

СООБРАЌАЈНИЦИ
Градежништво и геодезија
Градежен техничар
IV година

СООБРАЌАЈНИЦИ

Градежништво и геодезија
Градежен техничар
IV година

Автори:

Соња Стефановска
Емилија Димитрова

Рецензенти:

Златко Зафировски
Лена Феста
Наташа Христовска

Стручна редакција:

Енис Јакупи

Уредници:

Соња Стефановска
Емилија Димитрова

Лектура:

Билјана Богданоска

Компјутерска обработка:

Соња Стефановска
Емилија Димитрова

Издавач: Министерство за образование и наука на Република Северна Македонија,
ул. „Свети Кирил и Методиј“ бр. 54, 1000 Скопје.

Фотографија: Емилија Димитрова

Графичко и техничко уредување: Ели Василевска Илиевска – APC СТУДИО

Печати: Европа 92 – Кочани

Тираж:

Место и година на издавање: Скопје, 2024 година

Со одлука бр. 26 – 314/1 од 14.03.2024 година од Националната комисија за учебници,
се одобрува употребата овој учебник.

СОДРЖИНА

1.	Тунели	9
1.1.	Поим за тунели и тунелски конструкции	9
1.1.1.	Видови ридска маса	9
1.1.2.	Општо за ридски притисок	10
1.1.3.	Попречен пресек на тунел	10
1.1.4.	Слободен профил на патни тунели	16
1.1.5.	Слободен профил на железнички тунели	18
1.1.6.	Слободен профил на каналски тунели	20
1.1.7.	Технологија и начини на изведба на тунелите	20
1.1.8.	Привремени објекти при градење на тунел	21
1.1.9.	Оплата на поткопот	23
1.1.9.1.	Видови дрвена оплата	25
1.2.	Класични методи за градење тунели	25
1.2.1.	Поделба на класичните методи според начинот на работа	25
1.3.	Современо градење на тунелите	28
1.4.	Механизација за изградба на тунели (ископ, товарење и транспорт на материјалот)	29
1.5.	Графичко претставување на тунели	36
2.	Пропусти	45
2.1.	Општо за пропустите и нивната функција	45
2.2.	Елементи на пропустите	46
2.3.	Видови конструкции на пропусти (цевчести, параболични сводни и плочести пропусти)	49
2.4.	Пропусти со повеќе отвори	52
2.5.	Графичко претставување на различни конструкции на пропустите (цевчести, параболични, плочести и пропусти со повеќе отвори)	57
3.	Мостови	65
3.1.	Општо за мостовите	65
3.2.	Поделба на мостовите според различни критериуми	66

3.3.	Елементи кај мостовите	71
3.4.	Плочести мостови – проста греда	72
3.5.	Гредни мостови – проста греда	73
3.6.	Лачни мостови	75
3.7.	Полумонтажни патни мостови со мал распон	77
3.8.	Полумонтажни железнички мостови со мал распон	78
3.9.	Графичко претставување на патни и железнички мостови	94
	Користена литература	99

Предговор

Во учебникот Сообраќајници, е обработена материјата која е предвидена со наставната програма за истиот предмет кој се изучува во четврта година, техничко образование, градежништво и геодезија за градежен техничар.

Материјата во учебникот е поделена во три модули, од кои во првиот модул се обработени тунелите, видови тунели, начинот на изведба на тунелите, видови механизација за изведба на тунелите. Во вториот модул се опфатени пропустите, видови пропуси според определени критериуми, конструктивни елементи кај пропустите. Во третиот модул се обработени мостовите, видови мостови според определени критериуми, конструктивни елементи кај мостовите и др.

Покрај текстот, во учебникот се дадени голем број практични примери кои ќе им помогнат на учениците полесно да ја совладаат материјата во учебникот.

На крајот на секој модул се дадени графички задачи со помош на кои учениците ќе бидат во состојба графички да ги конструираат поедноставните сообраќајни објекти во соодветен размер и сл.

Од авторите



Модул 1 – Тунели

Во овој модул учениците ќе се оспособат да:

- ✓ **дефинираат тунел како градежен објект,
да ја образложат неговата примена и графички
да претставуваат различни типови конструкции
на тунели.**

1. Тунели

- 1.1 Поим за тунели и тунелски конструкции**
- 1.2 Класични методи за градење тунели**
- 1.3 Современо градење на тунели**
- 1.4 Механизација за изградба на тунели (ископ, товарање и транспорт на материјалот)**
- 1.5 Графичко претставување на тунели**

1. Тунели

1.1. Поим за тунели и тунелски конструкции

Тунелите се подземни градби по кои се водат сообраќајниците под земја. Можат да служат и за друга намена, како на пример во рудниците за наводнување и одводнување, за искористување на водени сили и др.

Тунелот се гради под земја во случај кога не може да се совлада или да се заобиколи препрека (рид, планина или река), освен со тунел.

Првите тунели биле изградени пред нашата ера и тие главно служеле како врска со гробниците, или за поврзување на кралските дворци со верските храмови. Еден таков тунел бил изграден под реката Еуфрат во VII век п.н.е. за поврзување со богот на Сонцето. Подоцна тунели граделе старите грци и римјани, но нова ера во изградбата на тунели започнува дури кон крајот на XVII век кога почнува да се применува барутот за минирање. Тунелите најчесто се користеле и ден денес се користат во рударството. Исто така биле градени за транспорт на вода за пиење, за наводнување и транспорт на отпадните води. Најголема примена тунелите имале на железничките линии. Првиот железнички тунел е изграден на пругата Ливерпул - Манчестер 1826 г. од пронаоѓачот на првата парна локомотива, Џорџ Стивенсон. Тунелот бил долг 1190 m. Првиот патен тунел е изграден на Алпите со должина од 64 m.

Постојаниот развој на техниката овозможува градба на тунели со импозантни големини. Меѓу најдолгите тунели во светот е тунелот во Њујорк и служи за водоснабдување. Има должина од 137 km и ширина од 4 m. Меѓу најдолгите метро тунели во светот е метро тунелот во Кина, кој е долг 60 km. Од подолгите железнички тунели во светот се издвојува тунелот Алп Транзит Линк во Швајцарија изграден во 2007год. со должина од 57 km, а меѓу најдолгите патни тунели се патниот тунел во Норвешка, Лердал тунел, со должина од 24,5 km, патниот тунел Ст. Готард во Швајцарија, изграден во 1980 год. со должина од 16,9 km и др.

1.1.1 Видови земјена маса

Земјената маса може да биде разновидна и тоа: камен, распаднат камен, земјен материјал.

Камената маса може да биде: цврст камен со голема цврстина и жилавост, цврст камен со помала жилавост и мек камен со многу мала цврстина.

Камената маса не создава никаков ридски притисок.

Според **цврстината** разликуваме:

а) цврста карпа со голема цврстина и жилавост во која спаѓаат: базалт, оливин, дијабаз, габро, гранит, кремен, лабрадорен базалт, диорит, гнајс и др.;

- б) цврст камен со помала цврстина и во неа спаѓаат: серпентин, сијенит, доломит, трахит и др.;
- в) мек камен со многу мала цврстина во која спаѓаат: лапор, лес, туф врзан и збиен песок и др.

Распаднатата карпа произведува голем ридски притисок, додека земјената маса произведува многу големи притисоци заради некомпактноста. Најлесно се градат тунели во материјал од камен со средна тврдина бидејќи подградувањето е најмало, а пробивањето е полесно.

1.1.2. Општо за ридски притисок

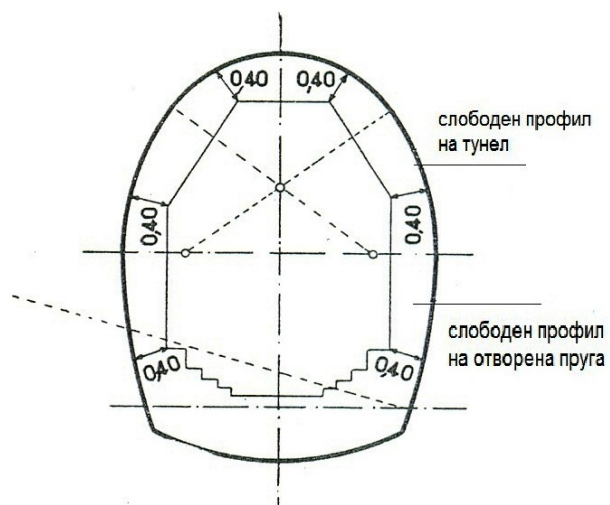
Под ридски притисок се подразбира силата која се јавува при пробивање на ридот и по завршување на работите делува на тунелот. Ридскиот притисок е оптоварување на тунелскиот ѕид кој потекнува од тежината на земјата и притисокот.

1.1.3. Попречен пресек на тунел

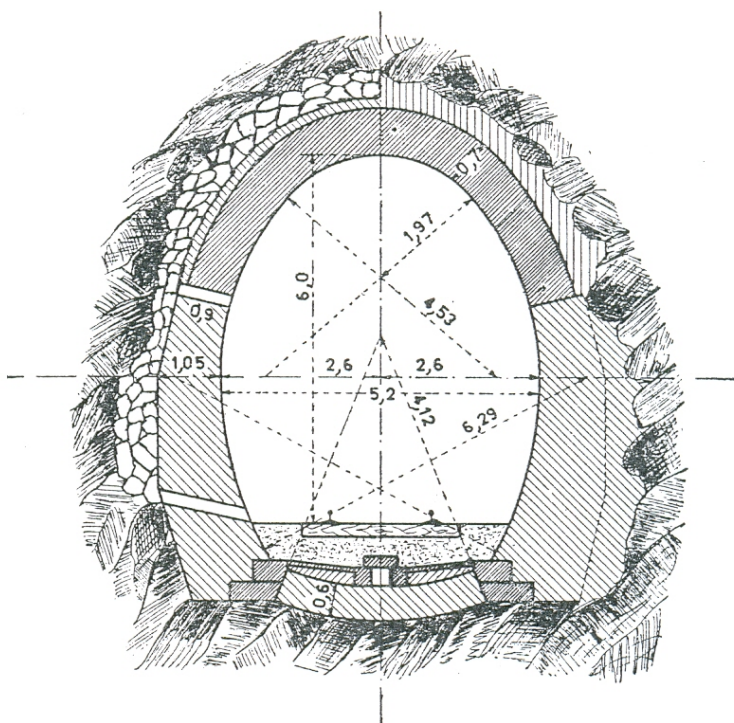
Обликот и големината на попречниот пресек на тунелот зависи од намената на тунелот. Слободниот профил и ѕидовите околу него го претставуваат попречниот пресек на тунелот. (сл.1)



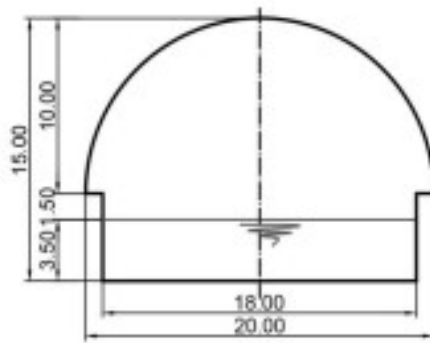
Сл.1. Слободен профил на патен тунел



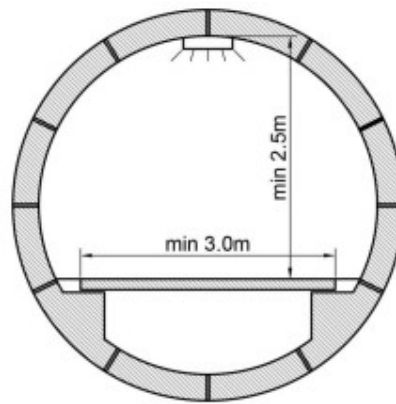
Сл. 2. Слободен профил на железнички тунел



Сл.3. Попречен пресек на железнички тунел



Сл. 4. Слободен профил на каналски тунел



Сл. 5. Слободен профил на пешачки тунел



Сл.6. Попречен профил на патен тунел



Сл.7. Попречен профил на железнички тунел



Сл. 8. Попречен профил на каналски тунел

Слободен профил на тунел

Според видот на препреката која ја совладуваме, тунелот може да биде:

- ридски тунел, кога препреката е рид или планински венец;
- подводен тунел, кога има водена препрека под која се копа подземен премин;
- градски тунел или метро, кога тунелот се копа плитко под градот, градските улици, за да се изгради подземна железница.

Според **намената**, разликуваме:

Сообраќајни тунели, кои се делат на:

- железнички тунели и тунели на градски железници;

- патни тунели;
- бродски тунели (на пловни канали).

Хидротехнички тунели:

- тунели кај хидроелектрани;
- тунели за водовод;
- тунели за наводнување;
- тунели за одводнување.

Тунели за потреби на градот:

- тунели за канализација;
- тунели за телефонски кабли;
- тунели за електрични кабли;
- тунели за гасни спроводници.

Тунели во рудници

Тунели со специјална намена се делат на:

- тунели за авиони и хидроплани;
- засолништа;
- подземни гаражи и магацини;
- подземни индустриски хали.

Според **должината**, разликуваме:

- многу кратки тунели до 50 m должина;
- кратки тунели од 50 m до 500 m должина;
- средни тунели од 500 m до 2200 m;
- долги тунели од 2200 m до 4000 m;
- многу долги тунели преку 4000 m.

Според **големината на профилот на избивање**, разликуваме:

- тунелски цевки до 5 m²;
- тунелски поткопи од 5 до 12 m²;
- мали профили од 12 до 27 m²;
- средни профили од 27 до 56 m²;
- големи профили преку 56 m².

Според **геолошкиот состав на земјата**, разликуваме:

- лесни тунели - тунели во карпа;
- средно тешки тунели;

- тешки тунели;
- многу тешки тунели.



Сл.9. Патен тунел



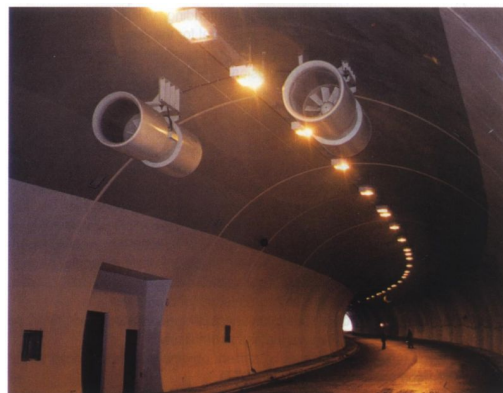
Сл.10. Железнички тунел



Сл.11. Каналски тунел



Сл. 12. Осветлување на тунел



Сл.13. Проветрување на тунел

1.1.4. Слободен профил на патни тунели

Со развојот на автомобилскиот сообраќај при изградбата на патиштата, сè повеќе патните тунели се градат со димензии во зависност од големината на возилата и фреквентноста на сообраќајот.

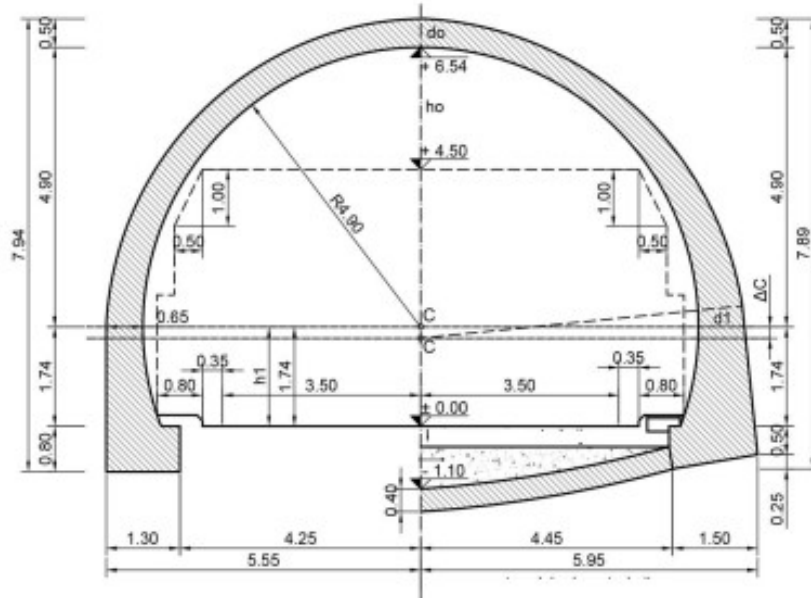
Пешачките тунели се градат со широчина од 3,00 m и повеќе, а висината не треба да изнесува помалку од 2,5 m.

Патните тунели се прават со минимална висина од 4,5 m, а широчината треба да одговара на широчината на коловозот од патот и две пешачки патеки со широчина 0,75 m (сл.12).

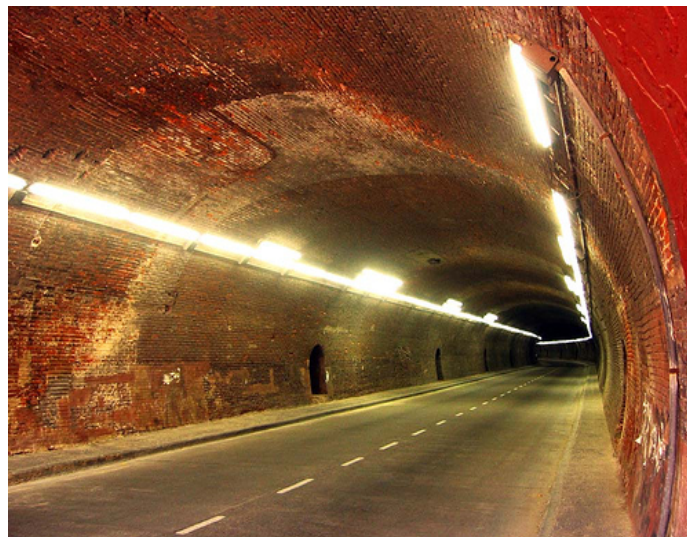
При изградбата на патните тунели и при нивната експлоатација треба да се обрне внимание на осветлувањето, проветрувањето и одводнувањето. Пешачките тунели треба да се осветлени по целата должина, а ако тунелот е комбиниран и за патен сообраќај на почетокот и на крајот осветлувањето

треба да биде поголемо поради адаптација од природна на вештачка светлина.

Проветрувањето се врши за отстранување на отровните гасови што ги испуштаат возилата. Кратките тунели имаат природно проветрување, а долгите вештачко проветрување. При градење и користење на тунел, честа е појавата на води и затоа е потребно при градба и при експлоатација тие води да се одводнат површински или подземно.



