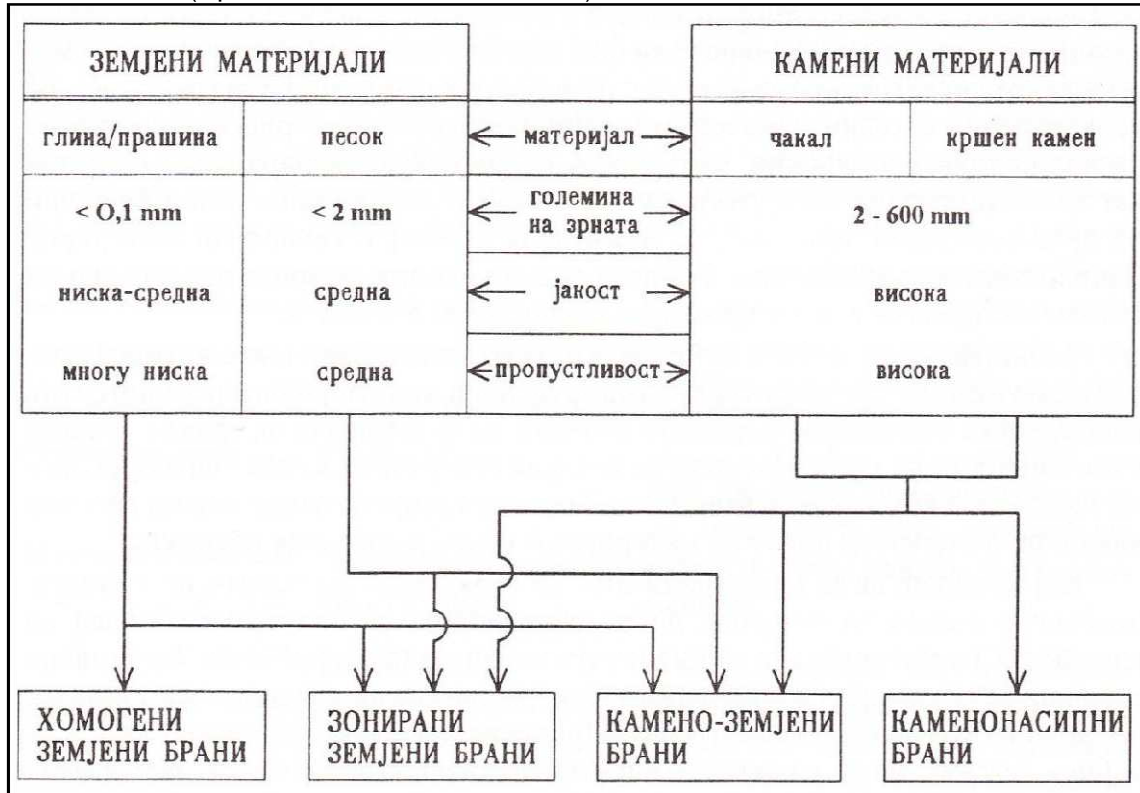
9.3.2. Материјали за изградба на насипните брани

Условите кои треба да ги исполнуваат локалните материјали за изградба на насипни брани, зависат од типот на брана, местоположбата и улогата на материјалот во напречниот пресек на браната и методот за изведување на работите.

Се земаат во предвид физичко-механичките карактеристики на локалните материјали, климатските услови на месноста од кои зависат методите за градење, положбата на позајмишта и начините за нивна експлоатација, транспортот и вградувањето на материјалите. Практично се

употребуваат сите материјали, освен оние кои содржат недозволените количества органски материји и водорастворливи соли.

За изведување на земјани брани, се употребуваат природни врзани и неврзани земјни материјали, кои не содржат водорастворливи хлоридни и сулфатнохлоридни соли повеќе од 2% и нерастворливи органски материји повеќе од 5% (Прикажано на следната слика).



Слика 165: Примена на локалните материјали кај насипните брани

Водонепропустливите земјени елементи (јадро, екран, спротиводен тепих) се изведуваат со слабопропустливи материјали (со коефициент на водопрпустливост од $k \leq 10(-5) \text{ cm/s}$), како на пример глина со влажност блиска до оптималната, а во некои случаи може и вештачка мешавина од глиновита, песоклива и чакалеста земја – одбрана врз основа на експериментални истражувања.

Телото на камено-земјените и камено-насипните брани може да се изведува од природен крупнозрнест материјал – чакал, или кршен камен од магматски, седиментни или метаморфни карпи, експлоатиран од каменоломи. Треба да се користат јаки материјали, на кои зрната нема да се дробат при транспорт и нафрлање на материјалот од височина.

Големината на зрната зависи од методите за изградба и може да бидат до повеќе десетици cm или m, но треба да се внимава гранулометрискиот состав да биде хомоген, за да не дојде до раслојување на материјалот при насипување и да се добие подобра збиеност. Поситните материјали се вградуваат во внатрешните зони, а покрупните во надворешните.

За изведба на преодни зони, филтерски слоеви и дренажи се користи песок, чакал, чакал и каменски ситнеж во одредени фракции. Гранулометрискиот состав се одредува со пресметка.

За заштита на косините на браната од дејството на брановите и атмосферилите, може да се употребува камен од еруптивни, метаморфни, или

седиментни карпи, кој ги задоволува барањата во однос на големината на зрната, јакоста и постојаноста на мраз.

При градењето на насипни брани, за определени конструктивни елементи се употребуваат и вештачки материјали: бетон, асфалт, геосинтетика (геотекстил и геомембрани) и др.

9.3.3. Материјали за изградба на бетонски брани

Масивниот бетонот вграден во браните, не е изложен на така големи напрегања на притисок какви што се јавуваат кај другите големи конструкции. Волуменот на бетон во телото на браната е релативно големо, па затоа треба да се произведува, транспортира и вградува во големи дневни количества.

Потребните карактеристики на масивниот бетон кој се вградува во браните се:

- ⇒ задоволителна густина и јакост,
- ⇒ трајност,
- ⇒ ниска термичка промена на волуменот,
- ⇒ отпорност на пукнатини,
- ⇒ ниска пропустливост и
- ⇒ економичност.

Масивниот бетон содржи примарни и секундарни составни елементи:

- ⇒ примарни составни елементи на бетонот се:
 - ☞ цемент,
 - ☞ минерален агрегат и
 - ☞ вода.
- ⇒ секундарни составни елементи на бетонот се:
 - ☞ пуцоланот и
 - ☞ други одбрани додатоци.

