

Univerza
v Ljubljani
Fakulteta
*za gradbeništvo
in geodezijo*

*Jamova 2, p. p. 3422
1115 Ljubljana, Slovenija
telefon (01) 47 68 500
faks (01) 42 50 681
fgg@fgg.uni-lj.si*



**UNIVERZITETNI ŠTUDIJ
GRADBENIŠTVA
PROMETNA SMER**

Kandidat:

BOŠTJAN ČERTALIČ

**Analiza kinematičnega profila s posebnim ozirom na
perone**

Diplomska naloga št.: 3196/PS

**Kinematic gauge analysis with special respect to the
platforms**

Graduation thesis No.: 3196/PS

Mentor:
prof. dr. Bogdan Zgonc

Somentor:
asist. Darja Šemrov

Predsednik komisije:
izr. prof. dr. Janko Logar

Ljubljana, 2011

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisan **Boštjan Čertalič** izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom:
»**Analiza kinematičnega profila s posebnim ozirom na potniške perone**«.

Izjavljam, da je elektronska različica v vsem enaka tiskani različici.

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v repozitoriju UL FGG

Ljubljana, 11.11.2011

.....

(podpis kandidata)

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK:	656.05:711.75 (043.2)
Avtor:	Boštjan Čertalič
Mentor:	prof. dr. Bogdan Zgonc
Somentorica:	asist. Darja Šemrov
Naslov:	Analiza kinematičnega profila s posebnim ozirom na perone
Obseg in oprema:	69 str., 23 pregl., 54 sl., 2 pril.
Ključne besede:	kinematična odnosnica, svetli profil, nakladalni profil, pomiki, visoki peron, nizki peron

Izveček

Po končani gradnji avtocestnega križa v Sloveniji je na vrsti nadgradnja in novogradnja železniškega omrežja. Ta poteka že zadnjih nekaj let in z upoštevanjem novih pravil in smernic UIC, ter hkrati tudi Pravilnika o ZU prihaja do nemalo težav pri projektiranju, in posredno tudi težav pri uporabi in obratovanju novozgrajene infrastrukture. Vemo, da je uporabnikov potniškega prometa v Sloveniji relativno malo, zato si želimo tovrstno obliko transporta bolj razširiti in razbremeniti cestni promet. To nam lahko uspe le z dobrim načrtovanjem omrežja, infrastrukture, ki bo ustrezala pogojem in zahtevam ne samo za jutri, ampak za desetletja v prihodnost.

V diplomu sem izpostavil razliko med evropskimi zahtevami in slovenskim pravilnikom, ter se lotil aktualnega problema prevelikega peronskega razmak, t.j. razmak, ki nastane med izstopno ploščo vlaka in peronom na postajah v krožnem loku. Obravnaval sem tudi problem prekrivanja svetlega profila GC in perona v premi. Dodaten problem na slovenskem železniškem omrežju je odpiralni sistem vlakov tipa FIAT ETR, kjer se ob postanku vlaka v premi vrata pri odpiranju zagostijo in s tem zmanjšajo varnost in hitrost pretoka ljudi. Na podlagi izračunov sem za primer v Košani preveril morebitno zmanjšanje peronske odprtine, brez zmanjšanja stopnje varnosti, za primer Osluševcev pa možne konstrukcijske spremembe infrastrukture ali voznega parka za brezhibno delovanje sistema.

BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT

UDC: 656.05:711.75 (043.2)
Author: Boštjan Čertalič
Supervisor: Prof. Bogdan Zgonc, Ph. D., C. E.
Co- Supervisor: assist. Darja Šemrov, C. E.
Title: Kinematic gauge analysis with special respect to the platforms
Scope and tools: 69 p., 23 tab., 54 fig., 2 ann.
Keywords: kinematic reference gauge, clearance gauge, loading gauge, displacements, high platforms, low platforms,

Abstract

After completion of highway infrastructure our next project is to build and upgrade new railway infrastructure network. This work has been going on for the last few years now and with new European regulations many non-compliance are coming out with Slovenian. That non-compliance mostly complicates work of Infrastructure managers. We all know that the popularity of using public railway transport among Slovenian people is relatively low, therefore we want to expand that kind of transport and relive the road traffic. We can do that only with right approach and with planning that will suit the conditions and requirements, not only for tomorrow but for decades into the future. In my work i have presented some discrepancies between European and Slovenian regulations, and introduced you to the current problem of formed gap between the platform edge and exit plane of train Siemens Desiro EMG. I discussed the problem of overlapping GC gauge and platform on the straight track therefore there is another problem with FIAT ETR trains, because the door hinges are too big and since the lack of space between train and platform, the doors get stuck on the platform and thereby blocking safe and rapid movement of people on and off the train. The calculations that i have made are whether we can reduce the distance from the axis track to the platform edge in curves without making any safety threats.

ZAHVALA

Za pomoč in nasvete pri izdelavi diplomske naloge se toplo zahvaljujem prof. dr. Bogdanu Zgoncu. Iskreno se zahvaljujem somentorici asist. Darji Šemrov, ki je z usmerjanjem, nasveti in seveda velikim potrpljenjem veliko pripomogla k rezultatom naloge. Hvala!

Zahvaljujem se mami, očetu in sestri ki so mi omogočili študij in hvala za vse spodbude v težkih trenutkih tekom študija. Vaša pomoč je brezmejna.

Ob tej priložnosti ne smem pozabiti tudi na svoje študijske kolege, prijatelje, ki so poskrbeli da študijsko obdobje mine delovno, zabavno in zelo hitro.

Boštjan

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	1
2	PERON.....	3
2.1	Delitev glede na lokacijo.....	4
2.2	Primerjava slovenskih, avstrijskih in nemških predpisov	5
2.2.1	Slovenski predpisi za perone višine 550mm	5
2.2.2	Avstrijski predpisi za perone višine 550 mm	6
2.2.3	Nemški predpisi za perone višine 550 mm	7
3	PROFILI.....	8
3.1	Osnovni pojmi.....	8
3.1.1	Normalni koordinatni sistem železniškega profila.....	8
3.1.2	Statična odnosnica (statični referenčni profil).....	8
3.1.3	Kinematična odnosnica (kinematični referenčni profil).....	8
3.2	Vrste profilov	10
3.2.1	Nakladalni profil	11
3.2.2	Svetli profil.....	12
3.2.2.1	Normalni svetli profil	12
3.2.2.2	Minimalni svetli profil	13
3.2.2.3	Svetli profil GC	15
4	DOLOČITEV KINEMATIČNE ODNOSNICE	17
4.1	Razširitev kinematične odnosnice v krivini	17
4.2	Pomiki	18
4.2.1	Preves vozila v krivini.....	19
4.2.1.1	Preves dvoosnega vagon na zunanjo stran krožnega loka s polmerom R	19
4.2.1.2	Preves dvoosnega vagona na notranjo stran krožnega loka s polmerom R.....	20
4.2.1.3	Preves vagona s podstavnimi vozički na zunanjo / notranjo stran krožnega loka.....	21
4.2.2	Pomik kolesne dvojice	22
4.2.2.1	Pomik kolesne dvojice za vozila brez podstavnih vozičkov	24
4.2.2.2	Pomik kolesnih dvojic vagona s podstavnimi vozički	24
4.2.3	Pomik zaradi začetne asimetrije in nadvišanja do 50mm.....	25
4.3	Račun pomikov vozil z nagibno tehniko	26
4.3.1	Zgodovina.....	26
4.3.2	Vrste sistemov nagibanja	27
4.3.3	Posebnosti pri računu pomikov vozil z nagibno tehniko.....	28
4.3.3.1	Pomik kolesne dvojice	28
4.3.3.2	Kvazistatični pomik TBV vozil.....	28

4.4	Redukcija oz. omejitev kinematične odnosnice	30
4.4.1	Izpeljava redukcije z računom.....	31
4.4.1.1	Redukcijska formula za pogonska vozila	32
4.4.2	Geometrijska interpretacija redukcije in projekcije	37
4.5	Izračun kinematične odnosnice	37
5	DOLOČITEV ELEMENTOV SVETLEGA PROFILA	38
5.1	Izračun višine vrtilišča.....	39
5.2	Koeficient fleksibilnosti	40
5.3	Kvazistatični pomik za določitev svetlega profila	46
5.4	Varnostni dodatki naključnih pomikov	47
5.4.1	Dodatek zaradi oscilacije vozila.....	48
5.4.2	Dodatek M1 za določitev minimalnega svetlega profila	48
5.4.3	Dodatkov MoN za določitev normalnega svetlega profila.....	49
5.5	Izračun svetlega profila	50
6	ŠTUDIJA POSTAJALIŠČA V KOŠANI.....	51
6.1	Opis stanja.....	51
6.2	Enačbe za določitev maksimalne hitrosti	54
6.3	Robni pogoji.....	55
6.4	Izračun oddaljenosti perona od osi tira in njegova višina	55
6.5	Izračun pomikov »D«.....	55
6.5.1	Izračun velikosti peronskega razmaka na sredini vozila v fazi mirovanja na postaji....	57
6.5.2	Pomiki vozila z aktivno tehniko pri hitrosti 90 km/h	58
6.5.3	Pomiki vozila brez aktivne tehnike pri hitrosti 75 km/h	60
7	PROBLEMATIKA POSTAJALIŠČA OSLUŠEVCI.....	65
7.1	Postajališče Osluševci	65
8	ZAKLJUČEK.....	68
	LITERATURA IN VIRI.....	70

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Vrednosti oddaljenosti visokega perona od osi tira.....	5
Preglednica 2: Vrednosti oddaljenosti visokega perona od tira v odvisnosti od nadvišanja tira (avstrijski predpis)	6
Preglednica 3: Vrednosti oddaljenosti visokega perona od tira v odvisnosti od nadvišanja tira (nemški predpis).....	7
Preglednica 4: Prikaz parametrov minimalnega svetlega profila	14
Preglednica 5: Varnostni dodatki naključnih pomikov	47
Preglednica 6: Varnostni dodatki zaradi oscilacije.....	48
Preglednica 7: Dovoljeni bočni pospeški	54
Preglednica 8: Dovoljeni negativni bočni pospeški	54
Preglednica 9: Bočni pospešek in primanjkljaj nadvišanja za različne hitrostih.....	55
Preglednica 10: Izračun peronske odprtine vozila v fazi postanka na postajališču.....	57
Preglednica 11: Velikost končne peronske odprtine vozila v fazi postanka na postajališču....	58
Preglednica 12: Izračun pomikov na začetku vozila za hitrosti 90 km/h in $n = 3,5$ m	58
Preglednica 13: Končna velikost odmika od roba perona pri $n = 3,5$ m	59
Preglednica 14: Izračun pomikov na začetku vozila za hitrosti 100km/h in $n = 1,5$ m	59
Preglednica 15: Končna velikost odmika od roba perona pri $n = 1,5$ m	60
Preglednica 16: Izračun pomikov vozila pri projektirani hitrosti brez nagibne tehnike	60
Preglednica 17: Končna velikost odmika od roba perona pri $n = 3,5$ m	61
Preglednica 18: Izračun pomikov vozila pri projektirani hitrosti brez nagibne tehnike	61
Preglednica 19: Končna velikost odmika od roba perona pri $n = 1,5$ m	61
Preglednica 20: Izračun pomikov vozila pri projektirani hitrosti brez nagibne tehnike	62
Preglednica 21: Končna velikost odmika od roba perona pri $n = 0$ m	62
Preglednica 22: Prikaz zahteve različne oddaljenosti med osjo tira in peronom	67
Preglednica 23: Odmiki perona od različnih tipov vozil.....	67

