

* I ПРЕДАВАЊЕ *

- Историјати развоја путева
- Класификација путева:
 - ипа за цио да груписице путеве у јасно дефинисане типове и типиче онакша комуникацију између мјенета.

1. Путјеви првог реда - мајстрални

2. Путјеви II реда - регионални

3. локални

1. Представљају основну мрежу, повезују велике друштвено економске центарс и регионе. Међународни путјеви су делови мајстралних путјева који су санкционисани међународним договором - међународни (Е), мајстрални (М)

2. регионални (Р)

3. локални покривају одређене локалне заједнице, град, село, мид...

- мајстралних мпа око 5500,

- регионални:

- локални:

- деле се и као путјеви за моторни и они на којима је дозвољен и запрежни саобраћај. Највећи капацитет су ауто-путјеви.

- Према величини просечног годишњег дневног саобраћаја, путјеви се деле на 5 разреда:

1. ауто-путјеви и путјеви II разреда - имају велико саобраћајно значење (12000) возила/дан

2. путјеви II разреда - су до 12 хиљада

... путјеви II разреда до 1000 возила/дан

- По помоћном критеријуму, деле се на:

1. равничарске

2. брзопоточне

3. Планирске

Моломатски критеријуми гитиу на рациске брзине.

За равинаарски птерен, рациска брзина : 120 км/ч (ауто-пгит),
а у планинским 80 км/ч.

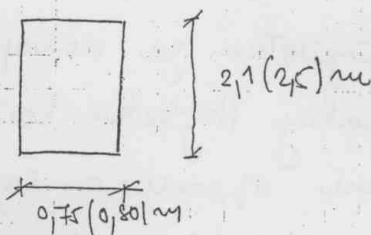
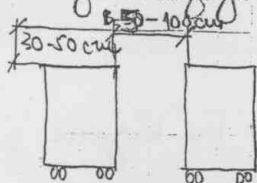
- Пројектни параметри:

- За одређивање геометријских елемената пута : саобратаја,
брзина, возило и возач.

Пројект. саобрат. је проток саобратаја у меродавној јединици
изражен у броју појединачних возила по ч и смеру.

Пројектна брзина се изражава у км/ч, а представља пмо-
ријску средњу брзину меродавну за димензионисање одређених
елемената пута при условима сигурне и удобне вонне у
слободном саобраћајном поку. У пракси се ова брзина одређује про-
писима и за ауто-пгит износи 80-120 км/ч, а за путеве V
рса 40-80 км/ч.

Возило: димензији возила су представљене прописима.

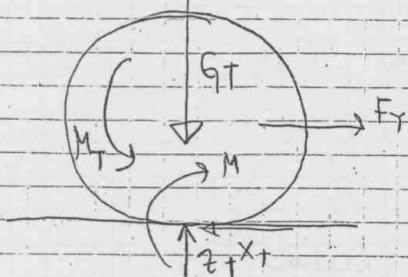


- минимални радијус окретања: пут: 7,3 м

ауто: 13 м

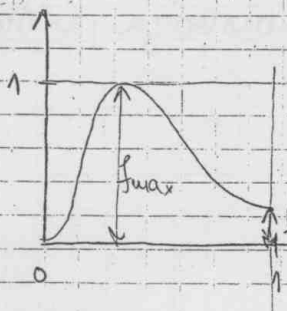
шесипта: 14 м

- III рече између коловоза и мостови.



$$f = \frac{\sqrt{(x_T^2 + y_T^2)^2}}{z_T} \quad [\text{mm}]$$

коэффициент
прижатия



коэффициент трения

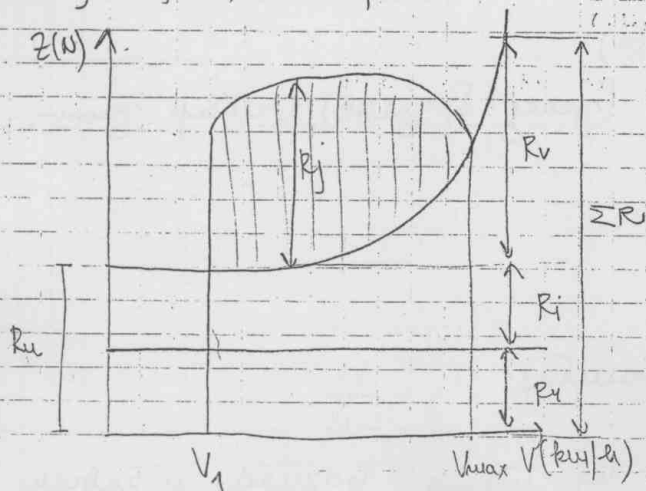
(используется для расчета зацепления
шестерен и трамвайных геометрий шестерен)