Примарни елементи на бетонот

Цемент. Поради пораст на температурата и ослободувањето на големо количество топлина што создава проблеми поради бавната дисипација (растурање) на топлината, може да дојде до појава на пукнатини. Затоа подобро е да се примени нискотермичен или модифициран портланд цемент, или се применува цемент во одреден % збогатен со пуцолан, или пепел од термоелектрани и др.

Минерален агрегат. Крупно и ситнозрнестиот агрегат претставува евтина и цврста исполна во бетонската смеса. Оптимална вредност на макс. дијаметар на зрната се движи од 75 до 100 mm, со заоблени или неправилни зрна од природен чакал или дробен камен агрегат. Агрегатот треба да биде чист и без знаци на површинска ерозија.

Вода. Водат што се применува за подготвување на бетонот треба да биде хемиски и органски незагадена, односно како правило може да се усвои таа да ги исполнува условите за консумирање од страна на човекот.

Секундарни елементи на бетонот

Пуцолан. Пуцоланот е силикоалуминиумска супстанција што хемиски реагира со калциумхидроксидот од цементот, формирајќи додатни сврзани компоненти. Доколку се има пуцолан, со него се заменува 25-60% од цементот, со што се придонесува за редуцирање на хидратационата топлина и се продолжува времето на пораст на јакоста на бетонот. Јакоста по долг временски период нешто се зголемува, одредени аспекти на трајноста може да се подобрат, чинењето на бетонот се намалува, но примената на пуцоланот мора да биде следена со стриктна контрола на квалитетот.

Адитиви. За подобрување на особините на бетонот, се употребуваат најразлични адитиви. Најприменуван е адитивот со кој се генерираат воздушни меури во смесата во количество од 2-6% од волуменот во минута, со што се подобрува трајноста на бетонот при долготрајни циклуси на замрзнување и одмрзнување, а се редуцира и потребата од вода во свежиот бетон и се подобрува вградливоста.

Понекогаш се применуваат и адитиви за намалување на потребата од вода која се редуцира за 7-9%, што има ефект на продолжување на времето на врзување при високи надворешни температури.

Параметрите од кои зависат особините на произведениот бетон со примена на одреден вид агрегат и цемент се:

- ⇒ количество на цемент (с, kg/m³),
- ⇒ количество на вода (w, kg/m³) и
- ⇒ водоцементниот фактор (односот вода : цемент, тежински).

Определено влијание може да има и применетиот пуцолан и (или) адитиви.

Бараните примарни карактеристики: густина, јакоста, трајноста и водонепропустливоста, пред се зависат од количеството цемент и водоцементниот фактор.

Тие се подобруваат со зголемување на количеството цемент и со намалување на односот вода:цемент. Термичките карактеристики и постојаноста на волуменот, како и економичноста, се подобруваат со намалување на содржината на цемент во смесата, дневно производство, транспорт и вградување на бетонската смеса.

Тоа бара внимателно планирање и изведба на централната постројка за производство на бетон, така да таа може да одговори на променливите барања при изведба на работите, во согласност со предвидената динамика.

Транспортот (видот) се планира во зависност од големината на објектот и топографијата на теренот.

Бетонот се наноси во min. 2 слоја и се збива.

9.4. Технички карактеристики на браните во Република Северна Македонија

Во Република Северна Македонија изградени се повеќе брани со различна методологија „Маврово“, „Глобочица“ „Шпилје“, „Тиквеш“, „Козјак“ и „Света Петка“ и др.

9.4.1. Брана Кнежево - камено-насипна брана со асфалтно јадро

Првата насипна брана со машинско вградување на асфалтна дијафрагма беше изградена во Германија во 1962 година. Сè до 1970 година само такви јадра, вградувани во слоеви, беа користени кај големите насипни брани. Ваквата машинска постапка не бара користење на метална оплата. Како варијација на овие методи, сосема различна техника е користена во Русија во 90- тите години од минатиот век.

Повеќето од браните со асфалтно јадро изградени во тој период се фундирани на дебели компресибилни алувиални депозити, кои би можеле да предизвикаат големи диференцијални слегнувања и деформации во телото на браната. Асфалт-бетонската мешавина со битуменска содржина од 10-12%, беше лиена во 1 м високи метални оплати, поставени на претходниот слој. Оплатите се вадени откако асфалтната мешавина ќе се излади на приближно 45°C, а потоа беа вградувани соседните преодни зони. Асфалтното јадро кое е максимално заситено со битумен, не би можело ефективно да се збива. Единствената причина за користење на оваа техника за разлика од слоевито вградување со збивање, се екстремно студените услови и потребите од дополнителна дуктилност. Освен тоа овие техники на

вградување не бараат некоја специјализирана опрема за вградување и збивање на јадрото.

9.4.1.1. Новини при изградба на Брана Кнежево

Постапката со машинско вградување што за првпат сега е употребена во Македонија и на Балканот вклучува вградување и збивање на јадрото со соседните преодни зони. Единечните трошоци значително се намалени, што моментално претставува конкурентна алтернатива дури и кога глинените материјали локално се достапни. Исто така, потенцијални оштетувања на природниот пејзаж би се избегнале од големите глиненени позајмишта.

Споредено со глинените јадра, вградувањето и збивањето на асфалт-бетонското јадро е помалку осетливо на неповолни временски услови што овозможува изведувачот да ја продолжи градежната сезона и да спроведува речиси континуална градежна активност, следејќи го предвидениот динамички план. Ова придонесе да се намали рокот на изведбата на браната. Асфалт-бетонот е материјал кој практично е водонепропустлив, флексибилен, отпорен на ерозија и стареење, обработлив и вградлив, и нуди можност за спојна конструкција на јадрото.

Кога асфалт-бетонската мешавина е соодветно дизајнирана, нејзините високоеласто-пластични и дуктилни особини обезбедуваат способност на „самозалекување“ (самозатнување) на евентуалните пукнатини кои би се појавиле на асфалтното јадро. Тенкото асфалт-бетонско јадро треба да ги следи и да се приспособува на поместувањата и деформациите наметнати од насипот како целина. Овие деформации мора да бидат прифатени од асфалт-бетонот без појава на пукнатини или значајни торзиони дилатации, кои би можеле да водат кон зголемување на водопропустливоста. За намалување на можноста од појава на пукнатини во јадрото како резултат од статички или динамички деформации и поместувања, насипот треба да биде оптимално вградуван – збиен.