KAZALO SLIK

Slika 1: Največji horizontalni in	3
Slika 2: Primer ustrezne izvedbe perona za invalidske vozičke	3
Slika 3: Položaj perona glede na tirno shemo (vir: Švarc, 2004)	4
Slika 4: Horizontalna in vertikalna oddaljenost visokega ter nizkega perona od tira	5
Slika 5: Horizontalna in vertikalna oddaljenost perona od tira na notranji in zunanji strani krivine (avstrijski predpis)	6
Slika 6: Horizontalna in vertikalna oddaljenost perona od tira na notranji in zunanji strani krivine (nemški predpis)	7
Slika 7: Normalni koordinatni sitem profila	8
Slika 8: Kinematična odnosnica z dodatki	9
Slika 9: Odnos med vozilom, odnosnico, profilom	10
Slika 10: Nakladalni profil SŽ-1	11
Slika 11: Nakladalni profil za kombiniran, kontejnerski in odprti promet	12
Slika 12: Normalni svetli profil (levo: odprta proga, glavni prevozni tiri in desno: ostalo)	13
Slika 13: Minimalni svetli profil (levo: odprta proga, glavni prevozni tiri in desno: ostalo)...	14
Slika 14: Primerjava slovenskega in italijanskega minimalnega svetlega profila	15
Slika 15: Svetli profil GC	16
Slika 16: Primerjava nakladalnega, minimalnega in svetlega profila GC	16
Slika 17: Prikaz vozila v premi in krožnem loku, kjer je potrebna razširitev kinematičnega profila	17
Slika 18: Prerez vagona	19
Slika 19: Preves vozila na zunanjo stran krožnega loka	19
Slika 20: Prečni prerez vlaka Siemens	20
Slika 21: Preves vozila na notranjo stran krožnega loka	20
Slika 22: Prikaz pomika točke P v P' okoli točke O	22
Slika 23: Prikaz pomika točke P v P' okoli točke B=B'	23
Slika 24: Pomik zaradi nadvišanja ali primanjkljaja manjšega od 50 mm	25
Slika 25: Aktivni sistem	27
Slika 26: Shema rotacije aktivnega sistema	27
Slika 27: Pasivni sistem	27
Slika 28: Shema rotacije pasivnega sistema	27
Slika 29: Shema kvazistatičnega zasuka TBV vozil	29
Slika 30: Geometrijski prikaz redukcije in projekcije	37
Slika 31: Grafični prikaz svetlega profila in varnostnih dodatkov	38
Slika 32: Prikaz sistema vzmetenja	39
Slika 33: Sistem vzmetenja za določitev koeficienta fleksibilnosti	40
Slika 34: Sistem sil in momentov	41
Slika 35: Sile, ki delujejo na vzmet podstavnega vozička	42
Slika 36: Poenostavljena shema pomika vzmeti	43
Slika 37: Sistem sil, ki delujejo na železniško vozilo	44
Slika 38: Račun primarnega vzmetenja	45
Slika 39: Pomik zaradi nadvišanja ali primanjkljaja večjega od 50 mm	46
Slika 40: Postajališče Košana	51

Slika 41: Velikost peronskega razmaka.....	52
Slika 42: Odmik potniškega vlaka od perona na postaji Košana	52
Slika 43: Rešitev premoščanja razdalj in višinske razlike.....	53
Slika 44: Primer avtomatskega premoščanja odprtih	53
Slika 45: Primer montažnega premoščanja odprtih.....	53
Slika 46: Siemens desiro EMG.....	56
Slika 47: Vzдолžni prereз vlaka Siemens Desiro EMG	56
Slika 48: Prečni prereз vlaka Siemens Desiro EMG.....	56
Slika 49: Izbran položaj kolesnih dvojic v krivini.....	57
Slika 50: Položaj vozila pri vozilih brez aktivne tehnike	63
Slika 51: Pomiki vozila z aktivno tehniko.....	64
Slika 52: Prikaz zagozditve vrat v peron.....	65
Slika 53: Vlak Fiat na nizkem peronu	66
Slika 54: Prikaz zagozditve vrat v peron.....	66

SEZNAM PRILOG

PRILOGA A: VREDNOST KOEFICIENTA »A« GLEDE NA POLOŽAJ KOLESNE DVOJICE ZA
IZRAČUN NOTRANJE REDUKCIJE

PRILOGA B: VREDNOST KOEFICIENTA »A« GLEDE NA POLOŽAJ KOLESNE DVOJICE ZA
IZRAČUN ZUNANJE REDUKCIJE

SEZNAM KRATIC

<i>A</i>	Koeficient pomika
<i>a</i>	Medosna razdalja
<i>C</i>	Točka vrtilišča vozila
<i>dg_a</i>	Preves vozila na zunanjo stran
<i>dg_i</i>	Preves vozila na notranjo stran
<i>D</i>	Prečni pomiki
<i>E</i>	Višek nadvišanja
<i>E_a</i>	Zunanja redukcija
<i>E_i</i>	Notranja redukcija
<i>g</i>	Gravitacijski pospešek
<i>h</i>	Višina vozila
<i>hc</i>	Višina točke zasuka vozila
<i>hv</i>	Višek nadvišanja
<i>hp</i>	Primanjkljaj nadvišanja
<i>I</i>	Primanjkljaj nadvišanja
<i>Ic</i>	Največji primanjkljaj nadvišanja za vozila brez nagibne tehnike
<i>Ip</i>	Primanjkljaj nadvišanja za vozila z nagibno tehniko
<i>l</i>	Tirna širina
<i>L</i>	Projicirana tirna širina za kot nadvišanja
<i>n_a</i>	Razdalja merjena od osi proti sredini vozila
<i>n_i</i>	Razdalja merjena od osi v smeri proti koncu vozila
<i>p</i>	Medosna razdalja podstavnih vozičkov
<i>q</i>	Bočni vpliv med osjo in podstavnim vozičkom, ali osjo in vozilom (za vozila brez podstavnih vozičkov)
<i>R</i>	Radij krožnega loka
<i>S</i>	Projekcija
<i>z''</i>	Pomik zaradi začetne asimetrije vozila zaradi napak pri vzmetenju in izdelavi
<i>z'</i>	Pomik pri $s > 0,4$ in $hc \neq 0,5$ m

1 UVOD

Skozi prejšnje stoletje so se zaradi razvoja tehnologije in prilagajanja železniške strukture pravila večkrat spreminjala, usklajevala in dopolnjevala. Hitrejši vlaki, večje tovarne zmogljivosti in tehnološko naprednejša infrastruktura so v državah povzročili spremembe na vseh področjih gradnje železniških sistemov. Zaradi različnih razvojnih zmogljivosti so države infrastrukturo posodabljele neenotno. Razlike se denimo pojavljajo že pri tirni širini, ter dimenzijah vagonov in podstavnih vozičkov. V Sloveniji je razgibanost terena v času razvoja železniške infrastrukture narekovala skromne geometrijske elemente, ki ne dopuščajo visokih hitrosti, zaradi dotrajanosti elementov proge pa so hitrosti še dodatno omejene. Potreba po vse hitrejšem prevozu blaga nas sili, da povečamo parametre trase, uskladimo slovenske pravilnike z EU zakonodajo in s tem omogočimo krajše potovalne čase.

Železniška infrastruktura in njena organizacija, kakršno poznamo danes, je rezultat skoraj sto let mednarodnih usklajevanj in uvajanj gradbenih pravil, ki so zaradi potreb po globalnih povezovanjih v sistem prinesla tudi potrebo po standardizaciji. Začetki segajo v leto 1913, ko so na t.i. Bern gauge konvenciji v Švici poizkusili poenotiti pravila evropske gradnje, posebno pri določanju nakladalnih profilov. Konvencija je vključevala vse evropske države z železniško infrastrukturo. Kasneje, so pravila poenotili za vse države Evropske unije s formacijo UIC (Union Internationale des Chemins de fer), ki ob predpisu minimalnega dovoljenega profila vsaki državi dovoljuje uvedbo lastnega, večjega profila. V sedanjem času je poenoten evropski profil sprejela večina evropskih držav, razen Anglije in Švedske. Sprejela ga je tudi Slovenija, katerih dimenzije profila so predpisane v Pravilniku o zgornjem ustroju železniških prog, ki je objavljen v Uradnem listu št. 92/2010 (v nadaljevanju Pravilnik o ZU).

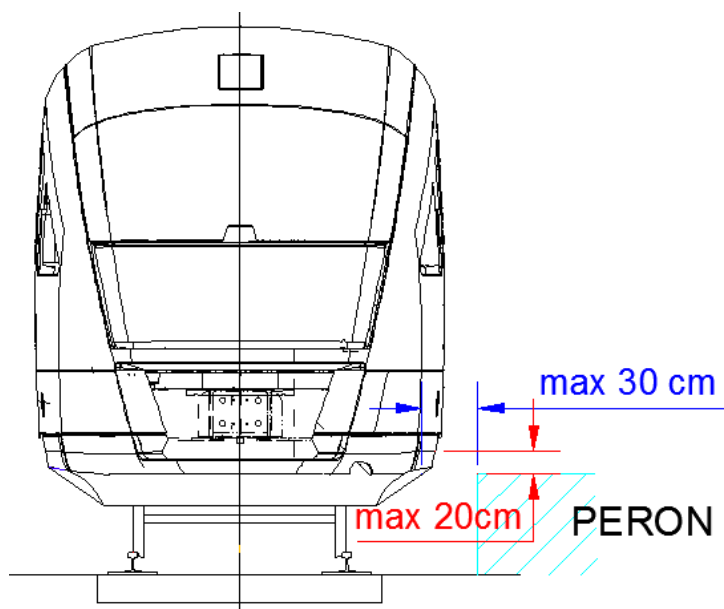
Na slovenskem področju smo šele v sedanjem času začeli posodabljati vozni park in infrastrukturo, ki omogoča nivojsko komunikacijo med peronom in vozilom. Dolgo so se namreč gradili le nizki peroni, ki so neustrezni predvsem zaradi težjega dostopa gibalno oviranih oseb. Pri obnovah, gradnji in nadgradnji je z novim Pravilnikom o ZU obvezna izvedba visokih peronov. Do sedaj uporabljeni nizki peroni so od osi tira oddaljeni 1600 mm in visoki 350 mm, visoki peroni pa so od osi tira oddaljeni 1650 mm ter visoki 550 mm (merjeno od gornjega roba tirnice).

Svetli profil je na tir pravokotna ravnina v katero ne smejo segati objekti, signalnovarnostne naprave, progovne oznake... Iz analize interakcije svetlega profila in visokega perona v premi je razvidno, da visok peron sega v svetli profil. V višini visokega perona, torej 550 mm nad GRT, je širina svetlega profila GC 1700 mm, peron pa je od osi tira oddaljen 1650 mm. Peron torej sega v profil 50 mm.

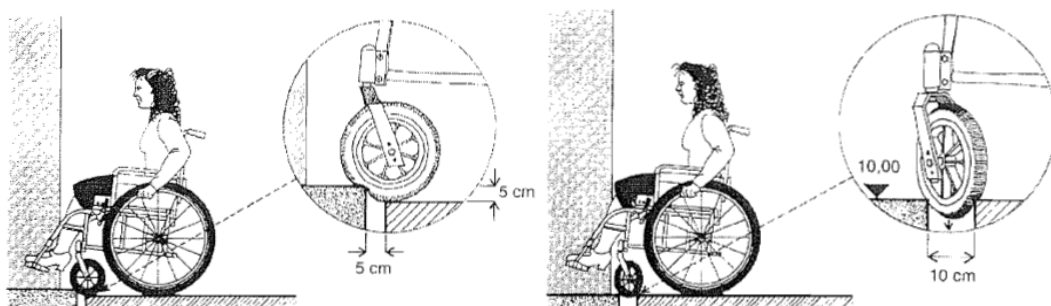
Namen diplomskega dela je prikazati izračun kinematičnega profila in analizirati problem visokih peronov v interakciji s svetlim profilom GC, ki ga je zaradi določil zakonodaje EU potrebno upoštevati pri novogradnjah in nadgradnjah. Naloga je sestavljena iz teoretičnega dela, kjer so predstavljene vrste železniških profilov, osnove za njihov izračun in praktičnega dela, kjer so predstavljeni izračuni in ugotovitve za primera novozgrajenih peronov v Košani in Osluševcih. Teorija in izhodišča, ki so uporabljena v nalogi, so skladna s kodeksi UIC 505-1, UIC 505-4, UIC 505-5, UIC 505-6, UIC 741, ter Pravilnika o zgornjem ustroju železniških prog (UL RS, št. 92/2010 dne 19. 11. 2010).

2 PERON

Peron je del prometnega mesta, ki je namenjen varnemu izstopanju in vstopanju potnikov, ter odpravi prtljage in pošiljk na vlak, zato moramo pri projektiranju zagotoviti zadostno funkcionalno širino, za tiste, ki vstopajo in izstopajo iz vlaka, kot tiste ki čakajo na vlak. Iz aspekta udobnega vstopa in izstopa ljudi je potrebno zagotoviti tudi idealno razmerje med višino perona in višino izstopnega nivoja vozila, ter horizontalni odmik vozila od perona kot je prikazano na Slika 1 in 2.



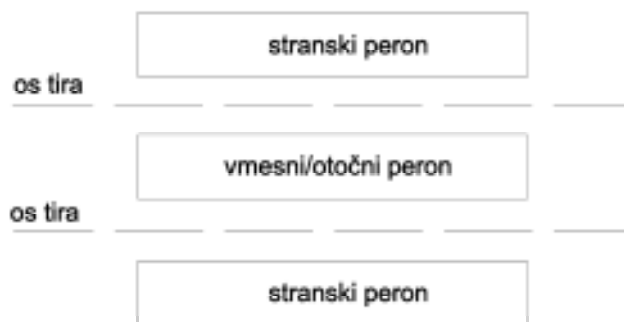
Slika 1: Največji horizontalni in vertikalni odmik od roba perona



Slika 2: Primer ustrezne izvedbe perona za invalidske vozičke

2.1 Delitev glede na lokacijo

Pri projektiranju peronov je zelo pomemben njihov položaj v tirni shemi. Lahko se nahaja na stranskem delu tira, ali v vmesnem (otočnem) delu. Njegova lokacija pogojuje tudi oddaljenost perona od osi tira in njegovo višino od gornjega roba tirnice (GRT).



