

АВТОРИ
Соња Стефановска
Емилија Димитрова

ЖЕЛЕЗНИЦИ

ГРАДЕЖНИШТВО И ГЕОДЕЗИЈА, IV ГОДИНА
ГРАДЕЖЕН ТЕХНИЧАР

ЖЕЛЕЗНИЦИ
Градежништво и геодезија
Градежен техничар
IV година

ЖЕЛЕЗНИЦИ

Градежништво и геодезија
Градежен техничар
IV година

Автори:

Соња Стефановска
Емилија Димитрова

Рецензенти:

Златко Зафировски
Наташа Христовска
Лена Феста

Стручна редакција:

Енис Јакупи

Лектура:

Билјана Богданоска

Компјутерска обработка:

Соња Стефановска
Емилија Димитрова

Фотографија и техничка обработка:

Емилија Димитрова

Уредници:

Соња Стефановска
Емилија Димитрова

Издание: Прво

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

Графичко и техничко уредување: Ели Василевска Илиевска – APC Студио

Место и година на издавање: Скопје, 2024

Со одлука бр. 26 – 2655/1 од 06.12.2023 година од Националната комисија за учебници, се одобрува употребата на овој учебник.

СОДРЖИНА

1. ОПШТИ ПОИМИ И ПОДЕЛБА НА ЖЕЛЕЗНИЧКИ ЛИНИИ	11
1.1. Поим за железнички линии	11
1.2. Развој на железничкиот сообраќај	13
1.3. Класификација на железничките линии според техничките карактеристики	15
1.4. Класификација на железничките линии според сообраќајните карактеристики	17
1.5. Категоризација на железничките пруги	17
1.6. Конструктивни елементи на железничките пруги	18
1.7. Слободен и товарен профил	19
2. КОНСТРУКТИВНИ ЕЛЕМЕНТИ НА ЖЕЛЕЗНИЧКИТЕ ЛИНИИ – ГОРЕН СТРОЈ	25
2.1. Елементи на горен строј	25
2.2. Улога и значење на шините	26
2.3. Начин на изработување на шините	26
2.4. Видови и типови шини	28
2.5. Шински состави	29
2.6. Начини на заварување на шините	29
2.7. Начини на прицврстување на шините за праговите	35
2.8. Начини на прицврстување на шините помеѓу себе	37
2.9. Начини на спречување на подолжно и попречно движење на колосекот	39
2.10. Улога и значење на праговите	41
2.11. Видови прагови според материјалот	41
2.12. Дрвени прагови	41
2.13. Армиранобетонски прагови	42
2.14. Челични прагови	44

2.15.	Поим и димензионирање застор	46
2.16.	Материјал за изработка на постелка (застор)	48
2.17.	Колосек на пропусти и мостови	51
2.18.	Врски на колосеците	54
2.19.	Поим и примена на свртилишта	54
2.20.	Поим и примена на преносници	56
2.21.	Поим, поделба и примена на свртници	56

3. ПРОЕКТИРАЊЕ ЖЕЛЕЗНИЧКИ ЛИНИИ 65

3.1.	Видови проекти на железнички линии	65
3.2.	Претходно техничко проучување	65
3.3.	Претпроект	65
3.4.	Ситуационо решение	66
3.5.	Надолжен профил	66
3.6.	Повлекување на нулта линија	66
3.7.	Повлекување на оската на траса	68
3.8.	Идеен проект	71
3.9.	Геодетски подлоги	71
3.10.	Проектантски работи	71
3.11.	Основен проект	74
3.12.	Проектирање на оска и нивелета (хоризонтално и вертикално решение)	74

4. ОДРЖУВАЊЕ, ЕЛЕКТРИФИКАЦИЈА И СИГНАЛНО-СИГУРНОСНИ АПАРАТИ НА ЖЕЛЕЗНИЧКИТЕ ЛИНИИ 95

4.1.	Одржување на горен строј	95
4.2.	Методи за поправки на железничката линија	96

4.3.	Машини кои се употребуваат за одржување на железничките линии	97
4.4.	Постојани поправки	98
4.5.	Средни поправки	99
4.6.	Главни поправки	99
4.7.	Општи карактеристики на погоните	101
4.8.	Системи на погонска сила	103
4.9.	Систем на еднонасочна струја	103
4.10.	Систем на наизменична струја	104
4.11.	Електровлечни потстанции	105
4.12.	Сигнално-сигурносни уреди	106
4.13.	Поделба и примена на сигналите според местоположбата	106
	Користена литература	121

Предговор

Во учебникот „Железници“ е обработена материјата која е предвидена со наставната програма за предметот кој се изучува во четврта година, техничко образование, градежништво и геодезија за градежен техничар.

Материјата во учебникот е поделена во четири модули, од кои во првиот модул Општи поими и поделба на железничките линии се обработени: општи поими, развој, класификација и категоризација и конструктивни елементи на железничките линии.

Во вториот модул Конструктивни елементи на железничките линии – горен строј се опфатени елементите на: горен строј, шини, прагови, постелка и врски на колосеци.

Во третиот модул Проектирање на железнички линии се обработени: видови проекти, претпроект, идеен проект и основен проект на железничките линии.

Во четвртиот модул Одржување, електрификација и сигнално – сигурносни апарати на железничките линии се обработени: одржување на горен строј, карактеристики на погоните и сигнално-сигурносни уреди на железничките линии.

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

Од авторите



Модул 1 – Општи поими и поделба на железничките линии

Во овој модул учениците ќе се оспособат да:

- ✓ **класифицираат и категоризираат железнички линии според определени критериуми.**

1. ОПШТИ ПОИМИ И ПОДЕЛБА НА ЖЕЛЕЗНИЧКИ ЛИНИИ

1.1. Поим за железнички линии

1.2. Развој на железничкиот сообраќај

1.3. Класификација на железничките линии според техничките карактеристики

1.4. Класификација на железничките линии според сообраќајните карактеристики

1.5. Категоризација на железнички пруги

1.6. Конструктивни елементи на железничките линии

1.7. Слободен и товарен профил

1. ОПШТИ ПОИМИ И ПОДЕЛБА НА ЖЕЛЕЗНИЧКИ ЛИНИИ

1.1. Поим за железнички линии

Под поимот сообраќај се подразбира стопанска гранка која се занимава со пренос на стока, луѓе, мисли и вести, додека под поимот транспорт се подразбира пренос на стока и луѓе со помош на транспортни средства.

Во различните периоди на цивилизацијата, транспортот бил секогаш застапен, како: речен, морски и патен во почетокот, така и: железнички, воздушен и преносот на информациите (телеграф, телефон). Сообраќајот на поголеми растојанија главно се одвива со помош на железнички и авионски транспорт, додека на пократки релации, односно растојанија, сообраќајот се одвива со помош на патен транспорт. Железничкиот сообраќај е дел од копнениот сообраќај каде возилата се движат по определен пат – колосек. На почетокот со пронаоѓањето на парната машина се направени првите локомотиви, додека подоцна се воведени и дизел-локомотивите и електричните локомотиви.

Во 1982 г. на пругата Париз – Лион постигната е брзина од 380 km/h. Во Кина, во Шангај, е изградена пруга со должина од 30 km со брзина од 501 km/h со конвенционална маглев (магнетно-левитациска) пруга.

Може да се каже дека овој вид сообраќај е трипати поевтин од сите видови сообраќај по единица потрошена енергија.



Сл. 1. Парна локомотива



Сл. 2. Електрична локомотива



Сл. 3. Маглев воз

Железничките станици се службени места каде што се извршуваат транспортно-техничките и комерцијалните работи. Тие се проектираат во зависност од пропусната моќ на пругата, од опременоста и од функционалноста на просторот. Најидеално е кога временскиот распоред на железничките станици е приближно ист.

Најчесто, железничките станици се градат во близина на централните градски подрачја и се поврзани со јавниот превоз на патниците и стоката. Некаде, во поголемите градови, може да се предвидат повеќе железнички станици, со оглед на тоа дека тие може да послужат како приградски станици за превоз на стоки и луѓе.

При проектирањето на железничките станици, се земаат предвид сите нејзини постројки и уреди. Железничките станици се проектираат во правец, но доколку е оправдано решението на железничката станица со хоризонтална кривина, тогаш според прописите минималниот радиус мора да биде 500 m.

За железничките станици се изработуваат идејни проекти во кои се предвидени број и вид на колосеци, пристапни патишта, службена зграда и друга инфраструктура.



Сл. 4. Железничка станица

Должината на железничката станица се определува според должините на колосеците во станицата, односно се определува според должината на најдолгиот воз во станицата. Осовинското растојание помеѓу колосеците во станицата изнесува 4,75 m, ако станицата не е електрифицирана и 6,0 m, ако станицата е електрифицирана. Нивелетата на станицата треба да биде хоризонтална или со максимален наклон од 1,5‰.

1.2. Развој на железничкиот сообраќај

Првата пруга ја изградил Џорџ Стивенсон во Англија 1825 г., на пристаништето Стоктон, на реката Темза до рударското место Дарлингтон. Пругата е со должина 40,2 km, а била достигната брзина 10 – 18 km/h. После тоа е пуштена во употреба железничката линија Ливерпул – Манчестер, во 1930 г. На двете железнички линии сообраќале локомотиви на водена пара.

Со напредокот на конструкцијата на железницата и железничките возила, парниот погон бил заменет со електричната и дизел-локомотивата. Електрификацијата сè повеќе наоѓа употреба во 1900-те години, кога почнуваат да се изведуваат градски железници, метроа и линии со голем сообраќај. Последните децении, сè поголем е бројот на пруги за возови со големи брзини, пред сè во високоразвиените европски земји. Во Меѓународната унија на железници се пропишани технички и организациски регулативи за стандардизација и развој на железничкиот сообраќај.

Во Македонија првата железничка линија е изградена 1873 г. на релација Скопје – Гевгелија – Солун. Железничката линија Табановце – Скопје – Гевгелија со должина од 231 km е електрифицирана.

Денес функционираат следните линии:

- Скопје – Куманово – Табановце;
- Куманово – Бељаковци;
- Скопје – Велес – Гевгелија;
- Велес – Битола – Креница;
- Скопје – Кичево;
- Велес – Кочани и др.

Коридорот 8 кој ги поврзува Бугарија, Македонија и Албанија почнува со изградба во 1995 г. Покрај тоа, предвидени се и работи на реконструкција на железничката линија на коридор 10.



Сл. 5. Двоколосечна железничка пруга

Класификација на железничките линии

Пругите се класифицираат според определени карактеристики и тоа според:

1. Техничка класификација.
2. Сообраќајна класификација.



Сл. 6. Двоколосечна железничка пруга

1.3. Класификација на железничките линии според технички карактеристики

Техничките карактеристики се определуваат:

- според природата на теренот;
- според карактерот на железничкиот пат;
- според карактерот на моторот (влеча).

Според **природата на теренот** се делат на:

- рамнински пруги – пруги кои поминуваат низ рамнини или широки речни долини. Кај овие пруги основна карактеристика е што се многу поволни за изградба бидејќи имаат мали земјани работи и објекти, а изборот на трасата на пругата е слободен;

- бреговити пруги – пруги кои поминуваат низ благо разбрануван терен и се провлекуваат низ подножјата на планините и ридовите. Кај таквите пруги земјаните маси се израмнуваат и нема потреба од скапи објекти, додека теренот условува употреба на понеповолни радиуси на кривини и наклони;

- ридчести пруги – пруги кои поминуваат низ тесни долини, по ридчести падини или преку вододелници. Кај таквите пруги, дозволени се мали радиуси на кривини, големи наклони и при изградба се јавуваат големи земјани работи, голем број објекти, потпорни ѕидови, тунели, мостови и сл.;

- планински пруги – пруги кои поминуваат низ планини. Кај таквите пруги се јавуваат минимални радиуси на хоризонтални кривини и максимални наклони на нивелетата. Се јавува потреба од изградба на голем број објекти, тунели и сл.;

- градски пруги – пруги кои во централниот дел од градските зони се изведуваат подземно, додека на периферијата се изведуваат надземно.

Според **железничкиот пат**, пругите се делат на:

- пруги со широк колосек – од 1542 mm; 1667 mm; 1800 mm; итн. кои се изградени во Русија, Индија, Ирска, Шпанија и др.;

- пруги со нормален колосек – од 1435 mm, кои се изградени во земјите на Европска Унија како и во нашата земја;

- пруги со тесен колосек – од 600 mm; 900 mm; 1000 mm; кои се изградени во Шпанија, Латинска Америка и др.

Според **бројот на колосеците**, пругите се делат на:

- пруги со еден колосек;
- пруги со два колосека;
- пруги со повеќе колосеци.



Сл. 7. Пруга со еден колосек



Сл. 8. Пруга со два колосека

Според **моторот**, се делат на:

- железници со локомотивски погон – возови кои имаат влечно возило кое се вика локомотива и за која се поврзани вагони. Локомотивата е на почетокот и со вагоните ја сочинуваат композицијата на возот;

- железници со јаже – возови кај кои моторот за влечење е надвор од возот и возот се влече со јаже по стрмни угорнини.

Железниците со локомотивски погон може да се поделат на железници со парен погон, железници со електричен погон и железници со дизел мотори.



Сл. 9. Железница со дизел погон



Сл. 10. Железница со електричен погон

1.4. Класификација на железничките линии според сообраќајни карактеристики

Кај нас се пропишани минимални технички карактеристики на трасата на пругата и тоа:

Постојани параметри се:

- најмал дозволен радиус на кривините;
- најголем наклон i_{\max} во промили.

Променливи параметри се:

- тип на горен строј;
- тип на возила;
- најголем осовински притисок.

Според овие карактеристики, постојат две категории на пруги:

- главни пруги со нормален колосек I и II ред (магистрални пруги);
- споредни пруги со нормален колосек III ред (локални пруги).

1.5. Категоризација на железничките пруги

Според старата категоризација железничките пруги се делат на:

1. Главни пруги од I ред – за меѓународен сообраќај.
2. Главни пруги од I и II ред – за поголеми стопански центри.
3. Споредни пруги од III ред.

Според **новата категоризација** железничките пруги се делат на:

1. Главни пруги од I ред - над 25000t/h.
2. Главни пруги од II ред - 6000-25000 t/h.
3. Споредни пруги - до 6000 t/h.

1.6. Конструктивни елементи на железничките пруги

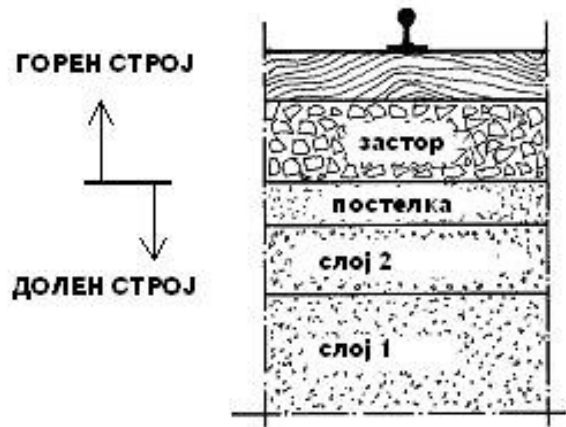
Кај железничка пруга се разликуваат следните конструктивни елементи: долен строј, горен строј, објекти, телекомуникација, сигнално-сигурносна, електро-погонска, електро-енергетска опрема, работни згради со земјиштето околу нив – заштитен појас и воздушен простор над пругата 12(14) m.

Долен строј (сл.11.) претставува земјаниот труп на пругата со вештачки објекти (мостови, пропусти, вијадукти, тунели, канали, дренажи, галерии, подвозници и др.).

Горен строј (сл.11.) се состои од: шини, прагови, колосечен прибор и застор. Постројки кои служат за сообраќај се: свртници, преносници, сврталишта и др.

Таму каде што трасата поминува низ нерамен терен, тој мора да се израмни, односно, ако котата на нивелета е повисока од котата на теренот, треба да се направи **насип**. Исто така, онаму каде што котата на нивелета е пониска од котата на теренот, треба да се направи **ископ**. **Засек** треба да се направи кога котата на нивелета и котата на теренот се поклопуваат.

При проектирањето на железничките линии, предвидени се и **сигнално-безбедносни уреди** без кои не би можел да се реализира и непречено да се одвива железничкиот сообраќај. Исто така, предвидени се и **железнички станици** кои служат како за сообраќајни така и за технички работи на пругата. Тие служат за прием на роба и патници, поправка и одржување на железничките вагони, локомотиви и др. Повеќе колосеци меѓу себе се поврзани со свртници, преносници, заврталишта и др.

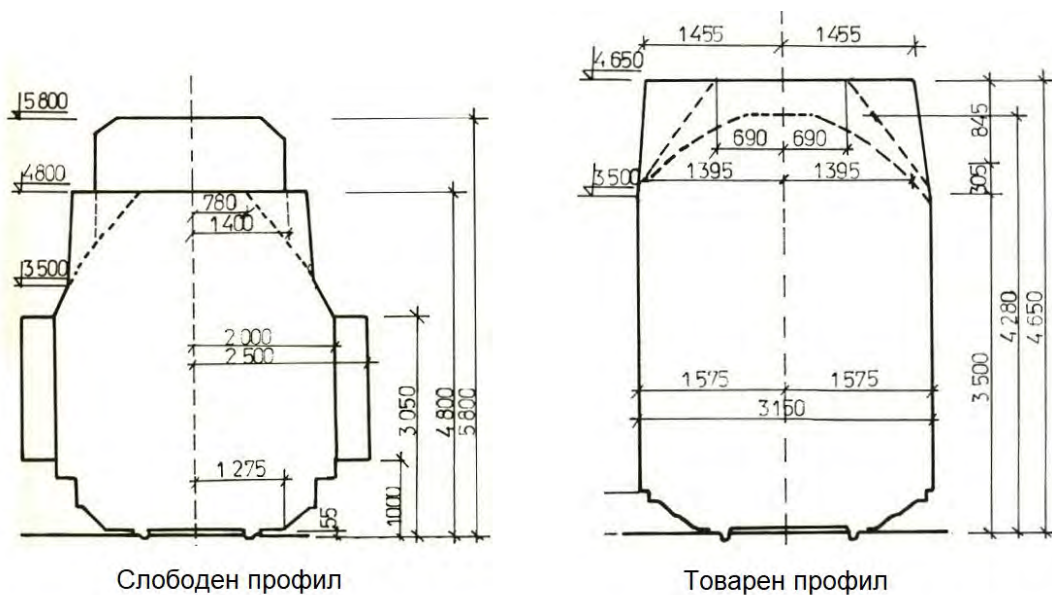


Сл. 11. Конструктивни елементи на железничка пруга

1.7. Слободен и товарен профил

Слободен профил или габарит претставува простор кој во напречен пресек е нормален на оската на колосекот. Тој простор е слободен за сообраќај на возилата, нема предмети, уреди, згради, сигнализација и др. (сл.12).

Товарен профил е простор кој е нормален на напречниот пресек чии граници не смеат да ги преминат товарените возила со ниту еден дел (сл.12.).



Сл. 12. Слободен и товарен профил

Запомни!

Железничкиот сообраќај е дел од копнениот сообраќај каде возилата се движат по определен пат – колосек.

Железничкиот сообраќај е трипати поевтин од сите видови сообраќај по единица потрошена енергија.

За железничките станици се изработуваат идејни проекти во кои се предвидени број и вид на колосеци, пристапни патишта, службена зграда и друга инфраструктура.

Кај нас првата железничка линија е изградена 1873 г. на релација Скопје – Гевгелија – Солун.

Рамнински пруги – се пруги кои поминуваат низ рамнини или широки речни долини.

Бреговити пруги – се пруги кои поминуваат низ благо разбрануван терен.

Ритдести пруги – се пруги кои поминуваат низ тесни долини, по ридчести падини или преку вододелници.

Планински пруги – се пруги кои поминуваат низ планини.

Градски пруги – се пруги кои во централниот дел од градските зони се изведуваат подземно, додека на периферијата се изведуваат надземно.

Долен строј претставува земјаниот труп на пругата со вештачки објекти (мостови, пропусти, вијадукти, тунели, канали, дренажи, галерии, подвозници и др.).

Горен строј се состои од: шини, прагови, колосечен прибор и застор.

Постројки кои служат за сообраќај се: свртници, преносници, сврталишта и др.

Слободен профил или габарит претставува простор кој во напречен пресек е нормален на оската на колосекот.

Тест за самооценување:

1. Што се подразбира под поимот сообраќај?

2. Што претставуваат железничките станици?

- а) службени места каде што се извршуваат транспортно-техничките и комерцијалните работи;
- б) места каде се извршува трговија со стоки;
- в) места каде се извршува технички преглед.

3. Кога и каде е изградена првата железничка линија во Македонија?

4. Како се делат пругите според железничкиот пат?

- а) пруги со нормален колосек;
- б) пруги со парен погон;
- в) бреговити пруги;
- г) споредни пруги.

5. Што претставува долен строј кај железничките линии?

- а) тунели;
- б) прагови;
- в) шини;
- г) вагони.

6. Што претставува горен строј кај железничките линии?

- а) шини;
- б) земјан труп;
- в) канали;
- г) насип.

7. Кои се димензиите на слободен профил?

- а) 5000x5800;
- б) 4500x5500;
- в) 5500x6800;
- г) 4000x5000;



МОДУЛ 2 – КОНСТРУКТИВНИ ЕЛЕМЕНТИ НА ЖЕЛЕЗНИЧКИТЕ ЛИНИИ – ГОРЕН СТРОЈ

Со овој модул учениците ќе се оспособат да:

- ✓ идентификува видови и типови шини и нивна примена;
- ✓ дефинира прибор и начин на врзување на шините за праговите како и шините меѓу себе;
- ✓ идентификува видови прагови и нивна примена кај железничките линии;
- ✓ избира материјал за изработка на постелка на железнички линии;
- ✓ избира колосек на пропусти и мостови според определени критериуми.