9.4.1.2. Фундирање на карпа при изградба на Брана Кнежево

Речиси повеќето од каменонасипните брани се фундирани на цврста карпеста основа. Базирано на досегашните искуства, ова барање не е повеќе приоритетен проектен критериум. За идните случаи на каменонасипните брани фундирани на компресибилни речни депозити, дополнителна флексибилност и дуктилност на јадрото би требало да биде обезбедена со збогатување на асфалт-бетонската мешавина.

Рецептурата со битуменска содржина од 5-6% дава оптимална густина, а исто така и користењето на помек, помалку вискозен битумен кој ја зголемува „самозатнувачката“ особина и дозволува пониска работна температура за време на вградувањето. ICOLD Билтенот 84 (1992 година) ги претставува по хронолошки ред од 1984 година до 1991 година, постоечките насипни брани со битуменизирано јадро од различен тип, рачно и машински вградувано и ги дава препораките за изградба на ваков тип брани.

Процедурата на вградување што беше успешно применета во Европа на неколку брани, е “stonebitumen” методата. Јадрото се состои од униформно градуирани, кршени камења или чакал импрегнирани до заситување со битумен. Метални оплатни лимови се користени по должина на двете страни од јадрото, што е градено во последователни хоризонтални слоеви од 0.2-0.3 м. Слојната оплата најпрвин е полнета со чист и сув камен материјал кој треба прецизно да биде израмнет по цела должина на слојот пред врелиот битумен да биде испумпан во оплатата. За да се избегне вовлекување на вода и воздух, полнењето на битумен почнува од крајот. Со “stone bitumen” методата, соседните преодни зони доаѓаат до израз и се од значајна важност затоа што мора да бидат непропустливи на битумен. Преодот мора да биде со таква конзистентна финост и збиеност, што битуменот не може да биде истиснат на кое било место од страна на водениот притисок од акумулацијата. Реверзибилната постапка со вибрирање на чакал во асфалтен мастикс

исполнет меѓу оплата по должина на страните од јадрото, се покажала како помалку сигурна и затоа е послабо прифатена во светската пракса.



Слика 166: Брана „Кнежево“



Слика 167: Брана „Кнежево“

9.4.1.3. Основни карактеристики на Браната Кнежево

Основни карактеристики на **Браната Кнежево** камено-насипна брана со асфалтно јадро:

Кота на Круната на Браната	1065.50 м.н.в
Вид на Темелната Основа	Шкрилец/Алувиум
Максимална Височина Над Котата на Теренот	75 m
Должина на Круната	290 m
Широчина на Круната	10 m
Спротиводна Косина	1.8H/1V
Низводна Косина	1.8H/1V
Вкупен волумен на браната	1.525.000 m ³
Акумулација на езерото	23.500.000 m ³
Преливен орган	шахтен преливник+тунел
Дијаметар на преливникот	17.2 m
Дијаметар на Обиколен тунел	4.1 m

9.4.2. Хидроелектрана Шпилје (Девар)

Хидроелектраната Шпилје е дел од хидроенергетскиот систем ХЕС Црн Дрим. Најголемата акумулациона хидроелектрана на сливното подрачје на реката Црн Дрим е ХЕ Шпилје во близината на Девар. Со пуштањето во работа во 1969 година, оваа хидроелектрана е значаен извор на електрична енергија во македонскиот електроенергетски систем.

ХЕ Шпилје има акумулација со волумен 506.000.000 м³ вода и корисен волумен е 218.000.000 м³ вода. Хидроелектраната се наоѓа на самиот состав на реките Црн

Дрим и Радика, па затоа режимот на дотекувањата во акумулацијата зависи од режимот на двете реки. Дотекувањето од страна на Црн Дрим во тек на годината е доста рамномерно поради постоењето на две возводни акумулации, Охридско Езеро и акумулацијата Глобочица. Протекувањата во Радика се мошне променливи, што се должи на природните фактори во сливот.



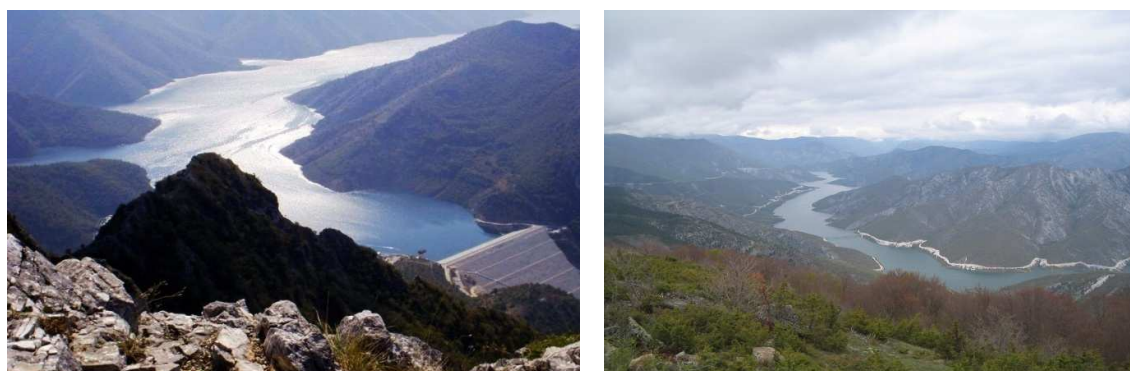
Слика 168: Хидроелектрана Шпилје



Слика 169: Хидроелектрана Шпилје

9.4.3. Брана Козјак

Козјак е акумулациона хидроцентрала на долниот тек на реката Треска, југозападно од Скопје, односно на езерото Козјак. Браната и хидроцентралата „Козјак“ се наоѓаат на реката Треска, на приближно 25 километри од нејзиното влевање во Вардар, на 16 километри од браната „Матка“ и на 45 километри од Скопје. Браната Козјак е најголема и највисока брана во државата, со висина од 130 метри распон



Слика 170: Брана „Козјак“

9.4.4. Хидроенергетскиот систем Маврово

Хидроенергетскиот систем Маврово (ХЕС Маврово) со трите хидроелектрични центри:

- ⇒ ХЕЦ Вруток,
- ⇒ ХЕЦ Равен и
- ⇒ ХЕЦ Врбен,

со вкупна акумулација од 275.000.000 m³ вода и можност за годишно производство од 430 GWh електрична енергија е еден од најголемите и најсложените хидроенергетски системи во македонскиот електроенергетски систем.