Slika 3: Položaj perona glede na tirno shemo (vir: Švarc, 2004)

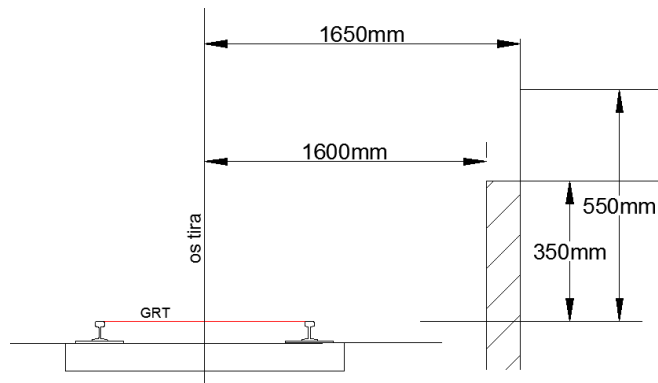
Delitev glede na višino

Višina perona je v glavnem odvisna od tipa vozil, ki vozijo po progi. Praviloma velja, da se z večanjem hitrosti, čim manjšim številom ustavljanj in daljšimi postanki na postajah povečuje tudi višina peronov, katera pri hitrih vlakih (TGV, ICE, ICT) lahko sega tudi do 1250 mm. V kodeksu UIC 741 (izdan 11.1.2007) so obravnavani trije tipi peronov. Visoki višine 750 mm, srednji višine 550 mm, ter nizki višine 350 mm. Perone gradimo tudi v krožnem loku, ti so na zunanji strani krožnega loka po navadi zaradi nadvišanja zunanjega tira višji od 550 mm, s tem se poveča tudi horizontalni odmik vozila od roba perona. Za zagotavljanje idealnih pogojev v takih primerih kodeks UIC 741 predpisuje naslednje zahteve:

- če je možno, se perone ne gradi v radije manjše od 500 m, minimalni dovoljeni je 300 m,
- peroni v krožnem loku se gradijo do nadvišanja 60 mm, izjemoma 110 mm.

Naš Pravilnik o ZU definira le visoke perone, ki so z razliko od kodeksa UIC višine 550 mm in nizke perone višine 350 mm. V Sloveniji se gradijo visoki peroni zaradi uskladitve z voznim parkom, saj z izgradnjo le teh omogočimo nivojski izstop/vstop potnikov in s tem omogočimo lažji pretok gibalno oviranim ljudem, s tem pa nastajajo problemi kot je v Košani in v Osluševcih, ki sta v diplomu podana kot aktualna problema. Tudi oddaljenost roba perona od osi tira je odvisna od višine perona.

Ta je določena v 34. členu Pravilnika o ZU. V Sloveniji znaša minimalno razdalja 1600 mm za nizke in 1650 mm za visoke perone, končna oddaljenost pa je odvisna tudi od radija.



Slika 4: Horizontalna in vertikalna oddaljenost visokega ter nizkega perona od tira

2.2 Primerjava slovenskih, avstrijskih in nemških predpisov

Za primer podajam priporočene razdalje visokih peronov slovenskih (Preglednica 1: Vrednosti oddaljenosti visokega perona od osi tira

(slovenski), avstrijskih (preglednica 2) in nemških (preglednica 3) pravilnikov. Podane so le mere za perone višine 550 mm, saj so le ti predmet moje problematike.

2.2.1 Slovenski predpisi za perone višine 550mm

Preglednica 1: Vrednosti oddaljenosti visokega perona od osi tira
(slovenski predpis)

Vrsta objekta	Višina perona	Odmik od osi tira
Visoki peron	550 mm	1650 + ΔS

V Pravilniku o ZU je v 34. členu predpisana enačba za izračun razširitve v krožnem loku.

Kjer je:

- za višine do 400 mm nad GRT in $R \geq 250$ m

$$\Delta S = \frac{2,5}{R} + \frac{l-1,435}{2}. \quad (1)$$

- za višine nad 400 mm nad GRT in $R \geq 250$ m

$$\Delta S = \frac{3,75}{R} + \frac{l-1,435}{2}.$$

kjer je:

(2)

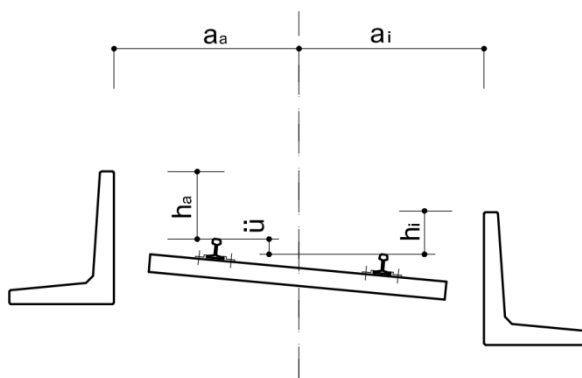
R = radij krožnega loka,

l = tirna širina ($1,435 \text{ m} < l < 1,465 \text{ m}$),

ΔS = razširitev kinematičnega profila.

2.2.2 Avstrijski predpisi za perone višine 550 mm

Pri projektiranju železniških prog je minimalni polmer krožnega loka na postajnem območju 500 m. Spodaj je preglednica, v kateri so podane vrednosti za odmik (a_a) in višino nad GRT do pohodne površine perona (h_a), če je peron na zunanji strani krivine ter odmik (a_i) in višino nad GRT do pohodne površine perona (h_i), če je peron na notranji strani krivine.



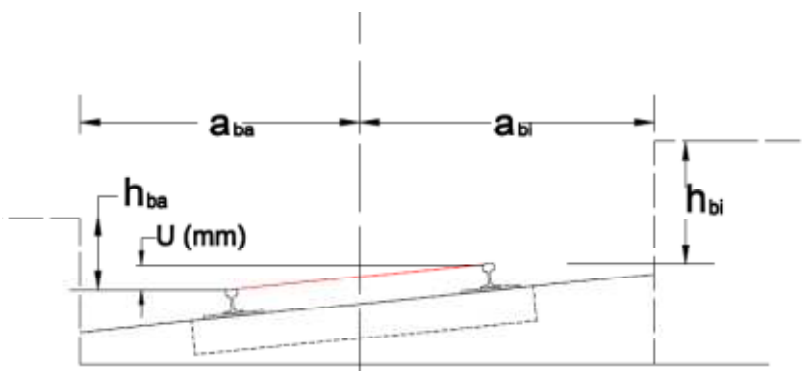
Slika 5: Horizontalna in vertikalna oddaljenost perona od tira na notranji in zunanji strani krivine (avstrijski predpis)

Preglednica 2: Vrednosti oddaljenosti visokega perona od tira v odvisnosti od nadvišanja tira (avstrijski predpis)

500 m < r < 550 m višina perona 550 mm										
nadvišanje (mm)	0	20	30	40	50	60	70	80	90	100
a_a	1680	1675	1672	1670	1667	1665	1662	1660	1657	1655
h_a	550	562	568	574	580	586	592	598	604	610
a_i	1680	1687	1691	1694	1698	1702	1705	1709	1712	1716
h_i	550	538	532	526	520	514	508	502	496	490

2.2.3 Nemški predpisi za perone višine 550 mm

Pri projektiranju železniških prog je minimalni polmer krožnega loka na postajnem območju 300 m do 500 m. Spodaj je preglednica, v kateri so podane vrednosti za odmik (a_{ba}) in višino nad GRT do pohodne površine perona (h_{Ba}), če je peron na zunanji strani krivine ter odmik (a_{bi}) in višino nad GRT do pohodne površine perona (h_{bi}), če je peron na notranji strani krivine.



Slika 6: Horizontala in vertikalna oddaljenost perona od tira na notranji in zunanji strani krivine (nemški predpis)

Preglednica 3: Vrednosti oddaljenosti visokega perona od tira v odvisnosti od nadvišanja tira (nemški predpis)

300 m < r < 500 m; tirni razmak 1465 mm; višina perona 550 mm										
Nadvišanje (mm)	0	20	30	40	50	60	70	80	90	100
a_{Ba}	1680	1675	1670	1665	1665	1660	1655	1650	1645	1640
h_{Ba}	545	580	595	610	625	640	660	675	690	705
a_{Bi}	1670	1680	1685	1685	1690	1695	1700	1700	1700	1705
h_{Bi}	545	535	530	525	515	510	505	500	495	485

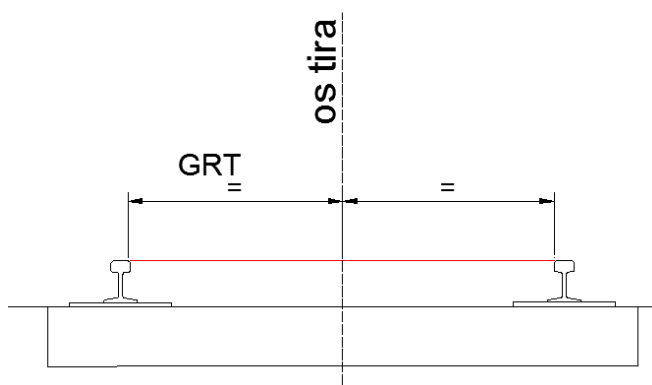
Iz zgornjih preglednic je razvidno, da slovenski pravilnik določa zgolj različen odmik perona glede na položaj središča krožnega loka neodvisno od nadvišanja, medtem, ko avstrijski in nemški upoštevata tudi nadvišanje, kar pripomore k boljši usklajenosti celotnega sistema in njegovega delovanja.

3 PROFILI

3.1 Osnovni pojmi

3.1.1 Normalni koordinatni sistem železniškega profila

Normalni koordinatni sistem tvorita abscisna in ordinatna os, ki sta med seboj pravokotni. Prva poteka po gornjem robu obeh tirnic (GRT), druga pa je pravokotna na prvo, jo razpolavlja in hkrati določa simetralo profila.



Slika 7: Normalni koordinatni sistem profila

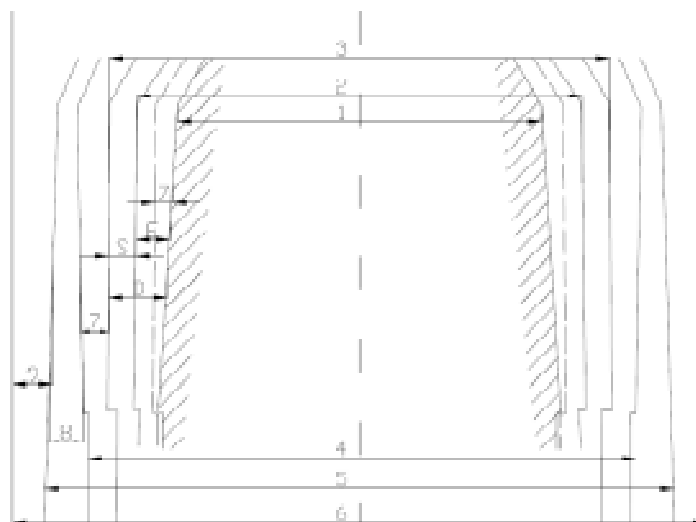
3.1.2 Statična odnosnica (statični referenčni profil)

Statični referenčni profil je profil, ki je določen na najbolj neugodni legi vozila v mirujočem stanju v premi ali krivini. Določevanje statičnega profila poteka z naslednjimi parametri: bočni pomiki zaradi obrabe koles, bočni pomiki zaradi podstavnih vozičkov in pomik prevesa v krivini.

3.1.3 Kinematična odnosnica (kinematični referenčni profil)

Kinematična odnosnica (angl. reference kinematic gauge) je ravnina, ki je določena na podlagi najbolj neugodne lege vozila in tovora v gibanju. Je črta, ki razmejuje odgovornost za uporabo prostora na eni strani za proizvajalce vozil, na drugi strani za projektante in gradbenike, ki morajo na njeni podlagi določiti svetli profil. Velikost kinematičnega profila določimo tako, da profilu vozila prištejemo omejitev kinematične odnosnice $E_{i,a}$ (opisana v poglavju 4.4), ki je enaka razliki med

vsoto vseh pomikov $D_{a,i}$ in razširitvijo kinematične odnosnice $S_{i,a}$. Na podlagi kinematičnega profila določamo velikosti svetlih profilov GA,GB,GC. Na spodnji sliki je prikazan kinematični profil in potrebni dodatki za določitev svetlega profila.