- трамвайная система имеет значение f_k

f_k

$f_k = 0.105$ $f_k = 0.151$

$$f = \sqrt{f_k^2 + f_{\text{max}}^2} = 0.3$$

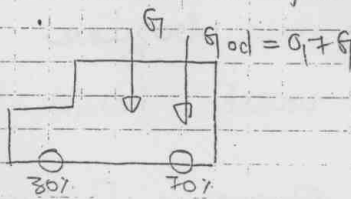


$$R_k = W \cdot G \cdot \cos \alpha$$

$$R_v = 0.05 \cdot C \cdot F \cdot V_{\text{rel}}^2$$

$$\Sigma R = R_k + R_v \pm R_i \pm R_j + R_p$$

$$\max z = G \cdot d \cdot f_k$$



$$z = \frac{P \cdot 3.16}{V}$$

$$D = \frac{z - R_v}{G}$$

Општори при кретању возила

- Основни:

1. општор од копривања R_k
2. —//— ветра R_v
3. —//— нагиба R
4. —//— интериуанних сила
- 5.

1. настаје деформацијом ројом точка и коловоза зависи од карактеристика коловоза и тнеупатника

$$R_k = W_k \cdot \theta \cdot \cos \alpha \text{ — попутни нагиб}$$

W_k — коефицијент општора при копривању

θ — општор возила (м)

$$R_k = 0,006 \text{ (асфалт)}$$

$$R_k = 0,25 \text{ (песак)}$$

$$2. R_v = 0,05 \cdot C_F \cdot V_z^2$$

зависи од аеродинамичких карактеристика возила и брзине којом се оно креће

C_F — коефицијент општора ваздуха : 0,3-0,5 — легитника
0,7 — аутобуси

F — површина мб. возила

$$F = 1,6-2,8 \text{ м}^2 \text{ (легитника)}$$

$$F = 4,5-6,5 \text{ м}^2 \text{ (аутобуси)}$$

V_z је дитеритоз. ветра и ваздуха (успед брзине), ветар занемарујемо..

$$3. R_i = \theta \cdot i$$

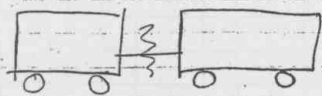
θ — укупна маса возила

i — попутни нагиб (оптм. нагиба)

4. настаје при промени брзине кретања возила и зависи од брзине масе која се убрзава (штракни се и градоно убрзава)

S_1, \dots

б. омтор на полтезници (вза између вагона и приконице)



$$R_p = w_k \cdot G_p$$

w_k - коефицијент омтора при коцкању

G_p - омтеретнаста од приконице [N]

R_p - збир омтеретнаста од коцкања приконице и омтеретнаста ваздуха који изазива кретање приконице

- збир свих омтора:

$$Z \geq \Sigma R \text{ (ушб. да дође до кретања)}$$

- макс. вучна сила зависи од омтеретнаста који пада на поклобе и коефицијента клизања

- Вучна сила зависи од брзине и снаге мотора

Z [N] снага мотора [W]

$$Z = \frac{P \cdot 3,6}{V}$$

$$D = \frac{Z - R \cdot V}{G}$$

динамичке карактеристике (убрзање, макс брзина)

- Максимална средњост убрзања за путничко возило је 0,5 м/с² а за путничко око 3-4 м/с².

0,45 м/с² - убрзање без коцкања

просечно убрзање је 2,6-2,7 м/с² (са коцкањем) убрзање преко 3 м/с² је нечовичанско