Сл.12. Попречен пресек на патен тунел



Сл.13. Патен тунел со вештачко осветлување

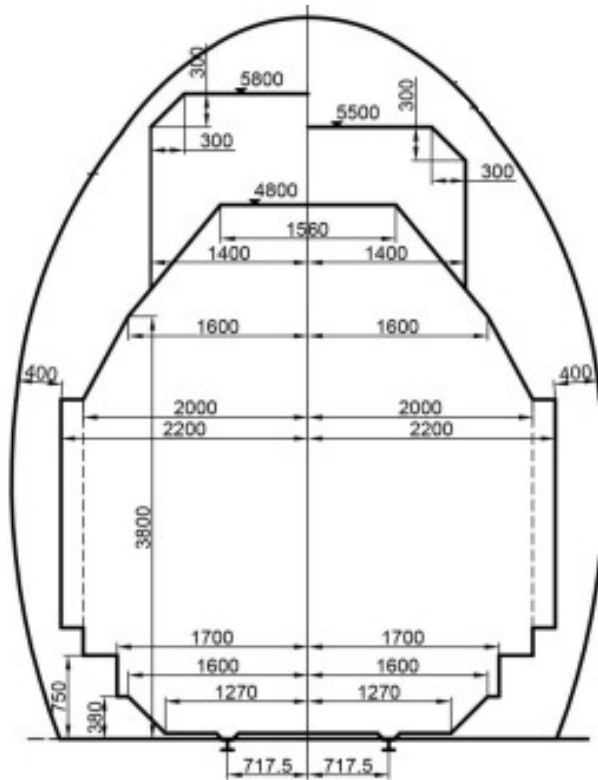


Сл. 14. Патен тунел осветлен со вештачко проветрување

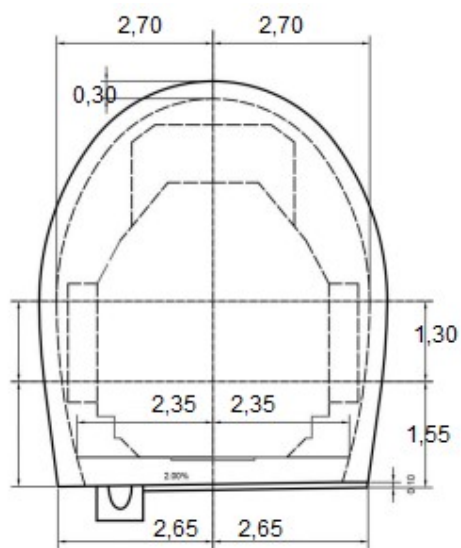
1.1.5. Слободен профил на железнички тунели

Денес тунелите имаат најголема примена кај железничките линии. Се прават со различни димензии на слободниот профил што зависи од видот на локомотивата (дизел или електрична), вагоните и од бројот на колосеците. Висината на слободниот профил за дизел-локомотивата е 5,7 м., а за електричната локомотива е 6,2 м. (сл.15). Железничките тунели се прават со ширина за два колосека и ширината обично изнесува 8,0 - 8,2 м.

Според меѓународни прописи и стандарди, се одредува слободен профил кој е поголем од профилот на возилото заради неправилности на пругата, неправилности на возилата, заради кривините и за да се спречат евентуални несреќи на патниците и сл. Овој слободен профил има ширина од 4,40 м., додека евентуално минимален слободен профил во исклучителни случаи може да има ширина од 3,5 м.



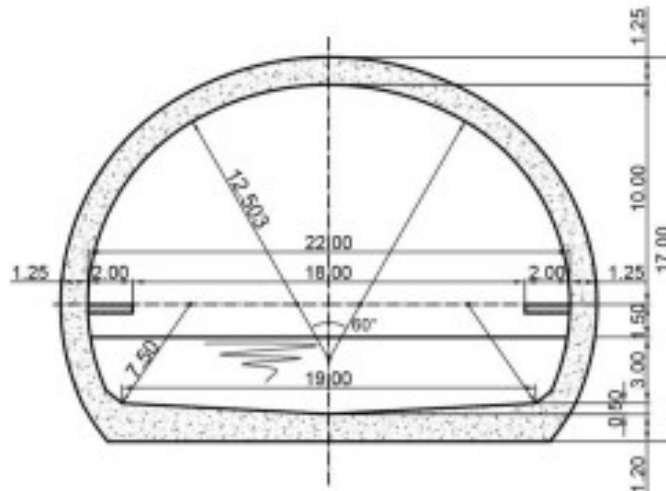
Сл.15. Слободен профил на железнички тунел



Сл.16. Слободен профил на железнички тунел

1.1.6. Слободен профил на каналски тунели

Каналските тунели се сметаат за сообраќајни и хидротехнички објекти. Нивните димензии во слободен профил зависат од големината на пловните објекти. Обично се градат за поминување на еден брод, а длабочината на водата изнесува 2,5 – 4 m. Каналските тунели се градат само од еден прстен за да се намали или спречи загубата на водата.



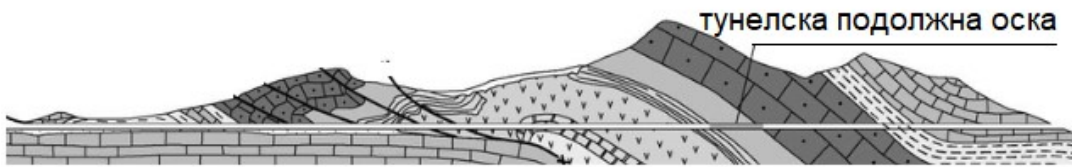
Сл.17. Слободен профил на каналски тунел

1.1.7. Технологија и начини на изградба на тунелите

Пред да се започне со изградба на тунел, треба да се направи идеен проект, а потоа и главен проект. За изработка на овие проекти потребни се веродостојни податоци земени на лице место каде подоцна ќе се гради тунелот. Треба да имаме податоци за:

- геологија на теренот;
- процентот на влажноста;
- хидролошки услови во поглед на правецот на движење на водата;
- количината на подземните води;
- хемискиот состав на водата.

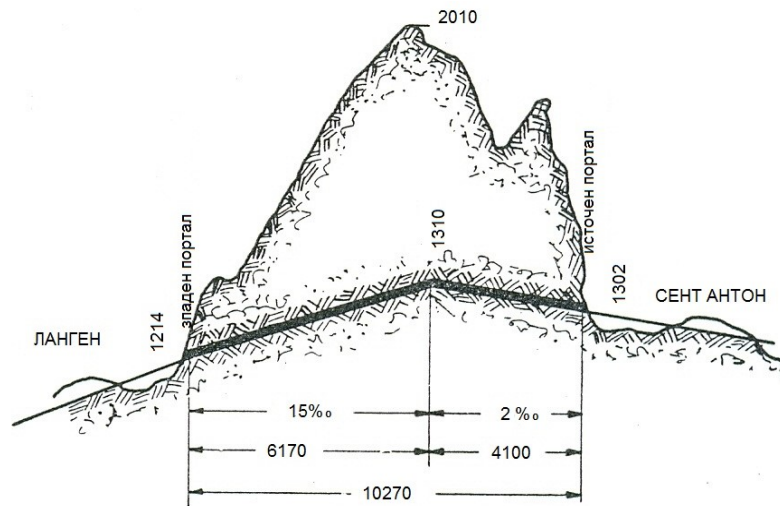
Правецот и положбата на тунелската оска се одредува откако ќе се проверат сите горенаведени податоци со истражувачки работи, по пат на сондирање. (сл.18)



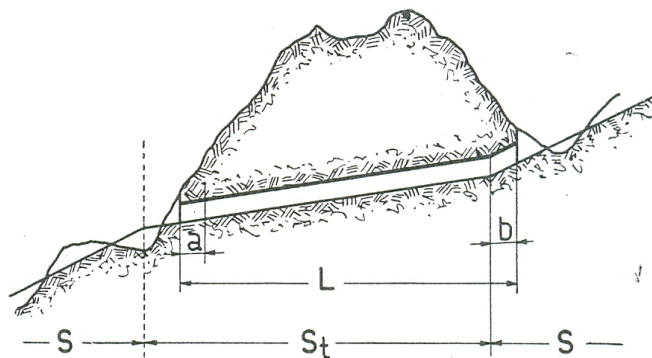
Сл.18. Надолжен профил на тунел

1.1.8. Привремени објекти при градење на тунел

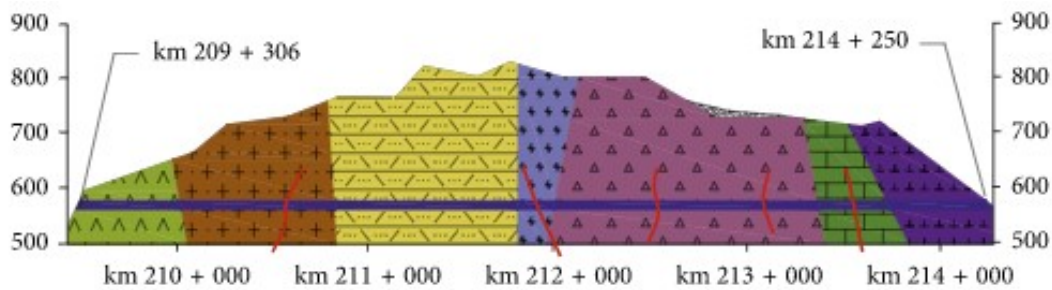
Класичните методи за изведба на тунели може да бидат методи каде секогаш работата почнува со поткоп во правецот на осовината на тунелот. Постојат и други класични методи кај кои изведбата зависи од: земјата низ која минува тунелот, начинот на подградување на тунелот и од обележување на тунелскиот профил. Се применуваат англиска метода, австриска метода, белгиска метода и др., а името го добиле зависно во која земја за прв пат се применила таа метода.



Сл.19. Подолжен пресек на тунел со два наклона



Сл.19 а. Подолжен пресек на тунел со еден наклон



Сл.20. Подолжен пресек на тунел

Кај тунелот влезниот и излезниот дел се вика влезен портал. При изградба на тунел се користат привремени (помошни) објекти и тоа:

- поткоп (штолна);
- шахта (окно).

Шахта е објект во вид на цевка поставена вертикално со отвор само на едниот крај. Денес тунелите се градат на современ начин и тоа со: метод на метален штит, кесонски метод, келнски метод и др. Овие современи методи се применуваат на слаби терени со големи земјени притисоци и големи количества на вода.

Под тунелски поткоп се подразбира тунел со мал попречен пресек од 5 до 10 m². Може да биде како самостоен дел или како фаза во изградбата на тунелот.

При изведбата на тунелот со горен поткоп, прво го прошируваме горниот дел од тунелот на двете страни на полн профил.

При изведбата на долен поткоп, се продолжува со работата, така што, со помош на пробивање нагоре го изведуваме горниот поткоп. После тоа го прошируваме горниот поткоп на двете страни во полн профил. Пробивањата се со ширина од 1,5 до 2,5 m и со должина од 1,5 до 5 m.

Предностите на изведбата на тунел со помош на долен поткоп се:

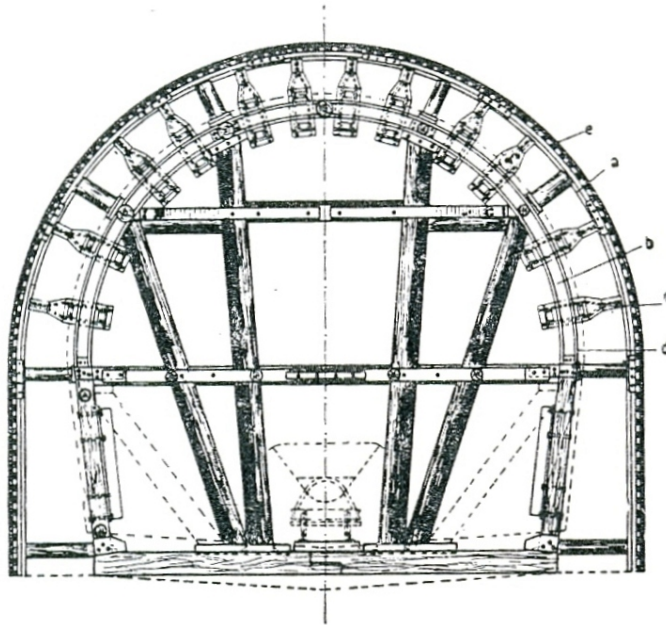
- добро одводнување, бидејќи на почеток може да се изведе канал;
- едноставен транспорт;
- сите инсталации кои ги инсталираме се дефинитивни;
- поголема сигурност;
- служи за насока и висина на тунелот.

Недостатоците на изведбата на тунел со долен поткоп се:

- зголемен обем на работата;
- проветрувањето е отежнато.

1.1.9. Оплата на поткопот

При изградба на тунел за да се спречи одронувањето, се подградува отворот на тунелот (сл.21). Подградувањето е повремено, а кај послаб вид на земја, подградувањето е потполно по целата должина на тунелот.



Сл.21. Оплата на поткопот



Сл.22. Тунелска оплата



Сл. 23. Тунелска оплата

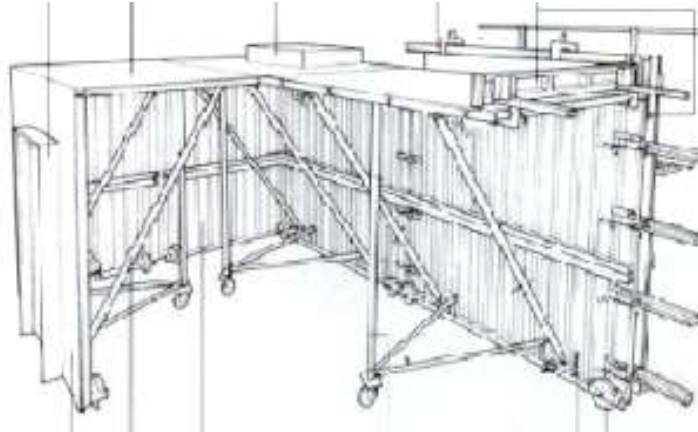


Сл. 24. Поставување на тунелска оплата

1.1.10. Видови дрвена оплата

Има повеќе видови дрвени оплати, (сл.25) и тоа во облик на:

- половина рамка;
- полна рамка.



Сл.25. Дрвена тунелска оплата

1.2. Класични методи за градење тунели

Класичните методи името го добиле според земјата каде за прв пат е применет тој метода. На пример, белгиски метод, англиски, германски и.т.н.

1.2.1 Поделба на класичните методи според начинот на работа

Според начинот на работа постојат три групи:

- систем на јадро;
- систем на подзидување;
- систем на полн профил.

Германски метод на работа

Како претставник на првата група, систем на јадро, го разгледуваме германскиот метод на работа. Кога имаме земјиште со слаба носивост, профилот кој треба да се прокопа, се дели на поединечни пресеци, кои се копаат паралелно со тунелската оска, еден врз друг, додека не се дојде до слемето на сводот.

Средниот дел, јадрото, се копа откако ќе се заврши со тунелската конструкција.

Распоредот на работите може да се разликува и зависи најмногу од видот на земјиштето низ кое се копа тунелот.

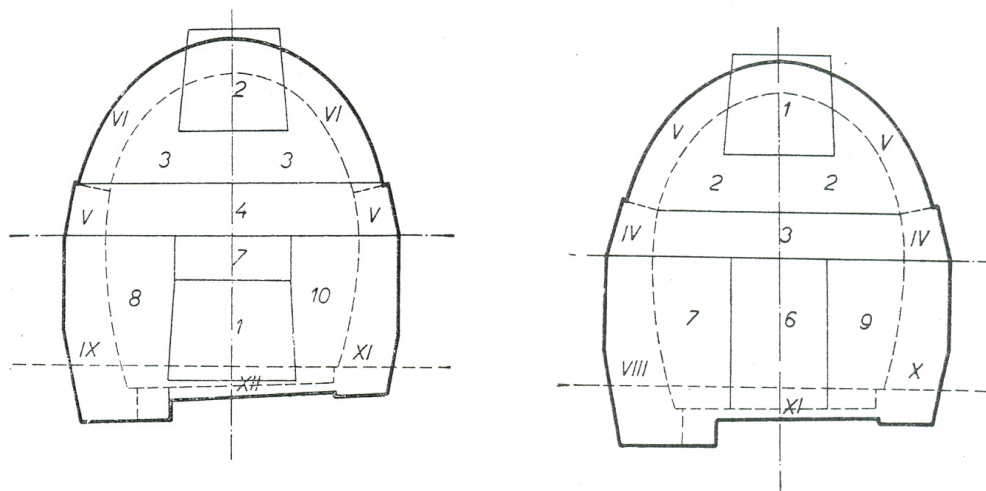
Кога земјиштето е суво и без притисок, работата ја започнуваме со копање на горниот поткоп, после тоа се копаат паралелни поткопи по обемот на тунелот еден под друг сè до темелот на сводот.

Кога земјиштето е потопено во вода, работата ја започнуваме од темелот, па се прокопуваат поткопи еден до друг нагоре кон слемето на сводот, така што се овозможува исцедување на водата и нејзино одведување надвор од тунелот.

Белгиски метод на работа

Овој метод се одликува по тоа што претходно се врши ископ на горниот дел од тунелскиот профил и бетонирање на горниот свод, а потоа се врши прокопување на долниот дел на профилот. Начинот на работа и распоредот кај овој метод е следниот:

Откако ќе се изврши прокопување на горниот поткоп, се почнува со копање на горниот поткоп. После тоа, се врши проширување на профилот лево и десно од горниот поткоп. Кога горниот дел од тунелот е проширен, се врши бетонирање на бочните делови и сводот. Потоа се врши проширување на долниот дел и се врши бетонирање од едната па од другата страна. На крај се прокопува дното на тунелот. (сл.28).



Легенда:

1. Ископ на горен поткоп
2. Проширување домала калота
3. Проширување до голема калота
- IV. Бетонирање на горен свод
5. Ископ на подолжен просек
6. Ископ на опорци десно
- VII. Бетонирање на опорци лево
8. Ископ на опорци десно
- IX. Бетонирање на опорци десно

Сл.28. Белгиски метод на работа

Нов Австриски метод

Овој метод овозможува поставување на подградба од тенок слој на прскан бетон, со што се спречува деградирање на околното земјиште. Прсканиот бетон може да се применува во комбинација со мрежаста арматура, како и со анкери, како би се обезбедила цврста врска на прсканиот бетон со околниот материјал.

Прсканиот бетон е мешавина од агрегат со димензии 12 до 16 mm, цемент, забрзувач и вода и се нанесува под притисок на ѕидовите од ископот.