Slika 8: Kinematična odnosnica z dodatki

- 1 = osnovni profil vozila,
- 2 = kinematični profil/kinematična odnosnica,
- 3 = razširjena kinematična odnosnica,
- 4 = kinematična odnosnica vlakovnega niza,
- 5 = omejitev kinematične odnosnice,
- 6 = obtirni prostor za inštalacijo,
- Z = kvazistatični pomik, ki zajema:
 - presežek ali primanjkljaj do 0,05 m,
 - asimetrijo, ki je večja od 1° ,
 - za primanjkljaj med 0,05 m in 0,2 m in $s > 0,4$; $hc < 0,5$ m,
- $E = (E_i, E_a)$,
- S = razširitev kinematičnega profila,
- D = bočni pomik,
- 7 = kvazistatični premik zaradi nadvišanja večjega od 0,05 m,
- 8 = varnostni dodatek,
- 9 = varnostni dodatek, ki se ga dodaja za vsako progo posebej, zaradi povečanja progovne hitrosti, vetrov in je prepuščen posamezni železniški upravi.

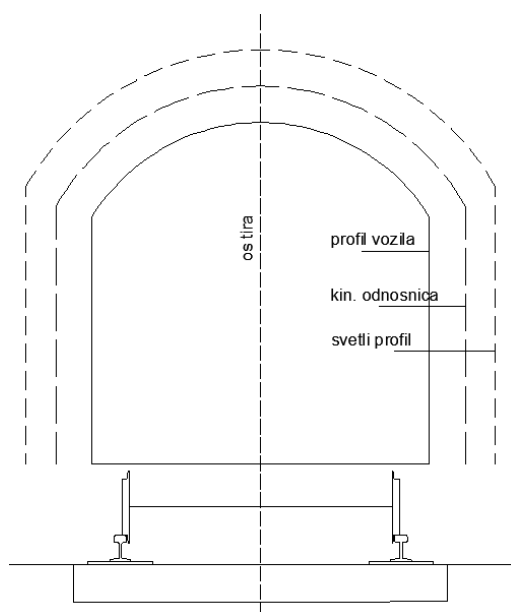
3.2 Vrste profilov

Profil vozila

Profil vozila je na tir pravokotna ravnina. Določa jo črta, ki natančno orisuje skrajne točke vozila.

Profil

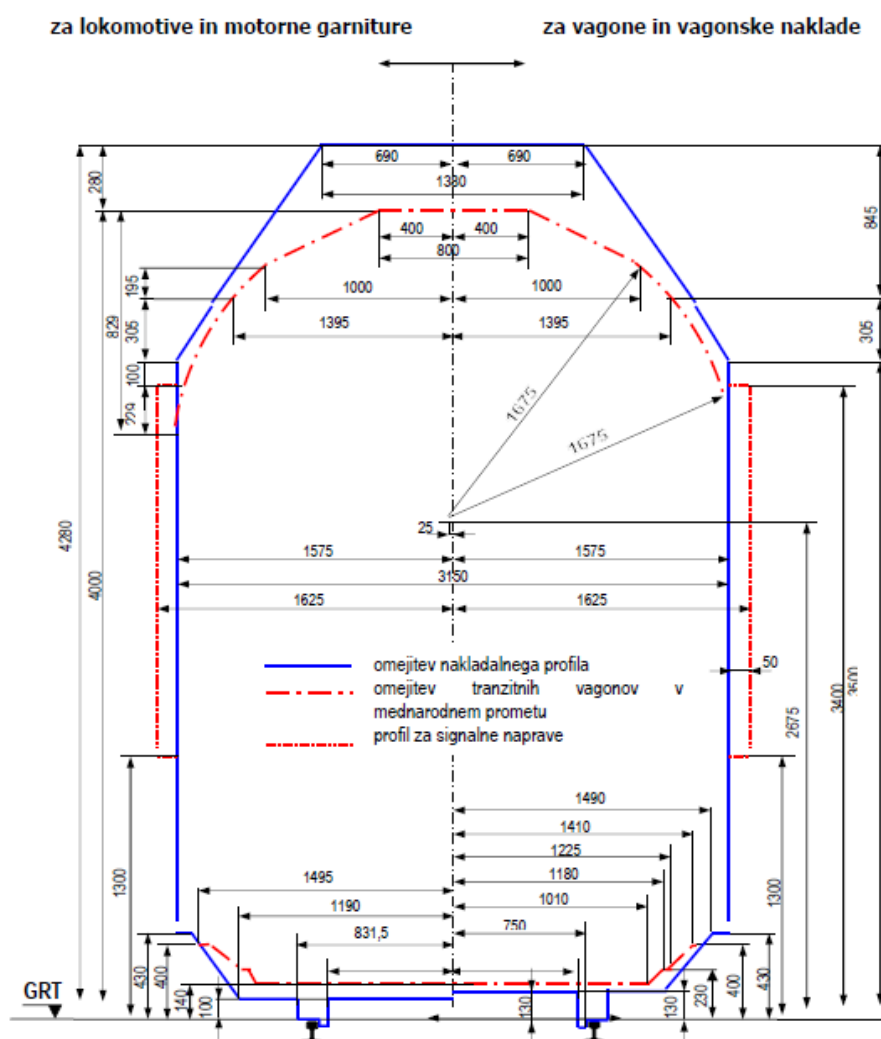
Profil je na tir pravokotna ravnina, katero mejno črto določajo točke koordinatnega sistema s sečiščem v presečišču vertikalne osi tira z ravnino, ki ju tvorita zgornji dve površini obeh sosednjih tirnic. Profil je v vsaki točki na progi simetričen. Pri vseh spodaj opisanih slikah je leva polovica namenjena za odprto progo, glavne prevozne tire in glavne postajne tire namenjene potniškim vlakom, desna polovica pa za ostala področja. Poznamo svetli profil in nakladalni profil. Bistvena razlika med njima je, da so svetli večji od nakladalnih. Namen nakladalnega profila je omejevanje velikosti vozil in tovora, svetli pa narekuje širino, ki jo je potrebno spoštovati pri gradnji obtirnih objektov in pri vzdrževanju prog. Če tovor ali vozilo presega nakladalni profil, se ta prevoz obravnava kot izredna pošiljka, odobriti jo mora ustrezni organ.



Slika 9: Odnos med vozilom, odnosnico, profilom

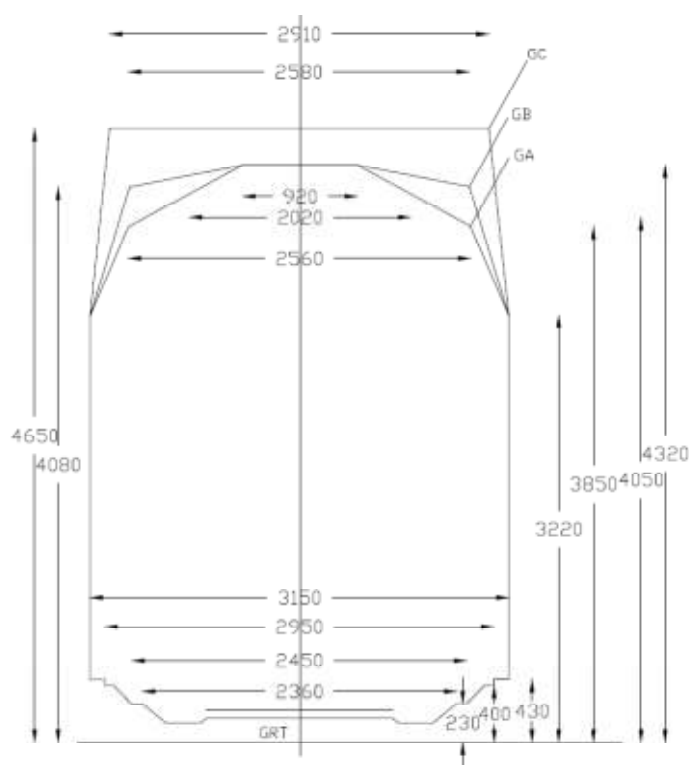
3.2.1 Nakladalni profil

Nakladalni profil je na tir pravokotna ravnina, ki jo z nobenim svojim delom ne sme presegati vozilo ali tovor. Pod določenimi pogoji je profil vozila lahko enak nakladalnemu profilu, vendar je praviloma nakladalni večji za minimalno vrednost. Spodaj so prikazani vsi tipi nakladalnih profilov, ki omejujejo velikost vozil in tovora na progah v Republiki Sloveniji.



Slika 10: Nakladalni profil SŽ-1

(Vir: <http://www.slo-zeleznice.si>)



Slika 11: Nakladalni profil za kombiniran, kontejnerski in odprti promet

(Vir: <http://www.slo-zeleznice.si>)

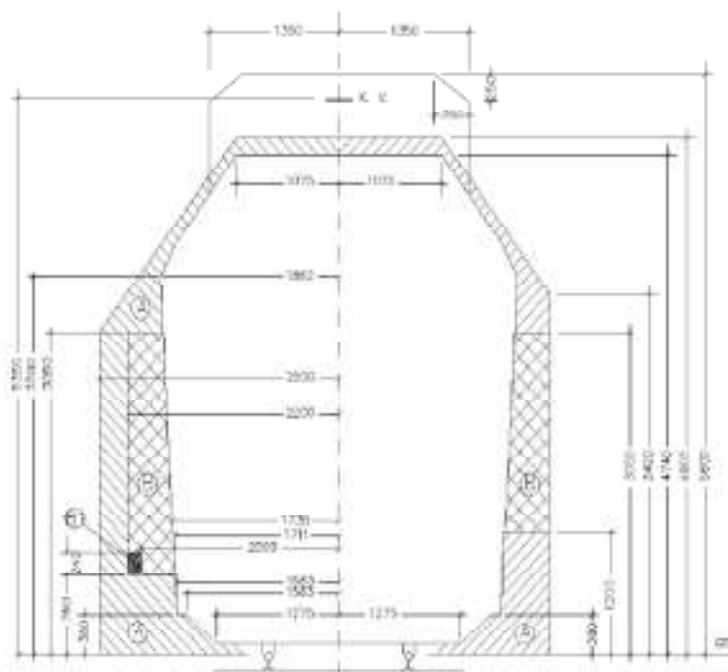
3.2.2 Svetli profil

Svetli profil je ravnina, ki je pravokotna na os tira in zajema prostor pomikov vozil, prostor za vzdrževalna dela, varnostni prostor, prostor za naključne vplive (močan veter, aerodinamični efekti). Ločimo minimalni profil, normalni profil, profil GC ter zgornji in spodnji del profila. Za vsako točko na progi je svetli profil drugačen, ker je odvisen od parametrov proge v tistih točkah. Vsi spodaj opisani profili so izdelani z upoštevanjem vpliva nihanj in so izdelani po metodologiji, ki je za preme in krivine ≥ 250 m predpisana v UIC 505 (1. 8. 2006), UIC 506 (1. 2. 2008).

3.2.2.1 Normalni svetli profil

Normalni svetli profil je potrebno upoštevati pri vzdrževanju in nadgradnji obstoječih prog. Njegove mere in oblike veljajo za polmere krivin večje od 250 m. Normalni svetli profil sestoji iz površine, ki mora biti zagotovljena za prevoz železniških vozil ob upoštevanju horizontalnih in vertikalnih nihanj, tirnih toleranc ter minimalne oddaljenosti delov vozne mreže pod napetostjo in dodatnih površin A in

B, v katerih se pod posebnimi pogoji lahko nahajajo določeni objekti, deponiran material ali stabilne naprave.



Slika 12: Normalni svetli profil (levo: odprta proga, glavni prevozní tiri in desno: ostalo)

(Vir: <http://www.slo-zeleznice.si>)

Območje A: V območje A lahko segajo naprave, ki so namenjene železniškemu prometu (peroni, nakladalne klančine, ranžirne naprave, signali, drogovi vozne mreže).

Območje B: V to območje smejo segati le naprave gradbenih in vzdrževalnih del, če so izvedeni ustrezni varnostni ukrepi.

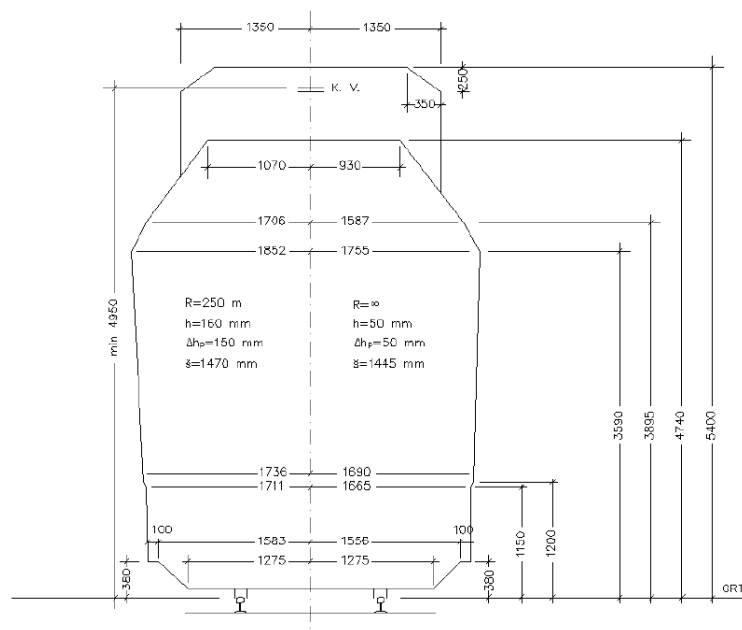
Območje B1: V to območje smejo segati ojačitve signalov.