- Макс. убрзање је 7,6 м/с²

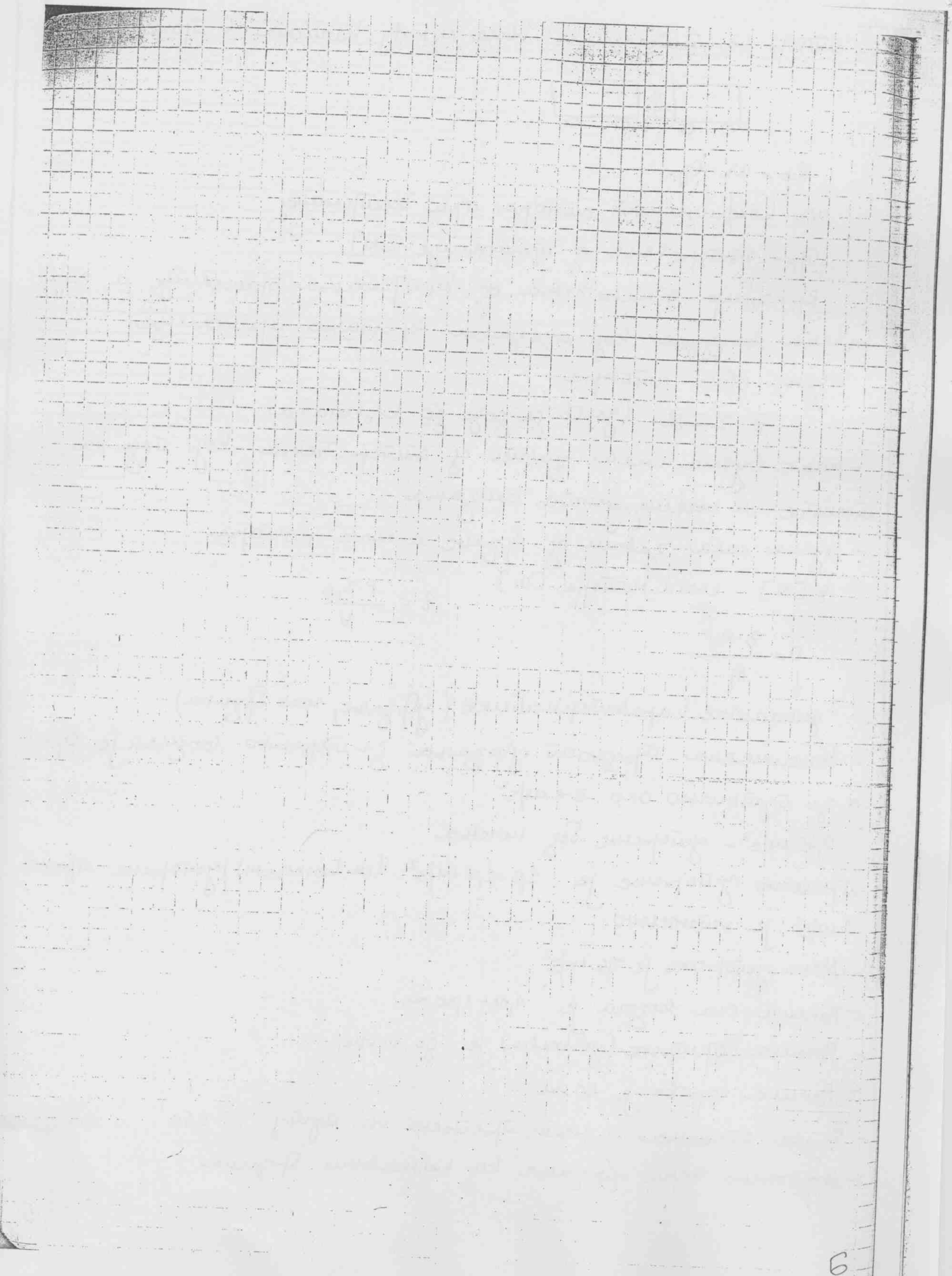
- Висина ока возача је 1,10-1,30 м

- Висина претрече (поклоба) је до 10 см

- Висина фарова је 60 см

- Време очашања и трајање претреке на путу 1,5-2,5 с

- дозвољено брзо убрзање код коцкањих брзина



* КОЧЕЊЕ ВОЗИЛА *

* 2. Представљање

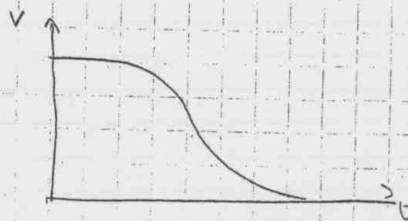
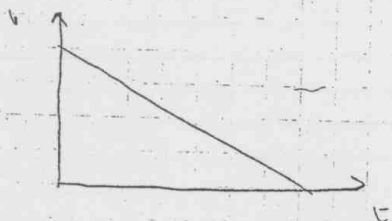
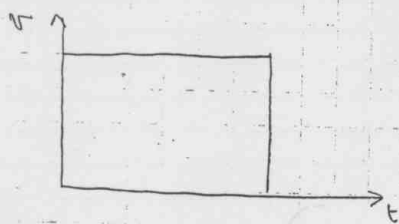
- Кочење (успоравање) возила настаје због дејства копног пехатизма и олтмора кочењу возила
- Зауставни пут возила може бити при слободном и форсираном кочењу. При форсираном кочењу, пехатизам за кочење од појаве степенује макс и успорење је конст, а промена v је такође константна. За обе појаве долази у индентичној ситуацији
- код слободног кочења, сила кочења на почетку се додаје постепено, дотле конст. до падања брзине до заустављања кад се кочење постепено прикида.

Зауставни пут (дужина пута кој возило прелази од уочавања препреке до заустављања) састоји се од прелазног пута и пута кочења. (форсиран l_2 , слободно $l_2 + l_3$)

$$l_1 = \frac{v_r}{3,6} t$$

v_r - брзина кретања возила [км/ч]

t - време опажања и реакције (од 1-2,5 s)



$$l_{zu} = l_1 + l_2 + l_3$$

$$l_{fu} = l_1 + l_2$$

$$l_2 = \frac{v^2}{254(T_t + w_k + 1)}$$

$$l_3 = \frac{1,36 v_p (T_t + w_k + 1)}{s}$$

l_2, l_3 - зауставни пут

T_t - коеф. макс. олтмора (клизану)

w_k - коеф. олтмора (клизану)

1-попутни трамб (3%-0,03)

2-допуштени попутни удар $[m/s^2]$

* Економичи попутни профил пута *

* слике пута из скривите

* код ветих саобр. оштератења, раде се путевни са ветих саобр. мтрака

- број с. мтрака зависи од величине саобраћаја (градски 1200 возила/h, ванградски 500-700 возила/h)

- ширина с. мтрака зависи од радне брзине

$V: 100-120 km/h \rightarrow$ ширина 3,5 m

$40 km/h \xrightarrow{\text{брзина}} 2,75 m$

* мтраке за заузимање: на аутомобилским и путевним I разреда са 4 возне мтраке; за заузимање возила у квару (искључиво за мто);

нента ширина је 2,5 m и мора бити најмање као и најмање коловоза

* мвине мтраке: са обе стране коловоза; најмање дубина колов. конструк.