2. КОНСТРУКТИВНИ ЕЛЕМЕНТИ НА ЖЕЛЕЗНИЧКИТЕ ЛИНИИ – ГОРЕН СТРОЈ

- 2.1 Елементи на горен строј**
- 2.2 Улога и значење на шините**
- 2.3 Начин на изработување на шините**
- 2.4 Видови и типови шини**
- 2.5 Шински состави**
- 2.6 Начини на заварување на шините**
- 2.7 Начини на прицврстување на шините за праговите**
- 2.8 Начини на прицврстување на шините помеѓу себе**
- 2.9 Начини на спречување на подолжно и попречно движење на колосекот**
- 2.10 Улога и значење на праговите**
- 2.11 Видови прагови според материјалот**
- 2.12 Дрвени прагови**
- 2.13 Армиранобетонски прагови**
- 2.14 Челични прагови**
- 2.15 Поим и димензионирање на постелка**
- 2.16 Материјал за изработка на постелка (застор)**
- 2.17 Систем на горен строј од типот 49^a и 45^a**
- 2.18 Колосек на пропусти и мостови**
- 2.19 Врски на колосеци**
- 2.20 Поим и примена на свртилишта**
- 2.21 Поим и примена на преносници**
- 2.22 Поим и примена на свртници**

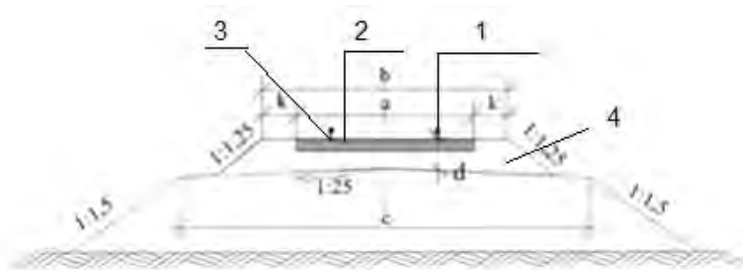
2. КОНСТРУКТИВНИ ЕЛЕМЕНТИ НА ЖЕЛЕЗНИЧКИТЕ ЛИНИИ – ГОРЕН СТРОЈ

2.1. Елементи на горен строј

Под горен строј се подразбира горен дел од конструкцијата на железничката пруга која непосредно ги прима оптоварувањата на возилата и ги пренесува на долниот строј.

Најприменуван е класичниот тип горен строј и тој се состои од:

- шини;
- прагови;
- колосечен прибор;
- застор (сл.13).



- 1 шини
- 2 прагови
- 3 колосечен прибор
- 4 застор

Елементи на горен строј

Сл. 13. Елементи на горен строј

2.2. Улога и значење на шините

Шините служат за водење на возилата по определена патека. Тие ги пренесуваат товарите директно од шинските возила и го овозможуваат движењето на тркалата од возилата, а на возилата им обезбедуваат стабилно и безбедно возење.

2.3. Начин на изработување на шините

Шините се изработуваат од топен челик. Тој се добива на неколку начини и тоа:

1. Сименс-Мартинов начин;
2. Бесемеров начин;
3. Томсонов начин.

За изработка на шините, покрај челикот, за зголемување на цврстината и отпорноста се додаваат и: јагленород, манган, силициум, фосфор, сулфур и др. Кај легираниот челик, за зголемување на отпорноста од абење, жилавоста, се додава и: молибден, хром, никел, ванадиум и др.

Шините се изработуваат во железарници.

Од шинскиот челик се бара да ги има следните својства:

- голема јакост;
- отпорност на абење;
- да не е крт;
- лесно да се заварува;
- да е економичен.

Челикот за изработка на шините се изработува во високи печки. Челикот се пушта во калапи и се вика **ингот**. Инготот се префрлува во печка за да се изедначи температурата, а потоа се носи на валање, така што се добива конечниот облик. Со последниот валјак се става печат со ознака од железарницата (месец и година на изработка, начин на изработка и тип на шината).

Во железарниците се произведуваат шини од типот со различни должини кои се делат на:

- кратки шини (до 30 m);
- долги шини (од 30 до 100 m);
- долги шински ленти (подолги од 100 m).



Сл. 14. Производство на шини



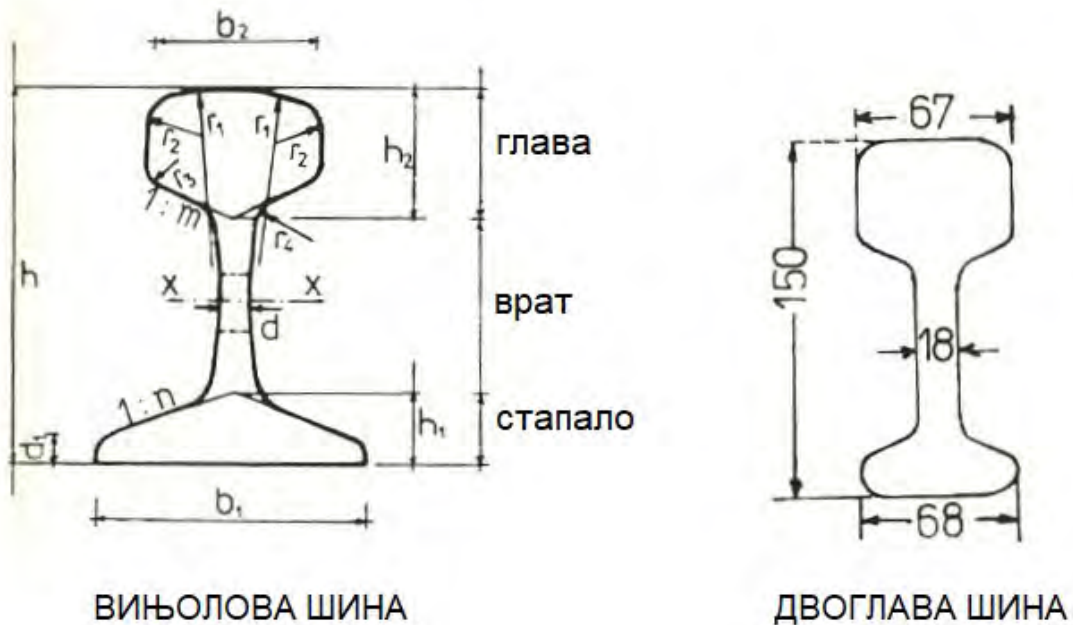
Сл. 15. Складирање шини

2.4. Видови и типови шини

1. **Вињолова шина** – се користи и ден-денес, а нејзини главни делови се: глава, врат и стапало. Вињоловата шина е направена врз основа на потребата за спојување на шините кај класичен шински спој (сл.15.а) и (сл.16.).

2. **Двоглава шина** – се применува во последниот век, а денес може да се сретне на железниците и метроата во Англија (сл.15.б).

3. **Жлебеста – Феникс-шина** – се применува и денес на колосеци кои поврзуваат пристанишни објекти и на трамвајски линии (сл.16.).



ВИЊОЛОВА ШИНА

ДВОГЛАВА ШИНА

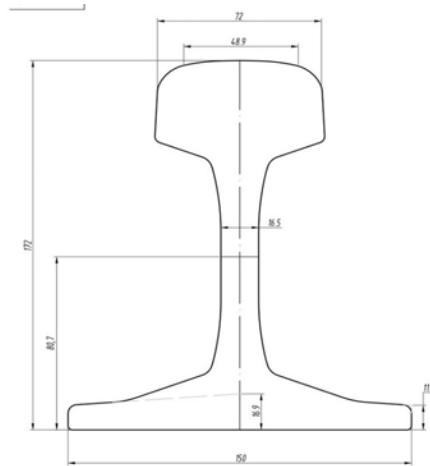
Сл. 15.а) Вињолова и б) двоглава шина



Сл. 16. Видови шини

Покрај овие шини се употребуваат и :

- а) УИЦ 50 (со тежина 50,18 kg/m);
- б) УИЦ 54 (со тежина 54,43 kg/m); (сл.17.);
- в) УИЦ 60 (со тежина 60,34 kg/m);
- г) УИЦ 71 (со тежина 71,19 kg/m).



Сл. 17. Шина УИЦ 54

Кај нас, покрај овие шини се употребуваат и шините од типот S-45, на индустриски пруги и на пруги од понизок ред, како и шини тип S-49 и S-54.

2.5. Шински состави

Местото каде шините се судираат се вика шински состав. Денес се употребуваат само нормални шински состави.

2.6. Начини на заварување на шините

Потребата од заварување на шините се јавува затоа што од шини $L=18$ m, 22,5 m и 25 m, се добиваат $L=45$ m, 90 m. Се заваруваат шинските состави поради пукање на шините, оштетување и сл.

Заварување се врши на неколку начини:

1. алуминотермитско заварување;
2. електротапо заварување;
3. електролачно заварување;
4. гасно автогено заварување.

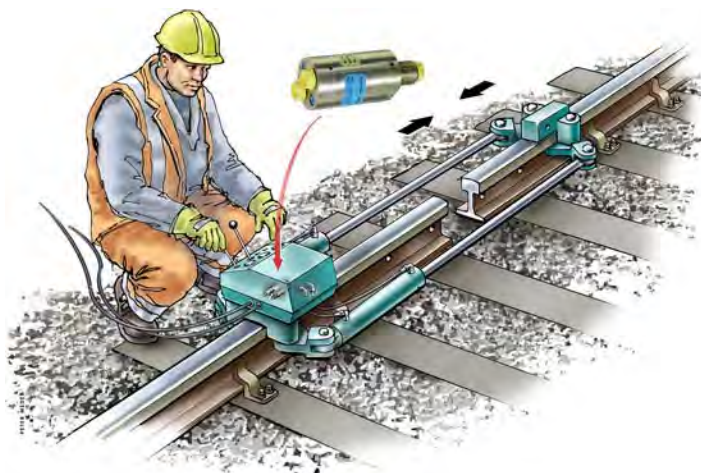
Алуминотермитско заварување се изведува со прашкава термитска маса составена од железен оксид и алуминиум. Термитската маса се внесува во садот за заварување и се пали. Во присуство на кислород од воздухот се развива хемиска реакција при што се ослободува големо количество топлина. Оваа топлина е доволна да изврши топење на масата и

овозможи течниот челик да го исполни просторот помеѓу шините и да изврши нивно заварување.



Сл. 20. Алуминотермитско заварување

Електротапо заварување се врши со пропуштање на електрична енергија низ проводник. Се заваруваат шини со ист профил.



Сл. 22. Електротапо заварување

Електролачно заварување се врши со електричен светлосен лак. Се применува кај челични мостови и свртници.



Сл. 23. Електролачно заварување

Гасно автогено заварување се врши на $T=1200^{\circ}\text{C}$, која се добива при согорување на кислород и водород или кислород и ацетилен 1:1. Со пламенот се топи електрода од жици и се врши спојување. Пламенот се користи за сечење на шините.



Сл. 24. Гасно автогено заварување

Запомни!

Под горен строј се подразбира горен дел од конструкцијата на железничката пруга која непосредно ги прима оптоварувањата на возилата и ги пренесува на долниот строј.

Шините служат за водење на возилата по определена патека.

Постојат неколку видови шини и тоа: Вињолова шина, шина со жлебеста глава, двојна шина и др.

Шините се изработуваат од топен челик. Тој се добива на неколку начини и тоа: Сименс-Мартинов начин, Бесемеров начин и Томсонов начин.

Челикот за изработка на шините се изработува во високи печки.

Се заваруваат шинските состави поради пукање на шините, оштетување и сл.

Заварување се врши на неколку начини и тоа: алуминотермитско заварување, електротапо заварување, електролачно заварување и гасно автогено заварување.

Тест за самооценување:

1. Кој тип шина најчесто се употребува кај нас?

- а) двореда шина;
- б) тип 22;
- в) Вињолова шина;
- г) тип 21.

2. На кој начин се добива челикот за изработка на шините?

- а) Едисонов начин;
- б) Хуков начин;
- в) Томпсонов начин;
- г) Берлингов начин.

4. Од кој материјал се изработуваат шините?

- а) од челик;
- б) од дрво;
- в) од бетон.

5. Какви може да бидат шинските состави, според местоположбата?

- а) еден под друг;
- б) еден зад друг;
- в) еден спроти друг.

6. Зошто се врши заварување на шините?

- а) поради високи температури;
- б) поради ниски температури;
- в) поради товарите;
- г) поради пукање на шините.

7. Наброј неколку начини на кои се врши заварување на шините.

Колосечен прибор

Колосечниот прибор е елемент на горниот строј кој служи за врзување на шините за праговите како и шините меѓу себе. Разликуваме:

1. Начини на прицврстување на шините со праговите;
2. Начини на врзување на шините меѓу себе;
3. Начини на спречување на подолжно и попречно движење на колосекот.

2.7. Начини на прицврстување на шините за праговите

Во колосечен прибор за врзување на шините за праговите спаѓаат:

- колосечни клинци;
- тирфони;
- подложни плочки;
- плочки за прицврстување;
- шрафови за прицврстување;
- еластични прстени;
- дрвени и гумени подлошки.

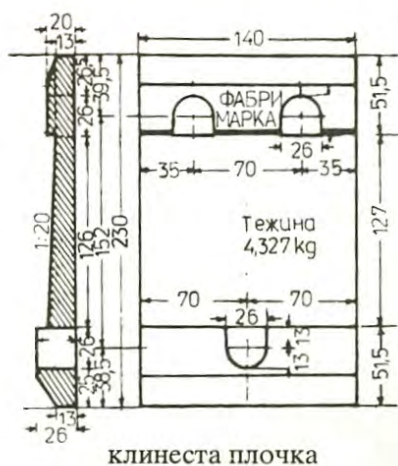
Колосечни клинци – по својот облик може да бидат четириаголни и осмоаголни. Во последно време се употребуваат еластични клинци.

Тирфоните се подобри од клинците бидејќи имаат поголем отпор при корнење. Телото на тирфонот е во вид на навртка и се користат со сите подложни плочки.



Сл. 25. Колосечни тирфони

Подложни плочки – со подложните плочки се овозможува пренесувањето на притисокот од шинските возила на поголема површина на праговите. Постојат: клинести, натegnати и ребрести подложни плочки.



Сл. 26. Подложни плочки

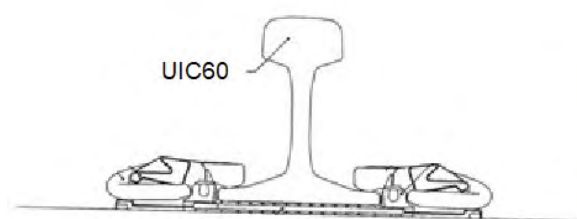
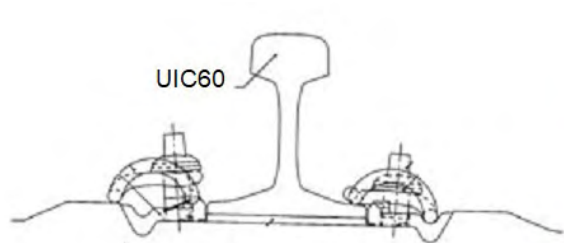
Плочки за прицврстување – со нив се врши индиректно спојување на шините и праговите.

Шрафови за прицврстување – најмногу се употребуваат D-11, D-54, D-48.

Еластични прстени – имаат задача да ги пренесат силите порамномерно, да ѝ дадат еластичност на врската и да спречат одвртување на шрафовите.



Сл. 27. Еластични прстени



Сл. 27. Еластични прстени

Дрвени и гумени подлошки – се вградуваат меѓу шината и подложните плочки или шините и бетонските прагови.

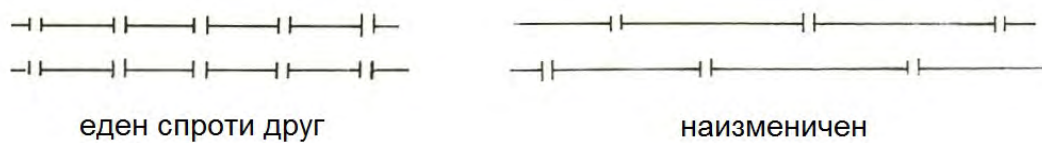
2.8. Начини на прицврстување на шините помеѓу себе

Колосечниот прибор за врзување треба да овозможи континуитет на шините и да има носивост како што има шината по целата своја должина.

Меѓусебното спојување на две шини во колосек со две спојници и четири шрафа се вика шински состав. Спојниците имаат задача да спречат поместување во хоризонтален и вертикален правец, да прими дел од вертикалното оптоварување и да овозможи дилатација на шините при температурни промени.

Според местоположбата може да бидат:

- еден спроти друг;
- наизменичен (сл. 18.).



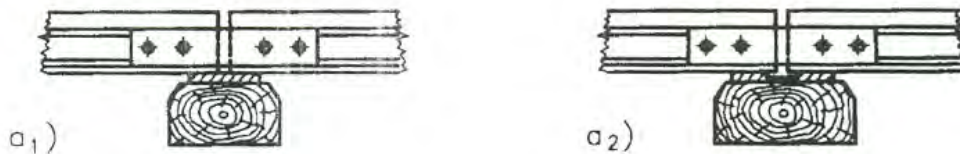
Сл. 18. Шински состави

Според начинот на потпирањето на праговите, составите може да бидат:

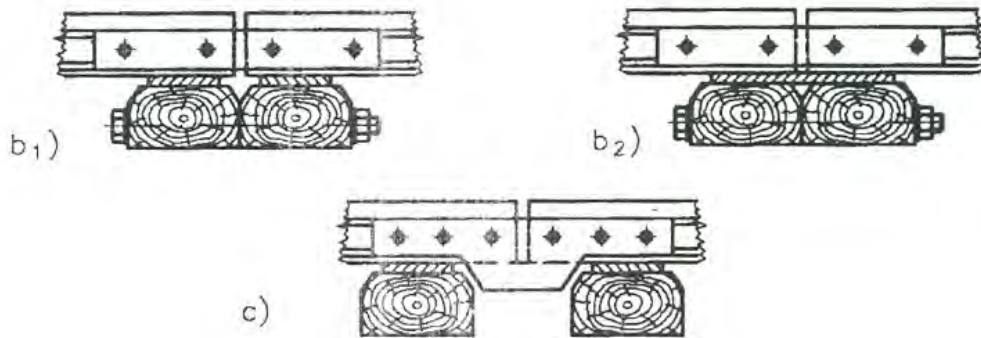
- цврсти (потпрени);
- слободни;
- изолирани.

Потпрени состави може да бидат:

- еднаш потпрени шински состав (кај пруги со тесен колосек) (сл.19.а);
- двојно потпрени шински состав (кај пруги со нормален колосек) (сл.19.б).



Сл. 19.а. а1) и а2) еднаш потпрен состав



Сл. 19.б. б1), б2) и с) двојно потпрен состав

2.9. Начини на спречување на подолжно и попречно движење на колосекот

Под дејство на температурни, влечни и кочнии сили шините може да се поместуваат надолжно и тоа се вика „патување на шините“. Како најдобро средство за спречување на поместувањето се користи: поставување квалитетен горен строј, јаки долги шини, ребрести или натегнати подложни плочки, добра постилка, добро набиени прагови и осовинското растојание меѓу праговите да изнесува 60 см.

На некои места се поставуваат дополнителни средства како: „Рембахерова“, „Томка“, „Mathe“, „Капа“, и др. направи.

Запомни!

Колосечниот прибор е елемент на горниот строј кој служи за врзување на шините за праговите како и шините меѓу себе.

Во колосечен прибор за врзување на шините за праговите спаѓаат: колосечни клинци, тирфони, подложни плочки, плочки за прицврстување, шrafoви за прицврстување, еластични прстени, дрвени и гумени подлошки.

Колосечниот прибор за врзување на шините меѓу себе треба да овозможи континуитет на шините по целата својата должина.

Тест за самооценување:

1. Што е колосечен прибор?

2. Кој прибор спаѓа во колосечен прибор за меѓусебно поврзување на шините?

- а) тирфони;
- б) спојници;
- в) еластични прстени;
- г) клинци.

3. Што сè спаѓа во колосечен прибор за врзување на шините за праговите? Наброј:

4. Каква задача имаат спојниците?

- а) да спојат праг и шина;
- б) да спојат праг и шина во кривина;
- в) да спојат две шини.

2.10. Улога и значење на праговите

Праговите имаат задача да ги примат оптоварувањата од возилата преку шините и да ги пренесат на засторот.

2.11. Видови прагови според материјалот

Поделбата на праговите се врши според:

- формата;
- материјалот;
- местото на вградување.

Според формата разликуваме:

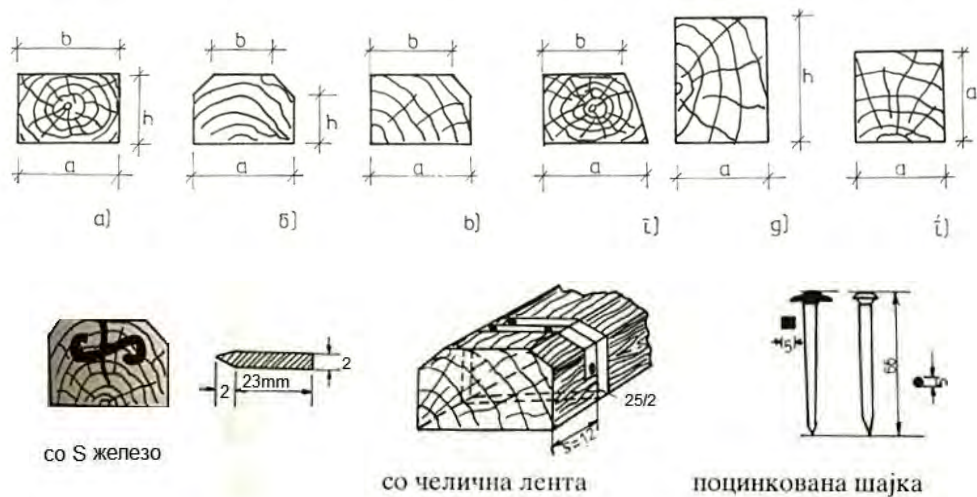
- поединечни;
- надолжни (под шините паралелно на оската на колосекот);
- напречни прагови (најмногу се употребуваат).

Според материјалот разликуваме:

- дрвени;
- армиранобетонски;
- челични.