3.2.2.2 Minimalni svetli profil

Minimalni svetli profil moramo zagotoviti pri vzdrževanju posameznih odsekov obstoječih prog kot najmanjši možni svetli profil. To je minimalni prostor merjen od osi tirne razdalje, katerega ne sme presegati noben del vlaka ali tovora. Temelji na kinematični odnosnici G2 (glej poglavje 3.1.3) za vozila z nagibnim koeficientom $s \geq 0,4$ (tovorna vozila). Minimalni profil velja za najneugodnejše parametre v vsaki točki proge. Ti parametri so zajeti v preglednici v nadaljevanju.

Preglednica 4: Prikaz parametrov minimalnega svetlega profila

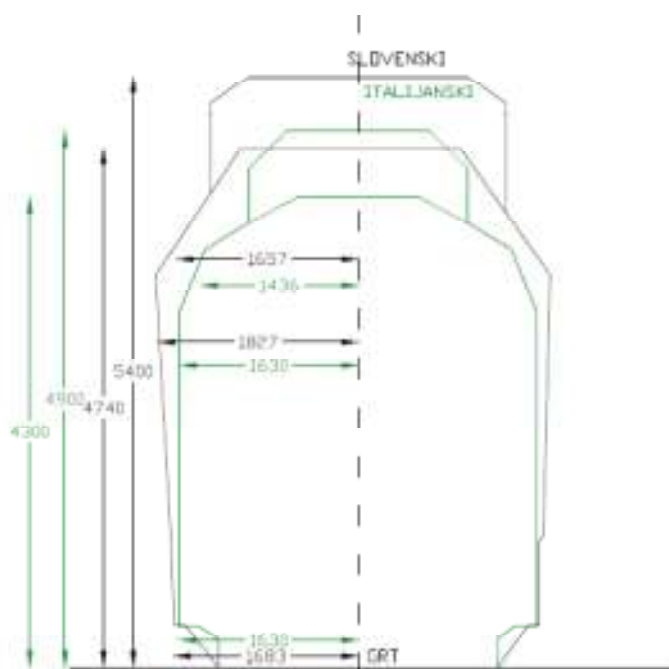
tehnični parametri (mm)	levo (odprta proga, GPT)	desno (ostalo)
polmer krivine	250	∞
nadvišanje	160	50
primanjkljaj nadvišanja	150	50
tirna širina	1470	1445
radij vertikalne zaokrožitve	2000	2000
rezerva za dvig nivelete	50	50
obraba tirnic	10	10
delovna višina odjemnika toka	5600	5600
minimalna varnostna razdalja	150	150
polširina odjemnika toka	975	975



Slika 13: Minimalni svetli profil (levo: odprta proga, glavni prevozni tiri in desno: ostalo)

(Vir: <http://www.slo-zeleznice.si>)

Na spodnji sliki je prikazana še primerjava minimalnega slovenskega in italijanskega profila. Iz slike je razvidno, da je italijanski nižji, vendar približno enako širok kot slovenski.



Slika 14: Primerjava slovenskega in italijanskega minimalnega svetlega profila

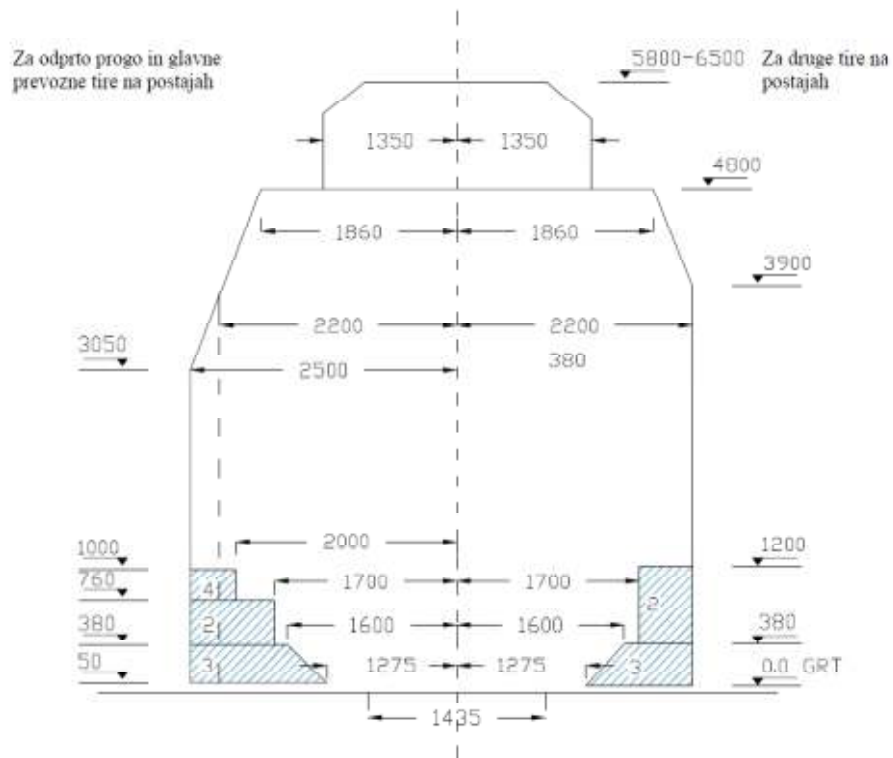
3.2.2.3 Svetli profil GC

Svetli profil GC je treba zagotoviti pri gradnji novih in pri nadgradnjah obstoječih elektrificiranih in za elektrifikacijo predvidenih prog. Izdelan je po določilih objave UIC 505-4 in 505-6 ter izhaja iz kinematične odnosnice GC (glej poglavje 3.1.3). Sestavljen je iz treh območij. Med območjem 2 in 3 vključuje rezervo 100 mm za dvig nivelete pri vzdrževanju.

Območje 2: Prostor za perone, nakladalne klančine na postajah, ranžirno opremo in signalne naprave. Pri gradbenih delih smejo v ta prostor segati tudi drugi predmeti (npr. gradbeni odri, gradbeni stroji, gradbeni material), če so zagotovljeni potrebni varnostni ukrepi.

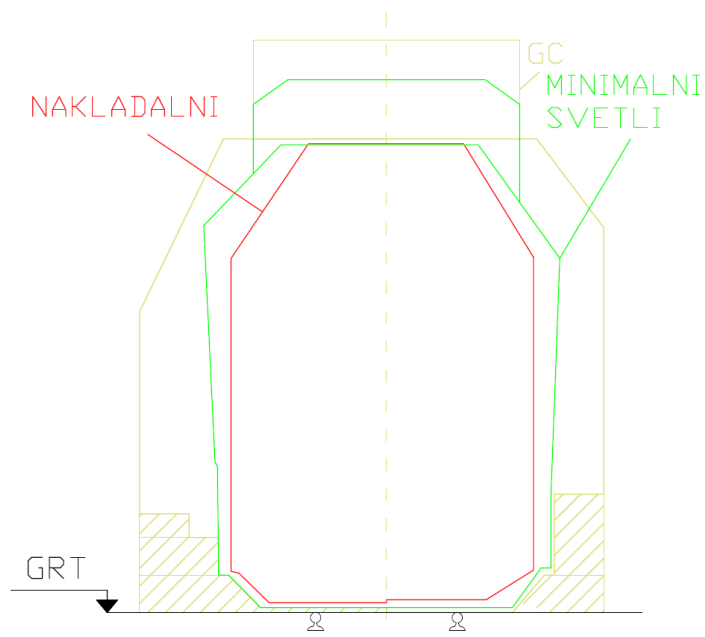
Območje 3: Prostor za gradbene naprave, če so potrebne za odvijanje prometa.

Območje 4: V ta prostor smejo segati ojačitve signalov v medtirju.



Slika 15: Svetli profil GC

Na sliki 16 je prikazana primerjava minimalnega svetlega profila, svetlega profila GC, in nakladalnega profila SŽ-1.



Slika 16: Primerjava nakladalnega, minimalnega in svetlega profila GC

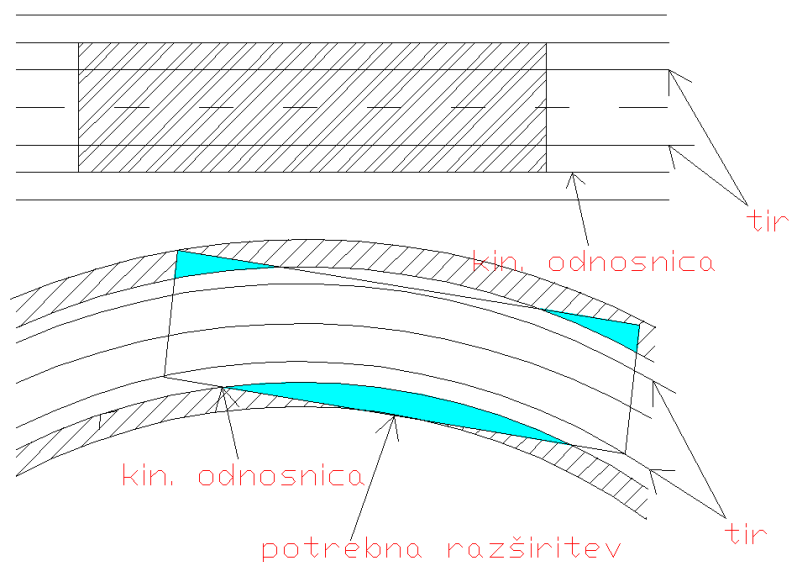
4 DOLOČITEV KINEMATIČNE ODNOSNICE

Izračun svetlega profila temelji na teoretični osnovi, ki je opisana v kodeksu UIC. Izhodišče za določitev svetlega profila je kinematična odnosnica. Za izračun so potrebni podatki o:

- vrsti in velikosti pomikov vozila (začetni, fizikalni in konstrukcijski),
- omejitve širine kinematične odnosnice.

4.1 Razširitev kinematične odnosnice v krivini

Ko potuje vozilo s tirnim vodenjem po krivini pride zaradi velike medosne razdalje in širine vozila do izrazitega posega preko transportnega medija (tirov), katerega je potrebno zajeti pri računu kinematične odnosnice. Z razliko od cestnega prometa, kjer je transportni medij (cesta) bistveno širši od vozila, je pri tirnem vodenju medij bistveno ožji od širine vlaka pri čemer pride do prevesov v notranjost in zunanost krožnega loka. Velikosti teh posegov imenujemo razširitev kinematične odnosnice in so odvisni le od tirne širine in radija. Razširitev kinematične odnosnice označimo z $S_{i,a}$.



Slika 17: Prikaz vozila v premi in krožnem loku, kjer je potrebna razširitev kinematičnega profila

Ločeno obravnavamo velikost potrebne razširitve za $R \geq 250$ m, ter $150 \text{ m} \leq R \leq 250$ m.

a.) $\infty > R > 250$ m

$$S_{i,a} = \frac{H}{R} + \frac{l-1,435}{2}. \quad (3)$$

b.) $150 \text{ m} \leq R \leq 250$ m

Notranja stran krivine

$$S_i = \frac{50}{R} - 0,185 + \frac{l-1,435}{2} [\text{m}], \quad (4)$$

Zunanja stran krivine

$$S_a = \frac{60}{R} - 0,225 + \frac{l-1,435}{2} [\text{m}]. \quad (5)$$

Kjer je:

$H = 2,5$ za $h < 0,400$ mm,

$H = 3,75$ za $h > 0,400$ mm,

h = višina merjena od *GRT*,

l = tirna širina,

R = radij krožnega loka.

4.2 Pomiki

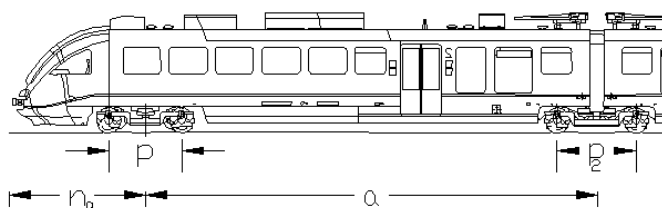
Na vozilu nastanejo prečni pomiki 'D', ki ga sestavljajo:

- začetni pomik (nepravilno razporejene naklade, konstrukcijske tolerance in tolerance vzmetenja),
- konstrukcijski pomiki (preves v krivini, premik kolesne dvojice),
- fizikalni pomiki (pomik zaradi začetne asimetrije in nadvišanja do 50 mm),
- pomik vozila zaradi stanja proge (nepravilnosti, poškodbe prog). Ta je po navadi zanemarjen, razen v primerih, ko povzroča velike povese.