дубина сапо обавезни, ширина: 0,50 m (мтрака 3,75 m) до 0,20 m (саобр. мтрака 2,75); улога: означавање возне дубине и поветрају безбедно

ит дубине у саобраћају

* мтраке за стору возила: ако је најмање пута воћи од 3% и 10 мтр. возила

< 50 km/h, раде се додатна мтрака за стору возила (да се не би

матомо катаструити пута). Ширина: 3-3,25 m; најмање = најмање коловоза

* мтраке за пррзавање и даторовање: раде се на пешким дубина

ја, дубина и маторовања да се не дубина безбедности дубина

у саобраћају; ширина 3 m.

* мтраке за паркирање: на ванпути путевима; ширина 3 m, а

паркиралишта вине десетина петара

* разделне мтраке - на ауто и градским путевима; раздвојају саобр. по-

кобе; мин. ширина 2-4 m (2 m - планински мтрак; добијено 4 m)

Ако је мтрак једнак, онда је ширина 10 m.

^{или бариче}
* Берма: део између ивичне траке и косине настига; у Европи је што застапљена површина, а у Америци од наке коловозне конструкције.
Стојни настиг је мн 4%.

* Баткента: ширина до 1,75 м; служе да победна боју стабилности коловоза, да се посећави заштитна отрада и сигнализација, при-
терпено део отрада материјала застапљање материјала.

* Берма: део између релсе и стојне косине.

* Ивичња аули: служе да отрадне возну површину, каналишу одводна-
вање, крећане возила; могу бити од камена и бетона; могу бити
пратфариковани или на ширу песка изливени, ако је висина ив-
њака $>$ од 15 см - спаша се високи и физички преграда мењана
возила на тротуар; висина $<$ 15 см \rightarrow преград и отрада се на пар-
кинг и тротуар.

* Заштитна отрада: победна безбедности; флексибилна, поукрућ
или крућа;

* Косине дсека и настига: настиг зависи од што да ли је косина од веза-
ног или невезаног материјала; везан: настиг дсека
настиг

- осн. пута представља комбинација верт. и хориз. геомер. елемената. Величине појединих елемената и њихове трансформације величине дефинисане су прописима које су идентичне у скоро целокупности.

1. Вертikalна основна

- је комбинација вертикалних кривих и тангентних права. Када се говори о верт. основи, треба имати на виду да попутних нагиба буду што ближи ($< 3^\circ$) да би експлоатациони трошкови возила били што мањи, јер на дужи рок (> 20 год.) експ. трошкови су већи од трошкова пута. На величину попутн. нагиба утиче мерен који може бити:

- равнинарски
- брентуокски
- брдовити
- планински

- у равн. мерињу нема ограничења у падежу попутних нагиба; брентуокски - макс. нагиб којег аутомобила је 4% ; брдовити 5% ; планински 7% .

- за пут V разреда и планински мерињ највећи нагиб је 12% .

2. Дужина прелазности

- је растојање које возач види испред себе, због чега су:

1. прелазности при заустављању

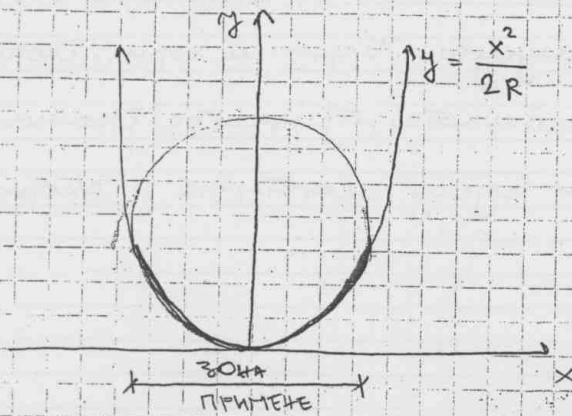
2. — // — при покретању

3. Бојна прелазности

- дужина прелазности увек мора бити већа од зауставног пута при кочењу

- важи за верт. кривина

3. Вертикалне кривине



$$(R-y)^2 + x^2 = R^2$$

$$R^2 - 2Ry + y^2 + x^2 = R^2$$

$$-2Ry + y^2 + x^2 = 0$$

$$x^2 = 2Ry - y^2$$

Основни елементи вертикалне кривине:

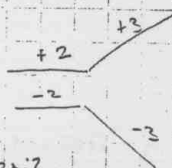
1. Тангенс

$$Tg = R \frac{\Delta i}{2}$$

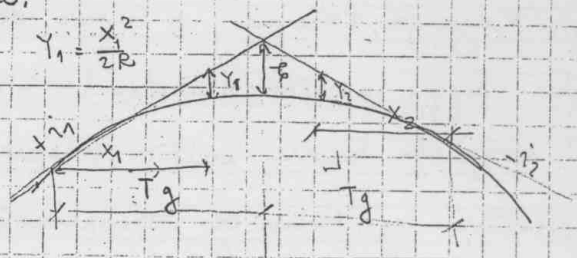
$\Delta i = i_1 - i_2$



$$\Delta i = 5\%$$



$$\Delta i = i_1 - i_2 = 2 - (-3)$$

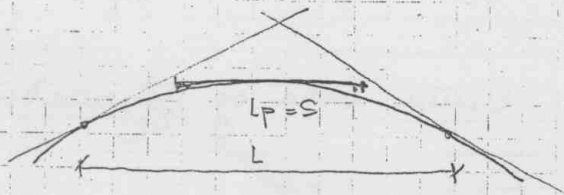


2. Екскентриса $e = \frac{R \Delta i^2}{8}$

3. Разлика у поддржним нагибима

* Конвексне верт. кривине *

Мин. радијус одређује се из услова обезбеђења потребне димне прегледности и пут постоје 2 случаја: да ли је дим. прегледности већа или мања од дужине кривине ($L = 2Tg$).



$$L = 2Tg$$

$$S < L$$

$$L = \frac{\Delta i S^2}{(\sqrt{2h_1} + \sqrt{2h_2})^2}$$

h_1 - висина ока возача

h_2 - висина прегледа

$S > L$:

$$L = 2S - \frac{2(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}{\Delta i}$$

Конкавна кривина (4 крив. за одређивање датине прикладно. сити)

1. - датина прикладности путу при дејству фароба

2. - удобности путника

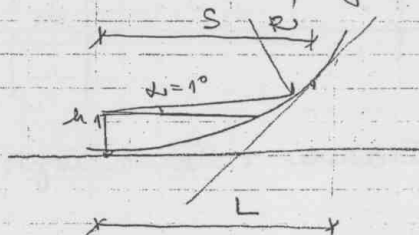
3. - погодности одвоза автима

4. - смањена г.м. због ограничења вертикалне сабодног профила

1. висина фароба по профилу: 60-70 см; угла дивергенције фароба (дозвољен) је 1°

* $S < L$:

$$L = \frac{\Delta i S^2}{2h_1 + 2S \tan \alpha}$$



* $S > L$:

$$L = \frac{2h_1 + L \Delta i}{S \Delta i - 2 \tan \alpha}$$

2. дозвољена средњом радијалном убрзања: 0,30 - 0,46 м/с².

дакле се дуж. кривине сређунава:

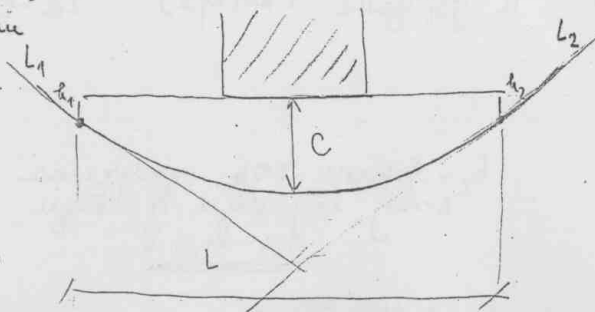
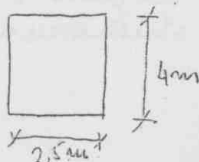
$$L = \frac{V^2 \Delta i}{13 \cdot a}$$

L (м)
 V (км/ч)
 Δi (алгебарска разлика нагиба)
 a - дозвољено рад. убрзање

3. мин. подужни нагиб коловоза у јесеку 0,5%; мин. напречни нагиб 0,2%; конкавна кривина није дозвољена у јесеку

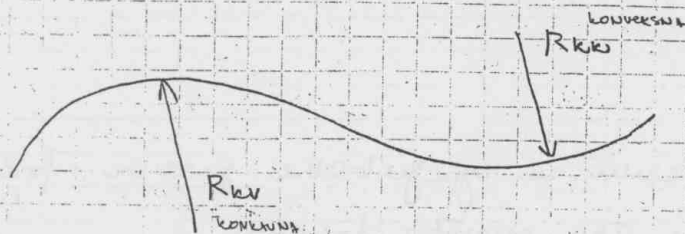
4. у подвожњачу; нпр. пословска констр. ограничава дужину профилу.