- ⇒ ХЕЦ Врбен и ХЕЦ Равен се проточни електрани,
- ⇒ ХЕЦ Вруток, која е и најголема хидроелектрана во Македонија, е акумулациона.

Вкупната инсталирана моќност на ХЕС Маврово изнесува 200 MW.



Слика 171: Брана на Мавровското езеро

Листа на слики

Слика 1: Функционална поставеност на воздушниот транспортен систем.....	12
Слика 2: Воздушна страна (Airside) и копнена страна (Landside).....	13
Слика 3: Авионот на браќата Рајт.....	14
Слика 4: Воздухопловот конструиран од Славољуб Пенкала.....	14
Слика 5: Начин на полетување на воздухоплови со мотори на потисок.....	18
Слика 6: Начин на полетување на воздухоплови со мотори со елиси.....	18
Слика 7: Одредување на вкупната должина на пистата – ПСП, за полетување на воздухопловите со мотори на потисок.....	19
Слика 8: Шематски приказ на полетување на воздухоплови во случај на прекин на работата на еден од моторите (на потисок).....	19
Слика 9: Зависност помеѓу должината на слетување и должината на полетување.....	20
Слика 10: Скица на сигурносните и останатите околни површини на ПСП.....	21
Слика 11: Радиуси на кружна кривина.....	22
Слика 12: Должина на прегледност - видливост.....	22
Слика 13: Шема на аеродром со патеки за движење на воздухоплови.....	23
Слика 14: Поглед на ПСП при слетување на воздухопловот.....	23
Слика 15: Обележување на полетно слетна патека.....	24
Слика 16: Изглед на внатрешноста од аеродромот во Хонг Конг.....	25
Слика 17: Објекти и уреди на еден хелиодром.....	30
Слика 18: Опремен хелиодром за слетување ноќе или при слаба видливост.....	31
Слика 19: Индикатор за правец на ветер.....	32
Слика 20: Индикатор за правец на ветер на врв на зграда односно покрив.....	32
Слика 21: Хелиодром за итни случаи.....	35
Слика 22: Слетиште на канцелариска зграда.....	36
Слика 23: Слетиште на пловен објект - брод.....	37
Слика 24: Слетишта на природна подлога (трева).....	37
Слика 25: Организација на железничкиот сектор во Македонија.....	41
Слика 26: Железничка инфраструктура во Македонија.....	42
Слика 27: Максимални дозволени брзини на пругите во Македонија.....	45
Слика 28: Постоечки линии и предлог на алтернативни нови железнички линии.....	46
Слика 29: Одредување на правец на пругата.....	47
Слика 30: Алинман на трасата.....	47
Слика 31: Елементи на кривина при проектирање на пруга.....	48
Слика 32: Одредување преодна кривина при проектирање на пруга.....	49
Слика 33: Одредување на надолжен профил при проектирање на пруга.....	49
Слика 34: Одредување на наклон на нивелета при проектирање на пруга.....	50
Слика 35: Напречен пресек на железничка пруга со елементи на горниот строј.....	52
Слика 36: Напречен профил на железничка пруга.....	53
Слика 37: Составни делови на шината.....	53
Слика 38: а.) тип на шина S-49 и б.) тип на шина S-45.....	54
Слика 39: Колосечен решеткаст носач.....	54
Слика 40: Горен строј на пругата со горна ивица на шина - ГИШ.....	55
Слика 41: Слободен профил.....	56
Слика 42: Облик и конструкција на банкина.....	67
Слика 43: Облик и конструкција на ригола.....	68
Слика 44: Сообраќаен и слободен профил кај автопатишта.....	69
Слика 45: Сообраќаен и слободен профил кај двонасочни патишта.....	69

Слика 46: Длабочина на ископ при проектирање на патишта	70
Слика 47: Избор на длабок ископ или тунел при проектирање	70
Слика 48: Насип на траса на патот.....	70
Слика 49: Засек на траса на патот.....	71
Слика 50: Три случаи на засек на траса на патот	71
Слика 51: Избор: длабок засек, или вијадукт	71
Слика 52: Патишта до храмовите а) во Асуру б) во Вавилон	72
Слика 53: Попречен пресек на римски државен пат	72
Слика 54: Попречен пресек на Телфордов коловоз	73
Слика 55: Попречен пресек на Макадамски коловоз	73
Слика 56: Шесте типови на флексибилни коловозни конструкции.....	76
Слика 57: Крути – бетонски коловозни конструкции	77
Слика 58: Широк откоп со багер Слика 59: Широк откоп со булдозер	82
Слика 60: Вибро ваљак Слика 61: Вибро еж	83
Слика 62: Грејдер	84
Слика 63: Асфалтна база Слика 64: Вградување на асфалтна мешавина	85
Слика 65: Меѓународни патишта кои минуваат низ територијата на Македонија.....	88
Слика 66: Редовни годишни прегледи на мостовите од патната мрежа.....	89
Слика 67: Зимско одржување на планински превој Стража (1.150 м.нв) на патот М-4 (Е-75)	90
Слика 68: Инвестиционо одржување на патиштата – (надградба и поправка (рехабилитација) на дотраени коловози).....	90
Слика 69: Расчистување на последица од лавина на пат Р-409 Маврово-Дебар 2010 година...	91
Слика 70: Изработка на девијација после појавата на лавина на пат Р-409 Маврово-Дебар 2010 година.....	91
Слика 71: Автоматски бројачи на возила „Sterela“ на патната мрежа, за броење на сообраќајот на патиштата	92
Слика 72: Сообраќајни тунели - патен,	97
Слика 73: Сообраќајни тунели - железнички	97
Слика 74: Споредба на вршен и базен тунел	99
Слика 75: Одредување на најповолна положба на тунелот	100
Слика 76: Квазихомогени зони врз основа на структурни и литолошки критериуми за тунел 2 од автопатот Демир Капија-Гевгелија.....	102
Слика 77: Слоевите се паралелни со надолжната оска на тунелот.....	106
Слика 78: Слоевите се хоризонтални	106
Слика 79: Слоевите се вертикални – нормални на надолжната оска на тунелот.....	106
Слика 80: Коса пукнатина во закосени слоеви	106
Слика 81: Првата ротациона машина - кртица Beaumont (1883).....	110
Слика 82: Начин на сечење со резни дискови.....	111
Слика 83: Различни типови на алатки за сечење	111
Слика 84: Главни конструктивни делови на ротационната ископна машина	112
Слика 85: Вентилација на тунелот во текот на изградба	113
Слика 86: Природна вентилација.....	114
Слика 87: Природна вентилација потпомогната со вентилациска шахта	115
Слика 88: Природна вентилација без вентилациска шахта	115
Слика 89: Надолжен систем на вентилација со вентилатори прикачени на плафонот на тунелот	115
Слика 90: Надолжен систем на вентилација со вентилатори прикачени на плафонот на тунелот	115
Слика 91: Систем на полунапречна вентилација.....	116