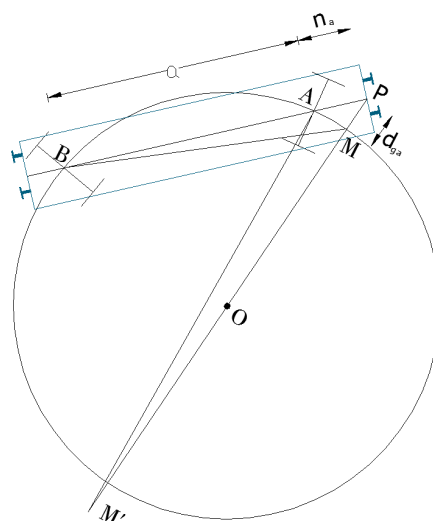
4.2.1 Preves vozila v krivini

Preves vozila se določa ločeno za zunanjo in notranjo stran krožnega loka. Računa se ga posebej za dvoosna vozila in vozila s podstavnimi vozički, pri tem pa uporabimo teorijo podobnih trikotnikov.

4.2.1.1 Preves dvoosnega vagona na zunanjo stran krožnega loka s polmerom R



Slika 18: Prevez vagona



Slika 19: Preves vozila na zunanjo stran krožnega loka

Izračun temelji na podobnosti trikotnikov PMB in PAM

$$MP = dg_a,$$

$$\frac{dg_a}{a+n} = \frac{n}{2R+dg_a'}$$

$$dg_a(2R+dg_a) = n(a+n),$$

$$dg_a^2 + 2Rdg_a = n(a+n).$$

Poenostavljena formula (zaradi majhnega prispevka zanemarimo dg_a^2)

$$dg_a = \frac{n(a+n)}{2R}. \quad (6)$$

Kjer je:

p = razdalja med kolesi na podstavnem vozičku,

a = razdalja med osema podstavnih vozičkov,

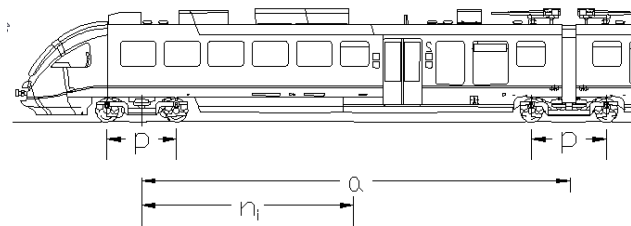
n_i = razdalja med osjo podstavnega vozička in koncem vagona,

R = polmer krožnega loka,

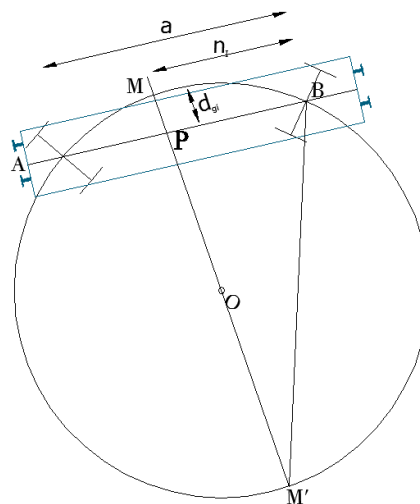
dg_a = preves vagona na zunanji strani.

Iz slike (19) je razvidno, da je maksimalna vrednost prevesa vagona na zunanjo stran krivine na koncu vagona.

4.2.1.2 Preves dvoosnega vagona na notranjo stran krožnega loka s polmerom R



Slika 20: Prečni prerez vlaka Siemens



Slika 21: Preves vozila na notranjo stran krožnega loka

Izračun prav tako temelji na podobnosti trikotnikov PMA in PBM:

$$MP = dg_i,$$

$$\frac{dg_i}{n} = \frac{a - n}{2R - dg_i},$$

$$dg_i = \frac{n(a-n)}{2R}. \quad (7)$$

Kjer je:

p = razdalja med kolesi na podstavnem vozičku,

a = razdalja med osema podstavnih vozičkov,

n_a = razdalja točkama A in B na osi vagona,

R = polmer krožnega loka,

dg_i = preves vagona na notranjo stran krivine.

Iz enačbe (5) sledi, da je maksimalna vrednost prevesa vagona na notranjo stran krivine na sredini vagona, torej, če je $n = \frac{a}{2}$. Iz tega sledi:

$$dgi_{max} = \frac{a^2}{8R}.$$

4.2.1.3 Preves vagona s podstavnimi vozički na zunanjo / notranjo stran krožnega loka

Pri vagonih s podstavnimi vozički se v enačbah (5) in (4) upošteva vpliv razdalje med kolesi na podstavnem vozičku $\left(\frac{p^2}{8R}\right)$ in sicer:

- na zunanjo stran:

$$dg_a = \frac{n(a+n)}{2R} - \frac{p^2}{8R} = \frac{n(a+n) - \frac{p^2}{4}}{2R}, \quad (8)$$

- na notranjo stran :

$$dg_i = \frac{n(a-n)}{2R} + \frac{p^2}{8R} = \frac{n(a-n) + \frac{p^2}{4}}{2R}. \quad (9)$$

Enačbi (6) in (7) lahko poenostavimo z uvedbo člena $\Delta_{i,a}$. Člen Δ_a velja za območje na zunanji strani krožnega loka, člen Δ_i velja za notranjo stran krožnega loka. Pri tem izrazimo preves s polmerom krožnega loka po katerem vozi vlak.

Zapišemo:

$$\Delta_i = n(a - n) + \frac{p^2}{4} \rightarrow dg_i = \frac{\Delta_i}{2R'} \quad (10)$$

$$\Delta_a = n(a + n) - \frac{p^2}{4} \rightarrow dg_a = \frac{\Delta_a}{2R}. \quad (11)$$

4.2.2 Pomik kolesne dvojice

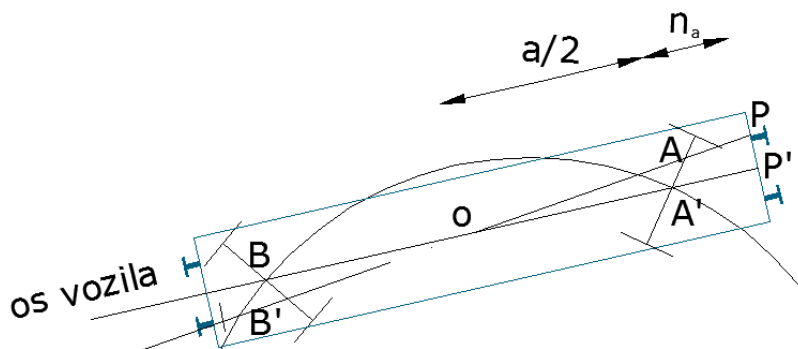
Pomik kolesne dvojice je vsota naslednjih pomikov:

- pomiki zaradi obrabe kolesnih vencev ($\frac{l-d}{2}$),
- pomik osi kolesnih dvojic (q),
- pomik podstavnega vozička (W).

V izračunu se upošteva položaj kolesnih dvojic na podstavnem vozičku v krivini. Tabeli v katerih so opisani vsi položaji podstavnih vozičkov in pripadajoči faktor pomika A , ki je potreben za izračun E_a in E_i sta objavljeni v kodeksu UIC 505-5 v poglavju 6.5.4, str. 33 in 34 in sta tudi prilogi A in B te diplomske naloge.

Pri prečnih pomikih kolesne dvojice imamo dva najbolj neugodna pomika začetka vozila:

- a.) v primeru, ko je vrtilišče pomika točke P v točki O, lahko pomik izrazimo z razmerjem trikotnikov:

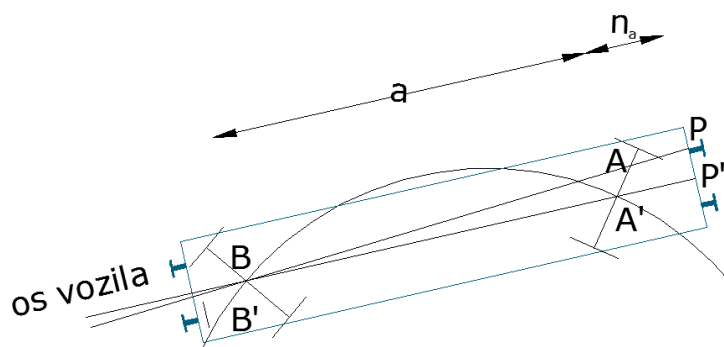


Slika 22: Prikaz pomika točke P v P' okoli točke O

$$\text{---} \quad \text{---} \quad \text{---} \quad \frac{\text{---}}{\text{---}} \quad \text{---} \quad (12)$$

$$\text{---} \quad (13)$$

b.) v primeru, ko je vrtilišče pomike PP' v točki $B=B'$



Slika 23: Prikaz pomika točke P v P' okoli točke B=B'

$$\text{---} \quad \text{---} \quad (14)$$

$$\text{---} \quad (15)$$

Splošna enačba za določevanje pomika kolesne dvojice na zunanjo in notranjo stran:

$$\underbrace{\text{---}}_{\text{preves}} \quad \underbrace{\text{---}}_{\text{pomik osi dvojice}} \quad \underbrace{\text{---}}_{\text{obraba koles}} \quad \underbrace{\text{---}}_{\text{pomik podstavnega vozička}} \quad (16)$$

$$\text{---} \quad \text{---} \quad (17)$$

Spodaj v poglavju 4.2.2.1 so podane končne enačbe za določevanje pomika kolesne dvojice za vozila brez podstavnih vozičkov, v poglavju 4.2.2.2 pa za vozila s podstavnimi vozički, ki so namenjena za

prevoz tovora in tista, ki so namenjena za vleko vagonskega niza. Vse enačbe temeljijo na podlagi empiričnih raziskav.

4.2.2.1 Pomik kolesne dvojice za vozila brez podstavnih vozičkov

Pomik kolesne dvojice na zunanjo stran:

$$D_a = \frac{\Delta_a}{2R} + \left(q + \frac{l-d}{2} \right) \frac{2n+a}{a}, \quad (18)$$

Pomik kolesne dvojice na notranjo stran:

$$D_i = \frac{\Delta_i}{2R} + \frac{l-d}{2} + q + W_i. \quad (19)$$

4.2.2.2 Pomik kolesnih dvojic vagona s podstavnimi vozički

Pomik kolesnih dvojic za vozila, ki so namenjena za vleko vagonskega niza:

$$D_a = \frac{\Delta_a}{2R} + q \frac{2n+a}{a} + \frac{l-d}{2} \cdot \frac{2n+a}{a} + W_i \frac{n}{a} + W_a \frac{n+a}{a}, \quad (20)$$

$$D_i = \frac{\Delta_i}{2R} + \frac{l-d}{2} + q + W_i. \quad (21)$$

Vozila, ki so namenjena za prevoz tovora - nakladalna vozila:

$$D_a = \frac{\Delta_a}{2R} + q \frac{2n+a}{a} + \frac{l-d}{2} \cdot \frac{n+a}{a} + W_i \frac{n}{a} + W_a \frac{n+a}{a}, \quad (22)$$

$$D_i = \frac{\Delta_i}{2R} + q + W_i. \quad (23)$$

Kjer je:

l = tirna širina, ki je med 1435 mm in 1470 mm (1465 mm zaradi varnosti),

d = razdalja med zunajim robom venca merjeno 10 mm pod krogom kotaljenja, minimalna razdalja je 1410 mm.