с мим - $4 \times 2,5$
 $4 \times 3,0$ м
 висина
 одређена од
 коловоза

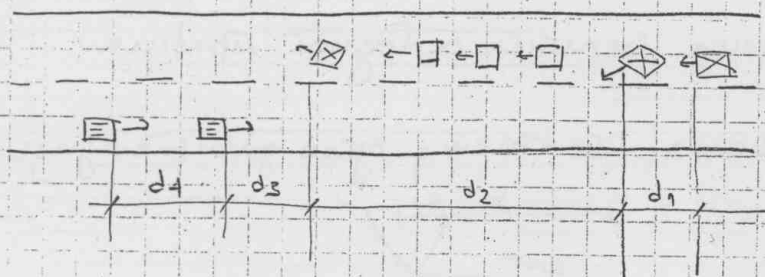


* $S > L$: $L = 2S \frac{8(C - \frac{h_1 + h_2}{2})}{\Delta i}$

* $S < L$: $L = \frac{S^2 \Delta i}{8(C - \frac{h_1 + h_2}{2})}$



$$R_{kk} \geq \frac{2}{3} R_{kv}$$



* Горизонтална осовина пута *

- састоји се од:

1. праваца
2. кривина

3. прелазних кривина

- не постоји одређена дужина праваца, али дуги праваца издвајају постојану константу, величину v и узрок су несрећама због тога праваца дужине од 1000 м треба избити из низ узастопних кривина које ће незнатно повећати дужину пута.

Дужина праваца зависи од даљине прегледности при пројектовању.

$$d_1 = 0,28 t_1 \left(v - m + \frac{u t_1}{2} \right)$$

d_1 [м] = 44-110 м (зависно од брзине)
 t_1 [време одређено реакције и доношења
 у положај за пројектовање] 3,5-4,5 с

u - забрзање [км/ч/с] 2,2-2,4 км/ч/с

$$d_2 = 0,28 v t_2$$

t_2 - време које возача возило на
 левој страни у фази обилажења
 $d_2 = 11,3 с$

$$d_2 \approx 145-395 м$$

$$d_4 = d_1 + d_2 \text{ (мікоруски)}$$

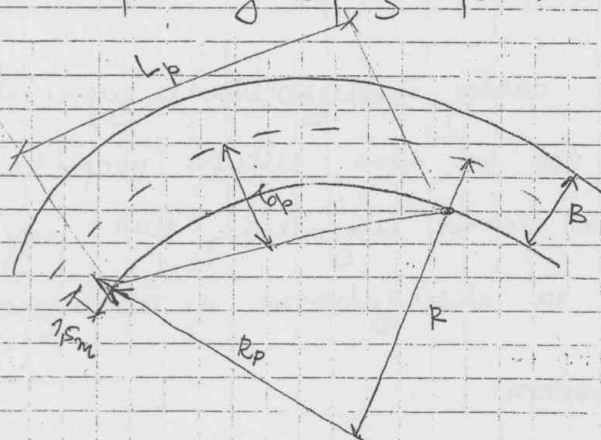
експерим (у міракал): $d_1 = \frac{2}{3} d_2 \rightarrow$ за лінійного вогнища

мірної вогнища мірака 4S вище за патекар об'єктивна

- дана мірака при міракуантї є 4x вета ^{данна міракуантї} ~~4x~~ при зусїавн

Нот

- данна мірака у хориз. кривини



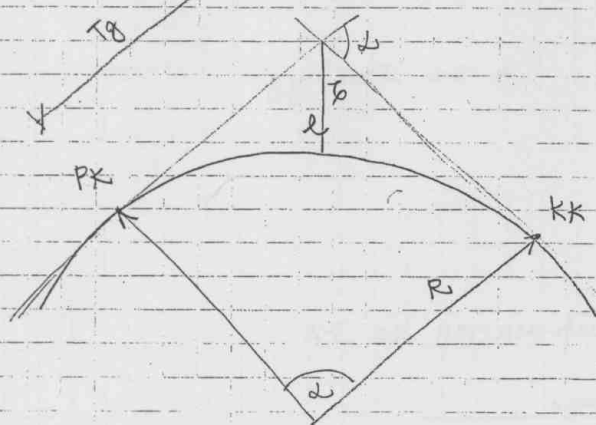
Анвелопа міракуантї

$$t_p \approx \frac{L_p^2}{8R} \left(\frac{B}{2} - 1.5 \right)$$

B - ширина конвога (в-т м)

t_p - бола міракуантї

* Крутіе кривини *



3 елемента:

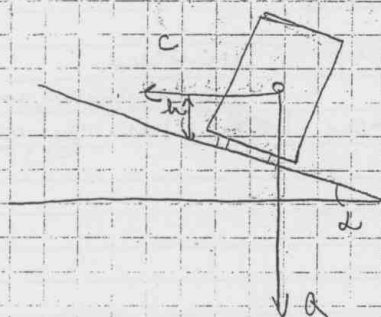
$$* l = \frac{R \sin \frac{2}{2}}{180}$$

$$* Tg = R \tan \frac{1}{2}$$

$$* b = R \left(\sec \frac{1}{2} - 1 \right)$$

* 4. Прегаване *

* Минимални радиусе хоризонт. кривине *



$$\frac{Qv^2}{gR} \cos \delta = Q \sin \alpha + f_r (Q \cos \alpha + \frac{Qv^2}{gR} \sin \alpha)$$

$$\frac{v^2}{gR} = \tan \alpha + f_r + \frac{f_r^2}{gR} \tan \alpha$$

- одредује се из једнава безбедности саобр, претледности и динамиче бо-
 нити, нар са победане радиуса са 400 на 1000 штога неспета се
 спаваје за претлнгу. Са динамиче шатке енергичау нит. радиусе
 се одредује из једнава стабилности на скривавање и претлгурање.

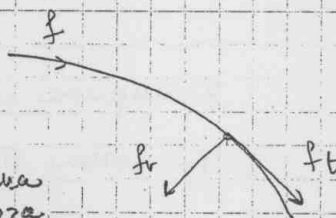
$$\frac{v^2_{\text{min}}}{gR} = i + f$$

основата 2-на стабилности

$$\min R = \frac{v^2_{\text{min}}}{127(i + f_r)}$$

$$\frac{Qv^2}{gR} \cdot h = Q \cdot \frac{d}{2}$$

претле
измету
инерцијална
и коловоза



$$i_r = 0.03 - 0.07$$

3-4 кривине

$$\frac{2}{2.5}$$

на праву

$$v = 80 \text{ km/h}$$

$$\min R = 250 \text{ m}$$

$$100 \text{ km/h}$$

$$\min R = 450 \text{ m}$$

$$120 \text{ km/h}$$

$$\min R = 750 \text{ m}$$

- због кин. фактора попр. најм је одржан на 7%.

- коеф. пропорционалности

$$k = \frac{i_{r\max}}{i_{r\max} + f_{\text{дор}}}$$

$$f_{\text{дор}} = (1 - k) \cdot c$$

$$i_r = k \cdot c$$

$v_{\text{km/h}}$	60	100	120
c	0.13	0.400	0.449

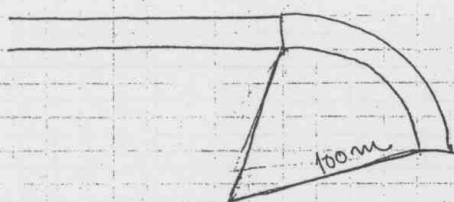
k-рејинице које ће се до центр. силе претлгуе...

$$C = vP + f \cdot r \cdot v$$

уцену под
сила

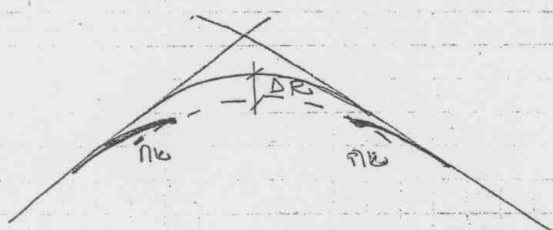
$$\frac{v^2}{127R} = 0,06 + f$$

* Прелазне кривине *



$$C = 0$$

$$C = \frac{v^2}{127R}$$



ПК се етабирају на покецна и крајевна ^{кривина} кривина да би се убла-
жило дејство с силе при прелазу из правца у кривину и
обратно.

- основна згода је да обезбеди поштедино поветане и спаване де-
јства с

- Разлози за примену су:

1. Оподгтавање поштедино поветане и спаване с силе,
2. одржавање возила на const разлику од нивоа ково-

вога;

3. оподгтавање возача да би се избегло зоре ПК

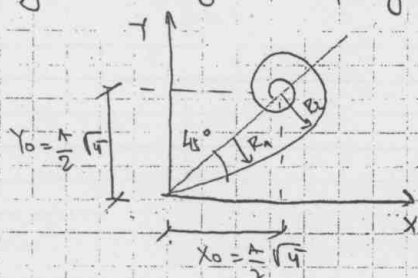
4. —//— пројектаментна вету способу при пројекто-

вању

Ако је R гичто, белица C гичто пада непа употребе за не

V [cm ³]	R [mm]
120	3000
100	2500
80	1500

На путању се користи кривоуга ; на железницама - кубна парабол,
а у Америци Сараценова парабол



$$Y = L \left[\frac{1}{6} \left(\frac{L}{A} \right)^2 - \frac{1}{336} \left(\frac{L}{A} \right)^4 + \dots \right]$$

$$X = L \left[1 - \frac{1}{40} \left(\frac{L}{A} \right)^4 + \frac{1}{3456} \left(\frac{L}{A} \right)^6 - \dots \right]$$