Слика 92: Систем на полунапречна вентилација.....	116
Слика 93: Систем на полунапречна вентилација.....	116
Слика 94: Систем на напречна вентилација.....	117
Слика 95: Пожар во патниот тунел TAUERN во Австрија, предизвикан со налет на камион на сопрена колона (Tunnels and Tunneling International, 8/99; p.4).....	117
Слика 96: Светла за евакуација.....	125
Слика 97: Главни карактеристики на концептот за брза евакуација.....	127
Слика 98: Модел на дрвен мост.....	134
Слика 99: Saphan Mon Bridge – Thailand (400m).....	135
Слика 100: Salginatobel Bridge (1920 година).....	136
Слика 101: Мостот Bendorfer со распон од 208 метри.....	136
Слика 102: Мост со најголем распон од масивна градба – Железнички мост на реката Beiranjiang-China со должина на распон од 445 метри.....	137
Слика 103: Објект: вијадукт.....	138
Слика 104: Објект: мост.....	139
Слика 105: Објект: пропусти.....	139
Слика 106: Монтажен мост.....	140
Слика 107: Разни видови на подвижни мостови.....	141
Слика 108: Гредни мостови систем проста греда.....	142
Слика 109: Континуирана греда со еднакви распони.....	142
Слика 110: Континуирана греда со различни распони (по кратки се крајните полиња).....	143
Слика 111: Систем Герберова греда.....	143
Слика 112: Систем греда со препусти.....	143
Слика 113: Систем рамка.....	143
Слика 114: Некои примери на зглобна рамка со еден отвор.....	144
Слика 115: Некои примери на зглобна рамка со два отвори.....	144
Слика 116: Форма на решеткасти челични мостови.....	145
Слика 117: Вклетен лак.....	146
Слика 118: Двозглобен лак.....	146
Слика 119: Трозглобен лак.....	146
Слика 120: Кабловски мостови со различни видови на пилони.....	146
Слика 121: Пресек на висечки (обесен) мост со неговиот пилон.....	147
Слика 122: Прав мост.....	147
Слика 123: Кос мост.....	148
Слика 124: Основни елементи на мостовите.....	149
Слика 125: Некои вообичаени висини на мостовите.....	149
Слика 126: Поставување на мостот преку пречка.....	151
Слика 127: Основен профил кај натпатник со пешачки сообраќај.....	152
Слика 128: Основен профил кај натпатник со патен сообраќај.....	152
Слика 129: Основен профил кај натпатник со железнички сообраќај.....	152
Слика 130: Бетонирање на главните носачи, напречните носачи.....	156
Слика 131: Пропуст.....	158
Слика 132: Мост.....	158
Слика 133: Вијадукт.....	159
Слика 134: Висок пропуст.....	160
Слика 135: Низок пропуст со делови на пропустот: 1. делови на влезот и излезот, 2. крила, 3. среден дел и 4. дел под падината на наспот.....	160
Слика 136: Типови на цевчести пропусти.....	161

Слика 137: Пропуст со брановидни лимови	162
Слика 138: Бетонски цевки за изградба на пропусти.....	162
Слика 139: Пропуст со најмал отвор од 0.66 до 1.0 метри.....	162
Слика 140: Пропуст со отвор од 1.5 до 2.0 метри	163
Слика 141: Пропуст со најголем отвор.....	163
Слика 142: Параболични пропусти за цевки делумно исполнети со вода.....	163
Слика 143: Своден пропуст	164
Слика 144: Елипсеста или параболична форма на свод.....	164
Слика 145: Плочест пропуст.....	165
Слика 146: Плочест пропуст а) отворена рамка и б) затворена рамка	165
Слика 147: Рамковиден пропуст со три отвори	166
Слика 148: Пропуст од монтажни АБ цевки цевчест пропуст со два и три отвори	166
Слика 149: Крила кај пропустите	167
Слика 150: Изглед на краен елемент на пропуст	167
Слика 151: Влез на пропуст во засек	167
Слика 152: Темел на пропуст	168
Слика 153: Темелење на пропуст при стрмни наклони	168
Слика 154: Распределба на речните води по континенти (овие Води ги задоволуваат потребите со вода на 90% од светската популација).....	171
Слика 155: Сливови на реките во Република Северна Македонија.....	171
Слика 156: Преглед на изградени брани по години	174
Слика 157: Различни типови на насипни брани а) хомогена, б) с) и d) зонирани, е) со екран и f) со дијафрагма од вештачки материјали (1) водопрпуслив насипан материјал, (2) водонепропустлив земјен материјал, (3) екран и (4) дијафрагма на вештачки материјали, (5) водонепропустлива основа	174
Слика 158: Типови на бетонски брани.....	175
Слика 159: Триаголен напречен пресек на браната а) теориски, б) практичен, со дополненија (1) оформување на круната, (2) закосување на спротиводната страна, (3) заб, (4) назадување на фундаментот, (5) инјекциона завеса, (6) дренажна галерија.....	176
Слика 160: Аксонометриски изглед на дел од бетонска гравитациона брана	176
Слика 161: Шема на испуст кај масивна брана	176
Слика 162: Карта на РМ со изградени брани.....	177
Слика 163: Карактеристични коти кај браните	178
Слика 164: Шема и временски распоред за реализација на една брана, од замисла до завршување на градба	180
Слика 165: Примена на локалните материјали кај насипните брани	181
Слика 166: Брана „Кнежево“	185
Слика 167: Брана „Кнежево“	185
Слика 168: Хидроелектрана Шпилје.....	186
Слика 169: Хидроелектрана Шпилје.....	186
Слика 170: Брана „Козјак“	186
Слика 171: Брана на Мавровското езеро	187