4.2.3 Pomik zaradi začetne asimetrije in nadvišanja do 50mm

Naslednja vrsta pomikov nastane zaradi začetne asimetrije. Ta nastane zaradi napak pri izdelavi vagonov ali neenakomerne porazdelitve tovora na vagonih. Odklon začetne asimetrije vozil je definiran z η_0 , upoštevajo pa se le velikosti večje od 1° .

$$s = \frac{\eta}{\delta} \rightarrow \eta = s * \delta \text{ in}$$

$$L \cong 1,5 \text{ m in } s = 0,4,$$

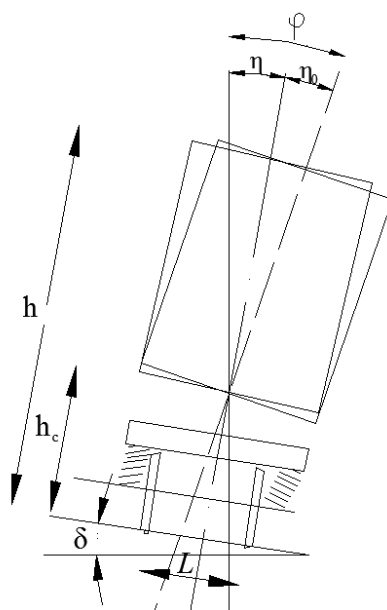
$$\varphi = \eta + \eta_0 = s * \delta + \eta_0,$$

$$Z'' = \tan(\varphi)(h - h_c) \quad (24)$$

$$Z'' = \tan(s * \delta + \eta_0)(h - h_c), \quad (25)$$

$$Z'' = \frac{E, I}{L} + \tan(\eta_0 - 1^\circ)(h - h_c), \quad (26)$$

$$Z'' = \left[\frac{s}{30} + \tan[\eta_0 - 1^\circ]_{>0} \right] |h - h_c|. \quad (27)$$



Slika 24: Pomik zaradi nadvišanja ali primanjkljaja manjšega od 50 mm

- h_c = višina zasuka, ki se lahko izračuna ali izmeri. V kolikor to ni mogoče, se privzame vrednost 0,5 m,
- $\frac{s}{30} |h - h_c|$ = člen, ki zajema pomik vzmetenja zaradi nadvišanja ali primanjkljaja do 0,05 m,
- $\tan[\eta_0 - 1^\circ]_{>0} |h - h_c|$ = člen, ki zajame asimetrijo (če je začetna asimetrija večja od 1°),

Pri tem ne smemo pozabiti na člen, ki upošteva koeficient fleksibilnosti $s > 0,4$ in višino vrlišča različne od 0,5m.

$$z' = \left[\frac{s}{10} |h - h_c| - 0,04 (h - 0,5)_{>0} \right]_{>0}. \quad (28)$$

Kjer je:

z'' = člen s katerim zajamemo začetno asimetrijo vozila zaradi napak pri vzmetenju in izdelavi,

z' = člen s katerim povečamo pomik oz. zajamemo koeficient fleksibilnosti, ki je večji od 0,4 in višino različno od 0,5 m,

s = nagibni koeficient ali fleksibilnosti vozila ($\frac{\text{naklon vozila zaradi nadvišanja}}{\text{kot nadvišanja}}$),

δ = naklon zaradi nadvišanja,

η = naklon vozila pri nadvišanju δ ,

η_0 = začetne asimetrija vozila,

$L \cong$ tirna razdalja projicirana za kot δ .

Pomik vozila iz ravnovesne lege je vsota pomikov Z'' in Z' . Seštejemo enačbi (27) in (28) in dobimo končno enačbo za pomik vozila iz ravnovesne lege:

$$z = \left[\frac{s}{30} + \tan[\eta_0 - 1^\circ]_{>0} \right] |h - h_c| + \left[\frac{s}{10} |h - h_c| - 0,04 (h - 0,5)_{>0} \right]_{>0}. \quad (29)$$

- []_{>0} = če je vrednost v oklepajih negativna ali enaka 0, se vzame vrednost 0, sicer velja izračunana vrednost.

4.3 Račun pomikov vozil z nagibno tehniko

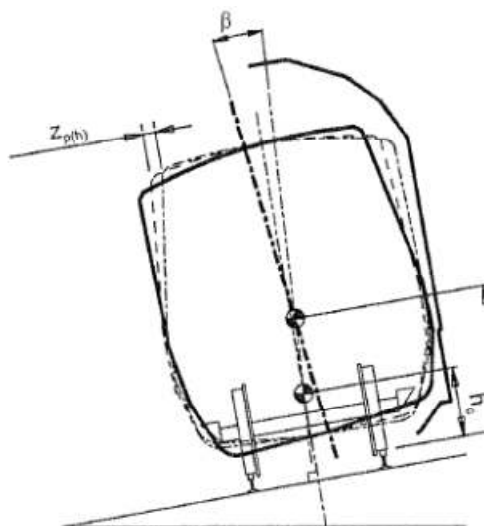
4.3.1 Zgodovina

TBV (angl. tilting body vehicle) vozila so vozila, katera imajo za kompenzacijo centrifugalne sile vgrajen sistem za dodatni nagib vozila v krivini. Tak tip vozil so razvili v 70 in 80 letih za omogočanje doseganja večjih hitrosti. Ta se aktivira le pri hitrosti 70 km/h in več. Pri navadnih vozilih je po UIC maksimalni dopustni bočni pospešek 1-1,3 m/s², primanjkljaj nadvišanja 150 mm, pri vozilih z nagibno tehniko pa sta oba lahko bistveno večja. Največja vrednost bočnega pospeška ki ga vozilo na slovenskem omrežju lahko doseže je 1,82 m/s² pri primanjkljaju 270 mm.

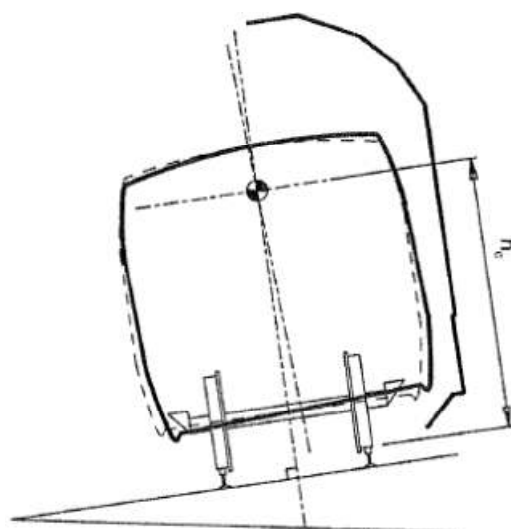
4.3.2 Vrste sistemov nagibanja

V primeru AKTIVNEGA sistema se nagnjenje zaradi kompenzacije bočnega pospeška analizira ločeno.

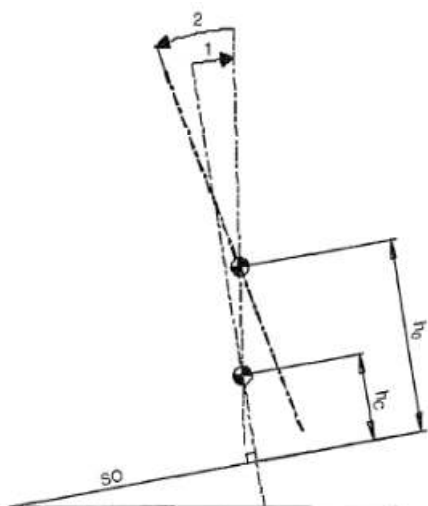
V primeru PASIVENGA sistema se telo zaradi centrifugalne sile nagne samodejno v odvisnosti od primanjkljaja nadvišanja.



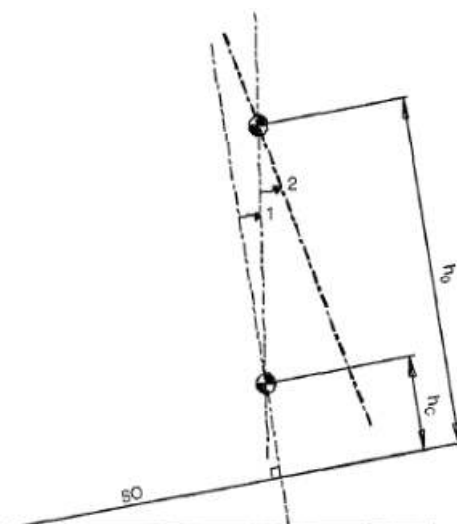
Slika 25: Aktivni sistem



Slika 27: Pasivni sistem



Slika 26: Shema rotacije aktivnega sistema



Slika 28: Shema rotacije pasivnega sistema

4.3.3 Posebnosti pri računu pomikov vozil z nagibno tehniko

4.3.3.1 Pomik kolesne dvojice

Maksimalen zasuk aktivnega sistema nastopi, ko je dosežen največji primanjkljaj nadvišanja 150 mm, medtem deluje vpliv podstavnega čepa W le v smeri izven krivine. Pri pomikih zaradi obrabe koles l in pomikih med osema podstavnega vozička q pa ločimo dva tipa sistema:

- Sistem vozil s podstavnimi vozički

Na podlagi empiričnih raziskav se je pri računu pomikov v smeri proti notranjosti krožnega loka (E_i) pokazalo, da vpliva pomikov zaradi obrabe koles l in pomik med osema podstavnega vozička q zaradi varnostnih razlogov zanemarimo, v smeri proti zunanosti krožnega loka (E_a) pa se z vidika varnosti pomik upošteva.

- Sistem vozil z dvojno osjo

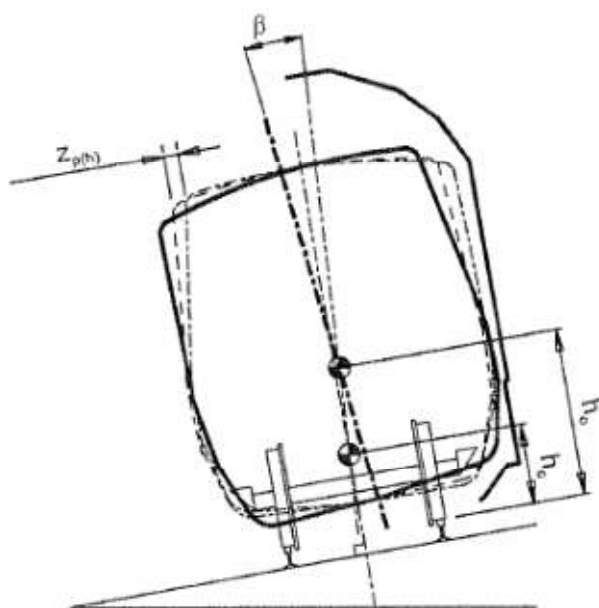
Tudi tu je bočni pomik določen na podlagi empiričnih raziskav. Rezultati poizkusov so pokazali, da se vpliv l in q upošteva le za pomike v smeri proti zunanosti krožnega loka (E_a).

4.3.3.2 Kvizistatični pomik TBV vozil

V tem poglavju je omenjen le sistem pomikov kvazistatičnega in aktivnega sistema v smeri proti zunanji strani krožnega loka, ker je le-ta merodajen pri diplomski nalogi. Za notranji del glej UIC 505 - 1 stran 89.

$Q_i, a = 0,41, 5E, 1 - 0,05 > 0 (h - 0,5) > 0$. (57), pri čemer je maksimalen primanjkljaj ali višek vozil brez nagibne tehnike 150 mm, pri vozilih z nagibno tehniko pa je ta vrednost bistveno večja.

Podobno kot pri navadnih vozilih, se vozilo z aktivnim sistemom v krivini nagne v smeri centrifugalne sile zaradi vzmetenja. Nato pa nastopi aktivna/pasivna tehnika, ki vozilo nagne proti središču krivine in s tem izničuje bočni pospešek.



Slika 29: Shema kvazistatičnega zasuka TBV vozil

Tiste točke, ki so nad vrtiliščem $h > h_c$ se pomaknejo proti profilu, vrednost teh označimo s predznakom + .

Nasprotno velja za točke $h < h_c$

Ko vozilo pelje po krožnem loku, se telo vozila pomika proti zunanji strani referenčnega profila v sorazmerju s primanjkljajem nadvišanja za vlake z nagibno tehniko I_p . Kjer je primanjkljaj nadvišanja za vlake z nagibno tehniko večji od primanjkljaja za vlake brez nagibne tehnike ($I_p > I_c$), izračun pomikov po metodi, ki je omenjena v prejšnjih poglavjih, ni zadostna. Pomike je potrebno popraviti glede na aktivni ali pasivni sistem.

- za aktivni sistem velja:

$$z_{p(h)} = \left[\frac{s}{1,5} I_p (h - h_c) - \frac{0,4}{1,5} (I_c - 0,05)(h - 0,5) \right]_{>0} . \quad (30)$$

Pri hitrosti nad 70 km/h računalnik na prehodni klančini pridobi podatke o hitrosti, nadvišanju, radiju. Na podlagi izračunov vklopi aktivni sistem in nagne telo vozila za kot β na višini novega vrtilišča h_0 v smeri proti notranjosti krivine. Pri tem se upošteva še člen:

$$\pm \tan \beta (h - h_0).$$

le-ta ima:

- pozitiven predznak pri računu notranjega dela,
- negativen predznak pri računu zunanjskega dela.

Za končno velikost profila je potrebno izračunati obe varianti, t.j. navaden in aktiven / pasiven sistem. Merodajen je manjši profil.