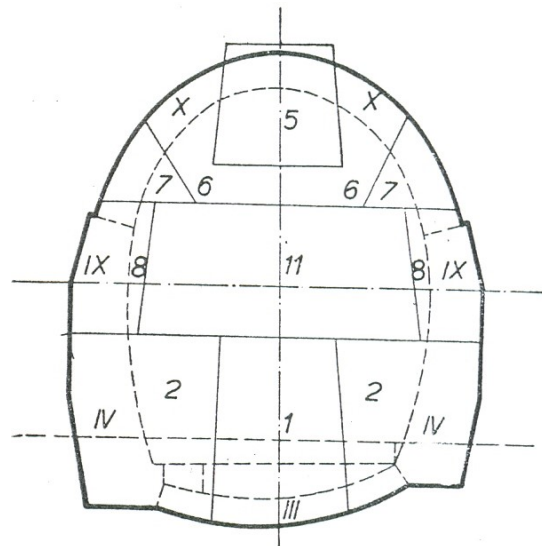
Предности на овој метод се:

- лесна подградба;
- можност за ископ на големи тунелски пресеци;
- изведба на потенка облога;

Други класични методи на работа

Италијански метод

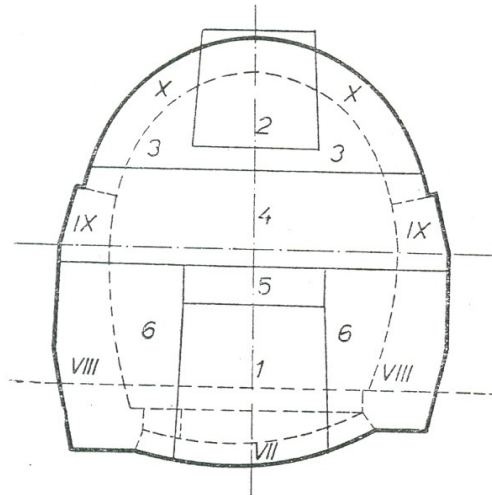
Кај овој метод карактеристично е што се работи во кратки прстени со должина од 1,5 до 2 m. кои се ископуваат со подолжни и попречни поткопи, прво во долниот дел. После тоа се врши ѕидање, се создава вештачко јадро. Овој метод се користи поретко, бидејќи е неекономичен и тежок за изведба. (сл.29).



Сл.29. Италијански метод

Англиски метод

Овој метод се применува место новиот австриски метод во случај кога зидањето мора да почне со подножниот свод заради набабрување на земјиштето. Карактеристично за овој метод е што прво се изработува проширувањето на полн профил, а дури потоа се врши зидање и тоа почнувајќи од подножниот свод, па сè до слемето на темениот свод. (сл.30).



Сл.30. Англиски метод

1.3. Современо градење тунели

Во исклучителни случаи при градење на тунелите се применуваат и специјални начини на работа кои отстапуваат од начините на работа кои се применуваат кај класичните методи.

Американски метод на работа

Во цврсти и постојани карпи тунелот се копа веднаш во полн профил.

Дупчење на минските дупки се врши од подвижно скеле наречено „џембо“. Сите мини во полн профил се палат истовремено по електричен пат. Ваквото скеле се монтира и се демонтира брзо, бидејќи е составено од монтажни елементи.

Кога дупчењето се врши без скеле, работата на полн профил се дели во два ката, така што горниот кат оди пред долниот кат.

Метод на вештачко зацврстување на земјиштето

Овој метод се применува во земјишта кои се неврзани или потопени во вода. Зацврстувањето може да се изврши на два начина:

- по пат на вештачко замрзнување (во земјиштето се врши набивање на цевка низ која циркулира студен воздух на температура $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ или студена вода на температура од $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$;

- по пат на инјектирање на цементен малтер под притисок во земјиштето. По ваквите интервенции, раскопувањето може да се врши без поголеми потешкотии.

Метод на челичен штит

Овој метод се употребува во неврзано, но хомогено земјиште. Прокопувањето се врши во полн профил со помош на челичен цилиндар кој се состои од три дела:

- во предниот дел, обрачот на цилиндарот е изработен како нож кој под притисок се пробива во земјиштето;
- во вториот дел се наоѓаат хидраулички дигалки, преси, по обемот на цилиндарот;
- третиот дел служи за изработка на тунелскиот ѕид.

Едно напредување на ножот на челичниот цилиндар во земјиштето изнесува 45-55 см. Овој метод се користи кога се копа тунел под речно корито. Кај изработката на ваков вид тунел, поради совладување на водата, првиот дел се изработува како пневматска комора. Работата се изведува под воздушен притисок, како кај пневматски кесони.

1.4. Механизација за изградба на тунели (ископ, товарање и транспорт на материјалот)

Механизација која се користи при изработка на тунели

При копање на тунел се користи истата механизација која се користи за градење на пат или железничка линија. Работата во тунел е отежната поради тесниот работен простор, појава на подземни води, голема количина на откопан материјал и др.

Напредувањето во тунелските работи се врши со механички дупчалки, а при прокоп во карпа, цврста глина, се користи експлозив за поекономично изведување на работите.



Сл. 34. Машини за ископ на тунел



Сл. 35. Машини за изведба на тунел

Користење експлозивни средства за ископ на материјалот во тунелите

При градење на тунелите во цврсти карпести маси, потребно е во истите да се направат мински дупки, кои се полнат делумно со експлозив со фитиљ, а делумно со инертен материјал, а потоа се палат мините. При минирање на карпите во тунелот треба со најмал можен трошок на експлозивот и со најмал број на мински дупки да се постигне најголем одрон на материјалот. Односот на потрошениот материјал спрема кубатурата на искршен материјал зависи од распоредот на мински дупки и од степенот на цврстината на карпите.

Така на пример, кај цврсти карпи кои имаат само една слободна површина обично се случува еден дел од минската дупка од 30 до 45 см да остане

неоткинат. Претерано длабоки мински дупки не се препорачуваат и не се многу практични. Се смета дека една минска дупка со длабочина од 3,00 м. може да се издупчи за исто време за кое се издупчуваат две мински дупки со длабочина од 2,4 м.

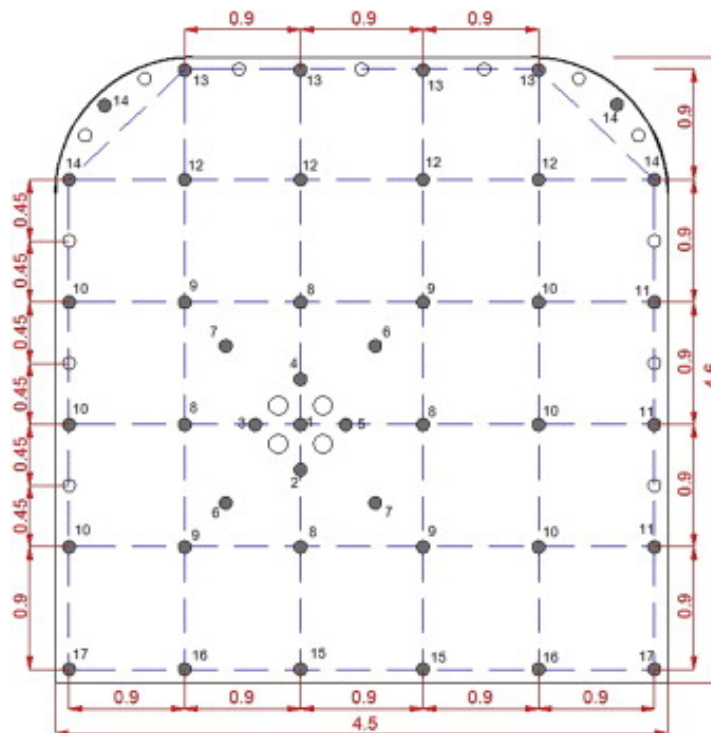
Длабочината на минските дупки при рачно товарење е од 1,2 до 1,8 м, додека кај механичко товарење тоа изнесува од 2,5 до 3,0 м.

Пречникот на експлозивите изнесува: 25, 28, 30, 32 и 35 mm, со тежина од 100 и 200 gr и 38, 45 и 60 mm, со тежина од 100, 200 и 300 gr. Пречникот на минските дупки е за 2-3 mm поширок од пречникот на експлозивите.

Бројот на минските дупки зависи од јакоста, жилавоста, слоевитоста и степенот на испуканост на карпата, од големина на попречниот пресек на поткопот и др. Тој број не треба да биде многу голем затоа што тие треба да бидат доволно оддалечени една од друга. Ако се многу блиску, би можело една мина да го попречи дејството на друга мина.

При минирањето на челото на поткопот потребно е со таканаречени почетни мини да се создаде уште една слободна површина за да може да се зголеми ефектот на следните помошни и периферни мини.

Распоредот на минските дупки зависи од видот и положбата на ударните мини. Многу често се користи распоредот на минските дупки во вид на хоризонтални паралелни редови, бидејќи тоа е во секој случај најдобар и најлесен начин.



Сл.36. Распоред на мински дупки за ископ на тунел

Товарање материјал

Како последица на овој начин на изведување на работите се добива голема количина на материјал кој треба да се натовари.

Материјалот кој е ископан во горниот поткоп се натоварува со лопати во вагонетките. Денес рачно се работи само во кратки тунели и во тунелите со мали пресеци. На пример, рачно може да се натовари една вагонетка од $0,75 \text{ m}^3$, за време од 4-10 min. Со механичко товарање, пак, може да се натовари вагонетка од 4 m^3 за време од 1-3 min.

Лентовидниот транспортер е комбинација на рачна и механичка работа на натоварување на материјалот. Двајца работници го натоваруваат ископаниот материјал на подвижна лента која се наоѓа преку повеќе вагонетки, така што материјалот, кој се носи преку лентата, паѓа врз последниот вагон. Кога тој е наполнет, целиот воз се извлекува за должина на еден вагон и се натоварува соседниот вагон.

Најпознати механички товарачи се од типот Еimко. Кога лажичката на товарачот е спуштена до самиот колосек, машината се забива во материјалот. Потоа полната лажица се издигнува и ја достигнува својата највисока положба и на крајот таа го истоварува материјалот во вагонетка. Лажицата и нејзината положба се контролира со помош на ланец кој се навиткува околу еден барабан.



Сл.37. Товарање на материјал при изведба на тунели

Транспорт на материјалот

Во случај кога поткопот е доволно широк и во него може да се постави преносна свртница, тогаш може од еден колосек да се одвлечат полни вагони, а од другиот колосек да се довлекуваат празни вагони.

Во случај кога двојниот колосек доаѓа до чело на поткопот, тогаш се поставува преку двата колосеци една преносница, па со неа празниот вагон се префрлува од еден на друг колосек.

Во случај кога не е дозволено проширување на поткопот по целата ширина, тогаш се гради ниша во која се сместува по еден празен вагон кој се враќа на колосек штом натоварениот вагон ќе се одвлече.

Транспортирањето на материјалот во тунелот може да биде со човечка сила или локомотивски погон. Кај пократките тунели до 500 m се употребува човечка сила, каде полесните вагони ги турка еден човек, додека потешките вагони ги туркаат двајца со сила од 1 m/sek. Кај поголемите угорнини се употребува и сточна запрега, така што еден коњ може да влече по 3-4 вагони од 1,00 m³, со брзина од 70 m/min.

За поголеми должини од 500 m и количина на материјал од 20000 m³ се употребува локомотивски погон. Локомотивите треба да бидат со мали димензии за да може да поминуваат низ поткопите и да произведуваат што е можно помало количество на чад и гасови.

Електричните локомотиви се најекономични, а можат да бидат контактни или акумулаторски.

Подобри и побезопасни се акумулаторските локомотиви за кои се губи време заради полнење на акумулаторот.

Моторните локомотиви кои работат на нафта, петролеј и бензин произведуваат многу штетни гасови, па затоа е потребно поголемо проветрување на тунелот.

Заради ограничениот простор и други потешкотии се смета дека транспорт на материјалот во тунел е за 2,5 пати поскапо, а низ окно дури за 5 пати поскапо од транспорт на материјалот на отворена пруга.

Транспортот на материјалот кај патните тунели се врши со помош на камиони кои се погодни за транспорт на земјен и камен материјал.



Сл.38. Транспорт на материјал при изведба на тунели

ЗАПОМНИ!

Тунелите се подземни градби по кои се водат сообраќајниците под земја. Можат да служат и за друга намена, како на пример во рудниците за наводнување и одводнување, за искористување на водени сили и др.

Пешачките тунели се градат со ширина од 3,00 m и повеќе, а висината не треба да изнесува помалку од 2,5 m.

Висината на слободниот профил за дизел локомотива е 5,7 m, а за електрична локомотива е 6,2 m. Железничките тунели се прават со ширина за два колосека и обично изнесува 8,0-8,2 m.

Каналските тунели обично се градат за поминување на еден брод, а длабочината на водата изнесува 2,5-4 m.

Под тунелски поткоп се подразбира тунел со мал попречен пресек од 5 до 10 m².

При изградба на тунели по германскиот метод, кога имаме слабо носиво земјиште, профилот кој треба да се прокопа, се дели на поединечни пресеци, кои се копаат паралелно со тунелската оска, еден врз друг, додека не се дојде до сводот.

Белгискиот метод на работа се одликува по тоа што претходно се врши проширување на калоти и изработка на темен свод, а потоа се врши прокопување на долниот дел на профилот и подсидување на столбовите.

Новиот австриски метод е комбинација од стариот австриски и англискиот метод.

Во современото градење на тунелите се применуваат и специјални начини на работа кои отстапуваат од начините на работа кои се применуваат кај класичните методи.

Кај американскиот метод дупчењето на минските дупки се врши од подвижно скеле наречено „џембо“.

Кај методот на челичен штит прокопувањето се врши во полн профил со помош на челичен цилиндар.

При минирање на карпите во тунелот треба со најмал можен трошок на експлозивот и со најмал број на мински дупки да се постигне најголем одрон на материјалот.

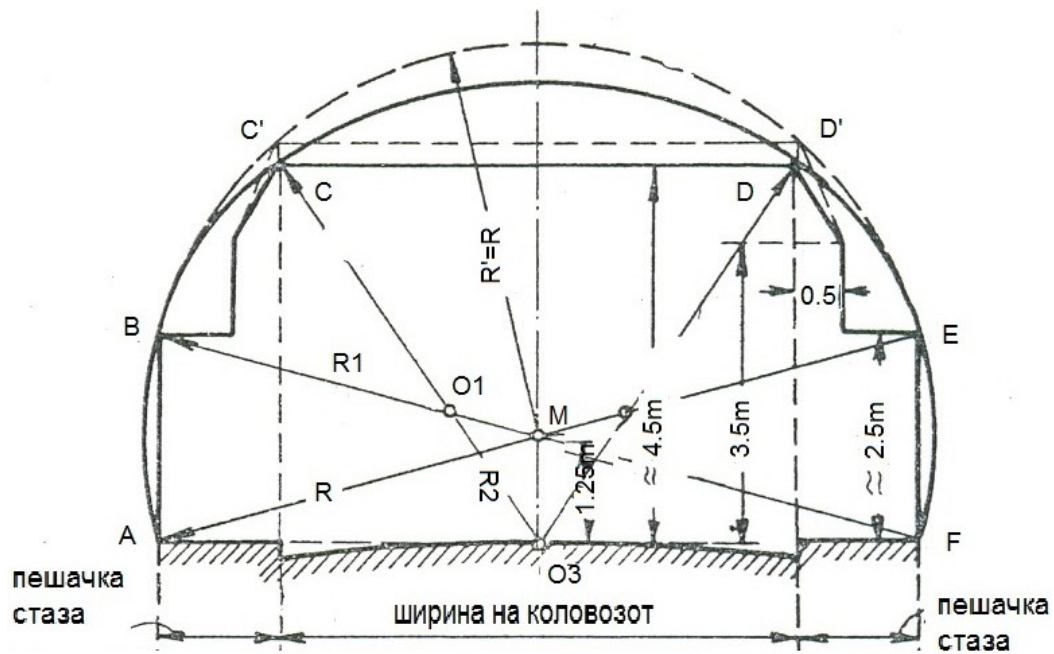
Лентовидниот транспортер е комбинација на рачна и механичка работа на натоварување на материјалот.

Прашања за повторување

1. Како се дели земјаниот материјал според јакоста?
2. Колку изнесува најмалата висината на железничките тунели?
3. Какви видови слободни профили разликуваме, според намената?
4. Кои се групите на кои се делат класичните методи за градење на тунели?
5. Кога и како се изведува германскиот метод на работа во тунели?
6. Според белгискиот метод на работа, по кој распоред се водат работите во тунелот?
7. По што се разликува новиот австриски од другите класични методи за изведба на тунели?
8. Кога се применуваат современите методи за градење на тунели?
9. На кој начин се врши копањето во тунел според американскиот метод на градење тунели?
10. Со помош на што се изведува методот на челичен штит?
11. Кои се основните препораки при минирање со мински дупки?
12. На кој начин може да се изврши натоварување и транспорт на ископаниот материјал?