2.12. Дрвени прагови

Дрвените прагови најмногу се употребуваат. Дрвото е еластично, ги ублажува динамичките удари, има мала сопствена тежина, лесно се обработува, лесно се прицврстува колосечниот прибор и шината и др. За да се спречи гниење, праговите се импрегнираат со антисептични средства (цинк-хлорид и креозотно масло).



Сл. 29. Дрвени прагови



Сл. 30. Дрвени прагови

2.13. Армиранобетонски прагови

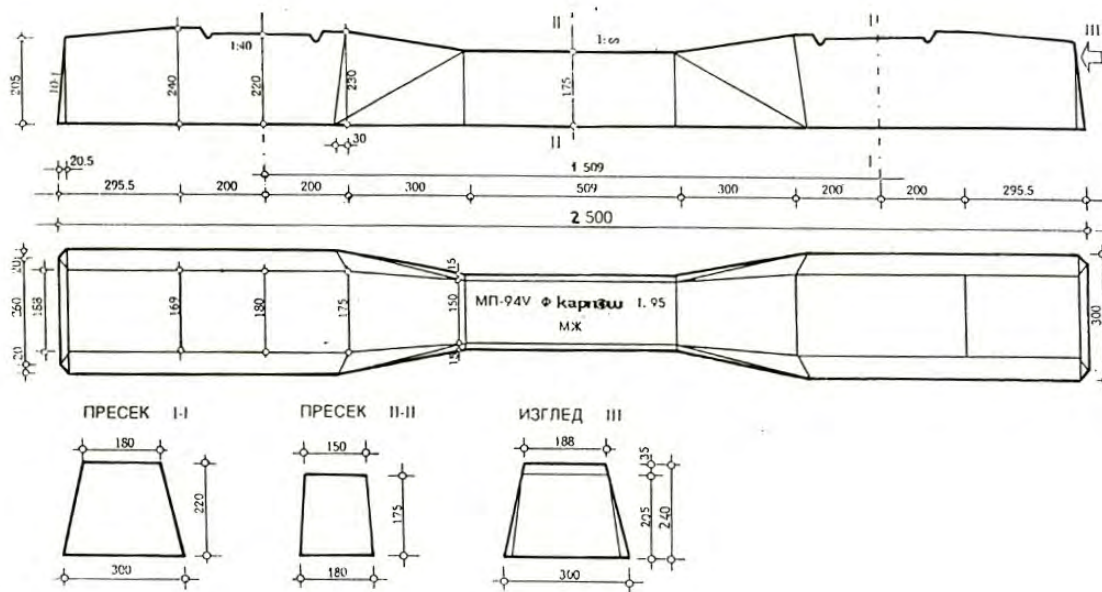
Армиранобетонските прагови се поевтини од дрвените, но се потешки. Разликуваме :

- едноделни прагови од класичен бетон;
- дводелни армиранобетонски прагови;
- преднапрегнати прагови.

Едноделните армиранобетонски прагови имаат поголема тежина и бараат машинско поставување.

Дводелните армиранобетонски прагови се составени од два бетонски блока поврзани со челичен елемент „U“ или „I“ профил.

Армианобетонските прагови од преднапрегнат бетон се вградуваат на добра и цврст застор и еластично прицврстен прибор (сл.31.,32.).



Армиано-бетонски преднапрегнат праг

Сл. 31. Армианобетонски преднапрегнат праг

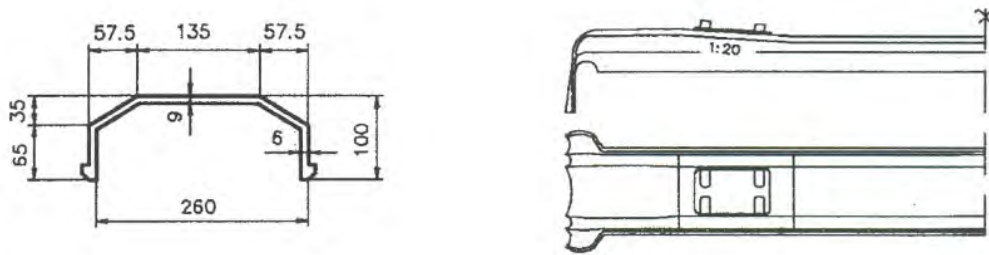


Сл. 32. Армианобетонски прагови

2.14. Челични прагови

Челичните прагови се во форма на корито, каде краевите се свиткани. Висината на челичните прагови изнесува 75 – 100 mm, ширината 260 – 452 mm, а должината 2500 mm. Тие се поскапи од дрвените, а нивна предност е долготрајноста. Може да траат и 30 – 40 години во добри услови. Праговите за отворена пруга се виткаат на места каде лежат со наклон 1:20 (сл.33.,34.).

За врзување на шините за праговите, мора да се отворат дупки во праговите. Во поново време прицврстувањето на шините за праговите се врши со заварување на подложните плочки.



Сл. 33. Челичен праг



Сл. 34. Челични прагови

Запомни!

Праговите имаат задача да ги примат оптоварувањата од возилата преку шините и да го пренесат на засторот.

За да се спречи гниење, праговите се импрегнираат со антисептични средства (цинк-хлорид и креозотно масло).

Армиранобетонските прагови се поевтини од дрвените, но се потешки.

Армиранобетонските прагови од преднапрегнат бетон се вградуваат на добар и цврст застор и еластично прицврстен прибор.

Тест за самооценување:

1. Каква задача имаат праговите од горниот строј на железничките линии?

2. Какви прагови најмногу се употребуваат, според материјалот?

- а) бетонски;
- б) дрвени;
- в) челични.

3. На кој начин се врши заштитата на дрвените прагови?

4. Кои прагови, според формата, најмногу се употребуваат?

- а) едноделни;
- б) дводелни;
- в) троделни.

2.15. Поим и димензионирање застор

Засторот претставува елемент кој товарите рамномерно ги пренесува на планумот. Основна задача на засторот е:

- рамномерно да го пренесе товарот од праговите на планумот;
- да ги спречи надолжните и страничните поместувања на праговите и колосекот;
- да овозможи брзо исцедување на водата;
- да делува како придушувач на вибрациите.

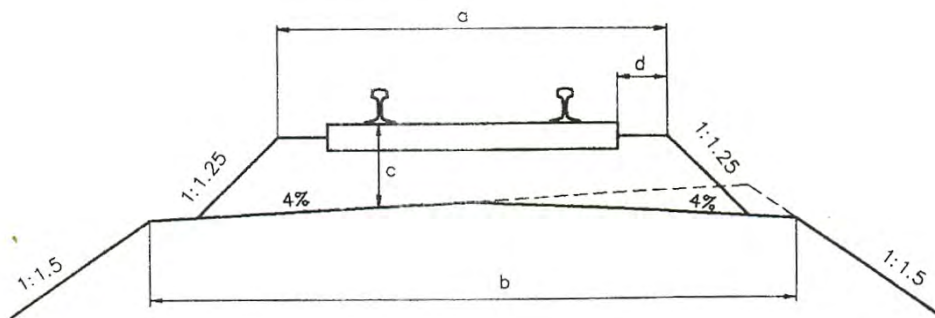
За да ги исполни сите наведени задачи засторот треба да има потребни димензии, а, исто така, треба да биде изработен од квалитетен материјал кој е отпорен на разни притисоци, атмосферски влијанија и др. Затоа треба да се води сметка за видот на материјалот од кој е изработен засторот, носивоста на земјаниот труп, осовинскиот притисок и др.

Кога имаме едностран наклон и кај колосек во кривина, дебелината на постелката (засторот) се мери од пониската шина.

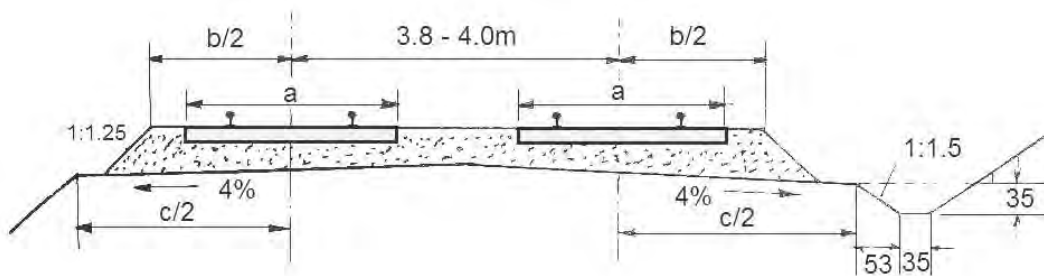
При изведба на засторот мора да се внимава дека тој е изложен на голем број деформации, па според тоа, треба да се изврши постепено збивање на материјалот за засторот под дејство на вибрациско подвижно оптоварување.

Кога имаме постелки со зрна 25 – 50 mm и зрна со 25 – 75 mm, имаме стабилна подлога за праговите. Кога имаме зрна со големина од 60 mm па нагоре, тогаш е сè потешко правилното поставување на праговите. Важна е и формата на зрната која придонесува за врзувањето и набивањето на постелката, па така, издолжените зрна полесно ги врзуваат слоевите од постелката.

Исто така, засторот рамномерно ги пренесува притисоците на што поголема површина од земјаниот труп (сл.35.), (сл.36.) и (сл.37.).



Сл. 35. Застор кај едноколосечна пруга



Сл. 36. Застор кај двоколосечна пруга



Сл. 37. Застор

Табела 1: Димензии на елементите на горен строј

Железничка линија	a	b	k	s	d
I ред дрвени прагови	260	330	35	600	45
II ред бетонски прагови	240	320	40	600	45
III ред	250	320	35	540	40
IV ред	250	290	20	450	33
Станични, работилнички, индустриски колосек	230	270	20	450	30

2.16. Материјал за изработка на застор

Најдобар материјал за изработка на засторот е толченик од еруптивни карпи: базалт, габро, гранит, силикатни сиви песочници, гнајс, доломит, диорит, диабаз, трахит и др.

Материјалот треба да е чист, постојан на мраз, отпорен на удари, жилав, крупен, да не впива вода, неиспукан и др.

Толченикот е поделен во 4 групи.

Табела 2: Группи на толченик

	Зрна кои минуваат низ сито	Зрна кои остануваат на сито
I гр.	Φ63 mm	Φ35,5 mm
II гр.	Φ35,5 mm	Φ25 mm
III гр.	Φ25 mm	Φ15 mm
IV гр.	Φ15 mm	Φ5 mm

Толченикот од I гр. се применува за свртници и пруги со нормален колосек, додека толчениците од II, III, IV гр. се применуваат за останати пруги од I и II ред. Чакалот кој има помал процент на песок е подобар од оној кој има поголем процент на песок.

Кога имаме појава на слаб материјал во земјаниот труп, тогаш се поставува тампонски слој, па дури се користат и геотекстили кои се поставуваат преку трупот, а после тоа се поставува заштитен слој од песок.

Исто така, за подобрување на носивоста на засторот и зголемување на стабилноста на колосекот, се врши збивање на постелката со што се намалуваат слегнувањата на колосекот. За поголема стабилност на постелката, понекогаш се пристапува кон монолитизирање на постелката со помош на битуменска емулзија, со што се врши порамномерна распределба на оптоварувањата на земјаниот труп, одведување на водата од земјаниот труп и др.

Запомни!

Засторот има задача да овозможи брзо одведување на водата.

Кај пруги со нормален колосек се употребува толченик I група, додека за останатите пруги од I и II ред се употребува толченик II, III, IV група.

Материјалот кој се употребува за засторот треба да е чист, отпорен на удари, постојан на мраз, жилав, крупен, да не впива вода, неиспукан и др.

Тест за самооценување:

1. Каква задача има засторот?

- а) да овозможи задржување на водата;
- б) да спречи ширење на водата;
- в) да овозможи брзо исцедување на водата.

2. Каков материјал се употребува за засторот кај пруги од нормален колосек?

- а) толченик II група;
- б) толченик I група;
- в) глина I група.

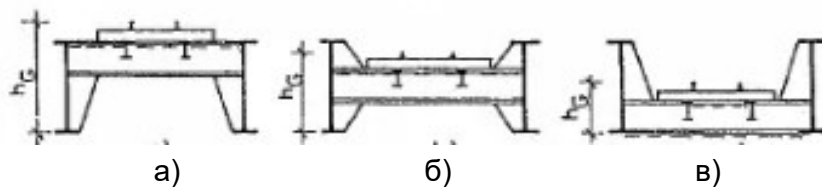
3. Каков треба да е материјалот за изработка на засторот?

- а) нечист;
- б) отпорен на удари;
- в) бел.

2.17. Колосек на пропусти и мостови

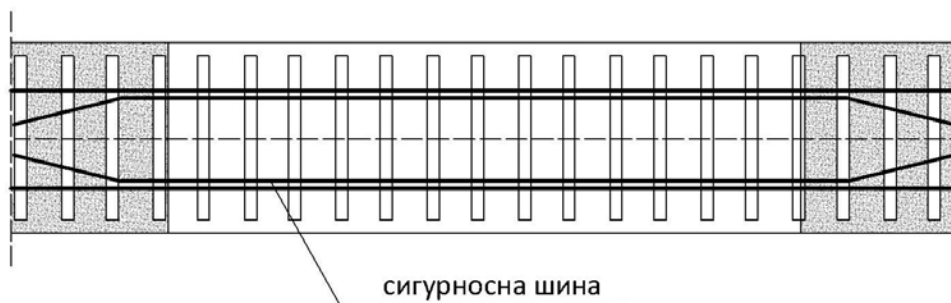
Кај сите пропусти и мостови слободниот профил на мостот претставува слободен (чист) дел на напречниот пресек на мостот, ограничен со колосекот и главните носачи, кој треба да се обезбеди на мостот за поминување на сообраќајни средства, односно за одвивање на сообраќајот за кој е предвиден мостот. Отворен мост претставува мост кој е отворен од горната страна, така што висината на слободниот профил на мостот не е ограничена со конструкцијата на мостот. Затворен мост претставува мост кој е затворен од горна страна. Според положбата на коловозот (по висина) во однос на главните носачи, разликуваме:

- а) мостови со коловоз на горен појас;
- б) мостови со спуштен коловоз;
- в) мостови со коловоз на долен појас.



Сл. Три случаи на положба на коловозот (по висина) во однос на главните носачи

Отворен колосек се состои од шини и прагови, како и останати елементи на отворениот колосек (сл.38). Кај мостовите со отворени кколосеци, шините се прицврстени на праговите и налегнуваат на подолжните носачи, кои налегнуваат на напречните носачи кои се поврзани на главните носачи.



ОСНОВА НА КОЛОСЕК КАЈ ЧЕЛИЧЕН МОСТ (ОТВОРЕН КОЛОСЕК)

Сл. 38. Основа на колосек кај челичен мост



Сл. 39. Колосек кај челичен мост

За подобро прицврстување праговите се врзуваат за конструкцијата со кукести шrafoви. Во средината меѓу шините се поставува ребрест лим или дрвени талпи како патека за минување или се предвидуваат посебни пешачки патеки.

На мостовите со должина поголема од 20 m, со кривина со радиус 500 m и помалку, и со поголем наклон од 15 ‰, се поставуваат сигурносни шини. Растојанието меѓу возната и сигурносната шина е 160 – 200 mm, кај новите мостови и 200 – 220 mm. Тие продолжуваат пред и по мостот уште по 10 m (15 m). Се поставуваат за да не дојде до излегување на возилата и да не удрат директно на главните носачи. Тие се поставуваат од внатрешната страна на колосекот.

Запомни!

Поставувањето на колосекот на прагови без застор, директно на главните или секундарните носачи се вика отворен колосек.

На мостовите со должина поголема од 20 m, со кривина со радиус 500 m и помалку, и со поголем наклон од 15‰, се поставуваат сигурносни шини. Тие продолжуваат пред и по мостот за по 10 m (15 m).

Тест за самооценување:

1. Според положбата на колосекот (по висина) во однос на главните носачи, разликуваме:

- а) мостови со спуштен колосек;
- б) мостови со широк колосек;
- в) мостови со тесен колосек.

2. Која е разликата помеѓу отворен и затворен мост?

3. Што ќе поставиме на мост со должина 30 m?

- а) долги шини;
- б) кратки шини;
- в) сигурносни шини.

2.18. Врски на колосеците

2.19. Поим и примена на свртилишта

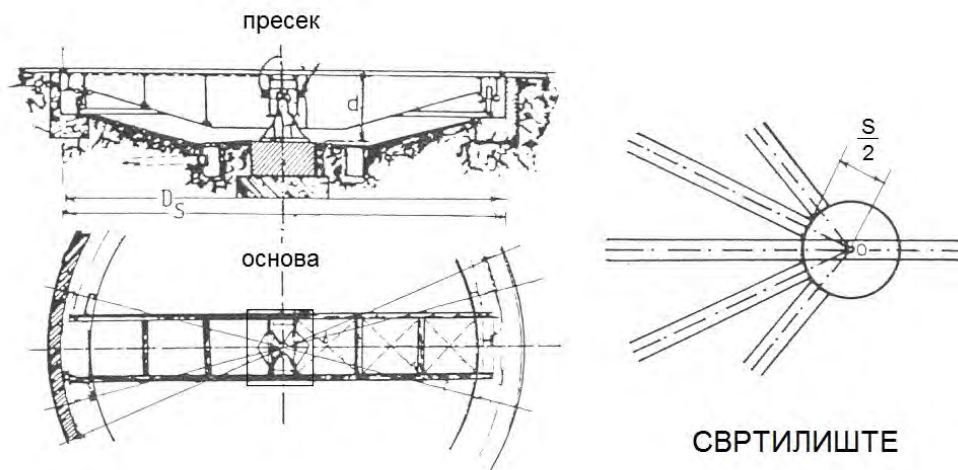
Свртилиштата се објекти кои служат за свртување на возилата за 180 степени. Тие се направени во кружна форма, а се изработени од челичен материјал. Самите свртилишта имаат подвижна конструкција за свртување на возилата. Оските на колосеците се сечат во една точка која е во средина на свртницата и се врти околу својата вертикална оска. На таа точка има колосек, кој овозможува да се заврти колосекот за 180 степени.

Разликуваме: осни, колски и локомотивски свртилишта.

Осните свртилишта наоѓаат примена во работилниците за преместување на возилата со пречник на плочата 2 – 3 m.

Колските свртилишта служат за преместување кај товарните рампи во станиците. Најчеста примена наоѓаат кај пристаништата.

Локомотивските свртилишта наоѓаат примена кај ложилниците и имаат еден колосек (сл.40.).



Сл. 40. Свртилиште



Сл. 42. Свртилиште

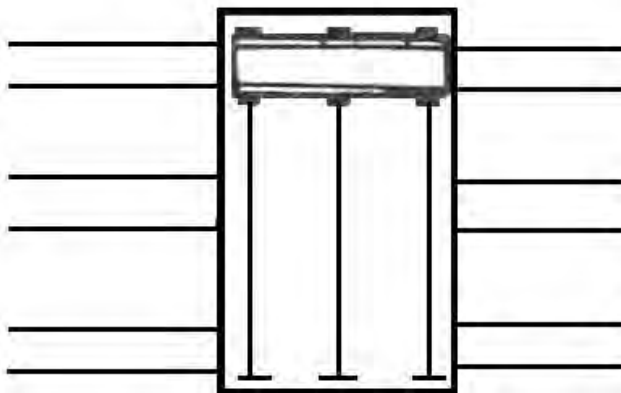
2.20. Поим и примена на преносници

Преносниците се објекти кои служат за преместување на возилата на паралелни колосеци. Најчесто наоѓаат примена кај работилниците, ложилниците, челните железнички станици.

Може да бидат спуштени и површински.

Спуштените преносници се со видана или бетонирана дупка со длабочина 50 см каде се движи преносницата.

Површинските преносници се без отвор и се составени од рампа. Шините се издигнати за 45 – 80 mm и се применуваат кај пристаништа (сл.43.).



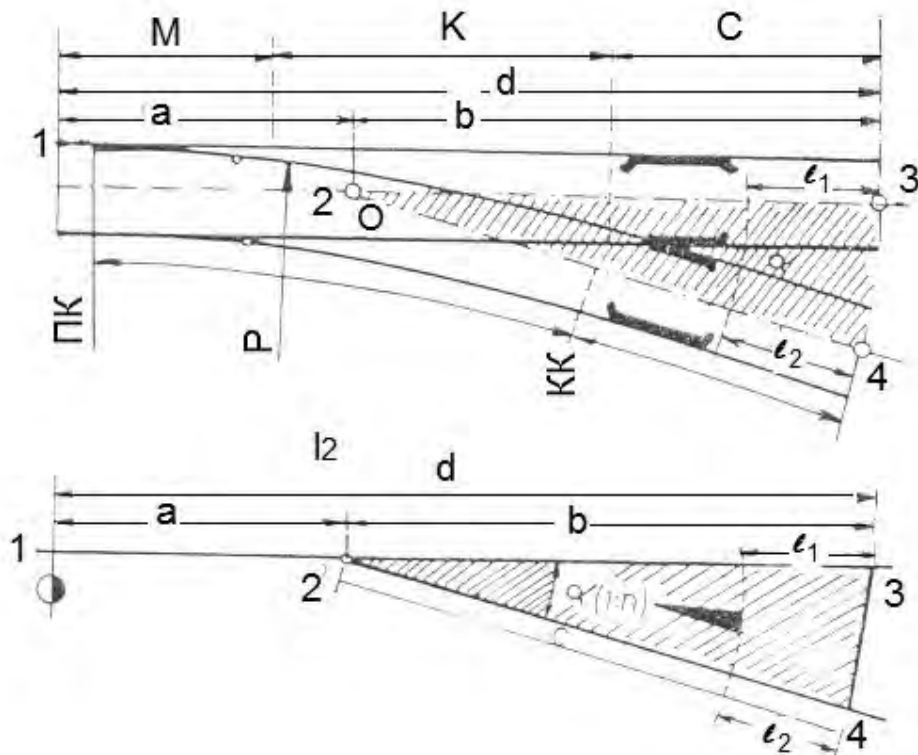
Сл. 43. Преносници

2.21. Поим, поделба и примена на свртници

Свртниците се делови на железничката линија кои овозможуваат премин на возилата од еден колосек на друг. Преминувањето треба да биде кратко и непрекинато.