Листа на табели

Табела 1: Неопходни инвестиции во материјалната инфраструктура за источно европските земји (период: 1995-2010)	5
Табела 2: Поделба на аеродромите.....	16
Табела 3: Димензии за ширина на пистата во зависност од групата на аеродромот	21
Табела 4: Големини на радиуси на кружни кривини	22
Табела 5: Карактеристики на ПСП за хеликоптери.....	31
Табела 6: Број на операции на еден хелиодром според нивото на бучавост	33
Табела 7: Детален опис на RFC - коридорите достапен е на следните веб-страници:	42
Табела 8: Големина на меродавна нагорнина и минимален радиус кај пруги со нормален колосек.....	51
Табела 9: Поделба на патиштата на класи според ПГДС	63
Табела 10: Гранични вредности на пропусна моќ на патиштата при идеални услови.....	65
Табела 11: Коловозни профили	68
Табела 12: Класификација на постелката	78
Табела 13: Преглед на должините на патната мрежа во РМ.....	87
Табела 14: Поделба на тунелите според големината на површината на попречниот пресек....	96
Табела 15: Поделба на тунелите според должината	97
Табела 16: RMR – систем (Bieniawski, 1989)	102
Табела 17: Споредба на методите за подземен ископ со примена на експлозив и до примена на кртица. Каде што: (-) слаби точки (+) јака страна	112
Табела 18: Сумарна табела за минимални барања за безбедност (конструктивни мерки)	128
Табела 19: Големи брани во Република Северна Македонија	177

Библиографија:

- Александар Цветановиќ, Боривоје Баниќ: „Коловозне конструкции“ (Академска мисао, Београд 2007, ISBN 978-86-7466-292-2)
- Александар Цветановиќ: „Основи путева“ (Научна књига, Београд 1989, ISBN 86-23-41033-5)
- Branko S. Božić: Infrastruktura (Građevinski fakultet – Beograd, 2009)
- Бела Дулиќ: Мостови (Скопје, 1984)
- Бранко Р. Мазик: „Аеродроми“ (Граѓевински факултет Универзитета у Сарајеву, Сарајево 2012 год. CIP 625.717(075.8), ISBN 978-9958-638-35-0, COBISS/BIH-ID19711750)
- Booth, W., 2014. Here'S What Really Happened In The Gaza War (According To The Israelis). The Washington Post.
Достапно на:
<<https://www.washingtonpost.com/news/worldviews/wp/2014/09/03/heres-what-really-happened-in-the-gaza-war-according-to-the-israelis/?arc404=true>>
- Gross, J., 2018. IDF Demolishes Gaza Attack Tunnel That Penetrated 200 Meters Into Israel. Timesofisrael.com. Достапно на: <<https://www.timesofisrael.com/idf-demolishes-gaza-attack-tunnel-that-penetrated-200-meters-into-israel/>>
- Дончева, Р., (2004): „Проектирање патишта - Книга 1“, Градежен факултет, Скопје, „Европа 92“ – Скопје.
- Дончева, Р., (1993): „Влијание на колебањето на брзината во слободен сообраќаен ток врз безбедноста на сообраќајот на патиштата во Република Македонија“, докторска дисертација, Скопје.
- Душко Златковски: Горен строј на железници (Градежен факултет - Скопје, 1988)
- D.Plamenac, V.Jovicic: Saobracajnice 1 (Beograd 2009)
- D.Plamenac, V.Jovicic: Saobracajnice 2 (Beograd 2011)
- Жељко Корлает: „Увод у пројектирање и граѓење цеста“ (Граѓевински факултет Свеучилишта у Загребу, Загреб 1995, ISBN 953-6272-02-4, UDK625.7/8(075.8)
- Игњат Е. Крстевски: Железници (Градежен факултет - Скопје, 1971)
- ИГЕО-ПОРТАЛ. 2020. Најдолгите Тунели Во Светот, На Балканот И Во Македонија.
Достапно на: <<https://www.igeografija.mk/Portal/?p=2441>>
- Кракутовски, З., (2008): „Методи за евалуација на проекти од транспортната инфраструктура“, октомври, 2008 година (авторизирани предавања), Катедра за железници, Градежен факултет-Скопје.
- Кракутовски, З., (2005): „Вовед во методите за помош при носење на одлука – вовед во мултикритерните анализи“, ноември, 2005 година (авторизирани предавања) Катедра за железници, Градежен факултет-Скопје.
- Кракутовски, З., (2009): „Методи за евалуација на проекти од транспортната инфраструктура“, економски евалуации трошоци – добивки, јануари, 2009 година (авторизирани предавања), Катедра за железници, Градежен факултет-Скопје.
- Кракутовски, З., (2008): „Мулти-критериумско споредување за избор на варијантно решение за изградба на автопат“, октомври, 2008 година (авторизирани предавања), Катедра за железници, Градежен факултет-Скопје.
- Кракутовски З., Тодоровски, Л., Мијоски, Г., (2008): „Препораки за развој на патната и железничката инфраструктура во Република Македонија“. Институт за економски стратегии и меѓународни односи, Охрид
- Љубомир Танчев: Брани и придружни хидротехнички објекти (Градежен факултет – Скопје, 1999)
- Merriam-webster.com. 2020. Definition Of TUNNEL. Достапно на: <<https://www.merriam-webster.com/dictionary/tunnel>>
- Mylius, A., 2005. Backfill operation probed in Gerrards Cross tunnel collapse. New Civil Engineer.