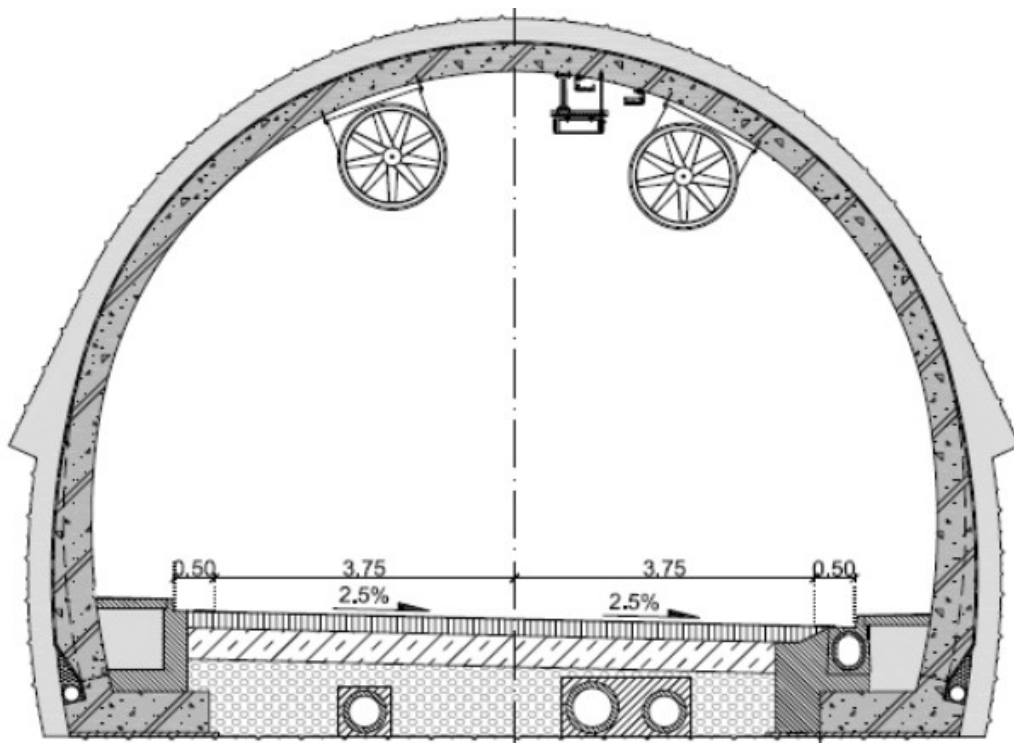
1.5 Графичко претставување на тунели

Задача 1: Да се нацрта слободен профил на патен тунел во размер $P=1:50$ (сл.39)



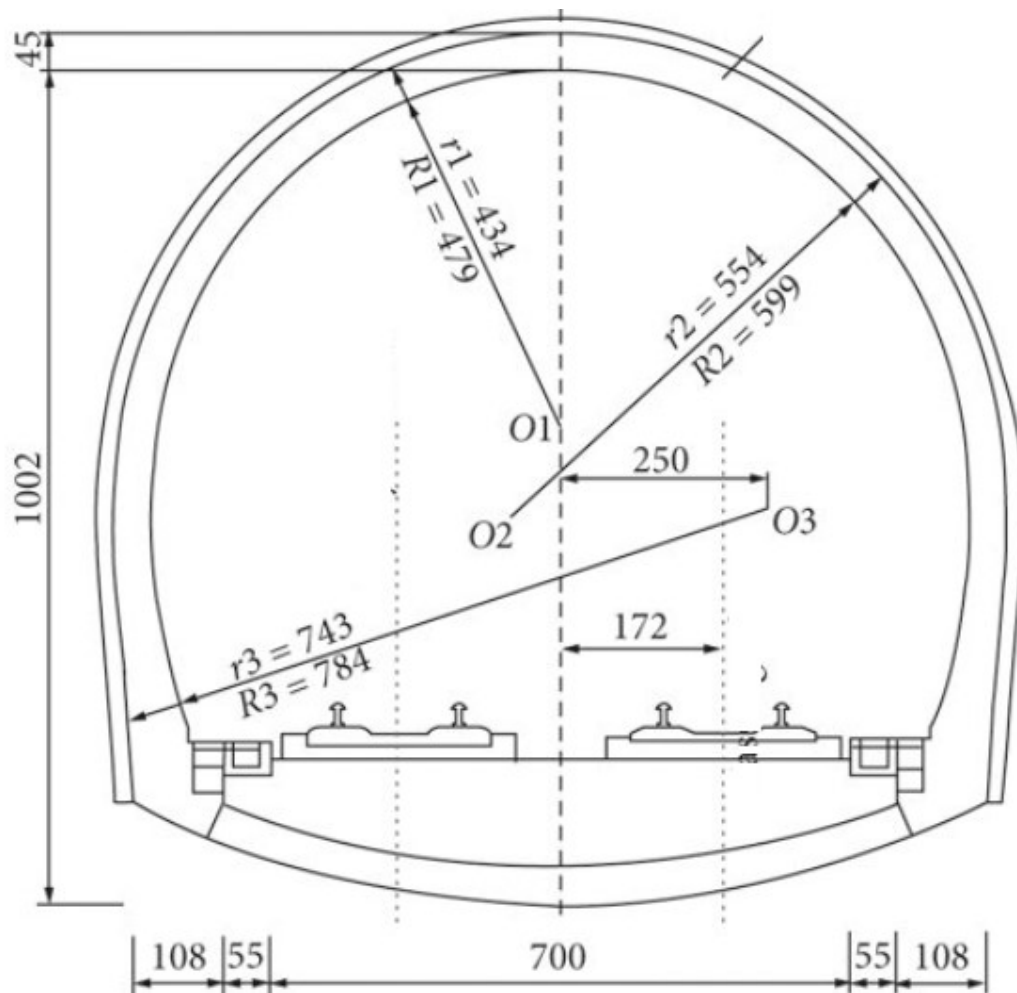
Сл. 39. Слободен профил на патен тунел

Задача 2: Да се нацрта поперчниот профил на патен тунел во размер P=1:50 (сл.40)



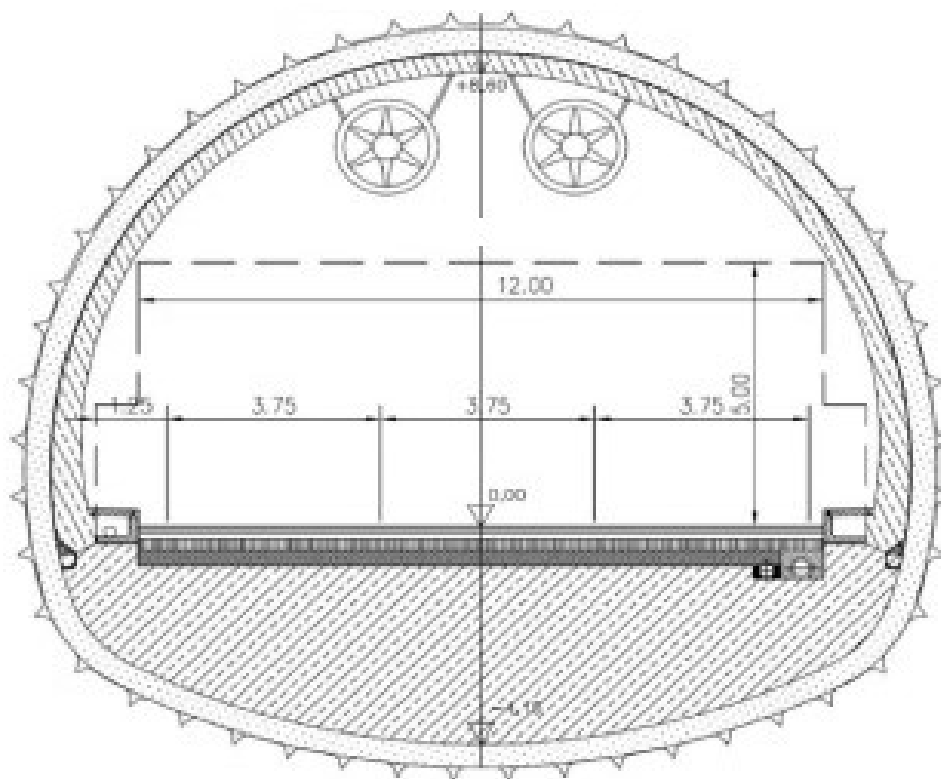
Сл. 40. Попречен профил на патен тунел

Задача 4: Да се нацрта поперечен пресек на железнички тунел во размер P=1:50 (сл.42)



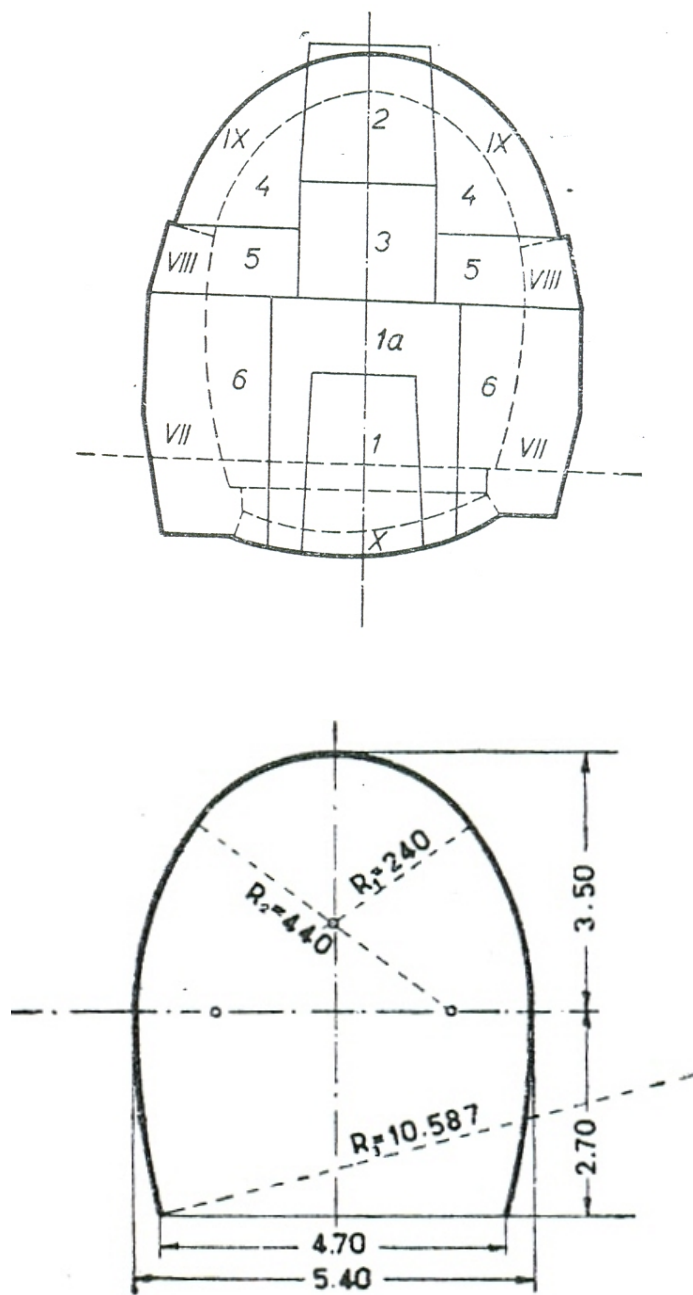
Сл. 42. Попречен профил на железнички тунел

Задача 5: Да се нацрта попречен пресек на патен тунел во размер P=1:50 (сл.43)



Сл.43. Попречен профил на патен тунел

Карактеристични попречни профили на тунели



Сл. 44. Попречен профил на железнички тунел



Модул 2 – Пропусти

Во овој модул учениците ќе се оспособат да:

- ✓ дефинираат пропуст како градежен објект,
да ја образложи неговата примена и
графички да претставува различни
типови конструкции на пропусти.

2. Пропусти

- 2.1. Пропусти на патишта и железнички линии**
- 2.2. Елементи на пропустите**
- 2.3. Видови конструкции на пропусти (цевасти,
параболични, сводни и плочести пропусти)**
- 2.4. Пропусти со повеќе отвори**

2. Пропусти

2.1. Општо за пропустите и нивната функција

При градење на патишта и железнички линии нивниот долен строј (земјан труп) наидува на разни препреки (реки, потоци, долови и др.). Овие препреки мора да бидат премостени со вештачки објекти. Во зависност од отворот, вештачките објекти може да бидат:

- пропусти, ако отворот е 1-5 м.;
- мостови, ако отворот е поголем од 5 м.

Пропустите се вештачки објекти кои најчесто служат за пропуштање на постојани и повремени води или сообраќајници од понизок ред (пешачки премини, селски патишта и др.) низ трупот на сообраќајницата. (сл.45).

Во зависност од условите и конфигурацијата на самото место, пропустите можат да се градат како ниски и високи пропуст.

Кога горниот раб на конструкцијата на пропустот е под самата нормална дебелина на коловозот, станува збор за висок пропуст.

Кога над горниот раб на конструкцијата на пропустот, освен нормалната дебелина на коловозот, постои и насип, станува збор за низок пропуст.

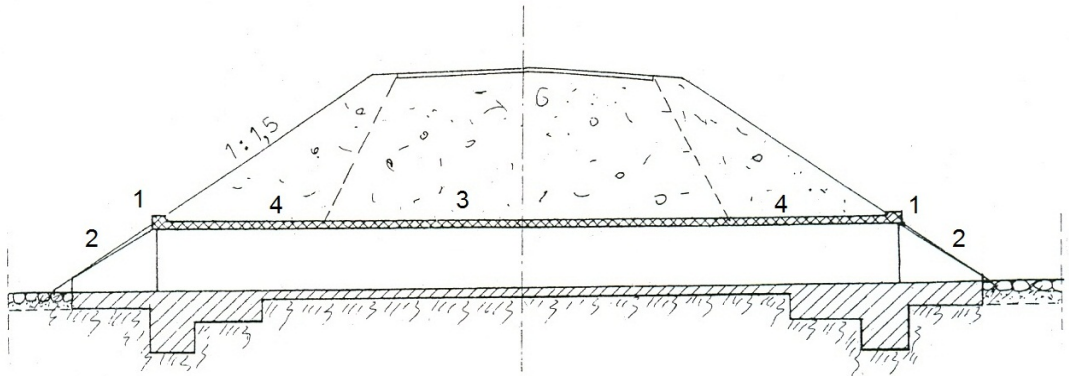


Сл. 45. Пропуст

2.2. Елементи на пропустите

Пропустите се составени од следните делови (сл.46):

- делови на влезот и излезот;
- крила;
- среден дел;
- дел под падината на насипот.



Делови на пропуст во надолжен пресек

1. делови на влезот и излезот
2. крила
3. среден дел
4. дел под падината на насипот

Сл.46. Елементи на пропуст

Поделба на пропустите

Во практиката се среќаваат следните пропусты:

- плочести;
- параболични;
- цестасти;
- сводни;
- пропусты со повеќе отвори.

Кој од овие пропусты ќе се примени кај пат или железничка линија зависи од повеќе фактори.

Според **материјалот** од кој е изграден горниот строј на пропустот, може да бидат:

- дрвени;
- камени;
- од тула;
- бетонски и армиранобетонски;
- претходно напрегнати;
- челични.

Според **векот на траење** на пропустите постојат:

- привремени (најчесто се дрвени);
- постојани.

Според **формата** на попречниот пресек се делат на:

- кружни;
- трапезни;
- правоаголни;
- триаголни;
- сводести.

Според **статичкиот систем** на главните носачи пропустот може да биде:

- гредест;
- лачен;
- плочест.

Според **оската** на долниот строј на патот или железничката линија може да бидат:

- коси (најчесто се среќаваат во практика);
- нормални (многу ретко се градат).



Сл.47. Камен пропуст



Сл.48. Сводест пропуст



Сл.49. Цеваст пропуст



Сл.50. Пропуст со кружен попречен пресек



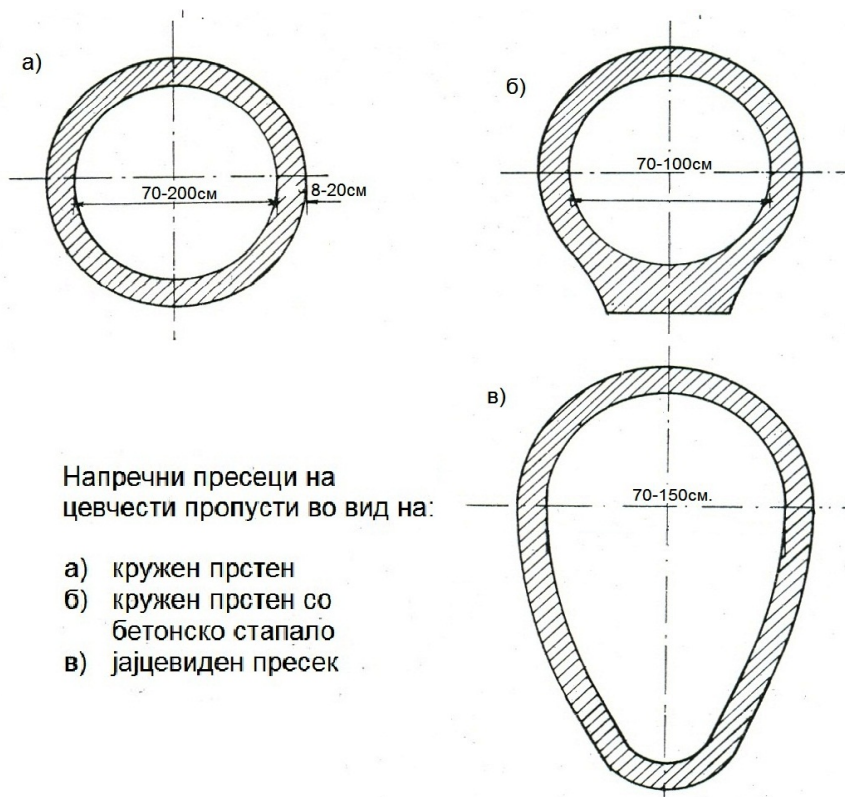
Сл.51. Изградба на пропуст

2.3. Видови конструкции на пропусати (цеваста, параболични, сводни и плочести пропусати)

Цеваста пропусати

Тие се изработуваат најчесто од бетон и армиран бетон во вид на цевки. Формата на напречниот пресек може да биде: круг, елипса, парабола или комбинација од разни криви (сл.52).

Може да бидат изведени монтажни, во фабрика. Во послабо земјиште, се изработуваат монолитно, во елементи до 6м со водонепропусни фуги заради нерамномерно слегнување на земјиштето.



Сл. 52. Видови попречни пресеци на цевести пропусти

Најчесто димензиите на дијаметарот на кругот на цевката изнесува 70-200 cm и се изведуваат кај нас во ф-ка „Карпош“ Скопје. За терен со послаба носивост на пропустот со напречен пресек кружен прстен, треба да се изработи темелно стапало.

Насипот над цевката може да се движи од 0,5 до 8,0 m.

Параболични пропусти

Параболични пропусти се посебен вид цевести пропусти каде оската на конструкцијата е составена од повеќе криви. Горната крива има облик кој овозможува во пресеците да има напрегања само на притисок. Тие личат на сводните пропусти.

Економични се во поглед на искористеност на материјалот и се изведуваат со отвори до 5 m.



Сл.53. Параболичен пропуст

Сводни пропусти

Главниот носач на сводните пропусти е сводот. Тоа е плоча свиткана во крива и истата го прима товарот и го пренесува на столбовите, т.е. сидовите. Се изработуваат од камен, бетон, а самиот свод од армиран бетон.

Се применуваат за распони 3-5 m и претставуваат архитектонски убави објекти. Столбовите имаат широки темелни стапала кои понекогаш се споени.

За поголем распон на пропустот поекономичен е сегментниот свод, а за помал распон се изведува полукружен свод.

Кога има помала конструктивна висина, сводот може да се изведе во елиптична или параболична форма, како плиток, односно со помала стрела, f (сл.54).

Дебелината на самиот свод може да биде константна или променлива.



Сл.54 Сводест пропуст

Плочести пропусти

Плочестите пропусти имаат голема примена во изградбата на патиштата. Главниот носач е плоча и најчесто се со статички систем на проста греда. Се изведуваат со налегнување на армиранобетонска плоча врз масивни столбови од камен или неармиран бетон (сл.55).