Колосекот од кој се одвојува е главен колосек, а оној кој се одвојува е одвоен колосек. Основни делови на свртница се:

- менувачка;
- среден дел;
- срцевина (срциште) (сл.44.).



Сл. 44. Проста свртница

Составот каде што завршуваат шините на колосекот и почнуваат шините на свртниците се вика **почеток на свртницата**.

Составот каде што завршуваат шините на свртниците и почнуваат шините на колосекот или новата свртница се вика **крај на свртницата**.

Точката каде се сечат оските на главниот и одвоениот колосек се вика **средина на свртницата**.

Менувачката служи за давање правец на движење на возилата и се состои од:

- две јазичиња;
- две главни шини;
- лизгачки перничкиња;
- сврзен повлекувачки лост;
- свртнички затворач.

Средниот дел е составен од:

- обични шини.

Срцевината е составена од:

- врв;
- две крилни шини;
- две водилки.

Аголот меѓу оската на основниот колосек и оската на колосекот кој се одвојува се вика агол на свртницата и е $6 - 7^\circ$.

Кај нас, минималниот радиус на свртувањето $R=180$ m.



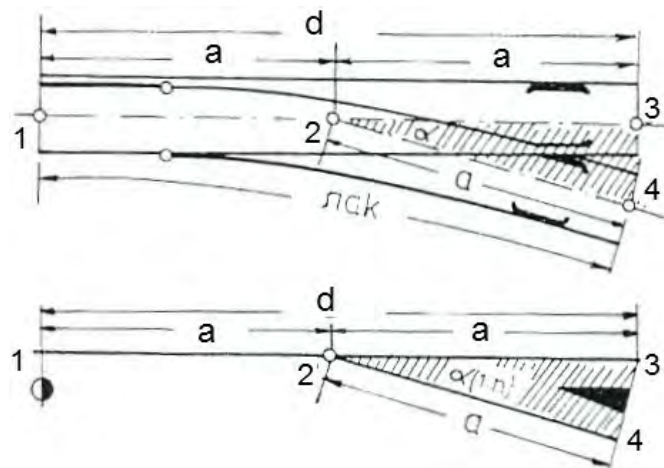
Сл. 45. Свртница

Поделба на свртниците

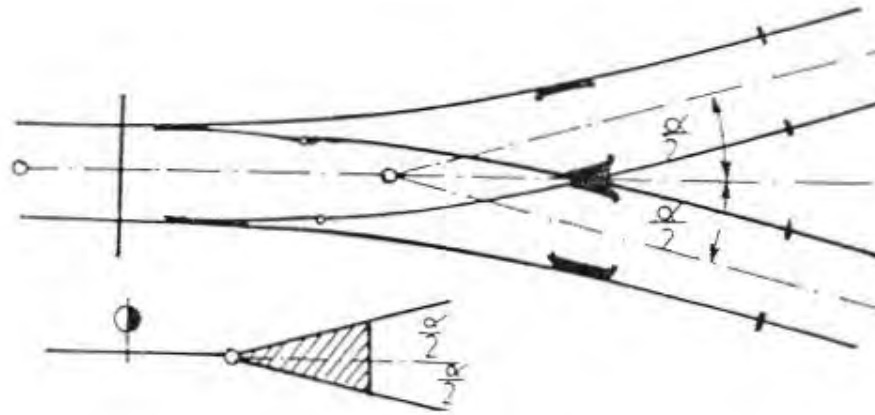
Според конструкцијата, свртниците може да бидат:

- единечни;
- двојни;
- вкрстени;
- комбинирани.

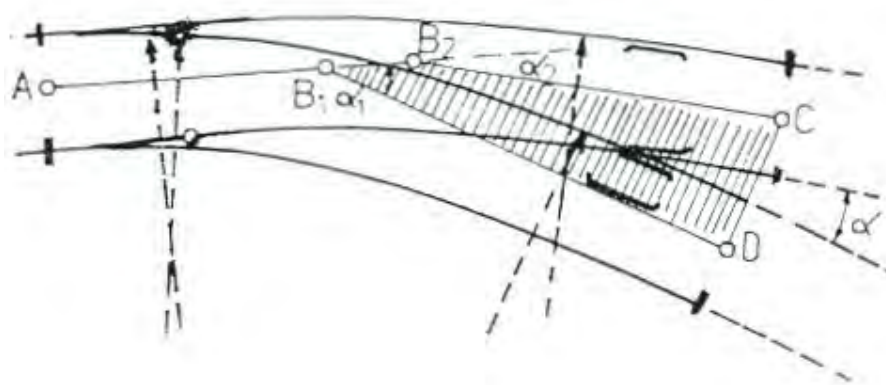
Единечната проста свртница овозможува преминување на возилата од основниот во одвоениот колосек. Може да биде лева или десна (сл.46.), (сл.47.) и (сл.48.).



Сл. 46. Проста свртница

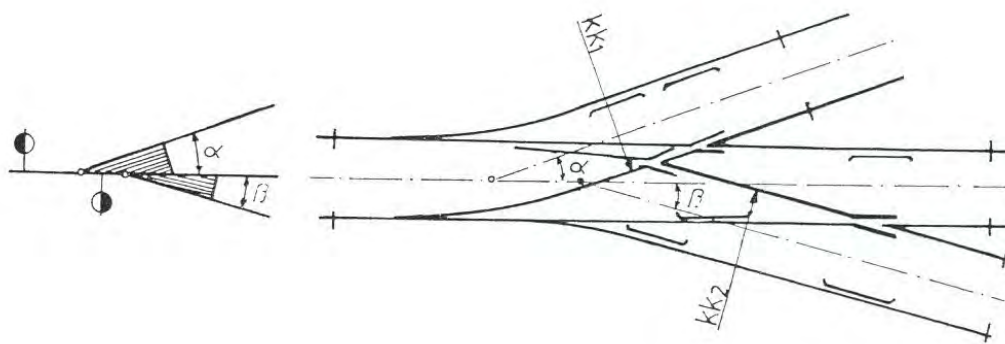


Сл. 47. Единечна симетрична свртница



Сл. 48. Единечна едностранна свртница

Двојните свртници се употребуваат кога е потребно од матичниот колосек да се одвојат два колосека (двострана двојна, едностранна двојна и двострана симетрична свртница) (сл.49.).



Сл. 49. Двојна свртница

Вкрстените свртници овозможуваат вкрстување на два колосека и преминување од еден во друг колосек (проста еднострана и двојна свртница).

Комбинираните свртници овозможуваат премин од два колосека со различни ширини во еден колосек (единечно заплетени, двојно заплетени, едноструко збиени заплетени и двојно збиени заплетени).

Запомни!

Според конструкцијата свртниците се делат на: единечни, двојни, вкрстени и комбинирани.

Единечна проста свртница се користи за преминување на возила од главен во одвоен колосек.

Двојните свртници се користат за одвојување на два колосека.

Вкрстени свртници се користат при вкрстување на два колосека.

Комбинираните свртници овозможуваат премин од два колосека со различни ширини во еден колосек.

Преносниците може да бидат спуштени и површински.

Свртилиштата се објекти за свртување на возилата за 180 степени, направени се од челичен материјал и во кружна форма.

Тест за самооценување:

1. Какви објекти се свртилиштата?

2. Какви може да бидат преносниците?

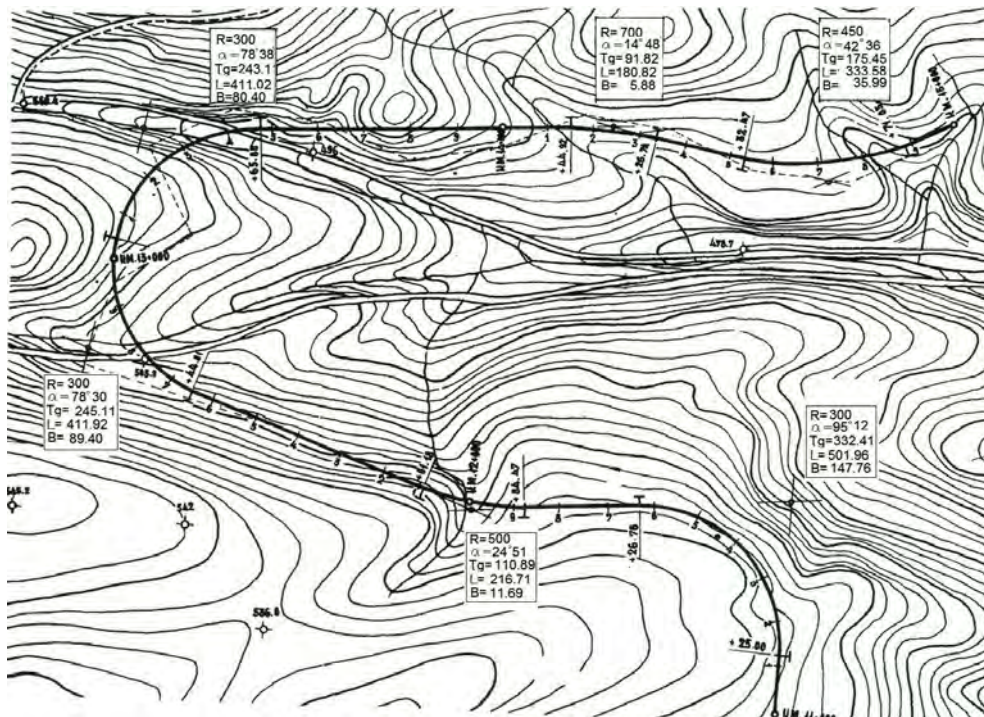
- а) надворешни;
- б) внатрешни;
- в) површински.

3. Како се делат свртниците?

- а) вертикални;
- б) хоризонтални;
- в) вкрстени.

4. Каква свртница ќе употребиме при одвојување на два колосека на две страни?

- а) еднострана двојна;
- б) двострана двојна;
- в) еднострана единечна.



МОДУЛ 3 – ПРОЕКТИРАЊЕ ЖЕЛЕЗНИЧКИ ЛИНИИ

Со овој модул учениците ќе бидат способни да:

- ✓ определуваат елементи на ситуационо решение на трасата на железничка линија во фаза на претпроект;
- ✓ определуваат елементи на ситуационо решение на трасата на железничка линија во фаза на идеен проект;
- ✓ определуваат елементи на ситуационо решение на трасата на железничка линија во фаза на основен проект.

3. ПРОЕКТИРАЊЕ ЖЕЛЕЗНИЧКИ ЛИНИИ

3.1. Видови проекти на железнички линии

3.2. Претходно техничко проучување

3.3. Претпроект

3.4. Ситуационо решение

3.5. Надолжен профил

3.6. Повлекување нулта линија

3.7. Повлекување оска на траса

3.8. Идеен проект

3.9. Геодетски подлоги

3.10. Проектантски работи

3.11. Основен проект

3.12. Проектирање оска и нивелета (хоризонтално и вертикално решение)

3. ПРОЕКТИРАЊЕ ЖЕЛЕЗНИЧКИ ЛИНИИ

Реализирањето на еден инвестициски проект зависи од определени активности кои се врзани со времето на реализација, од идеја на проектот па до негова реализација. Инвестицискиот проект се развива во неколку фази и тоа: фаза на идеја, инвестициска одлука, инвестициска изведба, проект и крај на животен век на проектот.

Според овие фази, постојат следни документи и тоа: прединвестициска програма, инвестициска програма, програма за изведба на проектот, следење на изведба на проектот, ефектите од реализираниот проект.

Пред да се пристапи кон изработка на проект на железничка линија неопходно е да се соберат податоци во врска со: проектантските услови на трасата кои ќе ни послужат при изработка на варијантни решенија на трасата и на крај избор на најдобра варијанта на трасата.

3.1. Видови проекти на железнички линии

При проектирањето, постојат следните три фази: претпроект, идеен проект и основен проект.

3.2. Претходно техничко проучување

Со помош на техничкото проучување се добива предзнаење за условите за проектирање и градење на пругата. Се добиваат максималните наклони и минималните радиуси, како и евентуално потреба од објекти како: тунели, мостови, пропусти и др. Во овој дел спаѓа: претпроект и препознавање на теренот.

3.3. Претпроект

Претпроектот се работи на геодетски подлоги во размер $R=1:25000$ до $R=1:50000$ во ситуација, и од неа се изработува надолжен профил.

Ситуационото решение се состои од правци и кривини и всушност претставува хоризонтална проекција на оската на железничката линија.

Надолжниот профил го добиваме врз основа на ситуационото решение со подолжен вертикален пресек на теренот по оската на железничката линија.

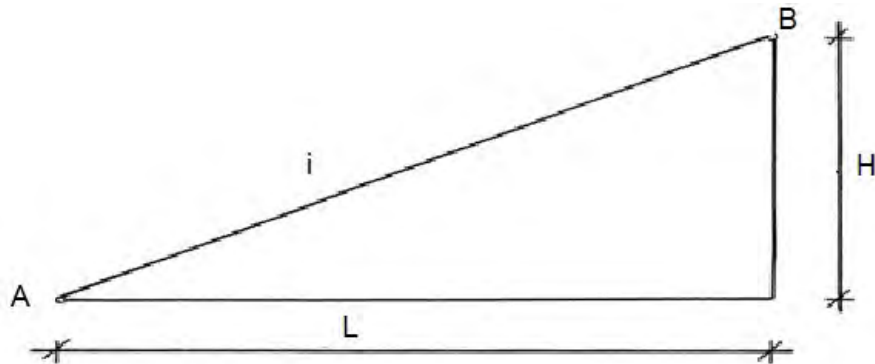
При определување на елементите на трасата постои тесна поврзаност со брзината на движење на возовите. Таа е еден од најважните фактори при определување на елементите на трасата.

3.4. Ситуационо решение

Трасата на една пруга се состои од правци и хоризонтални кривини кои се меѓусебно поврзани. Хоризонталните кривини се составени од кружни и преодни кривини. Минималните радиуси на кривините се определуваат во зависност од брзината на движење на возилата. За траса со помали брзини и нормална ширина на колосек минималниот радиус $R_{\min}=300$ m, на отворена пруга, а во станица минималниот радиус $R_{\min}=500$ m.

3.5. Надолжен профил

Надолжен профил е вертикален пресек по должина на трасата. Се состои од хоризонтални делови од трасата и делови од трасата со определени наклони (угорнини и надолнини), кои меѓу себе се поврзани со кружни вертикални кривини. Според нашите меродавни прописи, максималниот наклон на нивелетата на отворена пруга изнесува 25‰, додека во станици најчесто се проектира во хоризонтала или максимално до 1,5‰. (сл.50.).



Сл. 50. Наклон на нивелета

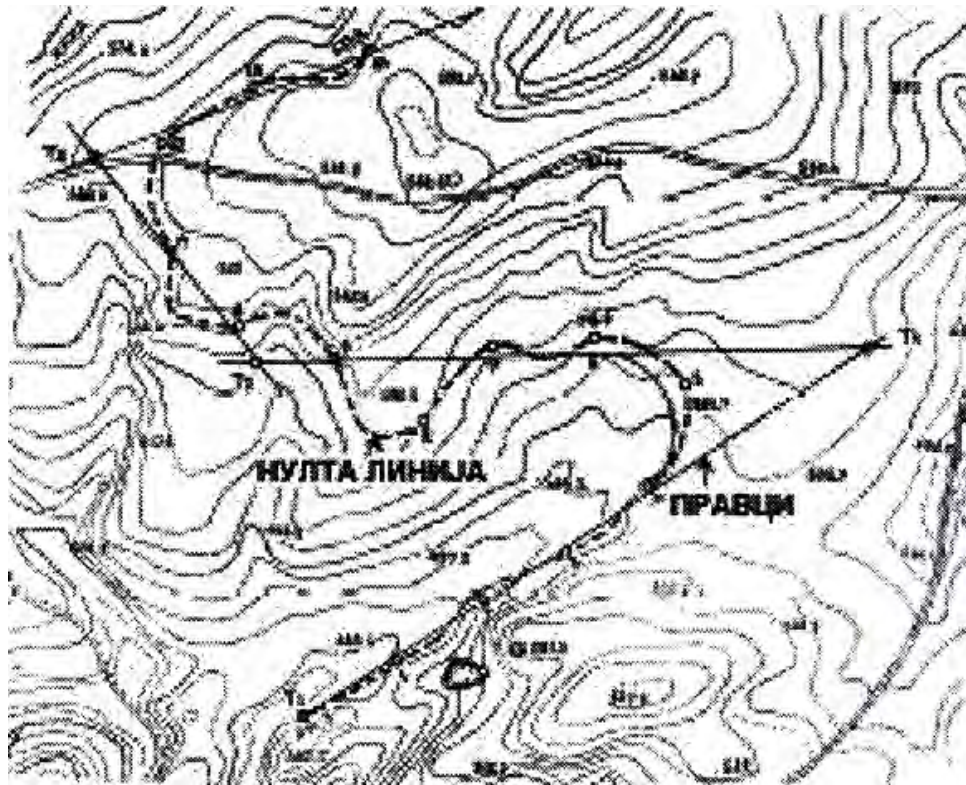
3.6. Повлекување нулта линија

Водењето на трасата е во зависност од релјефот на теренот, изграденоста на просторот и др. услови. Покрај тоа, треба да се води сметка и за наклоните на железничката линија и предвидените сообраќајни потреби

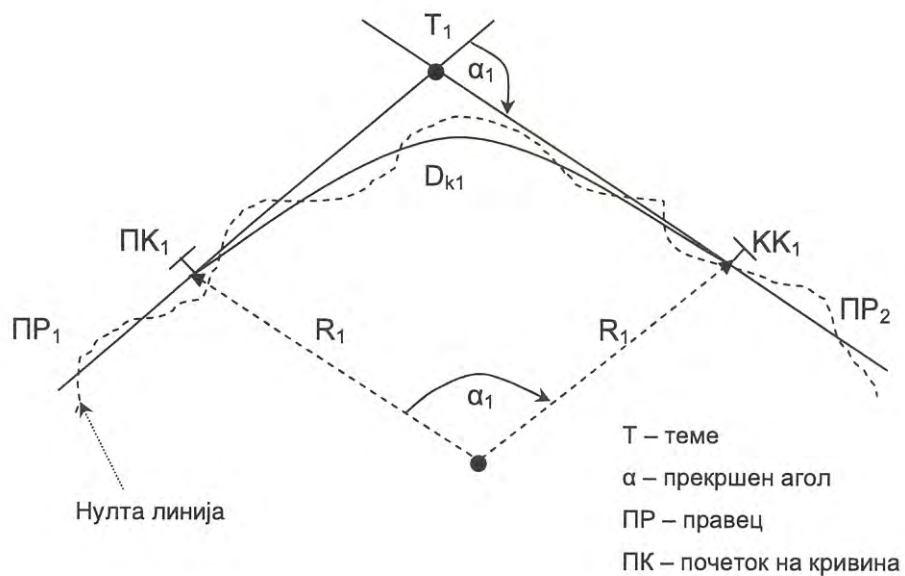
на пругата. При изработка на претпроектот, се поврзуваме со веќе постоечки станици, населени места и сл. и го пресметуваме наклонот како и должината на трасата меѓу нив.

Откако ќе ја определиме должината на трасата помеѓу две точки и ја определуваме разликата во висините помеѓу двете точки, го определуваме **чекорот на нултата линија**. Со помош на вредноста на чекорот, чекориме од изохипса до изохипса, од една до друга точка. Откако сме завршиле со чекорењето, се спојуваат точките од сите изохипси и се добива нулта линија (сл.51.).

Нултата линија ни служи како водилка за повлекување на правците и кривините. Проектирањето на трасата на пругата, според нултата линија, теоретски земено, би била најекономична варијанта, бидејќи според неа, трупот на пругата е цело време во засек.



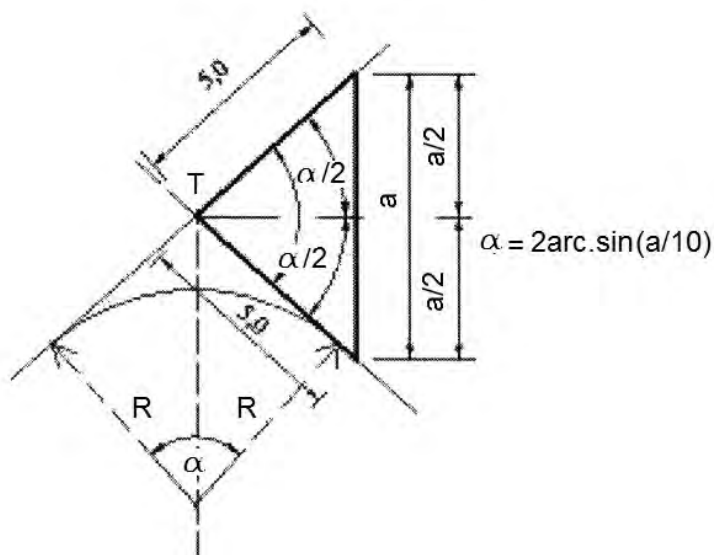
Сл. 51. Нулта линија (испрекината линија)



Сл. 52. Повлекување оска на трасата на пругата

3.7. Повлекување оска на трасата

Откако сме ја повлекле нултата линија, може да пристапиме кон повлекување на правците и формирање темиња на хоризонталните кривини (сл. 52). Се врши определување на прекршниот агол кај темето со помош на дадените формули, (сл.53.) и избор на радиус на хоризонталните кривини. Како мали радиуси на хоризонталните кривини се земаат радиуси од 300 m до 1000 m. За пруги со нормален колосек и за мешовит сообраќај (патнички и товарен сообраќај) помали радиуси од 300 m не се применуваат.



Слика 53. Определување на прекршен агол

Со помош на добиените вредности на прекршниот агол и усвоена големина на радиусот, се врши пресметување на геометриските карактеристики на кружна кривина и се врши оформување на кружните кривини (сл.54.).