- Marcus, R., 2017. Learning 'Under Fire': Israel's improvised military adaptation to Hamas tunnel warfare. *Journal of Strategic Studies*.
- Margalit, R., 2016. The Tunnels Of Gaza'S Next War. *The New Yorker*. Достапно на: <<https://www.newyorker.com/news/news-desk/the-tunnels-under-gaza>>
- Michaels, J., 2014. Extent Of Tunnels Under Gaza Takes Israel By Surprise. *usatoday*. Достапно на: <<https://www.usatoday.com/story/news/world/2014/07/31/hamas-tunnels-israel-cu-chi/13421873/>>
- Милан Исаевски: Железници I дел (Градежен факултет - Скопје, 1984)
- Милка Зафорова: Тунели (Скрипта од предавања на додипломски студии на Градежен факултет – Скопје)
- Newman, M., 2014. Hamas Said To Have Executed Dozens Of Tunnel Diggers. *Timesofisrael.com*. Достапно на: <<https://www.timesofisrael.com/hamas-said-to-have-executed-dozens-of-tunnel-diggers/>>
- Осман Линдов: „Транспорт и околиш“ (Факултет за саобраќај и комуникације Универзитета у Сарајеву, Сарајево 2011 год. СІР 504.61:656](075.8), ISBN 978-9958-619-23-6, COBISS/BIH-ID18945542)
- Павле Стоименов: „Скрипта по предметот Аеродроми и хелидроми“ (Постдипломски студии на ГФ, УКИМ – Скопје, 2000 год.)
- Павле Стоименов, (1987): „Проектирање патишта“, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“, Скопје.
- Петар Стефанов, Весела Филипова, Илијан Иванов: „Проектирање на летишта“ (Софија 2011, ISBN:978-954-12-0207-4)
- Зоран Десовски: Армирано бетонски мостови (Градежен факултет – Скопје, 2010)
- Зоран Радојковиќ: „Системи управљања коловозима“ (Граѓевинска књига Београд, 1990, ISBN 86-395-0262-5)
- З.Кракутовски, Љ.Тодоровски и Г.Мијоски: Препораки за развој на патната и железничката инфраструктура во Република Македонија (Институт за економски стратегии и меѓународни односи „Охрид“ – Скопје, 2009)
- Зафировски, З., 2016. Инфраструктурни Конструкции - Тунели. Скопје: Универзитет Св. Кирил и Методиј, Градежен факултет.
- P.Subotic: Prirucnik za asfalt (Beograd 2002)
- Pelham, N., 2012. Gaza's tunnel phenomenon: the unintended dynamics of Israel's siege. *Journal of Palestine Studies*.
- Pfeffer, A., 2014. Hamas Is Losing On The Battlefield But Hitting Israel Where It Hurts. *haaretz.com*. Достапно на: <<https://www.haaretz.com/.premium-hamas-hitting-israel-where-it-hurts-1.5256569>>
- Piven, B., 2014. Gaza'S Underground: A Vast Tunnel Network That Empowers Hamas. *America aljazeera*. Достапно на: <<http://america.aljazeera.com/articles/2014/7/23/gaza-undergroundhamastunnels.html>>
- Ристо Рибаровски, Николинка Донева: Градежништво во Рударство (Факултет за Природни и Технички Науки-Штип 2017)
- Стручно советување: „Одржување на патиштата од аспект на безбедноста на саобраќајот на патиштата“, Горан Мијоски: „Одржување на патната инфраструктура во Република Македонија“ (Републички совет за безбедност на саобраќајот на патиштата, Скопје, април 2008 год.)
- Стручно советување: „Приоритетни активности за унапредување на безбедноста на саобраќајот на патиштата во РМ“, Горан Мијоски: „Квалитетното одржување на патната мрежа, услов за безбеден саобраќај“ (The World Bank и Републички совет за безбедност на саобраќајот на патиштата, Скопје, декември 2009 год.)
- Tomanovic, Z., 2015. Tuneli I Podzemne Konstrukcije. Podgorica: Univerzitet Crne Gore, Gradjevinski fakultet.
- Frgic, L., 2011. Interna Skripta Za Kolegij "Tuneli". Zagreb: Rudarsko geoloski naftni fakultet.

- Holmes, G., Roscoe, H. and Chodorowski, A., 2005. Construction monitoring of cut and cover tunnels. Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Geotechnical Engineering.
- Hecht, E., 2014. Gaza: How Hamas Tunnel Network Grew. BBC News. Достапно на: <<https://www.bbc.com/news/world-middle-east-28430298>>
- Vrkljan, I., Ortolan, Z., Zenko, T. and Redzepagic, M., 1991, January. Some experiences on tunnelling in swelling materials. In 7th ISRM Congress. International Society for Rock Mechanics and Rock Engineering.
- Winer, S., 2018. Hamas Man Reported Killed, 3 Injured In Gaza Explosion. Timesofisrael.com. Достапно на: <<https://www.timesofisrael.com/hamas-man-reported-1-killed-3-injured-in-gaza-explosion/>>
- Zeitun, Y., 2018. Surprise, Learning In Gaza And Planning: Behind The Scenes Of Northern Defender. ynet. Достапно на: <<https://www.ynet.co.il/articles/0,7340,L-5420466,00.html>>

Национална стратегија 2009 – 2014 на Република Македонија за унапредување на безбедноста на сообраќајот на патиштата, прифатена на седница на Собранието на Република Македонија на 11.11.2008 година, административен број. 16.5.1./148.

Законот за основите на безбедност во сообраќајот на патиштата, „Службен весник на Република Македонија“, број 14/98 од 20 март 1998.

Законот за железници, „Службен весник на Република Македонија“, број 151 од 2010.

Закон за спроведување на просторниот план на Република Македонија 2002 -2020, „Службен весник на Република Македонија“, број 39/04 од 18.06.2004 година.

Закон за заштита на природата, „Службен весник на Република Македонија“, број 67/2004.

Закон за животна средина, „Службен весник на Република Македонија“, број 53/2005.

Закон за безбедност на сообраќајот на патиштата, „Сл.Весник на Р.Македонија“, број 54 од 03.05.2007 година.

Закон за јавните патишта „Службен весник на Република Македонија“, бр.84/08 од 11.07.2008 година.

Правилник за димензиите, вкупните маси и основото оптоварување на возилата во сообраќај на патиштата, „Службен весник на Република Македонија“, број 58/2000.

Правилник за техничките елементи за изградба и реконструкција на јавните патиштани на објектите на патот, „Службен весник на Република Македонија“, број 110/2009.

Правилник за техничките елементи за изградба, реконструкција и одржување на јавните патишта и на објектите на патот, „Службен весник на Република Македонија“, број 84/2008.

Студија за проценка на влијанието врз животната средина надградба на автопат Е – 75, делница Демир Капија – Смоквица, , Агенција за државни патишта на Република Македонија јули 2009 Скопје.

Указ за прогласување на Законот за јавните патишта број 07-2709/1 од 4 јули 2008 година на Собрание на Република Македонија, „Службен весник на Република Македонија“, број 84 од 11.07.2008 година.