Освен статички систем проста греда за плочестите пропусти се користат уште и системите со отворена и затворена рамка.

Во случај на поголема носивост на подлогата, усвојуваме плочест пропуст во вид на отворена рамка со посебни проширувања за темелните стапала.

Во случај на послаба носивост на подлогата, темелните стапала ќе се спојат добиваме плочест пропуст во вид на затворена рамка. Кај овие рамковидни плочести пропусти за поголеми димензии на напречниот пресек сите бетонски елементи треба да бидат армирани.



Сл.55 Плочест пропуст

2.4. Пропуси со повеќе отвори

За да се избегне премногу тешката и дебела плоча кај плочестите пропуси со поголем распон, честопати се предвидува среден сид, со кој пропустот се дели на два дела. Ако е потребна поголема површина на напречниот пресек (за пропуштање поголемо количество вода) може да се примени носач во облик на рамка со три отвори.

Пропуст со повеќе од три отвори не се препорачува, туку се оди на зголемување на профилот на постојните отвори.

Ваквите рамковидни пропуссти со повеќе отвори се градат монолитно (сл. 56).

Во поново време, со производство на монтажните армиранобетонски цевки истите наоѓаат примена и кај пропустите со повеќе отвори. Обично се поставуваат по две цевки на меѓусебно растојание од 20 см. Нивниот продолжеток се изведува во вид на бетонски блок којшто едновремено обезбедува фиксна положба на цевките.



Сл.56 Пропуст со повеќе отвори

Конструктивни детали на пропустите

Во конструктивни детали на пропустите спаѓаат:

- детали кај влезот односно излезот од пропустите;
- темели;

Напречниот пресек на сите видови пропуссти се изведува секогаш под прав агол во однос на надолжната оска на самиот пропуст.

Детали кај влез односно излез од пропустот

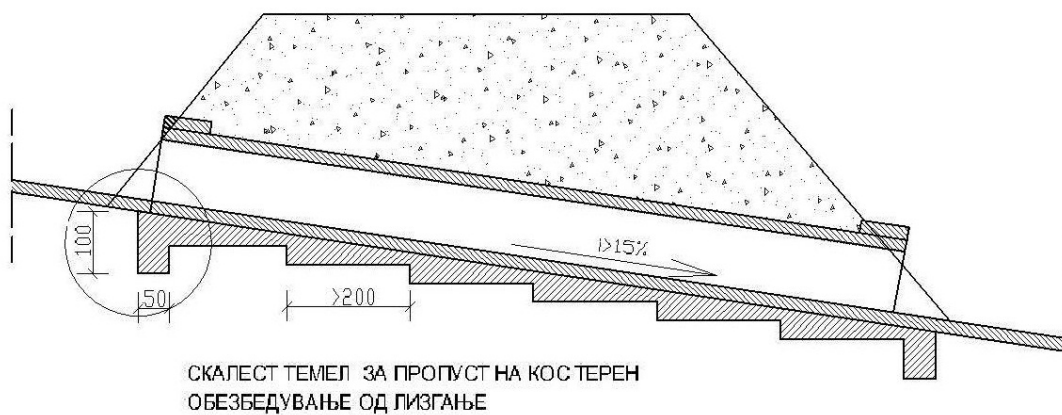
Кога пропустот е во насип, неговата конструкција обично завршува со челен ѕид и со крила во неговото продолжение. Крилата се изведуваат од бетон или од камена ѕидарија. Тие го заштитуваат насипот и го скратуваат пропустот.

Крајниот елемент од пропустот, во случај кога постојат помали водени количества, може да се изведе со плочест завршеток.

Детали кај темел

Пропустот се потпира врз темел, којшто кај послаби почви треба да биде изведен по целата должина (сл.57). На краевите се предвидува подлабок темел како обезбедување од поткопување од водата и штетните влијанија на мразот.

За хоризонтален терен, дното на пропустот се изведува со наклон 2-3 %, а кај терени со наклон се предвидуваат посебни начини за изведување на темелите заради заштита од лизгање.



Сл.57 Скалест темел кај пропуст

Детали на продолжетоци

Кога пропустот се гради од монтажни армиранобетонски цевки, нивните меѓусебни спојувања треба да бидат осигурани од влегување на водата и влажење на телото на насипот. Врската меѓу цевките најчесто е во вид на просто челно продолжување или продолжеток со муф. Најчесто, продолжетокот се обложува со глина или со цементен малтер (сл.58).



Сл.58 Детали на продолжетоци

Детали за изолација

За да се спречи влажењето на горната конструкција на пропустот од надворешните атмосферски води кои влегуваат под коловозот, потребно е да се изработи изолација над конструкцијата на пропустот. Најчесто изолацијата се изведува од три премачкувања со врел битумен со два слоја јута или тер-хартија помеѓу нив. Над ова се изведува заштитен слој од бетон во дебелина од 5 см. Кај ниските пропуси е доволно обично премечкување со врел битумен по горната површина и заштита со слој од глина во дебелина од 20 см.



Сл. 59. Детали кај изолација на пропуст

ЗАПОМНИ!

Пропустите се вештачки објекти кои најчесто служат за пропуштање на постојани и повремени води од едната на другата страна на насипот.

Кога горниот раб на конструкцијата на пропустот е под самата нормална дебелина на коловозот, станува збор за висок пропуст.

Кога на горниот раб на конструкцијата на пропустот освен нормалната дебелина на коловозот, постои и насип, станува збор за низок пропуст.

Цевастите пропуссти се изработуваат најчесто од бетон и армиран бетон во вид на цевки.

Параболични пропуссти се посебен вид цевасти пропуссти каде оската на конструкцијата е составена од повеќе криви.

Сводни пропуссти се пропуссти кај кои главниот носач е свод.

Главниот носач кај плочести носачи е плоча и најчесто се со статички систем на проста греда.

Во поново време, со производство на монтажните армиранобетонски цевки истите наоѓаат примена и кај пропустите со повеќе отвори.

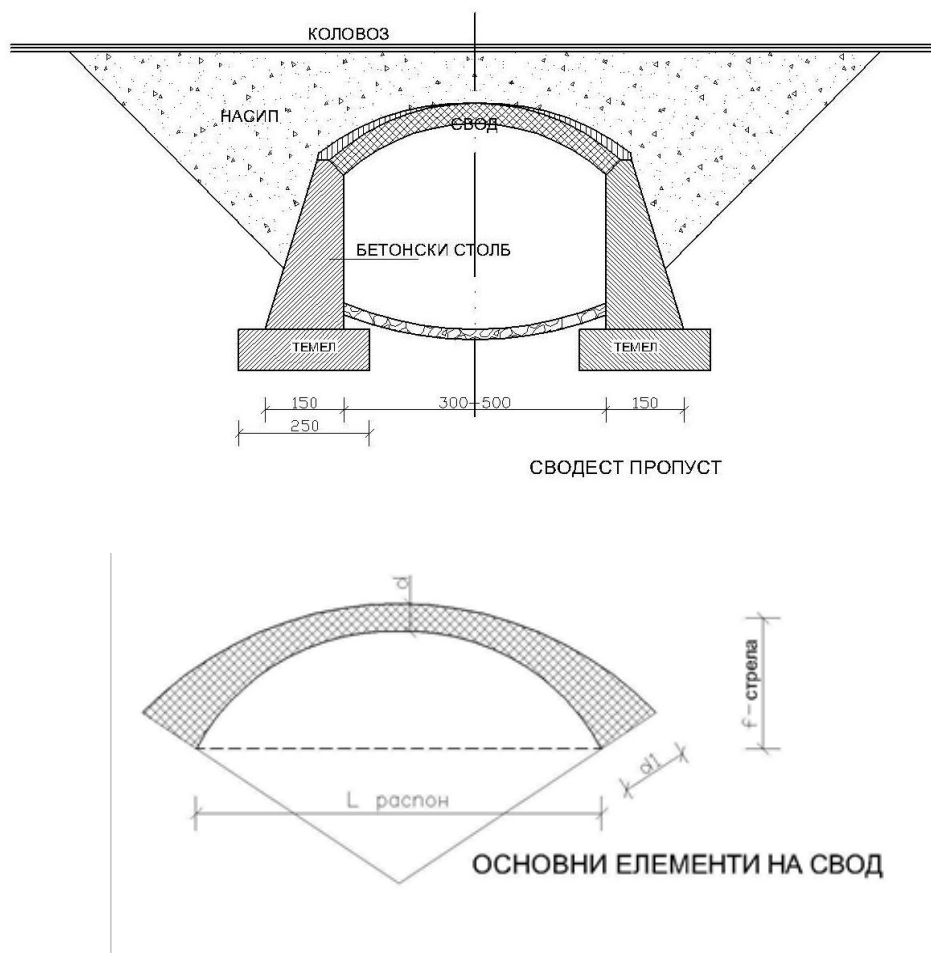
Пропустот се потпира врз темел, којшто кај послаби почви треба да биде изведен по целата должина.

Прашања за повторување

1. За што служат пропустите?
2. По што се разликуват низок и висок пропуст?
3. Какви видови пропуссти постојат според обликот?
4. Какви можат да бидат пропустите според материјалот?
5. Наброј ги деловите на пропустите?
6. За кои распони најчесто се применуваат сводни пропуссти?
7. Каде најповеќе наоѓаат примена плочестите пропуссти?

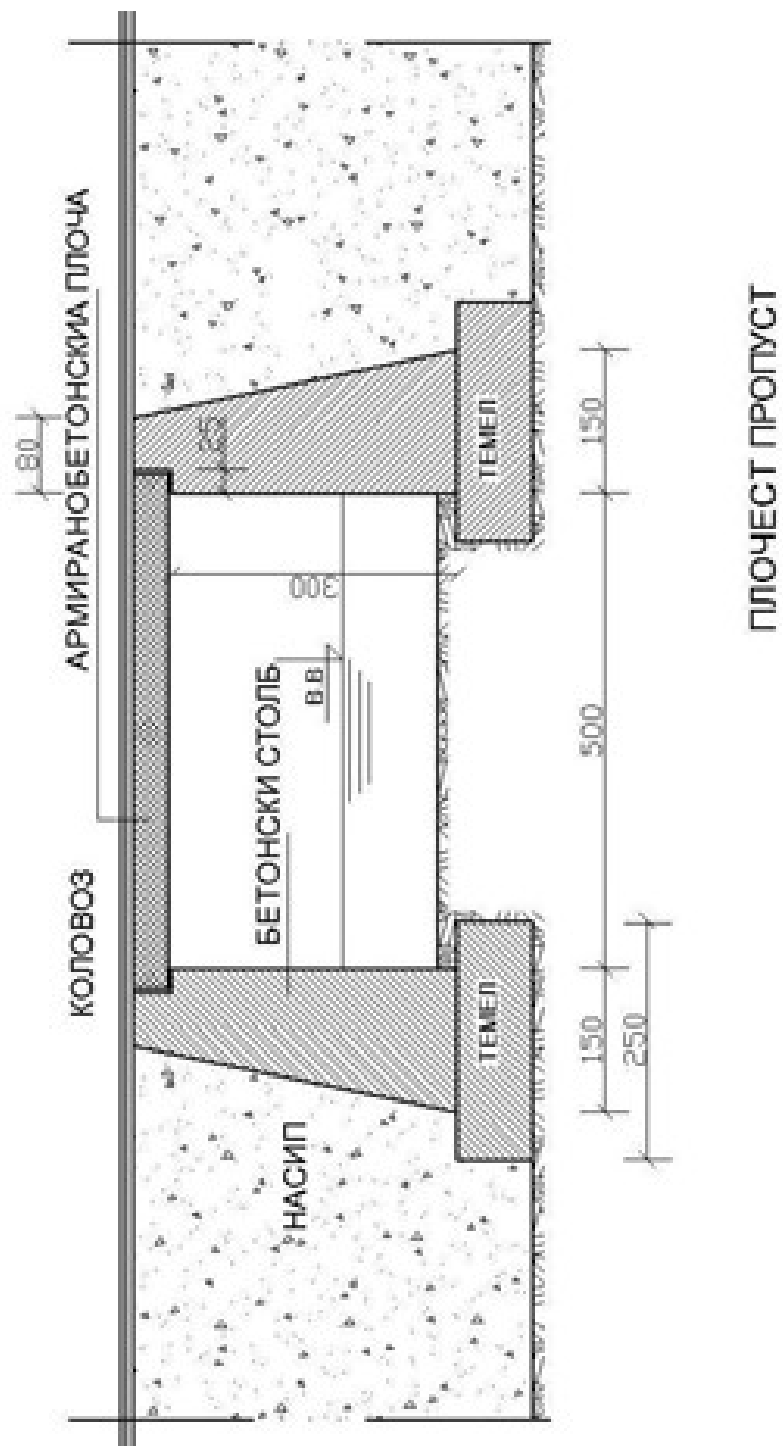
2.5. Графичко претставување на различни конструкции на пропустите (цевчести, параболични, плочести пропусты со повеќе отвори)

Задача 1: Да се нацрта сводест пропуст во размер $P=1:50$ со отвор $L=4$ m. (сл.60)



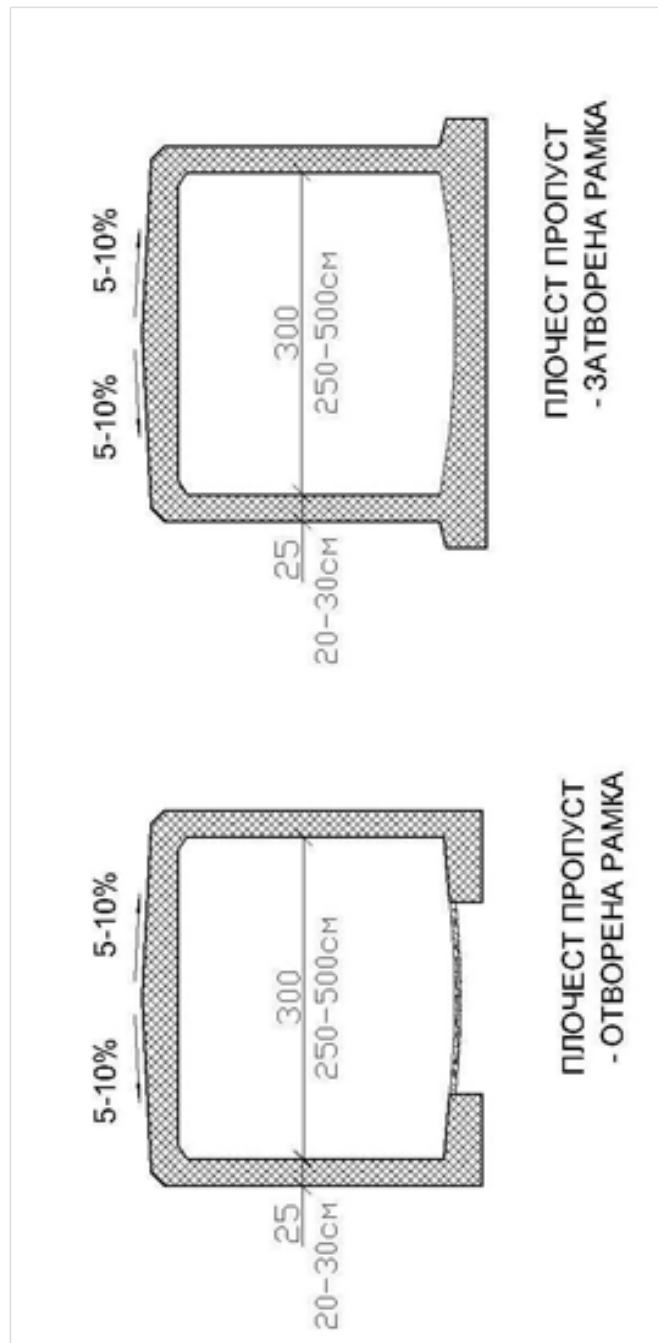
Сл. 60 Сводест пропуст

Задача 2: Да се нацрта плочест пропуст во P=1:50 со отвор L=5 m.(сл.61)



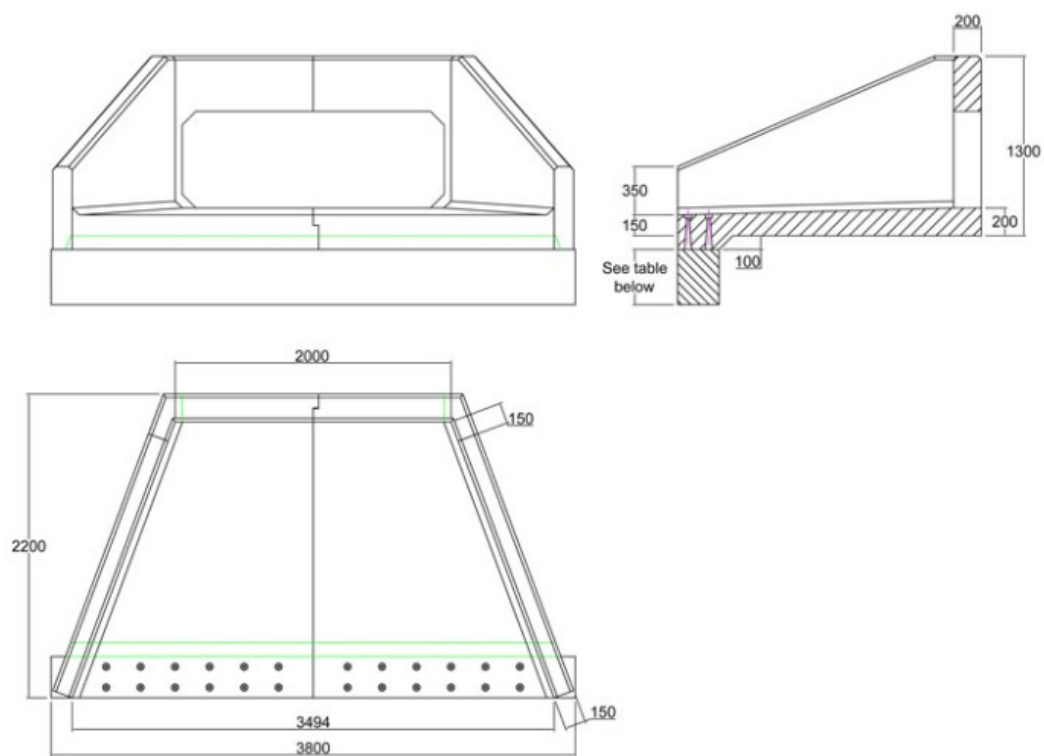
Сл. 61. Плочест пропуст

Задача 3: Да се нацртаат плочести пропусци со отворена и затворена рамка во размер P=1:50 со отвор L=3 m.(сл.62)