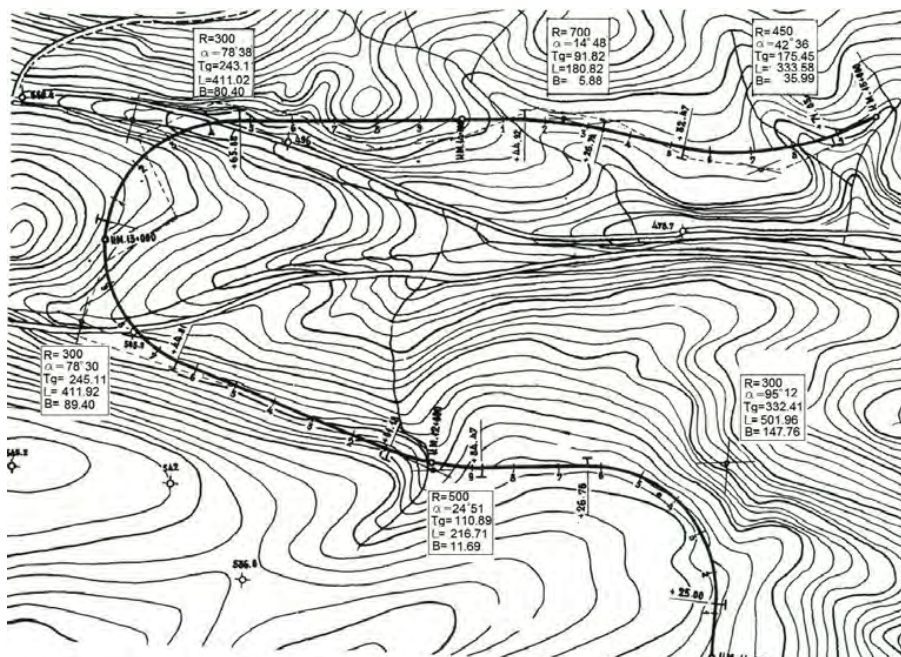
$$Tg = R \cdot tg \frac{\alpha}{2} \quad - \text{ тангента на хоризонтална кривина;}$$

$$B = R \cdot \left(\sec \frac{\alpha}{2} - 1 \right) \quad - \text{ бисектриса на хоризонтална кривина;}$$

$$Dk = \frac{R \cdot \pi \cdot \alpha}{180} \quad - \text{ должина на хоризонтална кривина.}$$

На овој начин, со пресметани елементи на кружни кривини, во ситуација се претставува оската на трасата составена од правци и кружни кривини.

На крајот ја изработуваме стационажата на оската на трасата.



Сл. 54. Стационажа на трасата во ситуација

Откако е определена стационажата во ситуацијата, пристапуваме кон изработка на надолжниот профил. Надолжниот профил е вертикален пресек на теренот по оската на пругата и се претставува во размер $P=1:2000/20000$, односно во $P=1:2000$ за висините, а $P=1:20000$ за должините. Со овие различни размери за висините и должините, полесно се воочуваат правците, вертикалните кривини, како и сите објекти по должината на трасата на пругата.

Во надолжниот профил ги исцртуваме теренските линии и нивелетата на пругата. Теренските линии ги исцртуваме со помош на теренските коти по должината на оската на пругата. Нивелетата ја повлекуваме од почетна до крајна точка, односно од една до друга прекршна точка на вертикалните кривини.

Рекогносцирање на трасата

Во оваа фаза изработуваме повеќе варијанти за трасата на пругата. Потоа се поминува на терен и се проверува и споредува дали податоците на терен се идентични со податоците кои се претходно добиени од картите.

Поминувањето на терен и споредувањето на податоците и варијантните решенија со податоците од терен, се нарекува рекогносцирање на трасата.

Според однапред определени критериуми (трошоци за изградба на пругата, трошоци во експлоатација (користење) на пругата, надворешни трошоци на транспортот и др.) се избира најповолното варијантно решение за трасата на пругата.

3.8. Идеен проект

Откако се изработени варијантните решенија, се врши нивно споредување и се усвојува едно или повеќе решенија. Во следната фаза се изработува **идеен проект**. Идејниот проект содржи два вида работи и тоа: работи на топографска геодетска подлога и проектантски работи.

3.9. Геодетски подлоги

Геодетските подлоги (картите) може да се добијат на следните начини: аеро-фотограметриско снимање, катастарски премер и со тахиметриско снимање. Тахиметриското снимање се врши од страна на геодети со помош на геодетски инструменти.

Фотограметриски или сателитски подлоги за теренот се современ начин на проектирање со помош на разни видови софтвери, со помош на кои се претвораат во карти.

3.10. Проектантски работи

Кај **проектантските работи** на идејниот проект, постапката на повекување на нултата линија, повлекување на правците и определување на прекршните темиња се изработува исто како кај претпроектот. Идејниот проект се изработува во размер $P=1:2000$, $1:2500$, $1:5000$ до $1:10000$. Врз основа на добиените прекршни агли, се усвојуваат радиусите на кривини. Со помош на овие податоци се пресметуваат елементите на хоризонтални кривини, односно тангента, бисектриса и должина на кривина.

Минималниот радиус на хоризонтална кривина на отворена пруга е $R_{\min} = 300$ m со максимална брзина $V=80$ km/h.

Стационарањето на ситуацијата се бележи со км 0+000,00, додека обележувањето на 100 m се бележи со арапски бројки (на пр.: 1,2,3...9).

Надолжниот профил најчесто се работи во размер $P=1:200$ (100) за висини и $P=1:2000$ (1000) за должини. Надолжниот профил се изработува на ист начин како и кај претпроектот (сл.55.).

Бидејќи на трасата не може да имаме ист наклон на нивелета, може да дојде до прекршување на нивелетата.

Местото каде нивелетата го менува наклонот се вика прекршување на нивелетата. Прекршувањето се заоблува со вертикални кривини, а радиусите зависат од максималната брзина.

Кај конвексните прекршувања, кај кои апсолутниот збир или разлика се поголеми од 10‰, се вметнува хоризонтален дел или под наклон од 3 ‰, во должина од 300 m (мин 200).

Кај конкавните прекршувања, каде збирот или разликата се поголеми од 10‰, се врши заоблување со хоризонтален дел или под наклон од 3‰ за должини 300 – 500 m.

По правило, овие заоблувања се поставуваат во правец или да завршат пред почетокот, односно крајот на преодната кривина, свртница, вкрстосување и др. објекти, најмала барем 5 m.

Идејниот проект ги дава техничките решенија на трасата и ги дефинира видовите и количините на работите при изградба на железничката линија. Тие работи се потребни при избор на најповолна варијанта на трасата.

На крај се пишува **техничкиот извештај** во кој се назначуваат: називите на местата, рангот, техничките карактеристики, димензиите на долен и горен строј, решенијата за објектите, локациите на станиците, пропуштањето канали за наводнување и др.

3.11. Основен проект

Во основниот проект постојат два вида работи: проектирање на оската и нивелетата и проектирање на основни проекти за објектите.

3.12. Проектирање оска и нивелета (хоризонтално и вертикално решение)

Хоризонтално решение

Најпрвин се врши обележување на оската на пругата на терен со примена на оперативен полигон со полигони точки и полигони страни.

Водењето на трасата е условена од релјефот на теренот, изграденоста на просторот и др. услови, при што треба да се води сметка за наклоните на сообраќајницата.

За да се добијат поизедначени земјани маси прво се определува чекорот за повлекување на нултата линија и со помош на чекорот, чекориме од изохипса до изохипса, од една до друга точка. Откако сме завршиле со чекорењето, се спојуваат точките од сите изохипси и се добива нулта линија.

Се определуваат темињата на хоризонталните кривини и правците помеѓу нив, од едно до друго теме. Откако ќе се измерат прекршните агли, во основниот проект потребно е да се определи и должина на преодната кривина (сл.56.).

Кај железниците се применуваат преодни кривини од типот на **кубна парабола и клотоида**. Според нашите прописи кубната парабола се определува со помош на формулата:

$$L_{kr} = \sqrt[4]{0,64 \cdot R^3}$$

L_{kr} – критериум за должина на преодна кривина во m;

R – радиус на хоризонтална кривина во m.

Во случај кога $L_p < L_{kr}$ се користи проста кубна парабола за преодна кривина.

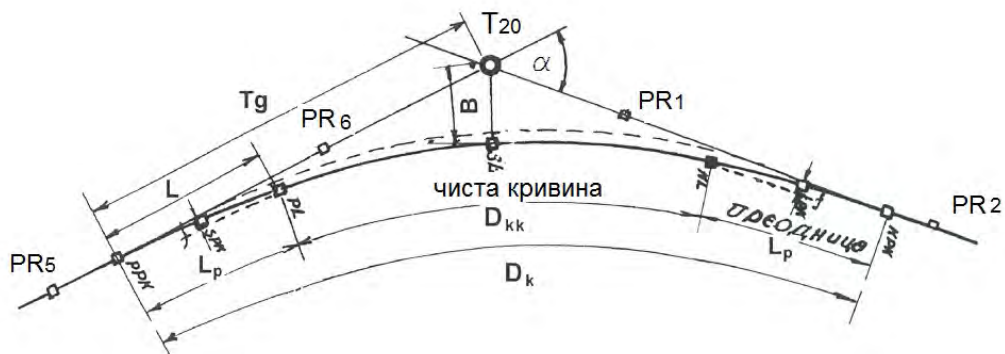
Во случај кога $L_p \geq L_{kr}$ се користи поправена кубна парабола за преодна кривина.

L_p – пресметана потребна должина на преодна кривина.

$$L_p = 10 \cdot h \cdot V_{\max} \quad (\text{m})$$

$$h = 7,1 \frac{V_{\max}^2}{R} \quad (\text{mm})$$

За куси преодни кривини, $L_p = L$.



Сл. 56. Елементи на хоризонтална кривина

Елементите на преодна кривина се пресметуваат со следниве образци:

Тангента $Tg = (R + f) \cdot tg \frac{\alpha}{2} + \frac{L}{2} \quad (\text{m})$

Бисектриса $B = (R + f) \cdot \left(\sec \frac{\alpha}{2} - 1 \right) + f \quad (\text{m})$

Должина на кривина $D_k = \frac{R \cdot \pi \cdot \alpha}{180} + L \quad (\text{m})$

За поголеми брзини се применува поправената кубна парабола со следните обрасци:

$$\text{Тангента} \quad Tg = (R + f) \cdot tg \frac{\alpha}{2} + a \quad (\text{m})$$

$$\text{Бисектриса} \quad B = (R + f) \cdot \left(\sec \frac{\alpha}{2} - 1 \right) + f \quad (\text{m})$$

$$\text{Должина на кривина} \quad D_k = \frac{R \cdot \pi \cdot (\alpha - \tau)}{180} + 2 \cdot L \quad (\text{m})$$

Геометриските карактеристики во обрасците се читаат од **Сараценови таблици** за определени вредности на кривините.

После тоа се врши стационирање на трасата и се обележуваат сите вештачки објекти.

При изработка на **Основен проект** пресметките се внесуваат во ситуација каде е повлечена трасата на железничката линија. Ситуацијата се црта во размер R=1:1000, односно R=1:2000.

Се внесуваат темињата со помош на нивните координати и се внесуваат карактеристичните точки од кривината: **ППК, КПК/ПКК, СКК, ККК/ППК, КПК**.

Се утврдуваат и се означуваат пет карактеристични точки на хоризонталната кривина при стационирањето. Тие се:

- ППК почеток на преодна кривина;
- КПК/ПКК крај на преодна кривина и почеток на кружна кривина;
- СКК средина на кружна кривина;
- ККК/ППК крај на кружна кривина и почеток на преодна кривина;
- КПК крај на преодна кривина.

Определувањето на петте карактеристични точки се врши според дадените формули:

- ППК=X- Tg
 - ПКК/КПК=ППК+ L
 - СКК=ППК+ D_k/2
 - КПК=ППК+ D_k
 - ППК/ККК=КПК- L
- каде X-должина од почетна точка до темето.

Се врши стационирање и се обележуваат точките.

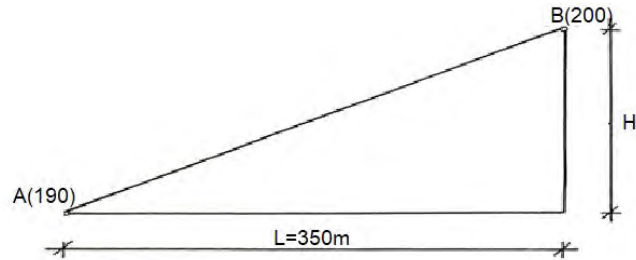
Пример 1: Да се определи подолжен наклон и чекор за повлекување на нултата линија доколку се дадени следните податоци: Точката А е на висинска кота 190 m, точката В на висинска кота 200 m, должината $L=350$ m, висинската разлика помеѓу изохипсите изнесува $h=1,0$ m.

Решение:

1. Определување подолжен наклон

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{H}{L} = \frac{10}{350} = 0,028$$

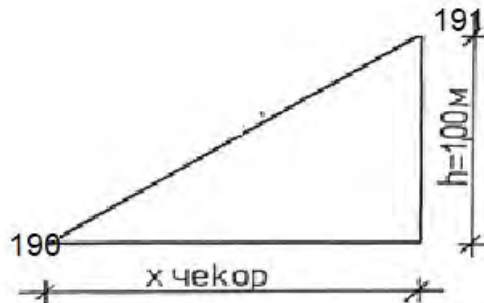
$$i = 0,028 \cdot 100 = 2,8\%$$



2. Определување чекор и нулта линија

$$x_{\text{чекор}} = \frac{h \cdot 100}{i}$$

$$x_{\text{чекор}} = \frac{1 \cdot 100}{2,8} = \frac{35,71}{10} = 3,6 \text{ cm}$$



Задача за вежбање: Да се определи подолжен наклон и чекор за повлекување на нултата линија доколку се дадени следните податоци: Точката А е на висинска кота 200 m, точката В на висинска кота 210 m, должината $L=280$ m, висинската разлика помеѓу изохипсите изнесува $h=1,0$ m.

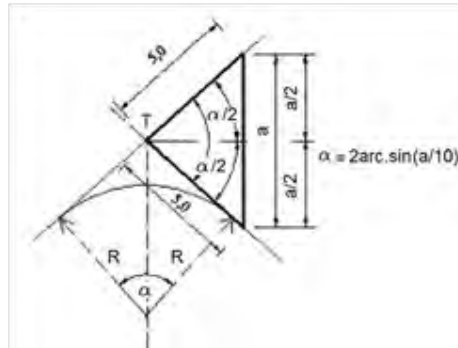
Пример 2: Да се пресмета прекршниот агол, ако е дадено $a=3$ м.

Решение:

1. Определување агол на скршнување

$$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{a}{2b} = \frac{3}{2 \cdot 5} = \frac{3}{10} = 0,3$$

$$\frac{\alpha}{2} = \arcsin 0,3 = 17^{\circ}27'54''$$



Задача за вежбање: Да се пресмета прекршниот агол, ако е дадено $a=5$ м.

Пример 3: Да се пресметаат ППК, ПКК/КПК, СКК, КПК, ППК/ККК, доколку се дадени: $X=150$ м (растојание од почетокот до темето), $Tg= 52,3$ м (тангента) $B= 12,2$ м (бисектриса) $D_k= 121,12$ м (должина на кривина) $L=20$ м (должина на преодна кривина).

Решение:

1. Определување на петте карактеристични точки на кривината

$$\text{ППК} = X - Tg = 150 - 52,3 = 97,7 \text{ м}$$

$$\text{ПКК/КПК} = \text{ППК} + L = 97,7 + 20 = 117,7 \text{ м}$$

$$\text{СКК} = \text{ППК} + D_k/2 = 97,7 + 121,12/2 = 97,7 + 60,56 = 158,26 \text{ м}$$

$$\text{КПК} = \text{ППК} + D_k = 97,7 + 121,12 = 218,82 \text{ м}$$

$$\text{ППК/ККК} = \text{КПК} - L = 218,82 - 20 = 198,82 \text{ м}$$

Задача за вежбање: Колку изнесуваат ППК, ПКК/КПК, СКК, КПК, ППК/ККК, доколку се дадени: $X=130$ м, $Tg= 45,50$ м $B= 11,32$ м $D_k= 110,6$ м $L=15$ м.

Вертикално решение – надолжен и попречни профили

Надолжниот профил се изработува во размер $P=1:200$ за висини и $P=1:2000$ за должини.

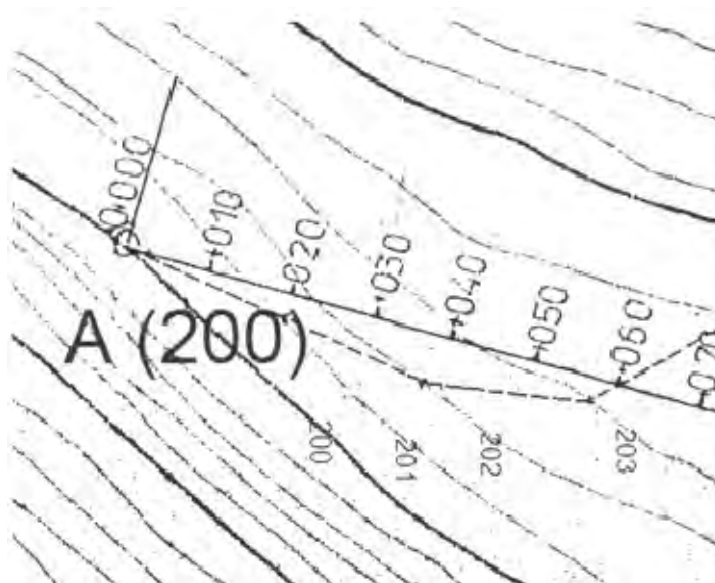
Во Основниот проект котите на точките и растојанијата на прекршните точки се исти со оние од теренот. Кај надолжниот профил се води сметка за меродавниот наклон.

Во ситуацијата, се врши стационирање, на 10 или 20 метри. Стационирањето се врши согласно соодветниот размер во ситуацијата. Откако ќе се стационира, односно се обележуваат точките во ситуацијата соодветно со почеток од точка А, од 0+000, +10, +20, +30 итн. сè до точка Б.

Потоа, за да го претставиме надолжниот профил од точка А до точка Б, потребно е да се определат котите на терен и котите на нивелета.

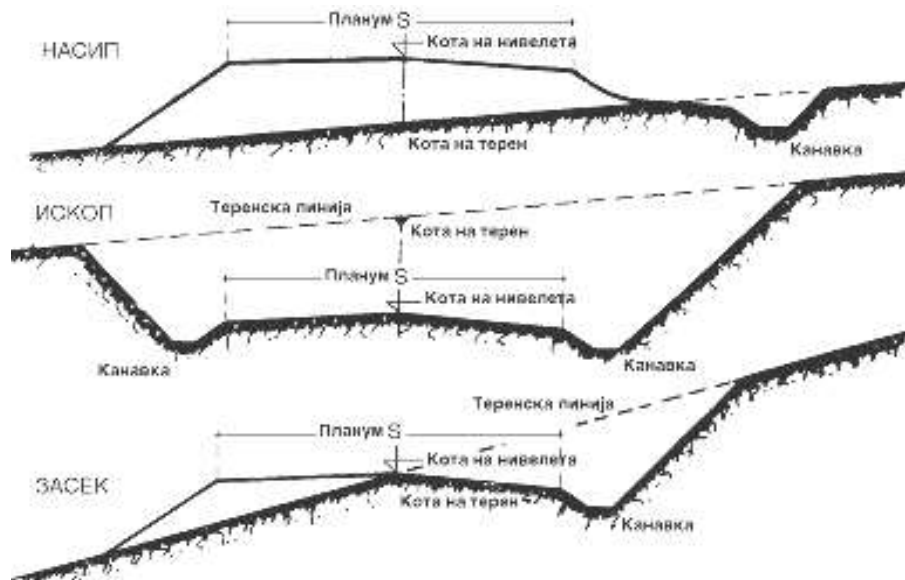
Котите на терен се определуваат со помош на интерполација од една до друга стационажна.

Во секоја стационарна точка, 0+000, +10, +20 итн. до крајот, се повлекуваат нормали на оската на патот. Со помош на линеар ги мериме растојанијата до секоја изохипса во соодветен размер. Мерените растојанија ги нанесуваме во триаголник (со помош на методот на складност на триаголници), го пресметуваме растојанието и на тој начин се добива котата на терен за определената стационажна (сл. 57.).



Сл. 57. Стационирање во ситуација

Цртањето на **попечните профили** се врши во размер $P=1:100$ лево или десно од оската на пругата. Кај проектирањето на попечните профили треба да ги знаеме вредностите на котите на нивелета, ширината на планумот, наклоните на косините на ископи и насипи, радиусите на кривината и др. (сл.58.).



Сл. 58. Попечни профили

Кај едноколосечна пруга со нормален колосек ширината на планумот „с“ изнесува:

- за пруги од I ред $s=5,70$ m;
- за пруги од II ред $s=5,40$ m;
- за пруги од III ред $s=4,50$ m.

Кај двоколосечна пруга со нормален колосек ширината на планумот „с“ изнесува:

- за пруги од I ред $s=9,70$ m;
- за пруги од II ред $s=9,70$ m;
- за пруги од III ред $s=9,00$ m.

Растојанието меѓу колосеците „g“ изнесува $g=4,00$ m.

Цртање попречни профили

Трасата на ситуацијата ја усвојува инвеститорот и на неа се врши стационирање. Во секоја стационирана точка, на 25 m, во конкретниот случај, определуваме коти на терен и коти на нивелета. Потоа може да пристапиме кон цртање попречни профили.

Во секоја стационирана точка се повлекуваат нормали на оската на железничката пруга така што треба да сечат 2 – 3 изохипси лево и десно. Се мерат растојанијата од изохипса до изохипса лево и десно и се запишуваат така што левите ги означуваме со x_1-x_n , а десните ги означуваме со y_1-y_n . За секоја стационирана точка, се запишуваат покрај растојанијата, кота на нивелета и кота на терен. На милиметарска хартија или на А4 формат хартија, почнуваме да ги цртаме попречните профили.