УНИВЕРЗИТЕТ „ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ“ ВО ШТИП

**РЕЦЕНЗИЈА НА РАКОПИСОТ ЗА КНИГАТА
„ИНФРАСТРУКТУРНИ ОБЈЕКТИ”
ОД АВТОРИТЕ**

**вон.проф. д-р Александар Главинов,
Воена академија „Генерал Михајло Апостолски“, Скопје
вон. проф. д-р Горан Мијоски,
Градежен факултет, Универзитет „Кирил и Методиј”, Скопје**

Општи податоци за ракописот: Учебникот „*Инфраструктурни објекти*” е во согласност со наставната програма и ја опфаќа наставната материја за студиските програми за кои е наменет. Овој учебник произлегол од потребата на студентите кои студираат на Универзитетот „Гоце Делчев” - Штип и на Универзитетот „Св. Кирил и Методиј” - Скопје како и на други сродни Универзитети и факултети кај нас, полесно да ја совладаат материјата и да се стекнат со општи и стручни знаења од областа на инфраструктурните објекти (патишта, железници, тунели, аеродроми, хелиодроми, мостови). Учебникот исто така е напишан на начин да биде разбирлив и прифатлив за студентите - питомците од студиската програма на Воената академија „Генерал Михаило Апостолски” – Скопје. Воедно, учебникот може да се користи и од страна на колегите кои веќе работат во праксата, со цел да ги освежат и продлабочат знаењата стекнати во текот на нивната професионална наобразба.

Податоци за обемот ракописот: број на страници 215, формат А4, 171 слики и 19 табели, обемот по содржина ги задоволува критериумите според бројот на часови и според одредбите од Правилникот за организирање и остварување на издавачка дејност во Министерството за одбрана број 01-7696/1 од 31.12.2019 година.

Краток опис на содржината:

Во првото поглавје авторите даваат краток осврт за инфраструктурните објекти, преку нивно дефинирање, како и поделба на истите.

Во второто поглавје се претставени аеродромите, како важни инфраструктурни објекти. При што дефинирани се аеродромите, дадена е нивна класификација и категоризација. Детално се прикажани основните елементи кај еден аеродром, преку определување на: оптимална должина и широчина на писта, како и одредување на сите фактори од кои зависат овие елементи.

Третото поглавје е посветено на хелиодромите како инфраструктурни објекти, при што истите се дефинирани и дадена е нивната поделба. Прикажана е потребната инфраструктура на хелиодромите: полетно-слетувачки патеки, објекти, уреди и опрема ислетиште – хелиопад. Исто така даден е краток осврт на хелиодромите за итни случаи.

Четвртото поглавје е наменето за железниците, при што дадена е потребната железничка инфраструктура, железничките возни средства, како железнички коли (вагони) и локомотиви. Дадени се основните елементи за проектирање на железничка пруга: ситуационен план, надолжен профил, напречен профил, долен строј и горен строј. Опишувајќи го горниот строј авторите дале детален преглед и на сите негови составни елементи, како шини, прагови, колосечен прибор изастор.

Во петтото поглавје се претставени патиштата, како витални инфраструктурни објекти. Прикажани се актуелните законски рамки, класификацијата на патиштата

според различни критериуми, како и експлоатационите показатели (сообраќајно оптоварување, пропусна моќ и нивоа на услуга). Детално се објаснети долниот и горниот stroj на патот. Во ова поглавје на кратко е прикажана технологијата за изградба на патиштата, која се состои од следните фази: подготвителни работи, отстранување на хумусно тло, широк ископ, набивање на подтлото, изградба на насипи, набивање на насипи, обработка на постелката, одводнување и дренирање на трупот на патот, изработка на коловозна конструкција, уредување на косините, изградба на пропусни и риголи и др. Одржувањето на патиштата исто така е вклопено во ова поглавје.

Во шестото поглавје, на почетокот се дефинирани и класифицирани тунелите како специфични инфраструктурни објекти. Претставена е технологијата за изработка на тунели со примена на експлозивни и ротациони машини. Понатаму во поглавјето даден е осврт на вентилацијата во тунелите (во фаза на градба и во фаза на експлоатација), осветлувањето и одводнувањето на тунелите.

Во седмото поглавје се претставени мостовите, нивниот историски развој, поделба и елементите на мост. Исто така прикажани се потребните претходни работи (геодетски снимања, теренски истражувања, определување на надолжна оска, нивелета и отвор на објектот, избор на градежен материјал) и изградбата на мостовите (подготвителни, главни и завршни работи).

Во осмо поглавје се дадени пропустите, нивната намена, деловите и видовите на конструкција на овие објекти (цевчести, параболични, сводни, плочести и пропусни со повеќе отвори).

Деветтото и последно поглавје е посветено на браните како хидротехнички објекти. При што прикажани е поделбата, општите карактеристики и намената на браните. Даден е и начинот на проектирање на хидротехничките објекти (фази на проектирање и материјали за изградба на брани). На крај дадени се техничките карактеристики на браните во нашата земја.

ЗАКЛУЧОК

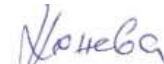
Ракописот е литература по предметот „Инфраструктурни објекти“ и ќе биде од корист за студентите - питомците од студиската програма на Воената академија „Генерал Михаило Апостолски“, Скопје, студентите на студиската програма Градежно инженерство, модул Транспортна инфраструктура при Факултетот за природни и технички науки (ФПТН) на Универзитетот „Гоце Делчев“ во Штип и студентите на Градежен факултет при Универзитет „Кирил и Методиј“ во Скопје. Овој ракопис ќе биде корисен и за вработени во работни организации кои ја обработуваат оваа проблематика.

Ракописот ги задоволува критериумите за објавување и се категоризира како учебник.

Земајќи го предвид претходно изнесеното Рецензентската комисија со задоволство му предлага на Наставно - научниот совет на Воената Академија „Генерал Михајло Апостолски“, придружна членка на Универзитет „Гоце Делчев“ во Штип, да ја усвои позитивната рецензија на ракописот со наслов „Инфраструктурни објекти“ и да го одобри неговото издавање.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

д-р Николинка Донева, вонреден професор, с.р.



д-р Ѓорѓи Димов, вонреден професор, с.р.



ИНФРАСТРУКТУРНИ ОБЈЕКТИ