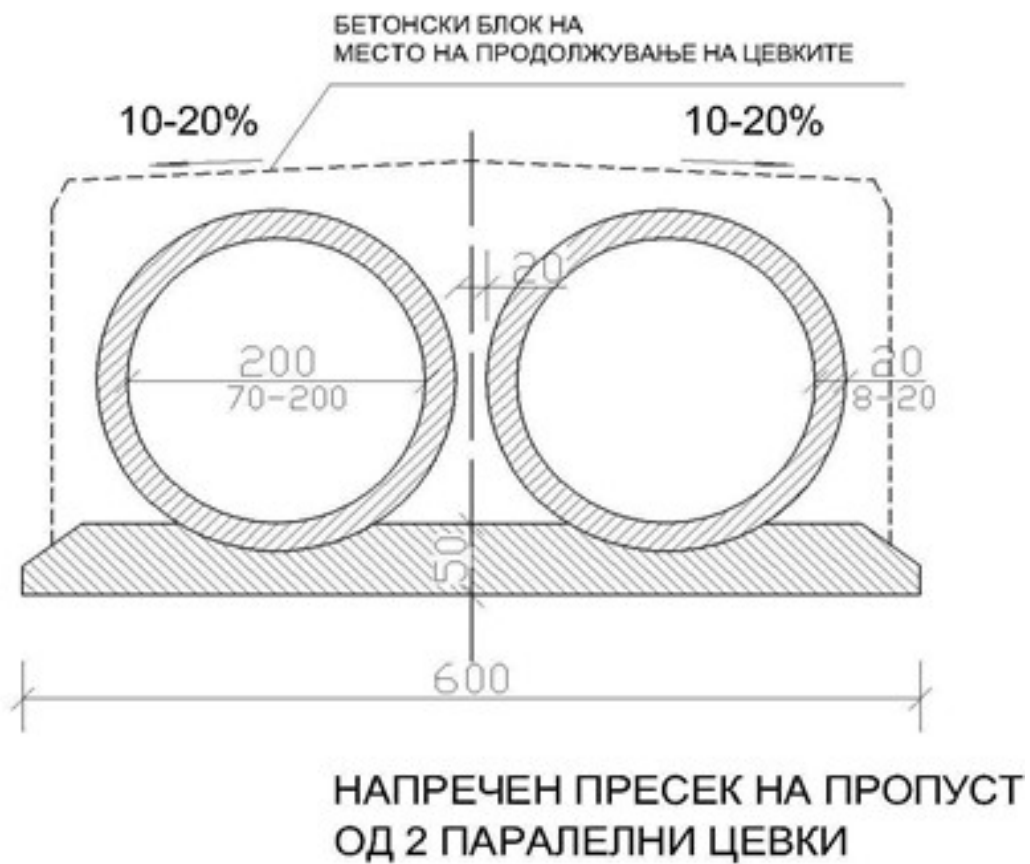
Сл. 62. Плочест пропуст

Задача: Да се нацрта плочест пропуст во размер $P=1:50$ со отвор $L=3$ м.
(сл.63)



Сл. 63. Плочест пропуст

Задача 4: Да се нацрта напречен пресек на пропуст од две паралелни цевки во размер P=1:50 со отвор L=2 м. (сл.64)



Сл. 64 Пропуст од две паралелни цевки



Модул 3- Мостови

Во овој модул учениците ќе се оспособат да:

- ✓ **Дефинираат мост како градежен објект, да ја образложат неговата примена и графички да претставуваат различни типови конструкции на мостови.**

3.Мостови

- 3.1. Општо за мостовите**
- 3.2. Поделба на мостовите според различни критериуми**
- 3.3. Елементи кај мостовите**
- 3.4. Плочести мостови – проста греда**
- 3.5. Гредни мостови – проста греда**
- 3.6. Лачни мостови**
- 3.7. Полумонтажни патни мостови со мал распон**
- 3.8. Полумонтажни железнички мостови со мал распон**

3. Мостови

3.1 Општо за мостовите

Мостовите се градежни објекти, кои служат за премостување на разни препреки при градење на патишта и железнички линии. Мостовите се градат за да се совладаат препреките за да можат возилата или пешаците да поминат преку празниот простор кој е дел од теренот.

Градењето мостови е вештина која датира уште многу одамна. Старите народи, а особено старите Римјани се истакнувале во градењето мостови. И денес се останати многу од овие градби кои сведочат за оваа вештина (камени мостови, аквадукти, вијадукти).

Подоцна, покрај камени мостови, почнуваат да се градат и мостови од лиено железо. Првиот мост од железо бил поставен 1779 година преку реката Северн во Англија. Со пронаоѓањето на челикот мостовите почнуваат да се градат од челик. Се поголемата побарувачка на мостови од челик го поттикна и производството на префабрикувани и стандардизирани делови и носиви челични елементи кои и денеска се употребуват 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, градбата на мостовите доживува преродба. Примената на истиот овозможува проектирање на мостови со многу поголеми распони од дотогаш постигнатите.

Мостот како градежен објект има за цел да ја совлада препреката така што просторот за минување на водоток или пат остане потполно слободен. Уште на почетокот на градење на мостовите, по својата цел и намена биле предодредени да ги исполнат интересите на патиштата, т.е. да обезбедат што поефтино, поудобно и посигурно движење на возилата или пешаците по нив.

Со еден збор, може да се каже, дека мостот не смее да ја прекине линијата на трасата на патот или железничката линија и при зголемени трошоци. При избор на положбата на трасата, во голема мерка може да има влијание изборот на местото на кое треба да се изгради мостот.



Сл.65. Мост со главен носач челична решетка

3.2 Поделба на мостовите според различни критериуми

Според **препреката** мостовите може да бидат:

- вијадукти (препреката е суводолица);
- натпатници (препреката е друга сообраќајница);
- потпатници;
- мостови за премостување на заливи (мореузи);
- речни мостови.

Според **намената** мостовите може да бидат:

- патни;
- железнички;
- пешачки;
- аквадукти.

Според **материјалот** од кој се изградени, мостовите може да бидат:

- дрвени;
- камени;
- бетонски;
- армиранобетонски;
- челични;
- комбинирани;
- преднапрегнати.

Според **статичкиот конструктивен систем** мостовите може да бидат:

- мост систем проста греда;
- греда со два препуста;
- герберова греда;
- континуирана греда;
- рамка.

Според **трајноста** можат да бидат:

- постојани;
- привремени.

Според **подвижноста** мостовите може да бидат:

- подвижни;
- неподвижни.

Според **начинот на изведба** мостовите може да бидат:

- монолитни;
- монтажни;
- полумонтажни.

Според **бројот на отвори** мостовите може да бидат:

- со еден отвор;
- со повеќе отвори.

Според **положбата на коловозот** мостовите може да бидат:

- коловоз горе (над главниот носач);

- со коловоз меѓу главните носачи;
- мостови со спуштен коловоз.

Според **поставеноста на мостот** во однос на подолжната оска на препреката разликуваме:

- прав мост;
- кос мост.



Сл.66. Дрвен мост



Сл.67. Камениот мост во Скопје



Сл.68. Армиранобетонски преднапрегнат мост Гоце Делчев во Скопје

Конструктивни делови на мостот

Кај мостовите градежните делови ги групираме во две групи:

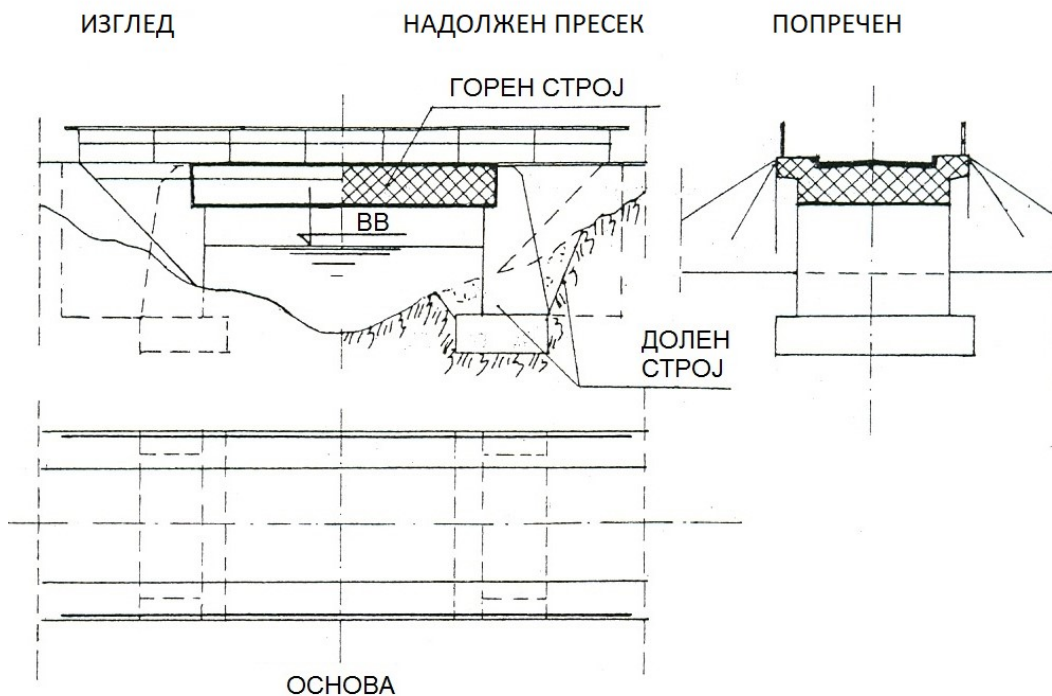
- а) делови на долен строј на мостот;
- б) делови на горен строј на мостот.

Во долниот строј на мостот спаѓат сите делови кои се наоѓаат под лежиштата:

- столбови;
- темели;
- крила;
- конуси.

Во горниот строј на мостот спаѓаат: (сл.69)

- главните носачи (греди и плочи кои налегнуваат на крајни столбови или средни столбови);
- попречни носачи;
- коловозна плоча со своите придружни елементи (ивичници, ограда, дилатација и др.).



Сл.69. Плочест мост

Задачата на горниот строј на мостот е да ги прими товарите од возилата и да ги пренесе на долниот строј. Долниот строј (столбови со темели, крила) треба да ги пренесат товарите на добро носива почва и да го поврзе објектот со патот.

Мостовите треба да задоволат повеќе услови (да имаат убав изглед, да бидат функционални, стабилни, економични и да се вклопуваат во конфигурацијата на теренот).



Сл. 70. Челичен пешачки мост во Скопје

3.3. Елементи кај мостовите

Кај мостовите главни и важни елементи при проектирањето се:

- а) отвор на мостот;
- б) конструктивна висина;
- в) распон на мостот;
- г) слободна висина.

Отвор на мостот

Отвор на мостот е хоризонтално растојание мерено меѓу внатрешните страни на крајните столбови. Доколку кај мостот постојат и средни столбови,

отворот претставува должина која се добива кога од хоризонталното растојание меѓу крајните столбови ќе ја одземеме вкупната ширина на средните столбови, измерена по надолжната оска на мостот.

Распон на мостот

Распон на мостот претставува распон на неговите главни носачи. Распон на главните носачи е хоризонтално растојание меѓу лежиштата на тој носач, мерено од оска до оска на лежиштето.

Конструктивна висина

Конструктивна висина на еден објект е вертикално растојание меѓу нивото на висока вода и нивелетата на мостот.

Горенаведените три елементи се главен патоказ при одбирање на систем на мостот при проектирање на мостот.

Слободна висина на мостот

Слободна висина на мостот е вертикално растојание мерено од нивото на висока вода до најдолниот раб на горен строј кај мостовската конструкција. Од оваа висина зависи дали има можност под мостот да минуваат пловни објекти.

Основни карактеристики на мостовите според видот на главните носачи

3.4. Плочести мостови – проста греда

Тоа се такви конструкции, каде коловозната плоча претставува главен носач. Се градат за релативно мали распони бидејќи за поголеми распони се добиваат големи дебелини на плочата и мостот е неекономичен. Плочестите мостови се градат за мали конструктивни висини. Најдобро е плочата да се изведува со $h=40-45$ cm. која може да биде константна или променлива. Плочест главен носач може да се примени за сите статички системи на мостовите.



Сл.71. Плочест мост

3.5. Гредни мостови – проста греда

Тие претставуваат гредна скара над која се лие армиранобетонска коловозна плоча. Гредната скара може да биде проста, ако е составена од главни и споредни носачи, и сложена, ако покрај главните и попречни има и помошни, секундарни носачи (сл 72).

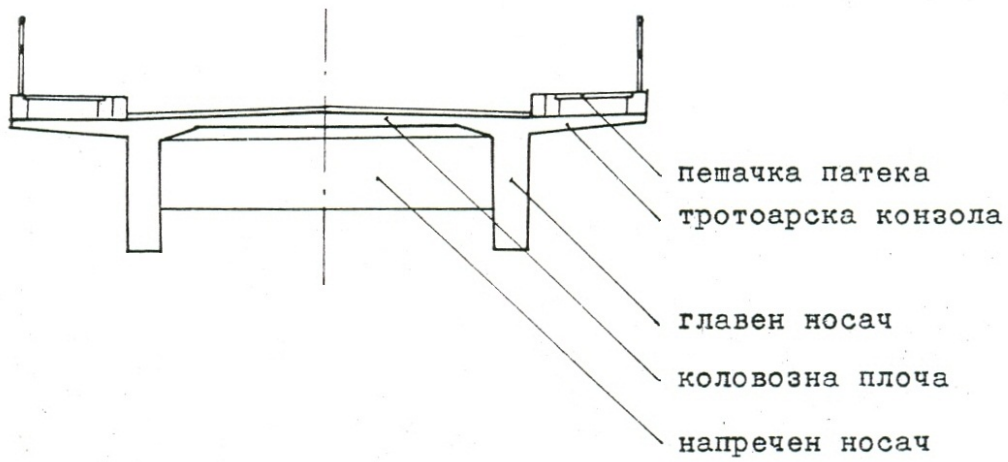
Во однос на статичкиот систем, гредниот главен носач може да биде:

- систем проста греда;
- греда со препуст;
- континуирана греда.

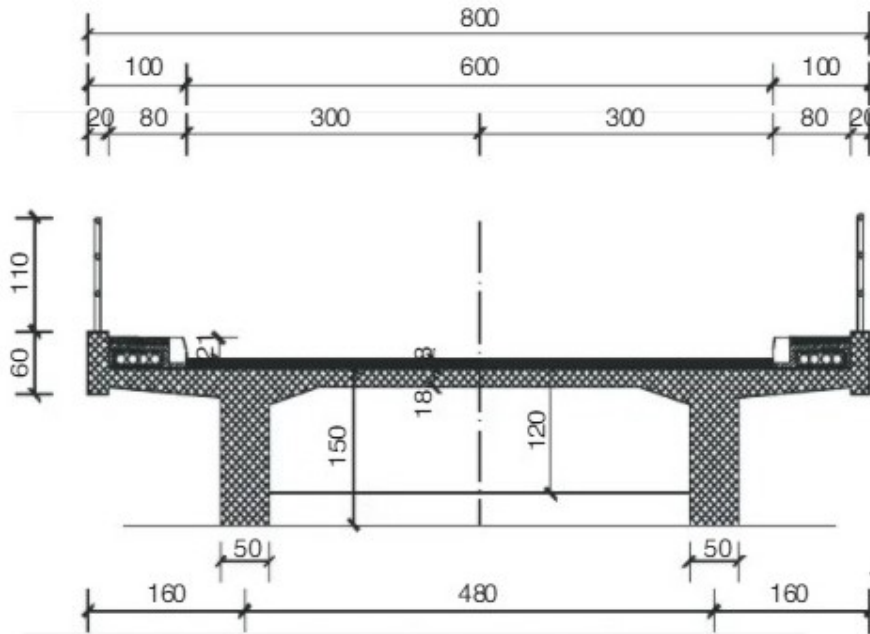
Главните гредни носачи се изведуваат од армиран бетон со исполнет или олеснет попречен пресек. За поголеми распони се применува преднапрегнат бетон.



Сл. 72. Греден мост



Сл.73. Напречен пресек на греден патен мост



Сл.74. Напечен пресек на греден патен мост

3.6. Лачни мостови

Во изглед имаат форма на свод. Кај сводните армиранобетонски мостови, главните носачи можат да бидат во форма на лак или свод. Лакот е со мала ширина всушност свиткан стап, додека сводот е со поголема ширина и е свиткана плоча. Во однос на потребниот материјал изградбата на овие видови мостови во однос на плочестите или гредните е поекономично, додека е покомплицирана изведбата на оплатата.

Со овие мостови се премостуваат поголеми распони, како на пример изградбата на „Титов мост“ на островот Крк, Р. Хрватска со распон од 390 м.



Сл.75. Лачен мост „Титов мост“ на островот Крк, Р. Хрватска

Полумонтажни мостови

Заради економичноста и брзината, денес ја користиме и монтажната изградба на мостовите. Во фабрика се изработуваат главните носачи, напречните носачи, коловозната плоча и елементите на пешачките патеки и се транспортираат до објектот, каде се поврзуваат во една целина. Полумонтажните мостови се делат на две групи и тоа:

- патни полумонтажни мостови;
- железнички полумонтажни мостови.

Полумонтажните мостови исто така се делат на:

- полумонтажни мостови со мали распони;
- полумонтажни мостови со поголеми распони.

3.7. Полумонтажни патни мостови со мал распон

Кај полумонтажните армиранобетонски патни мостови со помали распони спаѓаат мостови со распони на главните носачи до 20 m. Кај нас главно се применуваат монтажни главни носачи проектирани и изработени во АД Гранит Скопје и АД Карпош Скопје. Полумонтажните армиранобетонски патни мостови со помали распони може да се изведат и од преднапрегнат бетон.