$$R \cdot L = A^2$$

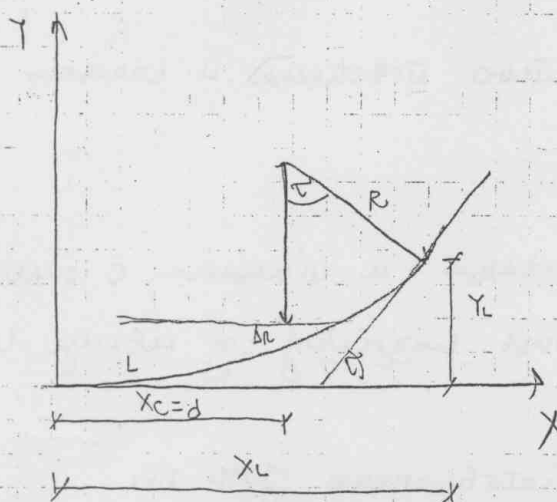
R - радијус $пк$

L - дужина $пк$

A - параметар $пк$

$$\Delta R = \frac{L^2}{24 R}$$

$$\bar{r} = \frac{L}{2R}$$



критеријуми на основу којих се одређује дужина ПК су:

1. возно-динамички

2. конструктивни

3. естетски

1. треба да је v воннае по ПК const \rightarrow тада $\min L = \frac{v^3}{47 S \cdot R}$

L - дужина ПК [m]

v - пројектна v [km/h]

R - радијус [m]

S - дозволени брзини удар [m/s³]

$\frac{v}{S}$	50	60	70	80	90
S	0,651	0,555	0,489	0,396	0,338

100	110	120
0,290	0,252	0,224

промена
покретног
натива
коловоза

2. дужина ПК се одређује из услова да постоји избориш виво-
мерене коловоза од натива на праву до натива на покретну
кривину, брзина издизања постоје ивице коловоза дужина
је $\frac{v}{v_{\max}}$

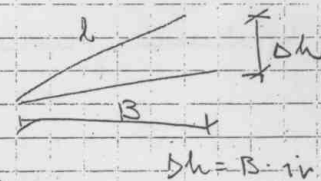
$\leq 40 \text{ km/h} \rightarrow \max 1,5 \%$

$50 - 70 \text{ km/h} \rightarrow 1,0 \%$

$\geq 80 \text{ km/h} \rightarrow 0,75 \%$

по свом критеријуму, $\min L = \frac{\Delta h}{i_p}$

Δh - издизање коловоза

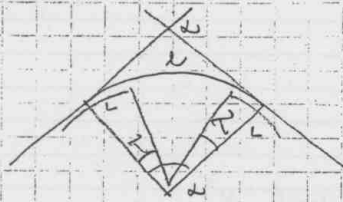


3. са естет. тачке гледишта, постоје ПК мора да буде замишљено да

би био замишљено $\rightarrow \Delta R \geq 0,30 \text{ m}$

$$\min L = \sqrt{72 R}$$

Мак дугина ПК зависи од дугине кружног лука и преломног дела у кривини



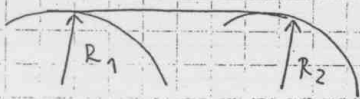
$$L = \frac{R\Delta}{180}$$

$$\max L = L$$

$$2T \leq \Delta$$

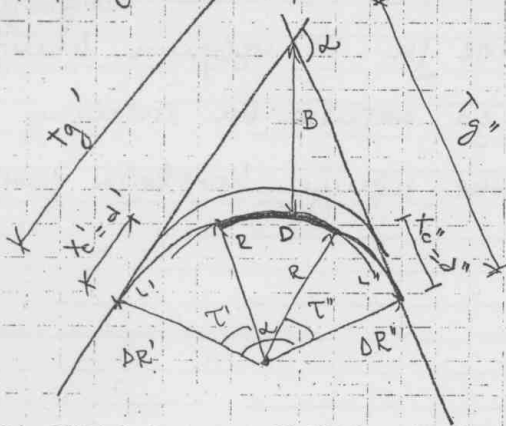
- Примена ПК:

1. Приликом прелога са правца на кружни лук и обрнуто
2. издељу 2 супротно оријентисана кружна лука
3. издељу 2 исто оријентисана лука



$$\frac{R_1}{R_2} \leq 1,5$$

Промену теориј. елемената кривине са преломњивања:



- Ако је кривина симетрична, онда је: $T_g = (R + \Delta R) \tan \frac{\Delta}{2} + d$

$$B = (R + \Delta R) \left(\sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right) + \Delta R$$

$$D_k = D + 2L = \frac{RT(\Delta - 2T)}{180} + 2L$$

- Ако је кривина несиметрична, онда је: $T_g = (R + \Delta R') \tan \frac{\Delta}{2} + d' + \frac{\Delta R'' - \Delta R'}{\sin \Delta}$

$$T_g'' = (R + \Delta R'') \tan \frac{\Delta}{2} + \frac{\Delta R'' - \Delta R'}{\tan \Delta}$$

где је предзнак \oplus ако је $\Delta < 90^\circ$, а ако је $\Delta > 90^\circ$ предзнак је \ominus .