За почеток, определуваме оска на средината од листот, потоа определуваме од десна страна на листот, коти – хоризонтални линии во растојание од 1 m – во размер 1 cm (пример, доколку е $KT=190$ m, определуваме 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193 итн.).

На средината на оската, ги определуваме KT (кота на терен) и KN (кота на нивелета) и ги запишуваме покрај стационажата (пр. km 0+75). На ситуацијата за соодветната стационажа, определуваме и запишуваме на лева страна $x_1=3$ m, $x_2=6$ m, на десната страна запишуваме $y_1=10$ m, $y_2=5$ m.

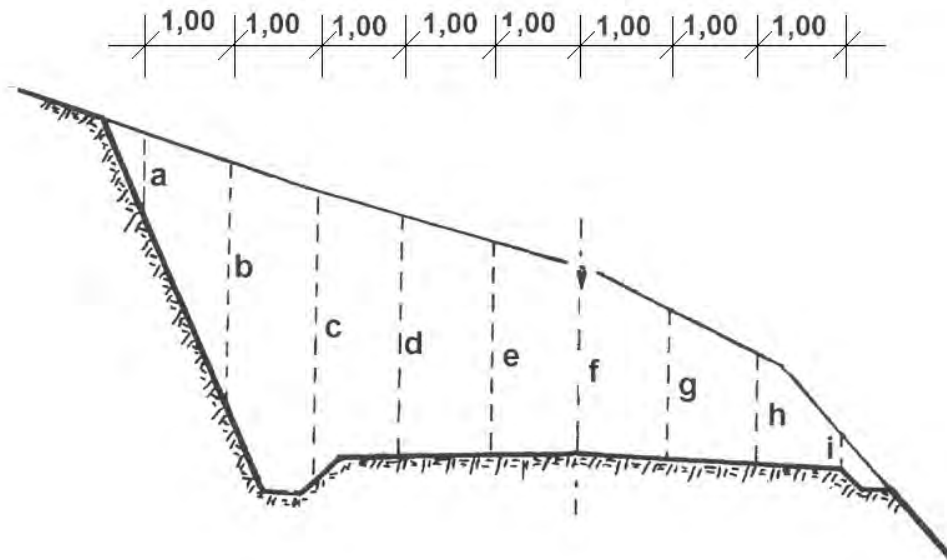
Ги определуваме точките од KT и KN , потоа на лево ги определуваме x_1, x_2 од лева страна, ги поврзуваме, потоа на десна страна y_1, y_2 , од десна страна, ги поврзуваме и ја добиваме линијата на терен.

На точката на KN , која се наоѓа на оската, повлекуваме хоризонтална линија и ја добиваме линијата на нивелета.

Од крајната лева точка на нивелетата и крајната десна точка на нивелетата, повлекуваме линија на наклон во соодветен размер и добиваме, зависно ископ, насип или засек.

Површините на попречните профили се добиваат со планиметар, а може и да се добијат со сумирање на вертикалните поделби на профилот на определено растојание (сл.59.).

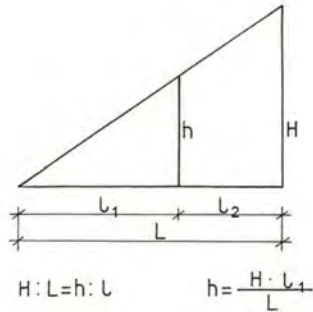
$$A=a+b+c+\dots+l \quad (\text{m}^2)$$



Сл. 59. Површина на попречен профил

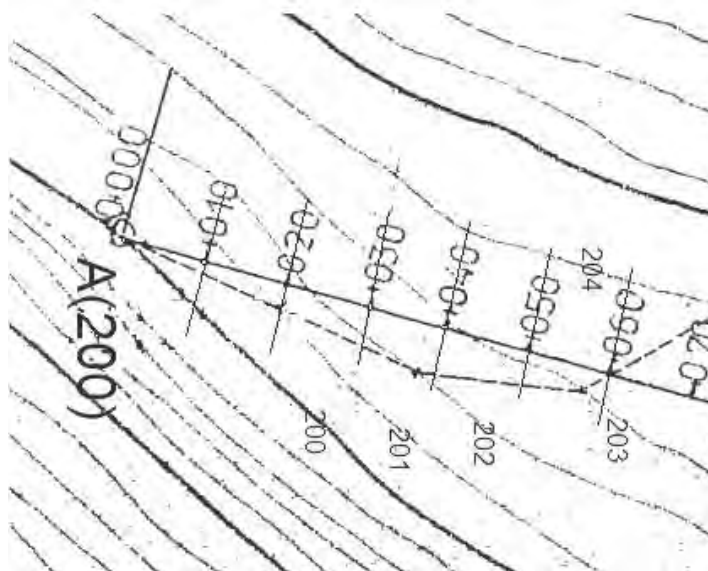
Пример 1: Во точката А, стационажа km 0+00, котата на терен изнесува 200 m.

На стационажа km 0+10, котата на терен се наоѓа помеѓу изохипсата со кота 200 m и изохипсата со кота 201 m, поради што се врши интерполација.



Задача 1: Да се определат котите на терен на стационажите km 0+00, km 0+10, km 0+20, km 0+30, km 0+40, km 0+50, km 0+60, за ситуацијата дадена на цртежот R=1:1000, ако се дадени:

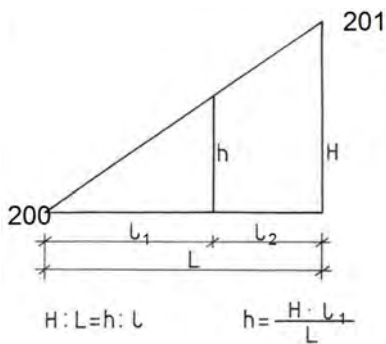
- km 0+10 → $l_1=6, l_2=4$, се наоѓа помеѓу котите 200 m и 201 m
- km 0+20 → $l_1=9, l_2=3$, се наоѓа помеѓу котите 201 m и 202 m
- km 0+30 → $l_1=3, l_2=7$, се наоѓа помеѓу котите 202 m и 203 m
- km 0+40 → $l_1=8, l_2=2$, се наоѓа помеѓу котите 202 m и 203 m
- km 0+50 → $l_1=1, l_2=7$, се наоѓа помеѓу котите 203 m и 204 m
- km 0+60 → $l_1=4, l_2=10$, се наоѓа помеѓу котите 203 m и 204 m



Решение:

km 0+00 → КТ=200m

km 0+10 → $l_1=8, l_2=3$, се наоѓа помеѓу котите 200 и 201.



Во формулата, заменуваме за $l_1=8, l_2=3, H=1, L=8+3=11\text{m}$

од складност на триаголници следува:

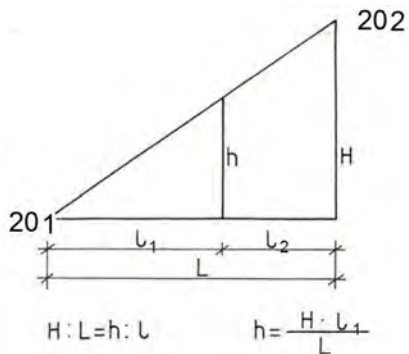
$$H:L=h:l_1 \quad H \cdot l_1 = L \cdot h$$

од тука следува $h = \frac{H \cdot l_1}{L}$

$$h = \frac{1 \cdot 8}{11} = 0,727 = 0,73$$

$$\text{КТ} = 200 + h = 200 + 0,73 = 200,73 \text{ m}$$

km 0+20 $l_1=6, l_2=2$, се наоѓа помеѓу котите 201 и 202.

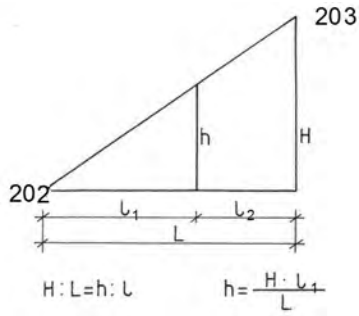


Во формулата, заменуваме за $l_1=6, l_2=2, H=1, L=6+2=8 \text{ m}$

$$h = \frac{H \cdot l_1}{L} \quad h = \frac{1 \cdot 6}{8} = 0,75 \text{ m}$$

$$\text{КТ} = 201 + h = 201 + 0,75 = 201,75 \text{ m}$$

km 0+30 I1=4, I2=6, се наоѓа помеѓу котите 202 и 203.

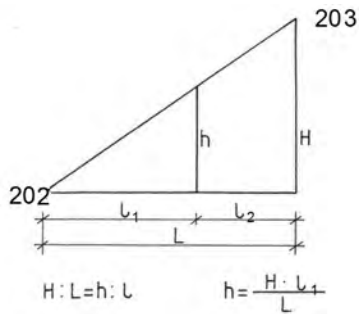


Во формулата, заменуваме за $l_1=4, l_2=6$
 $H=1, L=4+6=10$ m

$$h = \frac{1 \cdot 4}{10} = 0,25 \text{ m}$$

$$\text{КТ} = 202 + h = 202 + 0,25 = 202,25 \text{ m.}$$

km 0+40 I1=7, I2=1, се наоѓа помеѓу котите 202 и 203.

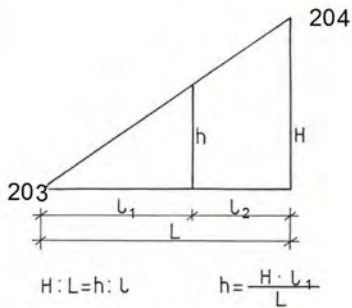


Во формулата, заменуваме за $l_1=7, l_2=1$,
 $H=1, L=7+1=8$ m

$$h = \frac{1 \cdot 7}{8} = 0,875 \text{ m}$$

$$\text{КТ} = 202 + 0,875 = 202,875 \text{ m.}$$

km 0+50

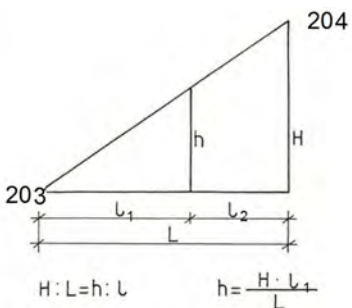


Во формулата, заменуваме за $l_1=2, l_2=9$,
 $H=1, L=2+9=11$ m

$$h = \frac{1 \cdot 2}{11} = 0,18 \text{ m}$$

$$\text{КТ} = 203 + 0,18 = 203,18 \text{ m.}$$

km 0+60



Во формулата, заменуваме за $l_1=3, l_2=8$,
 $H=1, L=3+8=11$

$$h = \frac{1 \cdot 3}{11} = 0,27 \text{ m} \quad \text{КТ} = 203 + 0,27 = 203,27 \text{ m.}$$

Задача за вежбање 1: Да се определат котите на терен на стационачите km 0+00, km 0+10, km 0+20, km 0+30, km 0+40, km 0+50, km 0+60, за ситуацијата дадена на цртежот R=1:1000, ако се дадени:

km 0+10 \longrightarrow $l_1=10, l_2=4$, се наоѓа помеѓу котите 200 m и 201 m

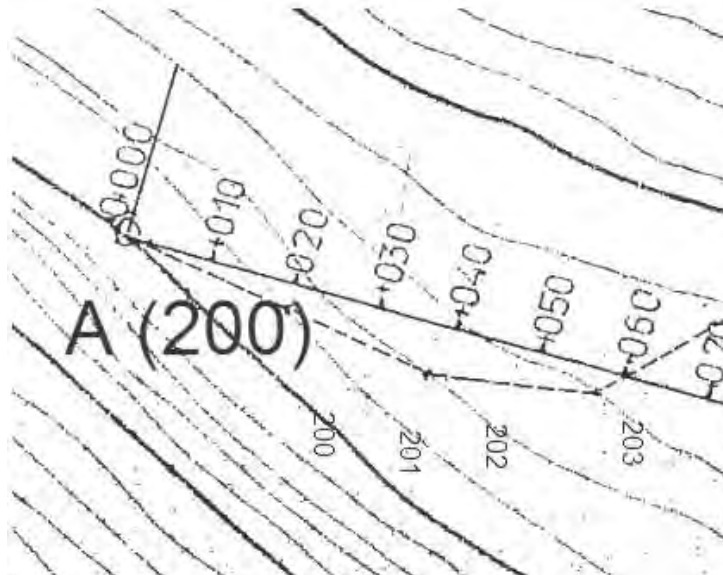
km 0+20 \longrightarrow $l_1=7, l_2=3$, се наоѓа помеѓу котите 201 m и 202 m

km 0+30 \longrightarrow $l_1=3, l_2=9$, се наоѓа помеѓу котите 202 m и 203 m

km 0+40 \longrightarrow $l_1=8, l_2=10$, се наоѓа помеѓу котите 202 m и 203 m

km 0+50 \longrightarrow $l_1=2, l_2=8$, се наоѓа помеѓу котите 203 m и 204 m

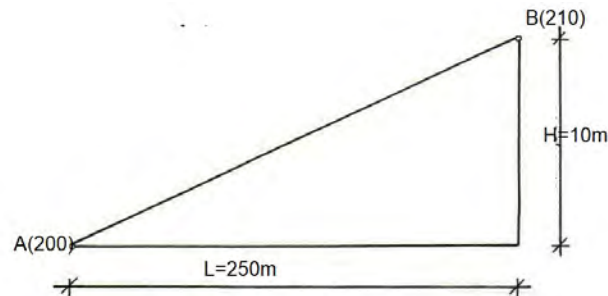
km 0+60 \longrightarrow $l_1=4, l_2=9$, се наоѓа помеѓу котите 203 m и 204 m



Котите на нивелета се определуваат со помош на надолжниот наклон на железничката пруга. Надолжниот наклон се определува со помош на должината и висината, од точка А до точка Б.

Пример 1: Да се определат котите на нивелета на стационите km 0+00, km 0+10, km 0+20, km 0+30, km 0+40, km 0+50, km 0+60, за ситуацијата дадена на цртежот R=1:1000, ако се дадени:

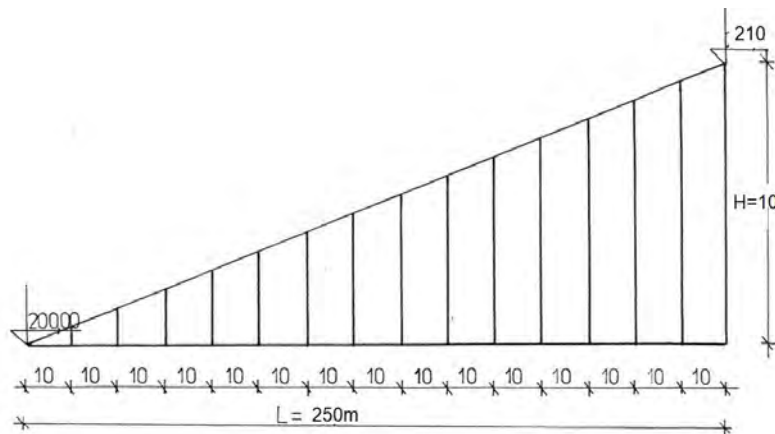
$$\text{висината } H = B(210) - A(200) = 10 \text{ m} \quad L = 250 \text{ m}$$



Решение:

Наклонот „ i “ се определува со формулата:

$$i = \frac{H}{L} = \frac{10}{250} = 0,04 \cdot 100 = 4\%$$



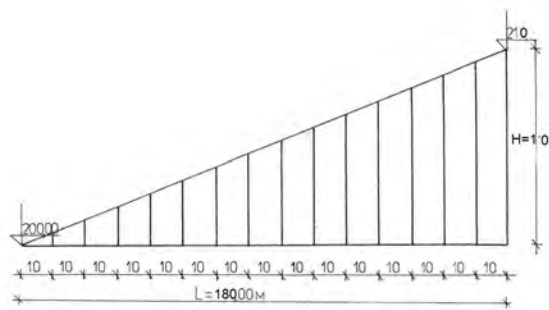
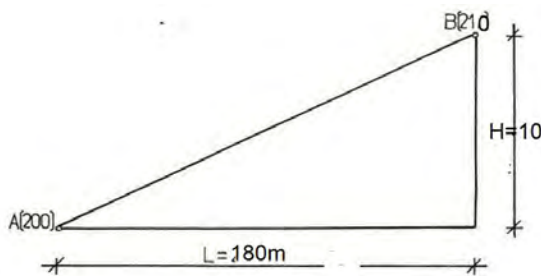
- km 0+00 → KH=200 m
- km 0+10 → KH=200+10·i =200+10·0,052=200+0,52=200,52 m
- km 0+20 → KH=200,52+10·i =200,52+10·0,052=200,52+0,52=201,04 m
- km 0+30 → KH=201,04+10·i =201,04+10·0,052=201,04+0,52=201,56 m
- km 0+40 → KH=201,56+10·i =201,56+10·0,052=201,56+0,52=202,08 m
- km 0+50 → KH=202,08+10·i =202,08+10·0,052=202,08+0,52=202,6 m
- km 0+60 → KH=202,6+10·i =202,6+10·0,052=202,6+0,52=203,12 m

Забелешка: За конкретниот случај ги определуваме котите на терен и на нивелета на стационите од 0+00 до 0+60, но во проектот се определуваат од точка А до точка Б.

Задача за вежбање 2: Да се определат котите на нивелета на стационите km 0+00, km 0+10, km 0+20, km 0+30, km 0+40, km 0+50, km 0+60, за ситуацијата дадена на цртежот R=1:1000, ако се дадени:

$$\text{висината } H = B(210) - A(200) = 10 \text{ m}$$

$$L = 180 \text{ m}$$

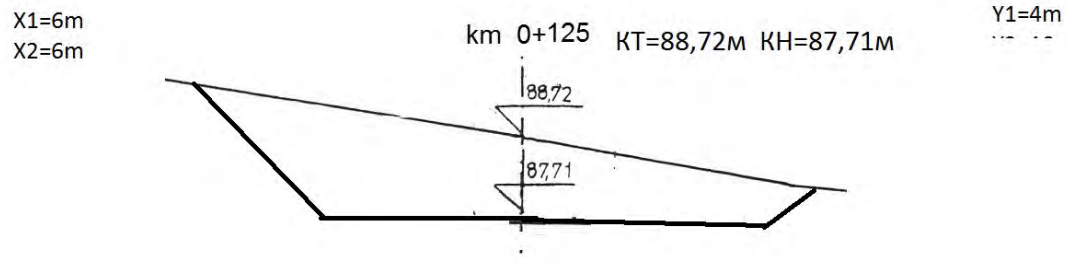
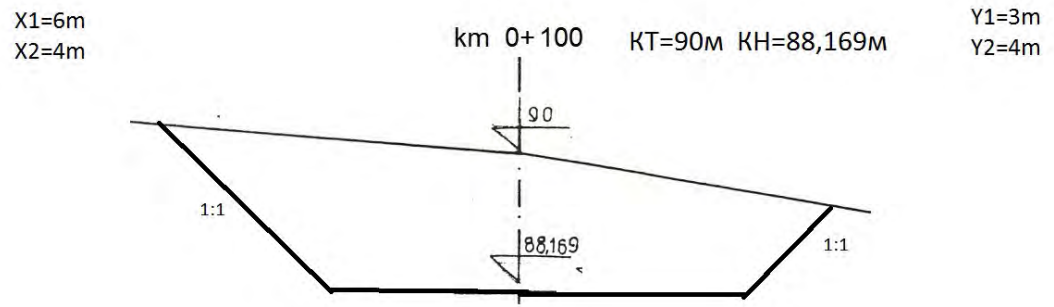
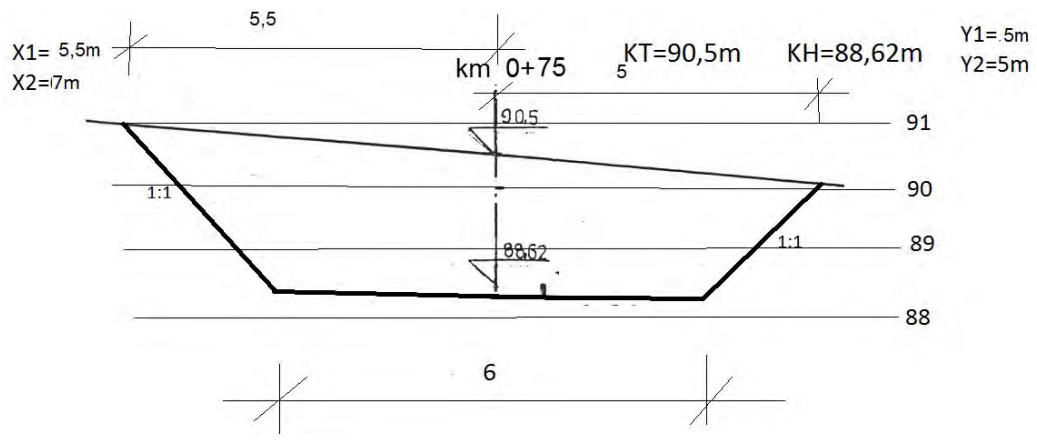


Пример: Да се нацртаат попречни профили во размер 1:100 за дадени вредности кои се претходно прочитани од ситуацијата и надолжниот профил!

km 0+75, $KT=90,5 \text{ m}$ $KH=88,62,8 \text{ m}$ $x_1=5,5 \text{ m}$; $x_2=7 \text{ m}$; $y_1=5 \text{ m}$; $y_2=5 \text{ m}$.

km 0+100, $KT=90 \text{ m}$ $KH=88,169 \text{ m}$ $x_1=6 \text{ m}$; $x_2=4 \text{ m}$; $y_1=3 \text{ m}$; $y_2=4 \text{ m}$.

km 0+125, $KT=88,72 \text{ m}$ $KH=87,71 \text{ m}$ $x_1=6 \text{ m}$; $x_2=6 \text{ m}$; $y_1=4 \text{ m}$; $y_2=4 \text{ m}$.