Сл.76. Префабрикувани монтажни елементи



Сл.77. Поставување на префабрикувани монтажни елементи



Сл.79. Видови товари кај патни и железнички мостови

Конструктивни детали кај патни и железнички мостови

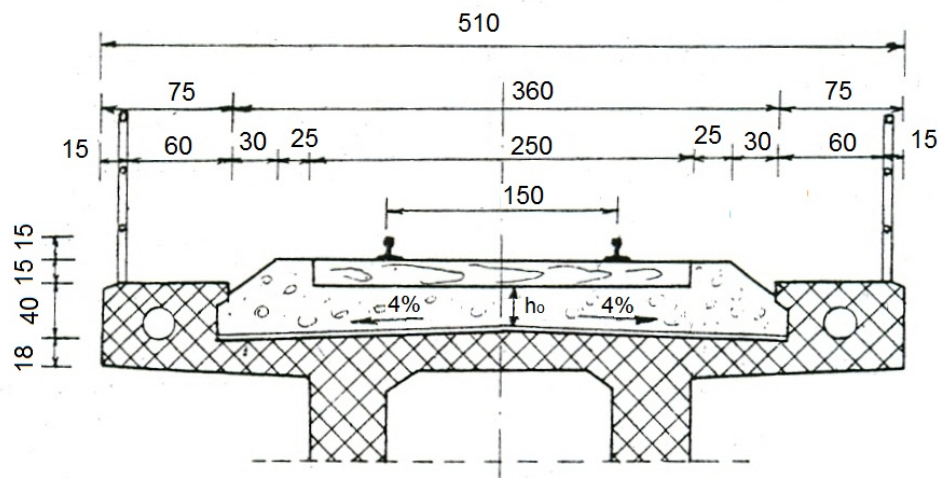
Коловози

Според видот на сообраќајот кој се одвива врз нив разликуваме:

- коловози на железнички мостови;
- коловози на патни мостови.

Коловози на железнички мостови

Кај железничките армиранобетонски мостови коловозот треба да е ист каков што е и на отворена пруга. На мостовите шините и праговите треба да бидат поставени врз прекривка од толченик кој треба да биде сместен во армиранобетонско корито. Ширината на коритото на едноколосечен мост со нормален колосек изнесува најмалку 3,60 m. Дебелината на прекривката од толченик треба да биде најмалку 40 cm (сл.80). Кај специјални колосеци можат да се сретнат мостови каде што праговите се поставени директно на коловозната плоча без прекривка од толченик, а за конструкцијата се врзани со посебни анкери.

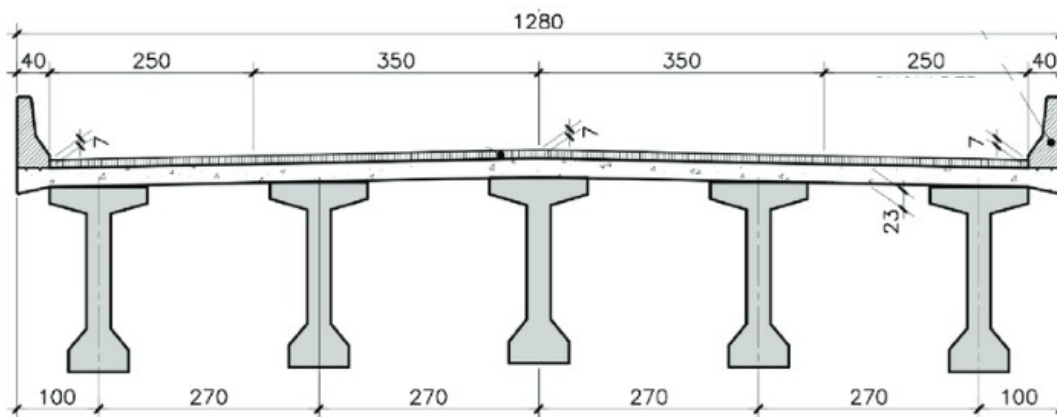


Сл.80. Напречен пресек на железнички мост

Коловози на патни мостови

Коловозите на патните мостови не треба да се разликуваат од коловозите на патиштата. Ширината и падот на коловозот на мостот треба да е иста како онаа на патот. Армиранобетонската коловозна плоча претставува добра подлога на разни видови коловози. Врз неа се изработува изолација во зависност од видот на коловозот.

Најчесто се применува асфалтен коловоз. Тој се изработува како тврдо леан асфалт во слој од 5 до 6 см, или од ситнозрнест асфалтбетон во два слоја од по 3 см. Исто така може да се сретнат коловози комбинирани од еден слој на тврдо леан асфалт од 3 см. и еден слој од асфалтбетон во дебелина од 4 см. Напречниот наклон на коловозот на мостот треба да биде од 1,5 % до 2 %.

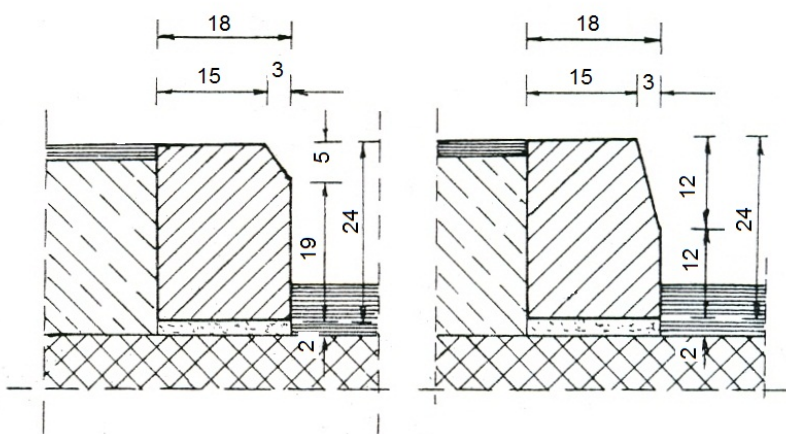


Сл.81. Напречен пресек на патен мост

Пешачки патеки и ивичници

За безбедно и непречено одвивање на пешачкиот сообраќај, на мостовите се предвидуваат засебни пешачки патеки. Тие се изведуваат во вид на конзоли кои завршуваат со надолжна греда во која се врши вкештување на оградата.

Покрај тоа, на рабната греда се изведува и окапница во вид на жлеб, а кај монтажните рабни греди, окапницата се предвидува уште во фабрика. (сл.82)





Сл.82. Видови рабници

Пешачки патеки и ивичници кај железничките мостови

Ширината на пешачките патеки кај железничките мостови треба да изнесува од 60 до 75 см којашто може да се зголеми ако станува збор за железнички мост во населено место. Пешачките патеки се проектираат од двете страни на мостот и во нив се оставаат отвори за сместување на инсталации (кабли, цевки и др.). Отворите се покриваат со монтажни армиранобетонски плочи со дебелина од 5 до 8 см.



Сл.83. Пешачки патеки кај железнички мост

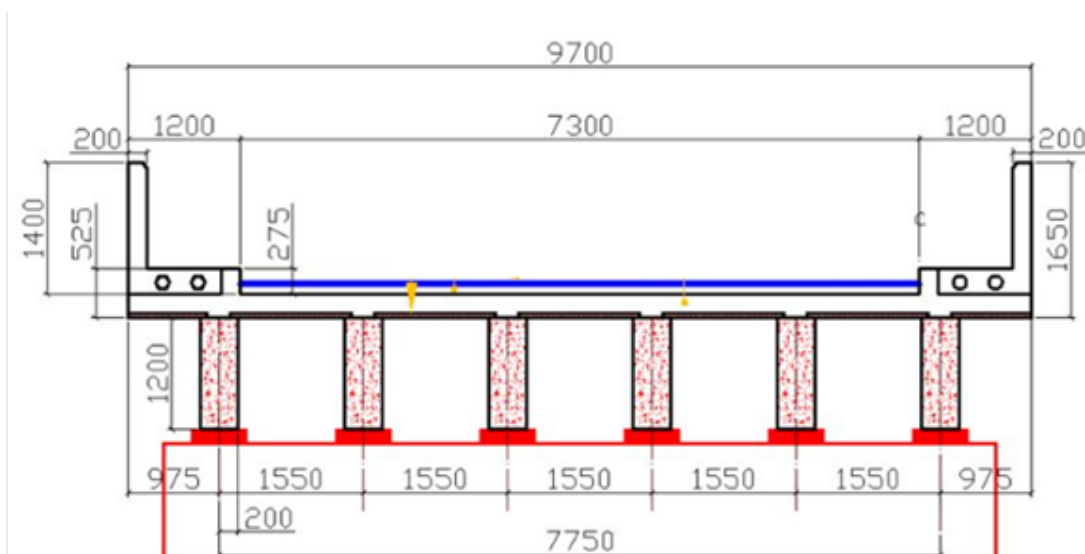
Пешачки патеки и ивичници кај патни мостови

Како најмала ширина на пешачките патеки кај патните мостови се усвојува ширина од 75 см, а постојат градски патни мостови со патеки со ширина и до 3,0 м. Пешачките патеки се наоѓаат на левата и десната страна на мостот врз тротоарски конзоли, бидејќи корисниот товар на пешачките патеки е помал од оној на самиот мост. Пешачките патеки се издигнати во однос на коловозот за 15-20 см и од неа се разделени со ивичници или со заштитна ограда.

Каналите за сместување на инсталациите може да бидат под целата површина, делумно предвидени или целосно изоставени. Кај мостовите каде што каналите за инсталациите се изведуваат под целата ширина на тротоарот, тие се предвидуваат како два или три посебни канали, меѓусебно поделени со надолжни гредички кои служат за потпирање на монтажните армиранобетонски плочи.

Во населените места, при проектирањето, може да се предвидат посебни ленти за велосипеди. Тие се сместуваат меѓу лентите за моторен сообраќај и пешачките патеки.

Раздвојувањето на разните видови сообраќај како моторниот, велосипедскиот, пешачкиот и др. се врши со помош на ивичници или со посебни заштитни огради. Ивичниците може да бидат направени од камен, бетонски или челични. Бетонските ивичници во последно време се најпотребувани. Тие се изработуваат од камен агрегат отпорен на абење, коефициентот се од камените ивичници, но имаат помал век на траење.



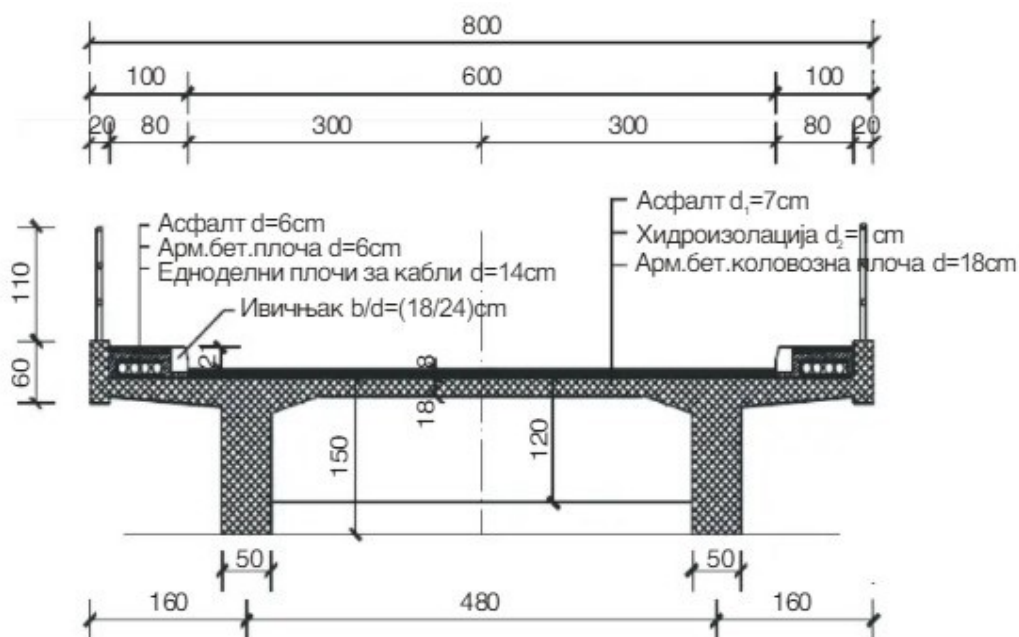
Сл.84. Пешачки патеки кај патни мостови

Огради

Тие се важен конструктивен детал на мостовите заради безбедноста на сообраќајот, како моторниот така и пешачкиот. Исто така, оградата има влијание и врз целокупната естетика на мостот.

Висината на оградата на мостот по правило изнесува 110 см, но кога имаме случај на многу висок мост висината на оградата може да биде и до 130 см. Во случај на избор на ограда со помала висина, на пр. висина од 90 см, но со зголемена дебелина.

Кај сите видливи огради мора да биде предвиден прекин, односно дилатација, поради негативните влијанија заради деформациите на конструкцијата на мостот. Најмногу применувани огради кај мостовите се челични огради кои се лесни, економични и релативно едноставни за изработка. Составните делови на оградите се: столпчиња, држач и исполна. Најчести димензии за ваков тип огради се: за столпчињата и за држачите цевки со дијаметар од 5 см, а за исполна се употребуваат цевки со дијаметар од 3,8 см.



Сл. 85. Ограда кај патен мост

Осветлување

Осветлувањето на мостовите треба да се обезбеди со ист интензитет на светлината како и на пристапните патишта. Кај потесните мостови, столбовите или канделабрите за осветлување обично се поставуваат во рамнината на оградата. Кај пошироките мостови столбовите за осветлување

се поставуваат во пешачките патеки, а во поново време осветлувањето на мостот се сместува и на држачот на оградата.

Столбовите кои го носат осветлувањето се од челик, а поретко од армиран бетон. За нивна монтажа се оставаат анкери на предвидените места на конструкцијата на мостот.



Сл. 86. Осветлување на патен мост

Изолација

Изолацијата на коловозните конструкции има функција за заштита на армиранобетонската коловозна конструкција и пешачките патеки од негативното влијание на водата.

Изолација на патни мостови

Најчесто како изолација се применува хидроизолациона заштита врз основа на леан асфалт. Оваа изолација, со максимална гранулација на зрната до 5 mm се наноси врз армиранобетонска коловозна плоча. Во поново време се применува и хидроизолациона заштита врз основа на асфалтен мастикс. Како хидроизолациона заштита на армиранобетонските мостови се користат и фолии од алуминиум или бакар, епокси-смоли и асфалти со специјални состави. Сите изолатии треба да бидат изработени со напречен пад од 2 %.

Изолација на железнички мостови

Коловозот кај железничките армиранобетонски мостови кој е изработен од кршен камен ја пропушта атмосферската вода. Изолацијата кај железничките мостови најчесто се изработува од три премачкувања на битумен и два меѓуслоја од јута. Заради поголема еластичност, битуменот може да се меша со разни средства. Заради заштита на изолацијата од оштетувања, врз неа се изведува заштитен бетонски слој со дебелина од 6 cm, армиран со челична мрежа.

На краевите од коловозот, изолацијата се подвиткува за да се оформи коритото. Падот на изолацијата се движи и до 5 %.



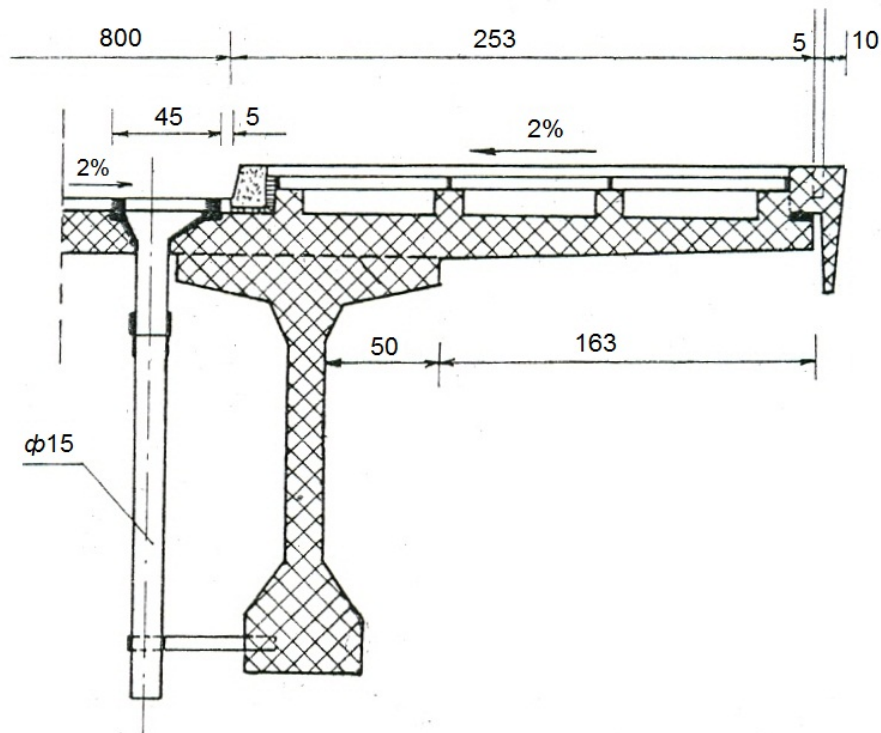
Сл. 87. Поставување на изолација на мост

Одводнување

Одводнувањето на мостовите се состои од најбрзо спроведување на атмосферските води од пешачките патеки, како и од коловозната конструкција во канализациони цевки или во водени текови кои се премостуваат.

Одводнување на патни мостови

Со самиот наклон на пешачката патека од 2 % кон ивичниците, се обезбедува одводнување на атмосферската вода. Дното на отворите во кој се сместуваат инсталациите се изведува со напречен и надолжен наклон, а во најниските точки се поставуваат цевки за одводнување на евентуално насобраната вода. Цевките за одведување на атмосферската вода имаат дијаметар од 15 cm со перфориран капак од ламарина или со мрежа (сл.88). Одводнувањето на коловозните конструкции се врши со помош на сливници кои се поставени покрај ивичниците. Вообичаено растојание меѓу сливници со хоризонтална решетка се движи од 10 до 20 m. Сливникот продолжува со одводна цевка, која ја испушта водата под мостот.



Сл.88. Одводнување на патни мостови

Одводнување на железнички мост

Пешачките патеки кај железничките мостови претставуваат покриени канали за сместување на инсталациите. Покривањето се врши со монтажни армиранобетонски плочи. Дното на каналот е малтерисано со цементен малтер со пад кон надолжната оска на мостот. Водата од каналот се спроведува во цевки за одводнување на коловозната конструкција со помош на хоризонтални цевки со дијаметар од 10 cm.