Задача за вежбање: Да се нацртаат попречни профили во размер 1:100 за дадени вредности кои се претходно прочитани од ситуацијата и надолжниот профил!

km 0+40, KT=192,9 m KH=190,8 m $x_1=6$ m $x_2=5$ m $y_1=8$ m $y_2=10$ m

km 0+60, KT=193,5 m KH=191,2 m $x_1=5$ m $x_2=3$ m $y_1=6$ m $y_2=3$ m

km 0+80, KT=193,9 m KH=191,6 m $x_1=4$ m $x_2=6$ m $y_1=5$ m $y_2=4$ m

km 0+100, KT=190,2 m KH=192,2 m $x_1=7$ m $x_2=6$ m $y_1=6$ m $y_2=4$ m

km 0+120, KT=191,2 m KH=192,8 m $x_1=8$ m $x_2=4$ m $y_1=7$ m $y_2=3$ m

Пример 1: Да се пресмета површината на попречниот профил ако се дадени: $a=0,5$ m, $b=2,4$ m $c=2,7$ m $d=2,6$ m, $e=2,5$ m, $f=2,1$ m, $g=1,9$ m, $h=1,2$ m, $i=0,3$ m.

Решение:

$$A=a \cdot 1/2+(a+b) \cdot 1/2+(b+c) \cdot 1/2+\dots\dots\dots(h+i) \cdot 1/2+i \cdot 1/2$$

$$A=a/2+a/2+b/2+b/2+c/2+\dots h/2+i/2+i/2= a+b+c+\dots h+i$$

$$A=a+b+c+d+e+f+g+h+i=0,5+2,4+2,7+2,6+2,5+2,1+1,9+1,2+0,3=16,2 \text{ m}^2$$

Задача за вежбање: Колку изнесува површината на попречниот профил ако се дадени: $a=0,3$ m, $b=1,8$ m $c=2,4$ m $d=2,3$ m, $e=2,2$ m, $f=2,0$ m, $g=1,7$ m, $h=1,0$ m, $i=0,25$ m?

Запомни!

Трасата при проектирањето се претставува во хоризонтална проекција.

При проектирањето на железнички линии во ситуација го наоѓаме чекорот и со помош на него чекориме од изохипска до изохипса. На тој начин ја цртаме нултата линија со помош на која ги постигнуваме минималните земјани работи.

Во претпроектот и идејниот проект правците се поврзани со кружна кривина, додека во основниот проект кружните кривини и правците ги спојуваат и преодни кривини (кубна парабола).

Елементите на кружната кривина: тангентата, бисектрисата и должината се пресметуваат според определени формули (податоците се отчитуваат со помош на Сараценови табели).

Преодните и кружните кривини се обележуваат со:

ППК (почеток на преодна кривина);

КПК (крај на преодна кривина);

ПКК (почеток на кружна кривина);

СКК (средина на кружна кривина);

ККК (крај на кружна кривина).

Тест за самооценување:

1. Во која проекција се претставува трасата на пругата?

- а) вертикална;
- б) коса;
- в) хоризонтала.

2. Кога ги повлекуваме правците блиску до нултата линија, какви се земјаните работи?

- а) максимални;
- б) средни;
- в) минимални.

3. Како се викаат табелите од кои земаме податоци за пресметување на елементите на кружна кривина?

- а) Меншови;
- б) Сараценови;
- в) Бернулиеви.

4. Како се пресметува чекорот во ситуација?

5. Со помош на нултата линија добиваме:

- а) најдолга траса;
- б) најекономична траса;
- в) максимални земјени работи.

6. Каква крива претставува преодната кривина?



МОДУЛ 4 – ОДРЖУВАЊЕ, ЕЛЕКТРИФИКАЦИЈА И СИГНАЛНО-СИГУРНОСНИ АПАРАТИ НА ЖЕЛЕЗНИЧКИТЕ ЛИНИИ

Со овој модул учениците ќе се оспособат да:

- ✓ дефинираат методи за одржување железнички линии според дефектите на пругата;
- ✓ дефинираат системи на погонска сила на железнички линии според категориите на железнички линии;
- ✓ дефинираат поставување сигнално-сигурносни уреди според местоположбата на железничките линии.

4. ОДРЖУВАЊЕ, ЕЛЕКТРИФИКАЦИЈА И СИГНАЛНО-СИГУРНОСНИ АПАРАТИ НА ЖЕЛЕЗНИЧКИТЕ ЛИНИИ

4.1. Одржување горен строј

4.2. Методи за поправки на железничката линија

4.3. Машини кои се употребуваат за одржување железнички линии

4.4. Постојани поправки

4.5. Средни поправки

4.6. Главни поправки

4.7. Општи карактеристики на погоните

4.8. Системи на погонска сила

4.9. Систем на еднонасочна струја

4.10. Систем на наизменична струја

4.11. Електровлечни потстанции

4.12. Сигнално-сигурносни уреди

4.13. Поделба и примена на сигналите според местоположбата

4. ОДРЖУВАЊЕ, ЕЛЕКТРИФИКАЦИЈА И СИГНАЛНО-СИГУРНОСНИ АПАРАТИ НА ЖЕЛЕЗНИЧКИТЕ ЛИНИИ

4.1. Одржување горен строј

Трошоците за одржување на железничките линии може да бидат значителен процент од вкупните трошоци. Трошоците треба да се сведат на минимум и ако пругата се одржува редовно, тогаш работите на големите поправки се сведени на минимум. Доколку пругата не се одржува редовно, имаме значително поголеми работи за поправки на истата. Неправилностите на колосекот зависат од рамнината на колосекот:

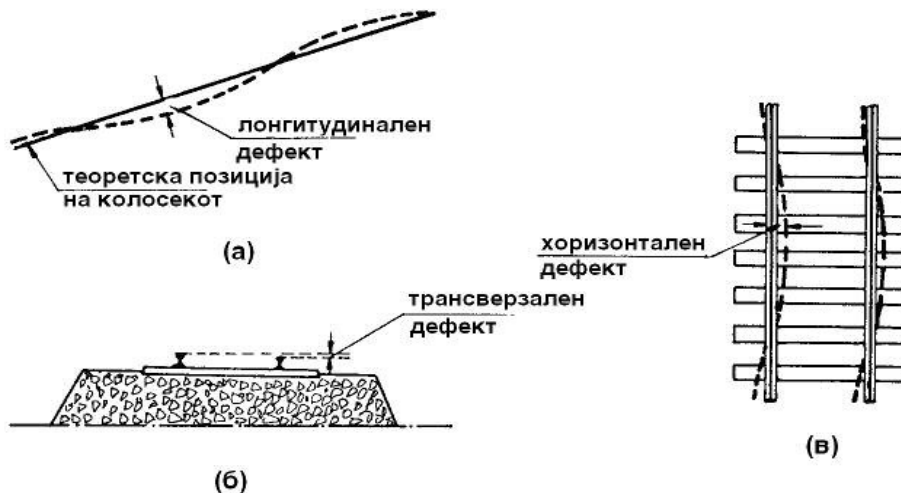
- неправилности во вертикална рамнина;
- неправилности во хоризонтална рамнина.

Кај неправилностите во вертикална рамнина среќаваме:

- неправилности во нивелирање на шините кои се последица од слегнувањата на колосекот;
- неправилности во надвишувањата и во наклонот на преодната рампа.

Кај неправилностите во хоризонтална рамнина среќаваме:

- средно отстапување на двете шини во однос на трасата;
- неправилности во ширината на колосекот (сл.60.):



Слика 60. Неправилности на колосекот



Слика 61. Неправилности на шини и прагови

4.2. Методи за поправки на железничката пруга

Големите дефекти на колосекот се откриваат визуелно, но за другите дефекти се применуваат специјални мерни коли. Мерните коли поминуваат на колосекот со опрема која ги мери вредностите на дефектите на колосекот.



Слика 62. Мерни коли за мерење дефекти на колосекот

За дефинирање на дефектите, се земаат средните вредности на дефекти и максималните отстапувања од средната вредност. Тогаш се пресметуваат апсолутните вредности на дефектите. Грешките се групираат во три групи на грешки и тоа: А, В и С. Мерната кола го мери нивниот број на секој 1 km од трасата и се планира тековното одржување.

Кај поголеми брзини, се зема како фактор и сигурноста на сообраќајот, па така се користат обработени вредности на различни видови дефекти.

4.3. Машини кои се употребуваат за одржување железнички пруги

Најважните машини кои се користат за одржување железнички линии се: тешките машини за набивање на засторот и машините за хоризонтална и вертикална поправка на колосекот. Тие се употребуваат кај постелка со сув, чист и квалитетен материјал, со добра гранулометриска и механичка јакост.



Слика 63. Машини за одржување на колосекот

Со помош на набивањето се поправаат следните фази:

- корекции на висина и ширина на колосек;
- врши поместување на колосекот;
- мерната кола ги мери дефектите.

Покрај тешките машини за одржување на железничките линии се користат и машини за обликување на засторот, машини за стабилизирање на засторот и машини за чистење на постелката, и тоа:

- лесни (преносни) машини за набивање на засторот. Тие се применуваат кај добар материјал за застор, за должини на колосек до 300 m, за повторно набивање, за дотерување на висини, за одржување колосек каде тешките машини не може да се вклучат во одржувањето;

- прирачни алатки за одржување на железничките линии. Тие се применуваат во случаи на локални набивања, кај челични или дрвени прагови и др.

Покрај овие машини, за одржување на железничките линии се употребува и друга опрема како што се: машини за притегнување на шрафовите, машини за правење дупки во дрвени прагови, во шините и др.

Видови поправки на долен строј

Поправките може да бидат: постојани (тековно одржување), средни поправки и големи поправки (ремонт).

4.4. Постојани поправки

Постојаните поправки се сведуваат на контролирање на колосекот, откривање на местата каде се јавуваат оштетувања, поправка и др. Тука спаѓаат:

- исправување на шините;
- регулирање на колосекот во правец;
- регулирање на свртници;
- шински состави;
- просејување на толченикот;
- одводнување на засторот;
- замена на оштетен материјал;
- проверка на колосечниот прибор;
- одржување на праговите;
- набивање на праговите;
- чистење од снег и мраз.

4.5. Средни поправки

Средните поправки претставуваат работи кои се поголеми од работите од тековното одржување. Во овие работи се заменува колосечен материјал, се уредува и се исправува колосекот. Во средните поправки спаѓаат следните работи:

- пролетни работи (отстранување недостатоци кај нивелета, регулирање дилатациони отвори, замена на прагови, тирфони, плочки и др.);
- летни работи (замена и набивање на прагови, промена на шини поради високи температури, чистење на пругата, одводнување, чистење на засторот и др.);
- есенски работи (прицврстување на тирфони и штрафови);
- зимски работи (чистење снег и мраз од свртници и др.).

4.6. Главни поправки

За изведување на главните поправки потребни се специјални машини за просејување и прочистување на толченикот, отстранување на лошиот материјал, поставување нови шини, прагови, колосечен прибор, менување свртници, мостовски прагови и др.

За одржување и поправка на железничката пруга задолжена е специјализирана работна секција опремена со вагон за испитување на наклон, нивелета и ширина, за испитување на пукнатини на шината со ултразвук и др.

Во редовно одржување на пругата спаѓа:

- долен строј – чистење косини, чистење коров, чистење канали, поправка на потпорни ѕидови и др.
- горен строј – регулирање колосек, регулирање ширина на колосек, насока и висина на свртници, мали поправки на дефектни прагови, шини и колосечен прибор и др.

Најобемни и најчувствителни работи се регулирање на колосекот и свртниците по геометрискиот облик и ширина.

Запомни!

Најважни машини за одржување на железничките линии се: тешки машини, лесни преносни машини и прирачна машина.

Поправките на пругите можат да бидат: постојани, средни и големи.

Постојаните поправки се: исправување на шините, регулирање на колосекот во правец, регулирање свртници, шински состави, просејување на толченикот, чистење снег и мраз и др.

Средните поправки може да бидат: пролетни, летни, есенски и зимски.

Главни поправки се: одржување на горен и долен строј. Во работите спаѓаат: чистење косини, чистење на канали, поправка на потпорни ѕидови, регулирање ширина на колосек, мали поправки на дефекти на прагови, шини, колосечен прибор и др.

Тест за самооценување:

1. Кои работи спаѓаат во постојани поправки на железничките пруги?

- а) замена на прагови;
- б) исправување на шините;
- в) поставување нови шини.

2. Како се делат средните поправки?

- а) според должината на пругата;
- б) според годишните врмиња;
- в) според бројот на кривините.

3. Која е разликата меѓу средните и главните поправки?

- а) бројот;
- б) големината;
- в) опремата.

4.7. Општи карактеристики на погоните

Постојат три системи на погон:

1. парен;
2. дизел;
3. електричен.

Парната локомотива е прва локомотива и користела дрво или јаглен како гориво. Парната локомотива повеќе не се користи.



Слика 64. Парна локомотива

Дизел-локомотивата е со поголема погонска сила, нема потреба од ложење, трошоците се помали, а искористеноста поголема.



Слика 65. Дизел-локомотива

Електричен погон

Предностите на електричниот погон се:

- во секој момент е подготвен за движење;
- влече поголем товар;
- електролокомотивата се движи со поголема брзина;
- се користи за поголеми наклони;
- искористеноста е максимална;
- потребен е помал број работници за одржување;
- не создава бучава;
- не ја загадува околината.



Слика 66. Локомотива на електричен погон

4.8. Системи на погонска сила

Кај електрификација се користат два система за влечење:

- систем на еднонасочна струја со низок напон;
- систем на наизменична струја со висок напон.

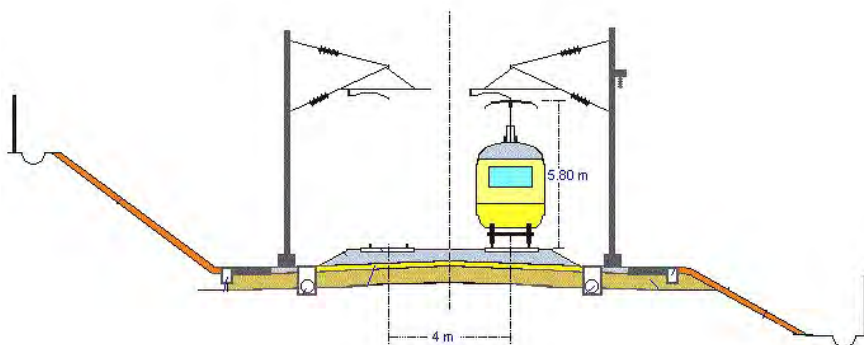
4.9. Систем на еднонасочна струја

Системот на еднонасочна струја е задржан до денес:

- кај трамвај и рударски пруги со напон од 600 V;
- кај метро со напон 800 V;
- кај железница со напон од 1500 – 3000 V.

Напојувањето се врши од енергетскиот систем со трансформирање на висок напон во напон погоден за електрични локомотиви, а преку контактна мрежа. Покрај пругата се поставени електровлечни потстанции кои ја претвораат трофазната струја од висок напон во еднонасочна. Овие потстанции се поставуваат на растојание од 20 до 30 km.

Добри карактеристики на овој систем се што може да се применат поедноставни решенија.



Слика 67. Систем на еднонасочна струја

4.10. Систем на наизменична струја

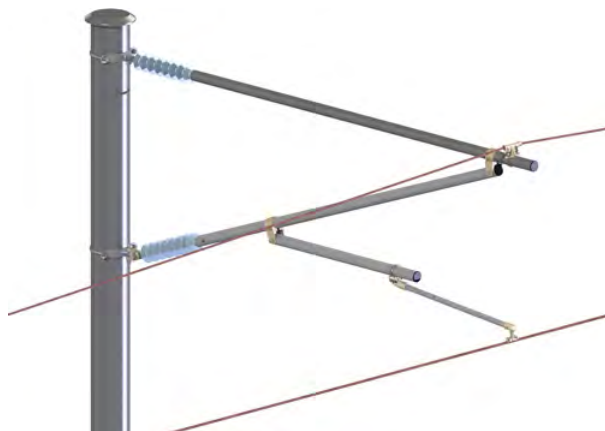
Кај наизменична струја се користи струја со напон 15000 V, со фреквенција од 50 Hz, возниот вод е со пречник 150 mm, а потаниците на растојание 40 – 50 km. Електричната мрежа се зема од далекувод со напон од 110 KV кој се намалува со помош на трансформатори. Потоа, таквата струја се пушта во контактен вод. Исто така, на локомотивата постојат трансформатори кои ја трансформираат струјата на 1000 V, па со таа струја се водат локомотивите.

Денес се користи монофазен систем од 25000 V и 50 Hz, а потаниците се поставуваат на 60 – 70 km и е најекономичен.

Контактна мрежа

Контактната мрежа обезбедува пренос на електрична енергија од потаницата до пантографот на локомотивата. Возниот вод е составен од:

- контактен проводник;
- носечко јаже – сајла;
- држачи;
- струјни врски;
- напојни и обиколни водови.



Слика 68. Контактна мрежа

Контактниот вод мора да е хоризонтален во сите услови или паралелен со ГИШ (горната ивица на шината).

Контактната мрежа се дели на:

1. Контактна мрежа за еднонасочна струја.
2. Контактна мрежа за монофазна струја.

Според начинот на конструкцијата:

- воздушна (трамвај – проста и верижна);
- со трета шина (во метро).

Верижната контактна мрежа може да биде:

- полигонален контактен вод;
- кос контактен вод;
- брановит контактен вод.

4.11. Електровлечни потстанции

Електровлечните потстанции служат за напојување на контактната мрежа со електрична енергија за движење на возилата. Тие имаат за цел да ја прилагодат енергијата од мрежата во енергија погодна за електричните локомотиви. Во нив се врши трансформирање на напонот од 110 KV на 25 KV. Самата потстанција треба да е изолирана и заштитена, а работниците кои работат, да бидат заштитени од високиот напон во мрежата.

Основните заштитни средства се: изолациони стапови, изолациони и мерни клешти, апарат за покажување на напонот, изолациони ракавици и алат со изолирани рачки.

Дополнителните изолациони средства се: изолациони чевли, чизми, теписи, подметнувачи, ракавици и др.

4.12. Сигнално-сигурносни уреди

Сигнално-сигурносните уреди се поставуваат за на една пруга да може да се движат повеќе возови без несакани последици. Тие му покажуваат на машиновоначот дали е дозволен или не е дозволен влез во станицата.

Сигнално-сигурносните уреди се делат на:

- странични сигнално-сигурносни уреди;
- пружни сигнално-сигурносни уреди;
- автоматски апарати за обезбедување патни премини со помош на телеконтрола во исто ниво;
- апарати за далечинско управување (телекоманда);
- апарати за автоматско спуштање.

Сигналите се технички средства со кои се дозволува или се забранува движењето на возовите и се регулира брзината на возовите.

4.13. Поделба и примена на сигналите според местоположбата

Според местоположбата разликуваме:

- претсигнали;
- штитни сигнали;
- главни сигнали.

Претсигналите го информираат машиновоначот за главниот сигнал дали е затворен или отворен и се поставени на 400 m пред главниот сигнал, а пред нив на растојание од 100 m се поставени пружни апарати „ОЧЕКУВАЈ ПРЕТСИГНАЛ“ на десната страна на банкината.

Штитните сигнали се поставуваат каде што има премин на пат со железница. Се регулираат рачно, полуавтоматски или автоматски. Тие се поставуваат на 240 m пред преминот. На отворен премин се поставува Андреевиот крст.

Главните сигнали служат за информација дали влезот во станицата е слободен или не. Може да бидат:

- влезни;
- излезни;
- маневарски.

Според видот на сигнализацијата може да бидат: еднозначни, двозначни и повеќезначни.

Автоматските уреди се регулираат со далечинска команда и може да бидат:

- патно-светлосни – акустични;
- патно-светлосни – акустични со полубраници;
- патно-светлосни – акустични со двојни браници.

Телекомандата е поставена во станична зграда со центар за командување и постојат:

- команден стол;
- командно пано – екран со ситуација на линијата;
- електронски систем за обработка на податоци.

Железницата има свој телефонски систем и мрежа и се користат говорни сигнали, пишувани телеграфски или во вид на кодови.



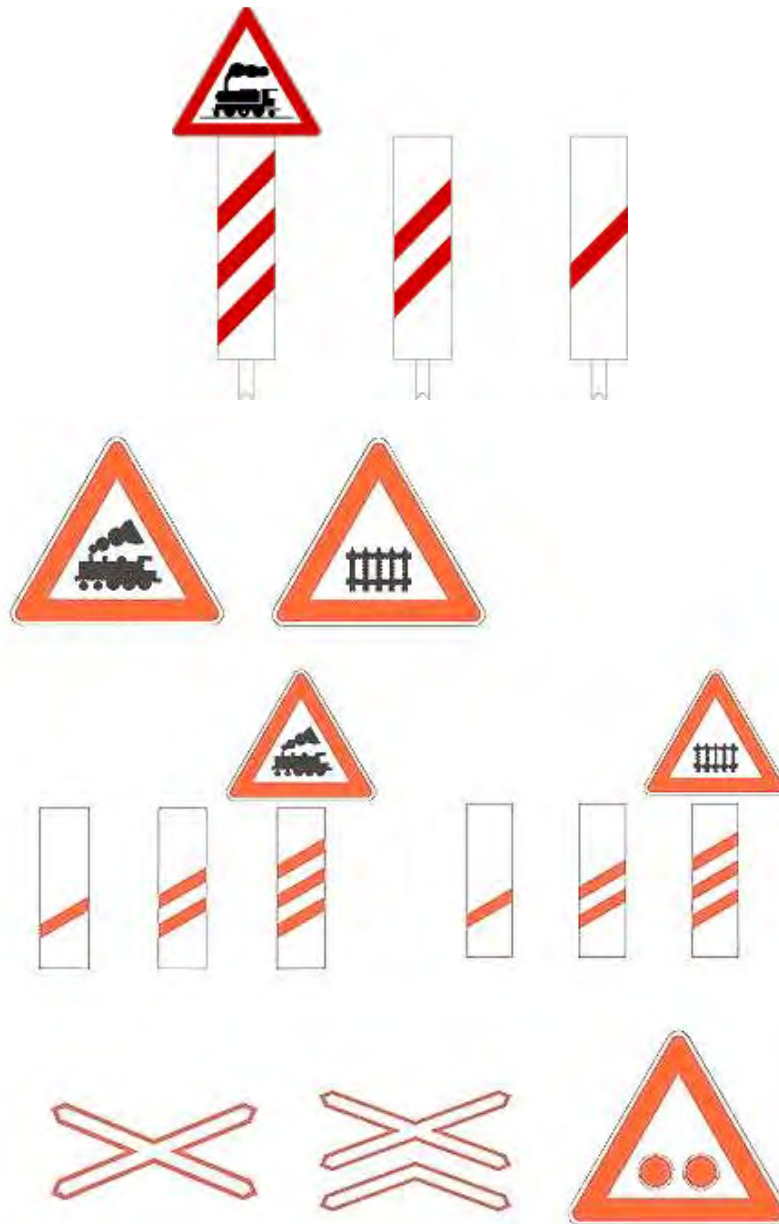
Слика 68. Видови сигнали



Слика 69. Апарати за далечинско управување



Слика 70. Андреев крст за премин



Слика 71. Сообраќајна сигнализација на железничка линија

Запомни!