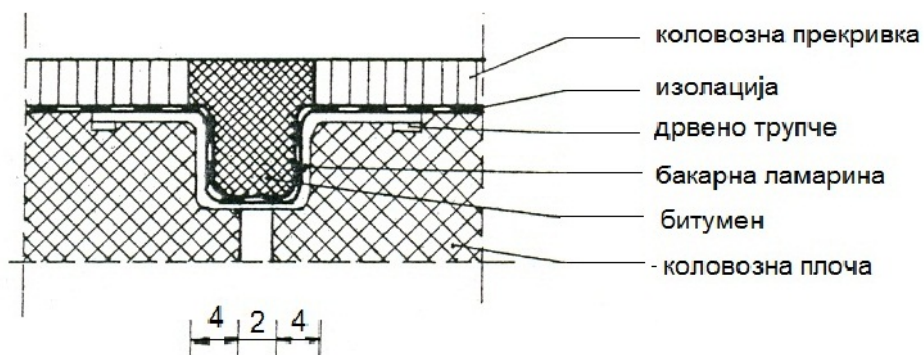
Атмосферската вода која паѓа врз коловозната конструкција пропаѓа низ неа и доаѓа до изолацијата, која е под наклон и на тој начин се врши одводнувањето. Кога имаме железнички мост во град, одводнувањето се врши со одводен канал кој има подолжен пад кон крајните столбови од средината на мостот. Овој одводен канал ја спроведува водата во олук покрај столбот кој се влева во канализација.

Дилатации

Поради непречено ширење во лето и собирање во зима, конструкцијата од горниот строј на мостот се прекинува со помош на фуга по целиот попречен пресек. Конструкцијата на дилатациона фуга зависи од големината на дилатацијата на мостот на местото каде е предвидена. Кај мали и кратки мостови, дилатацијата може да се направи од бакарна ламарина со дебелина од 1 mm (сл.89). Над ламарината се изведува изолација и се залева со битумен.



Сл. 89. Дилатација на пешачки мост



Детал на конструкција на дилатациона спојница со бакарна ламарина

Сл.90. Дилатација кај мост

Кај современите армиранобетонски мостови со поголеми распони, дилатационите фуги се изведуваат од посебни челични елементи кои се анкерисани во армиранобетонската конструкција. Кај мостови со поголеми распони се користат конструкции на дилатациони фуги од масивни челични елементи во вид на чешли поставени од двете страни на фугата. Запците на челичните чешли навлегуваат еден во друг и така се обезбедува континуитетот на коловозната конструкција.

Во поново време се употребуваат дилатациони фуги кои се состојат од челични делови анкерувани во армиранобетонската конструкција и од пластични и гумени ленти меѓу нив.

Кај железничките армиранобетонски мостови фугата се покрива со капак од ламарина (сл.91). Кај фугата праговите се поставуваат на што пократко растојание, а кај шините треба на тоа место да се обезбеди дилатација.



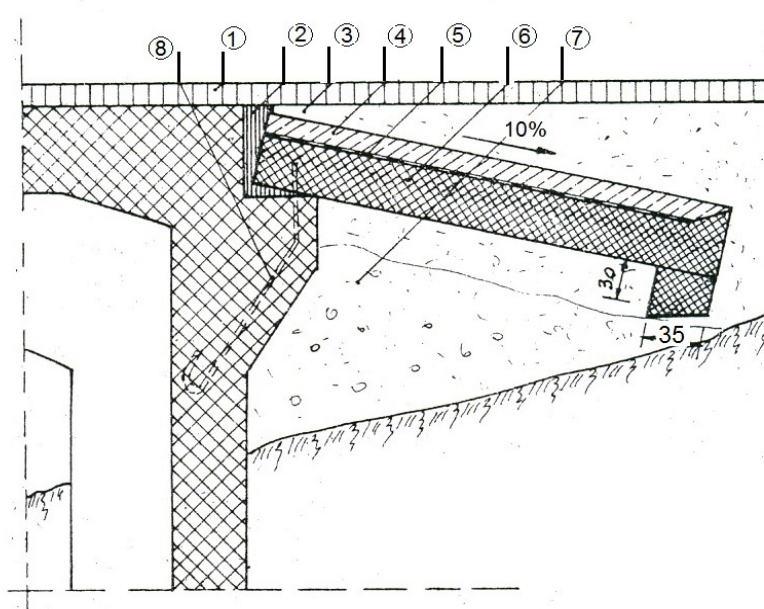
Сл.91. Дилатација кај железнички мост

Преодни плочи

Кај мостовите кај кои се применува статички систем со крајни столбови се врши посолидно набивање на насипот под патот, додека кај мостови кај кои се применети статички системи со препусти, преминот од мостот на насипот е почувствителен. Препустот е оптоварен од корисен товар, температурни деформации, динамички удари и др. и сето тоа на пристапниот пат. Тие товари придонесуваат да се врши спуштање на насипот.

За да се избегнат негативните влијанија, на местата каде што се наоѓа преминот од мостот на насипот се предвидуваат преодни плочи (сл.92). Овие преодни плочи се армиранобетонски монтажни плочи со ширина од 1,0 до 1,5 m, со должина од 2 до 3 m, со дебелина од 15 до 20 cm кои се анкерувани со едниот крај во завршната конструкција на мостот и положени во насипот.

Преодните плочи може да бидат поставени во хоризонтална положба или со пад од 10 %. Ширината на плочите треба да биде еднаква на ширината на мостот. Врз преодните плочи се изработува коловозна конструкција, а помеѓу преодната плоча и конструкцијата на мостот фугата се исполнува со гудрон.



Пресек на преодна плоча во коса положба

1. коловоз 6cm.
2. гудрон
3. песок
4. заштитен слој 6 cm.
5. изолација 1cm.
6. армиранобетонска плоча $L=2-3m$, $d=20cm$.
7. толченик
8. анкер $\Phi 20mm$

Сл.92. Преодна плоча

Преодните плочи може да бидат поставени во хоризонтална положба или со пад од 10 %. Ширината на плочите треба да биде еднаква на ширината на мостот. Врз преодните плочи се изработува коловозна конструкција, а помеѓу преодната плоча и конструкцијата на мостот фугата се исполнува со гудрон.

Видови слободни профили

Слободниот профил под мостот е мошне важен елемент при определувањето на диспозицијата на мостот. Истиот зависи од препреката која се премостува. Имено, тој е различен кога се премостува сувоземна препрека (пруга, пат или суводолица), или пак кога се премостува водна препрека (канал, река, мореуз и др.).

Кога мостот се проектира над патиштата, ширината на слободниот профил се добива кога кон ширината на коловозот што се премостува ќе додадеме по 50 cm од двете страни како заштитна лента, во случај да не се предвидени пешачки патеки. Според нашите прописи, висината на слободниот профил за мостови над патишта, изнесува 4,50 m, додека за пешачките патеки, изнесува 2,50 m.

Кај мостови со кои се премостуваат водени препреки, кога се премостува река која нема пловен карактер, мостовската конструкција треба да е за 50 до 100 cm над нивото на високата вода. Кај мостови со кои се премостува река, која има пловен карактер, слободниот профил треба да го овозможи сообраќајот по таа река и по изградбата на објектот.

Во случај, кога мостот се проектира над железничка линија, ширината на потребниот слободен профил зависи од бројот на колосеците. За еден нормален колосек со ширина од 1435 mm, потребната ширина изнесува 4,40 m, на која се додаваат по 75 cm од двете страни за пешачки патеки.

Во случај кога постојат повеќе колосеци, на оваа ширина се додава осовинското растојание помеѓу првиот и последниот колосек и тоа е вкупната ширина на потребниот слободен профил. Висината на железничкиот габарит зависи од видот на погонот. Во случај на електричен погон, дадена е потребна висина од 5,70 m на што се додава и 35 cm како сигурност поради напонот, па вкупно изнесува висина од 6,05 m.

ЗАПОМНИ!

Уште на почетокот на градењето, според целта и намената мостовите биле предодредени да обезбедат поефтино, поудобно и посигурно движење на возилата или пешаците по нив.

Задачата на горниот строј на мостот е да ги прими товарите од возилата и да ги пренесе на долниот строј.

Долниот строј (столбови со темели, крила) треба да ги пренесат товарите на добро носива почва и да го поврзат објектот со патот.

Отвор на мостот е хоризонтално растојание мерено меѓу внатрешните страни на крајните масивни столбови.

Распон на мостот претставува распон на неговите главни носачи.

Плочести мостови се такви конструкции каде коловозната плоча претставува главен носач.

Мостовите со гредни главни носачи претставуваат гредна скара над која се лие армиранобетонска коловозна плоча.

Кај сводните армиранобетонски мостови, главните носачи можат да бидат во форма на лак или свод.

Во монтажни армиранобетонски патни мостови со помали распони спаѓаат мостови со распони на главните носачи до 20 m.

Товарите ги делиме на: основни, дополнителни и специјални.

Кај железничките армиранобетонски мостови коловозот треба да е ист каков што е и на отворена пруга.

Коловозите на патните мостови не треба да се разликуваат од коловозите на патиштата.

Ширината на пешачките патеки кај железничките мостови треба да изнесува од 60 до 75 cm.

Најмногу применувани огради кај мостовите се челични огради кои се лесни, економични и релативно едноставни за изработка.

Осветлувањето на мостовите треба да се обезбеди со ист интензитет на светлината како и на пристапните патишта.

Во поново време, исполнувањето на дилатационите фуги до 3 cm се врши со неопрен.

Според нашите прописи, висината на слободниот профил за мостови над патишта, изнесува 4,50 m., додека за пешачките патеки, изнесува 2,50 m.

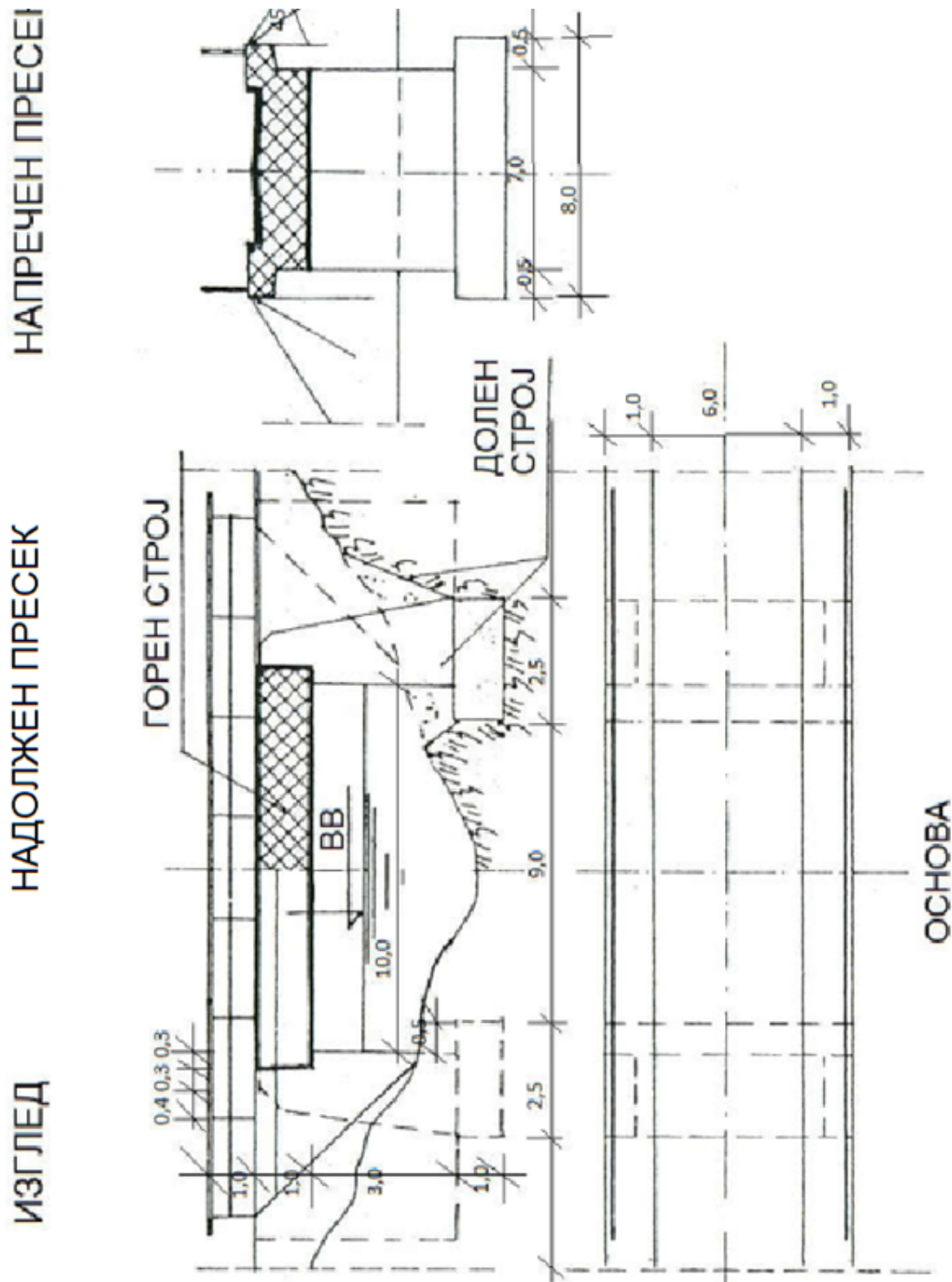
За еден нормален колосек со ширина од 1435 mm. потребната ширина на слободниот профил изнесува 4,40 m, на која се додаваат по 75 cm од двете страни за пешачки пат.

Прашања за повторување

1. За што служат мостовите?
2. Кои се главните делови на долниот строј кај мостовите?
3. Кои се главните делови на горниот строј кај мостовите?
4. Кое растојание се нарекува отвор на мостот?
5. Што е распон на мостот?
6. Што е конструктивна висина на мостот?
7. За какви распони, вообичаено, се градат плочести мостови?
8. За какви распони се употребуваат лачните (сводни) мостови?

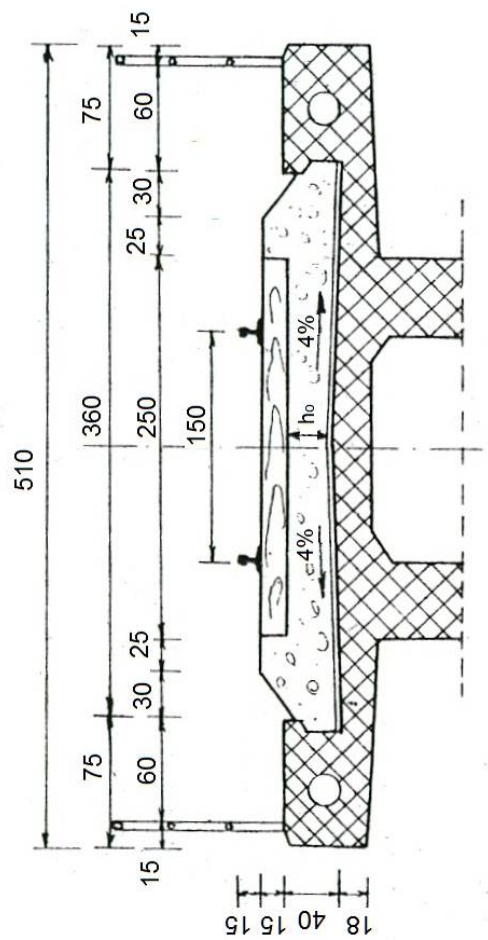
3.9. Графичко претставување на патни и железнички мостови

Задача 1: Да се нацрта изглед/надолжен пресек, напречен пресек и основа во размер 1:100 (сл.93).



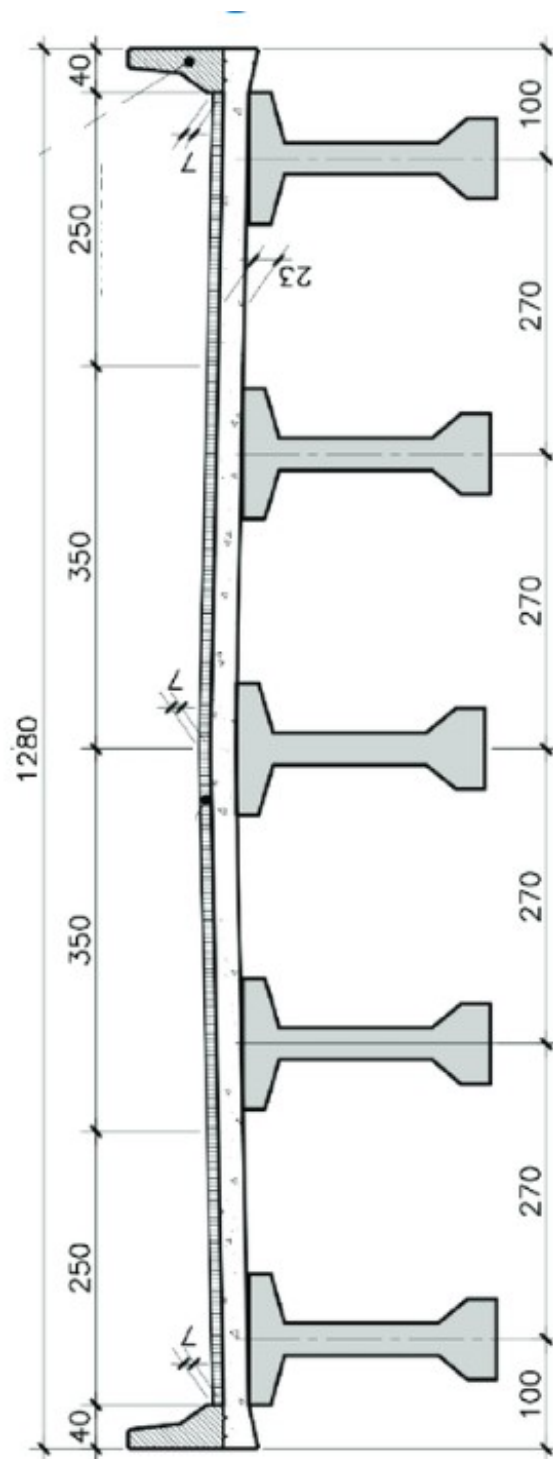
Сл. 93 Изглед/надолжен пресек, напречен пресек и основа на патен мост

Задача 2: Да се нацрта напречен пресек на железнички мост во размер $P=1:50$ (сл. 94).



Сл. 94 Напречен пресек на железнички мост

Задача 4: Да се нацрта напречен пресек на патен мост во размер P=1:100 (сл.96)



Сл. 96. Напречен пресек на патен мост

Користена литература

1. Димитриевска Жанета, Стефановска Соња, Димитрова Емилија, Сообраќајници, трета година, Просветно дел, 2010г.
2. Димитриевска Жанета, Стефановска Соња, Димитрова Емилија, Сообраќајници, четврта година, Просветно дел, 2010г.
3. Бела Дулик: дипл.инг, Мостови, Просветно дело, 1984г.
4. Мице Мицоски: Железници, Просветно дело, 1995г.
5. Д.Димитријевиќ, В.Стехлик и Д.Паниќ: Тунели и железнице, Београд, 1964г.

<https://radeneimar.wordpress.com/2014/12/14/oplate/>

www.gf.ukim.edu.mk

www.wikipedia