Постојат три системи на погон: парен, дизел и електричен.

Дизел-погонот се карактеризира со поголема влечна сила, нема потреба од ложење, трошоците се помали, а искористеноста поголема.

Предноста на електричниот погон е можноста да влече поголем товар, се движи со поголема брзина, може да вози напред и назад и на поголеми наклони, не создава бучава и не ја загадува околината.

Кај електрификацијата се користат два система и тоа: систем на еднонасочна струја со низок напон и систем на наизменична струја со висок напон.

Контактниот вод е составен од: контактен проводник, носечко јаже, држачи, струјна врска и напојни обиколни водови.

Контактниот вод во сите услови мора да е хоризонтален или паралелен со горниот ивица на шината (ГИШ).

Постојат следниве сигнално-сигурносни апарати: странични, пружни, автоматски за обезбедување патни премини со помош на телекоманда, апарати со далечинско управување, апарати за автоматско спуштање и др.

Тест за самооценување:

1. Кој систем на погон се користи во транспортот на железничките пруги?

- а) хидро;
- б) дизел;
- в) соларен.

2. Од што е составен возниот вод?

- а) носива плоча;
- б) носива греда;
- в) носиво јаже.

3. Дизел-погонот се карактеризира со следните карактеристики:

- а) не ја загадува околината;
- б) нема потреба од ложење;
- в) големи трошоци.

4. Кои системи се користат кај електрификацијата?

5. Контактниот вод во сите услови треба да биде во _____
положба.

6. Што спаѓа во сигнално-сигурносни апарати?

- а) свртници;
- б) шини;
- в) семафори.

ПРИЛОГ

Годишна задача
по предметот Железници
градежен техничар

Според зададеното ситуационо решение во $P=1:2500$ и вертикално решение во размер $1 R=1: \frac{100}{2000}$ на железничка линија од I ред со почеток во точка $A(90,00)$ и завршеток во точка $B(80,00)$ да се изработат следниве работи:

1. Детален технички опис.
2. Да се нацртаат напречни профили во размер $P=1:100$ (почнувајќи од км $0+000$).
3. Да се пресметаат површините на нацртаните напречни профили.
4. Да се пресметаат кубатурите на земјаните маси и табеларно да се прикаже нивното израмнувањ (Брукнерова метода).
5. Да се исцртаат два карактеристични напречни профили во $R=1:50$.

Ученик _____

Датум _____

Технички опис

Според зададената задача и зададеното ситуационо и вертикално решение, треба да се изработат попречните профили во размер $R=1:100$ (почнувајќи од $km\ 0+000$).

Железничката линија е од I ред со почеток во точка А со надморска височина од $90,00\ m$ и завршеток во точка Б со надморска височина од $80,00\ m$.

Приложено ми е ситуационо решение во размер $R=1:2500$. На него, во секоја стационирана точка од $km\ 0+000$, повлекови нормали сечејќи по две изохипси лево и десно од трасата.

Ги измерив растојанијата потребни за исцртување на напречните профили во размер $R=1:100$. Откако ги исцртав напречните профили, ја пресметав нивната површина.

За да ја определам кубатурата на земјаните маси, ја користев Винклеровата равенка.

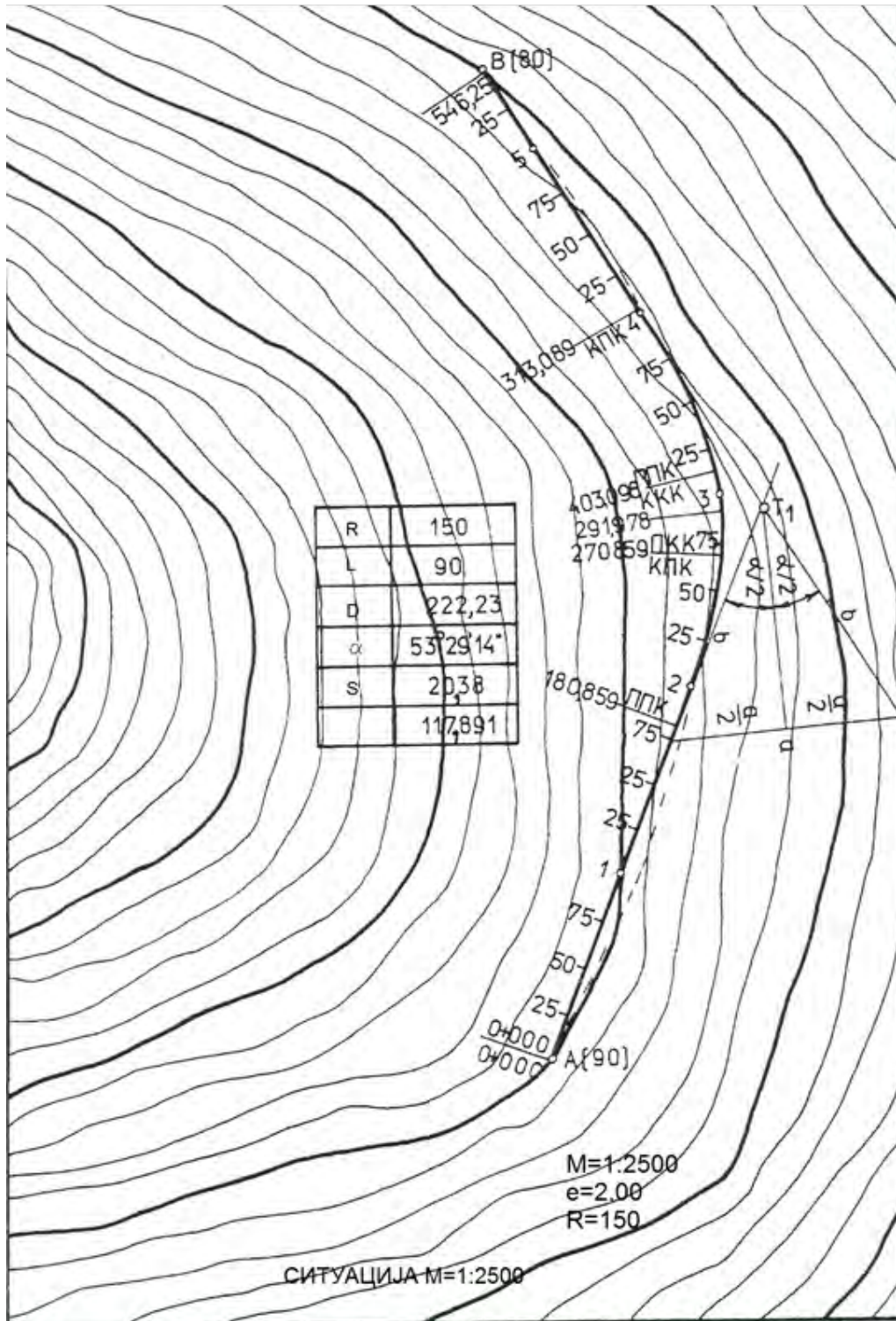
Пресметаните количини на земјан материјал ги претставив табеларно и извршив нивно изедначување.

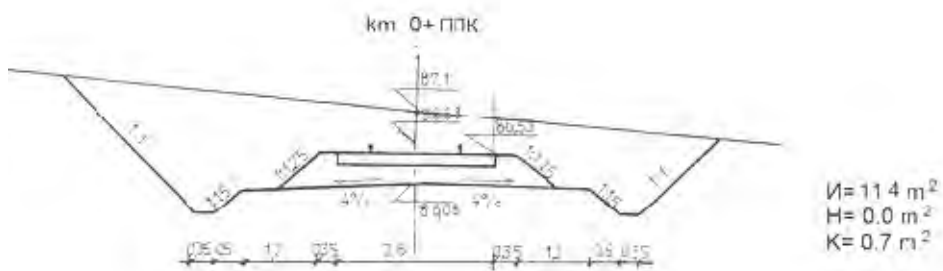
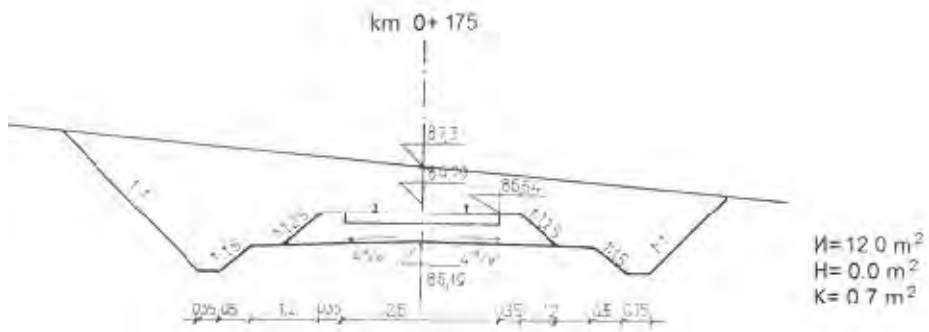
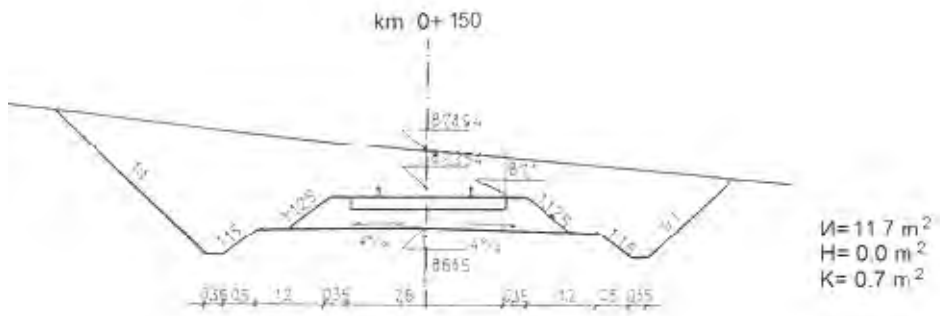
На крајот нацртав два карактеристични попречни профили во размер $R=1:50$.

Изработил:

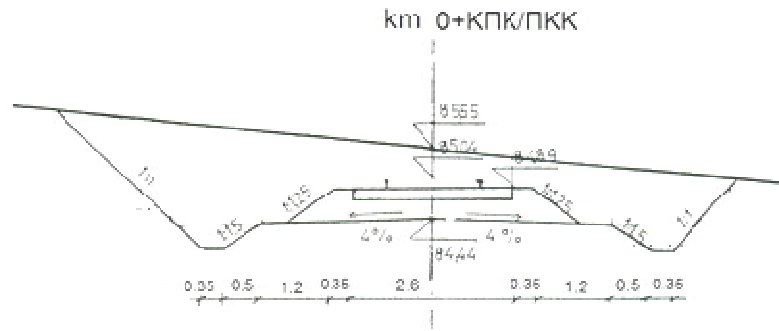
Ученик _____

СИТУАЦИЈА Р=1:2500

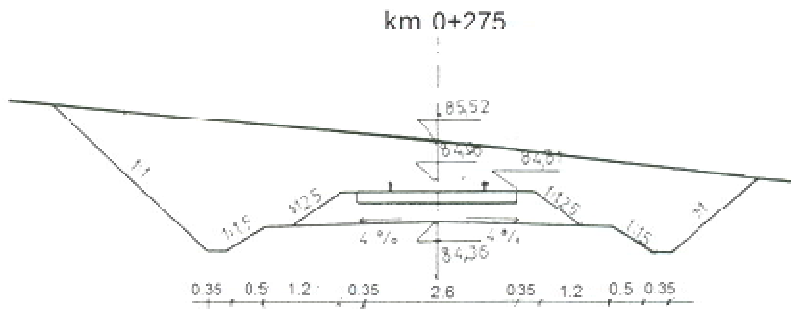




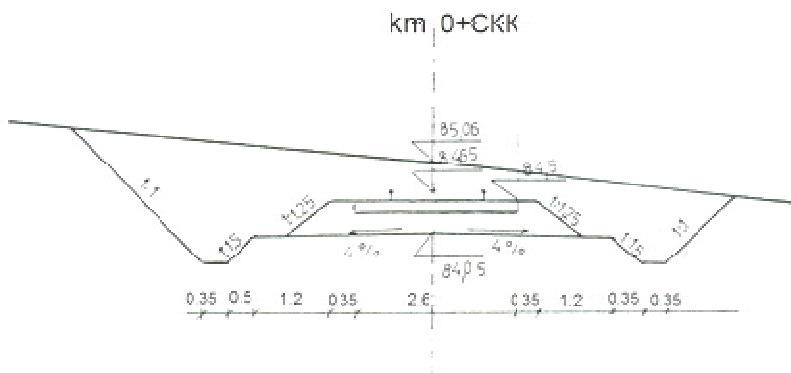
$I=11.5 \text{ m}^2$
 $H=0.0 \text{ m}^2$
 $K=0.7 \text{ m}^2$



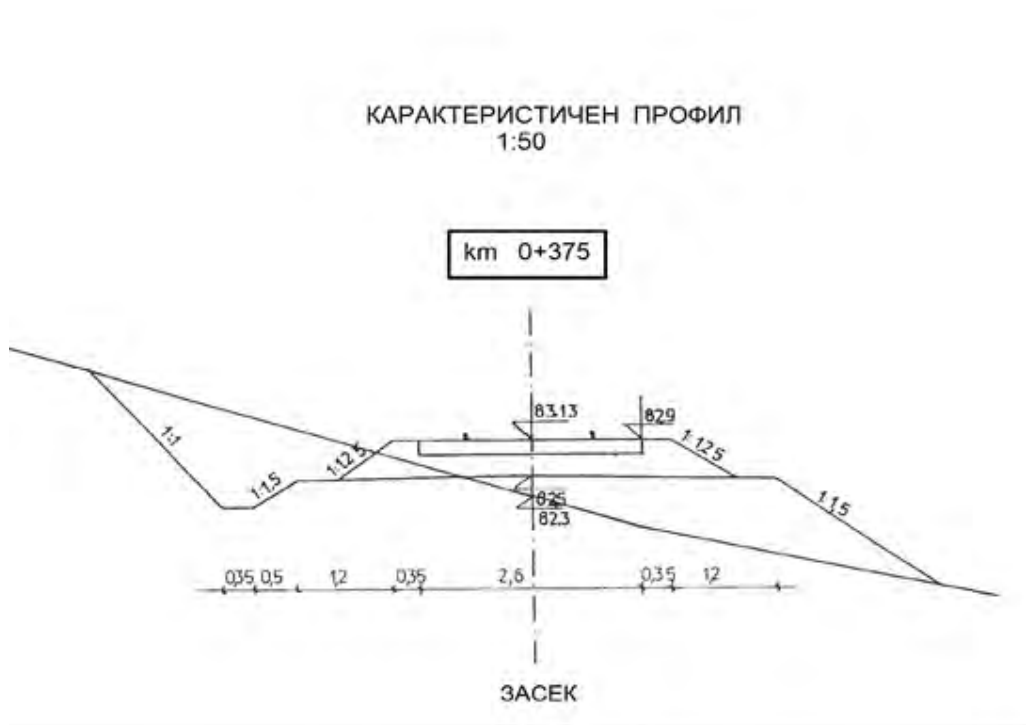
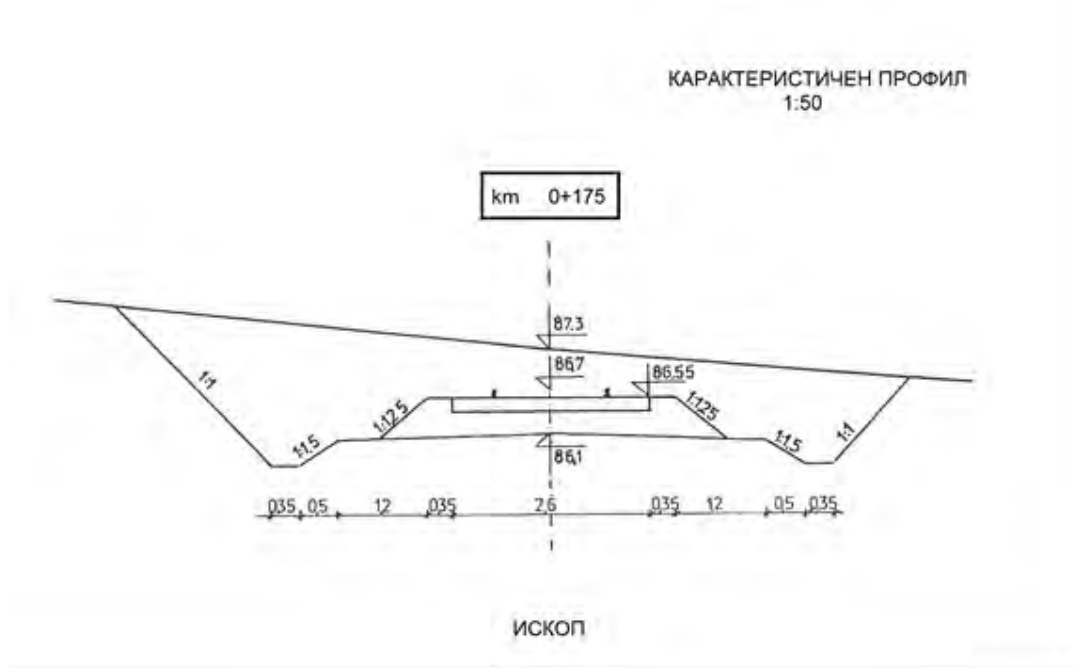
$I=10.8 \text{ m}^2$
 $H=0.0 \text{ m}^2$
 $K=0.7 \text{ m}^2$



$I=10.3 \text{ m}^2$
 $H=0.0 \text{ m}^2$
 $K=0.7 \text{ m}^2$



КАРАКТЕРИСТИЧНИ НАПРЕЧНИ ПРОФИЛИ



ТАБЕЛА ЗА ПОВРШНИ И КУБАТУРА НА ЗЕМЈАНИ МАСИ

Стационарна линија на маси		Табела на маси										Ордин. на линија на маси	
		Површина на профилите					Кубатура на материјалот за подолжен транспорт						
		Поединечни		Редуцирани		Средни		Растоја		Редуцирани			за подолжен транспорт
Р _п (m ²)	К _г	Р _п (m ²)	К _г	Р _п (m ²)	К _г	Р _п (m ²)	К _г	Р _п (m ²)	К _г	Р _п (m ²)	К _г	В _п (m ³)	В _п (m ³)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0	6.3	0	1.05	6.615	0	0	0	25	0	0	0	0	0
25	12.2	0	1.05	12.81	0	9.7125	0	25	242.813	0	242.813	0	242.813
50	21	0	1.05	22.05	0	17.43	0	25	435.75	0	435.75	0	435.75
75	27.2	0	1.05	28.56	0	25.305	0	25	632.625	0	632.625	0	632.625
100	24.7	0	1.05	25.935	0	27.2475	0	25	681.188	0	681.188	0	681.188
125	18.2	0	1.05	19.11	0	22.5225	0	25	563.063	0	563.063	0	563.063
150	12.4	0	1.05	13.02	0	16.065	0	25	401.625	0	401.625	0	401.625
175	12.7	0	1.05	13.335	0	13.1775	0	25	329.438	0	329.438	0	329.438
180.86	12.1	0	1.05	12.705	0	13.02	0	5.85	76.167	0	76.167	0	76.167
200	10.6	0	1.05	11.13	0	11.9175	0	19.15	228.22	0	228.22	0	228.22
225	8.3	0	1.05	8.715	0	9.9225	0	25	248.063	0	248.063	0	248.063
250	8.9	0	1.05	9.345	0	9.03	0	25	225.75	0	225.75	0	225.75
270.85	12.2	0	1.05	12.81	0	11.0775	0	20.85	230.966	0	230.966	0	230.966
275	11.5	0	1.05	12.075	0	12.4425	0	4.14	51.512	0	51.512	0	51.512
313	11	0	1.05	11.55	0	11.8125	0	16.83	198.804	0	198.804	0	198.804
										Конт	4545.98	0	4545.98

КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА

1. Димитриевска Жанета, Стефановска Соња, Димитрова Емилија; *Сообраќајници*; Просветно дело, Скопје, 2010;
2. Радојка Дончева; *ПАТИШТА – Проектирање патишта*; Градежен факултет, Скопје, 2004;
3. З. Јоксик; *Доњи строј саобраќајница*; Научна књига, Београд, 1984;
4. Павле Стојменов; *Патишта*; Градежен факултет, Скопје, 1981;
5. Доц. д-р Дарко Мославац; *Долен строј на сообраќајници*; Градежен факултет, Скопје;
6. Елена Волканова; *Патишта*; интерна скрипта, Скопје;
7. Мице Мицоски; *Железници*; Просветно дело, Скопје, 1995;
8. Проф. инж. Драгомир Д. Димитриевиќ, Проф. инж. Владимир Стехлик и инж. Драгољуб Паниќ; *Тунели и железнице*; Београд.

www.gf.ukim.edu.mk

www.wikipedia