4.4 Redukcija oz. omejitev kinematične odnosnice

Kinematični referenčni profil (kinematična odnosnica) je profil, ki je določen na podlagi najbolj neugodne lege vozila in naklade v kinematičnem stanju, kar pomeni, da za vsako vozilo ali naklado na trasi obstaja drugačna odnosnica zaradi različnih konstrukcijskih lastnosti in pomikov vsakega vozila posebej. UIC je za zagotavljanje varnosti oz. določitev kinematične odnosnice, da vozilo ne presega limitnega območja zaradi bočnih (horizontalnih) pomikov D , uvedel standardizirane tipe referenčnih profilov. Pogoj za določitev kinematične odnosnice je poznavanje profila vozila in določitev $E_{i,a}$ redukcijo oz. omejitev, ki je vedno v interakciji z zgoraj opisanimi definicijami. Pri tem moramo ločeno obravnavati zgornji ($h > 400$ mm) in spodnji del ($h < 400$ mm).

$$E_{i,a} = D_{i,a} - S_{i,a}. \quad (31)$$

Kjer je:

$D_{i,a}$ = vsota horizontalnih pomikov,

E_i = notranja omejitev (redukcija – med podstavnimi vozički),

E_a = zunanja omejitev (redukcija – na koncu podstavnih vozičkov),

$S_{i,a}$ = redukcija kinematične odnosnice v krivinah (S – projekcija).

Redukcijska formula za določevanje odnosnic se uporablja za:

- pogonska vozila (lokomotive...),
- vlakovni niz,
- pogonska vozila z odjemniki toka,
- tovarne vagone,
- potniške vagone.

4.4.1 Izpeljava redukcije z računom

$$E_{i,a} = D_{i,a} - S_{i,a} \quad (32)$$

$$E_i = \underbrace{\frac{an_i - n_i^2 + \frac{p^2}{4}(A)}{2R} + \frac{1,465-d}{2}(A) + q + W(A) + Z}_{D_{i,a}} + \underbrace{X_i}_{\text{faktor razširitev}} - \underbrace{S}_{\text{medosne razdalje}} \quad (33)$$

$$E_a = \frac{an_a + n_a^2 - \frac{p^2}{4}(A)}{2R} + \frac{1,465-d}{2}(A) + q(A) + W(A) + Z + X_i - S. \quad (34)$$

Faktor pomika A je podan oz. ga izberemo glede na lego podstavnih vozičkov, katera ustreza našemu stanju in opisuje pozicijo koles glede na tir. Priporočene vrednosti faktorja A so podane v prilogi A in B.

Kjer je:

$D_{i,a}$ = vsota bočnih pomikov,

S = razširitev kinematične odnosnice (maksimalna projekcija),

$X_{i,a}$ = člen za vozila z veliko medosno razdaljo, kar v nadaljnjih izpeljavah zanemarimo,

l = tirna razdalja ($1435 \text{ mm} < l < 1470 \text{ mm} \rightarrow$ zaradi varnosti je max 1465 mm).

S substitucijo:

$$\Delta_i = n(a - n) + \frac{p^2}{4},$$

$$\Delta_a = n(a + n) - \frac{p^2}{4}.$$

dobimo:

$$E_i = \frac{\Delta_i - 5^*}{2R} + \frac{1,465-d}{2} + q + W + Z - 0,015 \text{ in} \quad (35)$$

* $h < 0,400 \text{ m}$

** $h > 0,400 \text{ m}$

$$E_a = \frac{\Delta a^{-7,5^{**}}}{2R} + \left(\frac{1,465-d}{2} + q \right) \frac{2n+a}{a} + W_i \frac{n}{a} + W_a \frac{n+a}{a} + Z - 0,015 + (l - 1,465) \frac{n}{a}. \quad (36)$$

* $h < 0,400 \text{ m}$

** $h > 0,400 \text{ m}$

Skrajne mejne vrednosti širine tira (za vzdrževanje) so med $1430 \text{ mm} < l < 1470 \text{ mm}$, medtem, ko za E_a uporabimo $l = 1465 \text{ mm}$ kar izniči člen $(l - 1,465) \frac{n}{a}$.

4.4.1.1 Redukcijska formula za pogonska vozila

Velja za pogonska vozila, pri katerih je bočni vpliv W neodvisen od pozicije na trasi in se linearno spreminja glede na krivuljo (radij).

Če je W (ang. lateral play) konstanta ali linearno odvisna funkcija $\frac{1}{R}$ se jo lahko izrazi z:

$$W_i = \frac{k_i}{R} + k'_i \quad ; \quad W_a = \frac{k_a}{R} + k'_a$$

Kjer sta k in k' konstanti ali enaki 0.

Enačbi (34) in (35) postaneta:

$$E_i = \frac{\Delta_i^{-7,5^{**} + 2k_i}}{2R} + k'_i + \frac{1,465-d}{2} + q + Z - 0,015, \quad (37)$$

$$E_a = \frac{\Delta a^{-7,5^{**} + 2k_i \frac{n}{a} + 2k_a \frac{n+a}{a}}}{2R} + \left(\frac{1,465-d}{2} \right) \frac{2n+a}{a} + k'_i \frac{n}{a} + k'_a \frac{n+a}{a} + q \frac{2n+a}{a} + Z - 0,015. \quad (38)$$

Za radij $R \geq 250 \text{ m}$, velja:

$$W_{i,a(250)} = \frac{k_i \text{ or } a}{250} + k'_{i,a} \text{ in } W_\infty = k'_{i,a},$$

Potem

$$k'_{i,a} = W_{\infty},$$

$$k_i = 250 (W_{i(250)} - W_{\infty}) \quad \text{in} \quad k_a = 250 (W_{a(250)} - W_{\infty}),$$

V premii $\rightarrow R = \infty$ dobimo: $\Delta_{i,a} \rightarrow 0$

Velja pogoj:

Za $()_{>0}$ je vrednost pozitivna; sicer = 0

$$\Delta_i - \frac{5^*}{7,5^{**}} + 2k_i < 0 \quad \text{ali} \quad \Delta_a - \frac{5^*}{7,5^{**}} + 2k_i \frac{n}{a} + 2k_a \frac{n+a}{a} < 0,$$

a.) Notranja redukcija ($n = n_i$)

$$E_i = \frac{1,465-d}{2} + q + W_{\infty} + Z - 0,015. \quad (39)$$

b.) Zunanja redukcija ($n = n_a$)

$$E_a = \left(\frac{1,465-d}{2} + q + W_{\infty} \right) \frac{2n+a}{a} + Z - 0,015. \quad (40)$$

Za radij $R \geq 250$ m : $\Delta_{i,a} \neq 0$

* $h < 0,400$ m

** $h > 0,400$ m

$$\Delta_i - \frac{5^*}{7,5^{**}} + 2k_i > 0 \quad \text{ali} \quad \Delta_a - \frac{5^*}{7,5^{**}} + 2k_i \frac{n}{a} + 2k_a \frac{n+a}{a} > 0,$$

a.) Notranja redukcija ($n = n_i$)

$$E_i = \frac{\Delta_i}{500} + \frac{1,465-d}{2} + q + W_{i(250)} + z - \begin{matrix} 0,025^* \\ 0,030^{**} \end{matrix}. \quad (41)$$

b.) Zunanja redukcija ($n = n_a$)

$$E_a = \frac{\Delta_a}{500} + \left(\frac{1,465-d}{2} + q \right) \frac{2n+a}{a} + W_{i(250)} \frac{n}{a} + W_{a(250)} \frac{n+a}{a} + z - \begin{matrix} 0,025^* \\ 0,030^{**} \end{matrix} \quad (42)$$

Za radij $150 < R < 250$ m

Kjer velja:

$$S_i = \frac{50}{R} - 0,185 + \frac{l-1,435}{2} \text{ [m] notranja,}$$

$$S_a = \frac{60}{R} - 0,225 + \frac{l-1,435}{2} \text{ [m] zunanja,}$$

$$E_i = \frac{\Delta_i}{2R} + \left(\frac{l-d}{2} \right) + q + W_i + Z - \frac{50}{R} - \left(\frac{l-1,435}{2} \right) + \begin{matrix} 0,190^* \\ 0,185^{**} \end{matrix} \quad (43)$$

$$E_a = \frac{\Delta_a}{2R} + \left(\frac{l-d}{2} + q \right) \frac{2n+a}{a} + W_i \frac{n}{a} + W_a \frac{n+a}{a} + z - \frac{60}{R} - \left(\frac{l-1,435}{2} \right) + \begin{matrix} 0,230^* \\ 0,225^{**} \end{matrix} \quad (44)$$

$$E_i = \frac{\Delta_i-100}{2R} + q + W + Z + \left(\frac{1,465-d}{2} \right) + \begin{matrix} 0,175^* \\ 0,170^{**} \end{matrix} \quad (45)$$

$$E_a = \frac{\Delta_a-120}{2R} + \left(\frac{1,465-d}{2} + q \right) \frac{2n+a}{a} + W_i \frac{n}{a} + W_a \frac{n+a}{a} + z - (l-1,435) \frac{n}{a} + \begin{matrix} 0,215^* \\ 0,210^{**} \end{matrix} \quad (46)$$

Če je W (lateral play) konstanta ali linearna funkcija $\frac{1}{R}$, potem je lahko

$$W_i = \frac{k_i}{R} + k'_i; \quad W_a = \frac{k_a}{R} + k'_a \quad \text{in enačbe od (43) do (46) preidejo v:}$$

$$E_i = \frac{\Delta_i-100+2k_i}{2R} + k'_i + q + Z + \left(\frac{1,465-d}{2} \right) + \begin{matrix} 0,175^* \\ 0,170^{**} \end{matrix} \quad (47)$$

$$E_a = \frac{\Delta_a-120+2k_i \frac{n}{a} + 2k_a \frac{n+a}{n}}{2R} + \left(\frac{1,465-d}{2} + q \right) \frac{2n+a}{a} + k'_i \frac{n}{a} + k'_a \frac{n+a}{a} + z + \begin{matrix} 0,215^* \\ 0,210^{**} \end{matrix} \quad (48)$$

sledi

$$\text{za } R = 250 \text{ m ; } \Delta_i - 100 + 2k < 0 \text{ ali } \Delta_a - 120 + 2k_i \frac{n}{a} + 2k_a \frac{n+a}{n} < 0,$$

$$\text{za } R = 150 \text{ m ; } \Delta_i - 100 + 2k > 0 \text{ ali } \Delta_a - 120 + 2k_i \frac{n}{a} + 2k_a \frac{n+a}{n} > 0.$$

$$\text{za: } W_{(250)} = \frac{k}{250} + k' \text{ in } W_{(150)} = \frac{k}{150} + k' \text{ in } k \left(\frac{1}{150} - \frac{1}{250} \right) = W_{(150)} - W_{(250)},$$

$$k_{i \text{ or } a} = 375 (W_{i,a(150)} - W_{i,a(250)}) = 2,5W_{i,a(250)} - 1,5W_{i,a(150)}.$$

Iz tega lahko sklepamo, da kjer je:

$$\Delta_i \leq 100 + 750 (W_{i(250)} - W_{i(150)}),$$

$$E_i = \frac{\Delta_i}{500} + q + Z + \left(\frac{1,465 - d}{2} \right) + W_{i(250)} - 0,025^* - 0,030^{**},$$

in

$$\Delta_a \leq 120 + 750 (W_{i(250)} - w_{i(150)}) \frac{n}{a} + 750 (w_{a(250)} - w_{a(150)}) \frac{n+a}{n},$$

$$E_a = \frac{\Delta_a}{500} + Z + \left(\frac{1,465 - d}{2} + q \right) \frac{2n+a}{a} + W_{i(250)} \frac{n}{a} + W_{a(250)} \frac{n+a}{n} - 0,025^* - 0,030^{**},$$

ter upoštevamo:

$$\Delta_i \geq 100 + 750 (w_{i(250)} - w_{i(150)}),$$

$$E_i = \frac{\Delta_i - 100}{300} + q + Z + \left(\frac{1,465 - d}{2} \right) + W_{i(150)} - 0,175^* - 0,170^{**} \rightarrow \frac{1}{300} \cong \frac{1}{500} + \frac{1}{750} \text{ sledi:}$$

$$E_i = \frac{\Delta_i}{500} + q + Z + \left(\frac{1,465 - d}{2} \right) + W_{i(250)} + X_i - 0,025^* - 0,030^{**}, \quad (49)$$

$$\text{za } X_i = \frac{1}{750} (\Delta_i - 100) + W_{i(150)} - W_{i(250)},$$

in za:

$$\Delta_a \geq 120 + 750 (W_{i(250)} - w_{i(150)}) \frac{n}{a} + 750 (w_{a(250)} - w_{a(150)}) \frac{n+a}{n},$$

$$E_a = \frac{\Delta_a - 120}{300} + Z + \left(\frac{1,465 - d}{2} + q \right) \frac{n + a}{a} + W_{i(150)} \frac{n}{a} + W_{a(150)} \frac{n + a}{n} - \frac{0,215^*}{0,210^{**}} \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{1}{300} \cong \frac{1}{500} + \frac{1}{750}$$

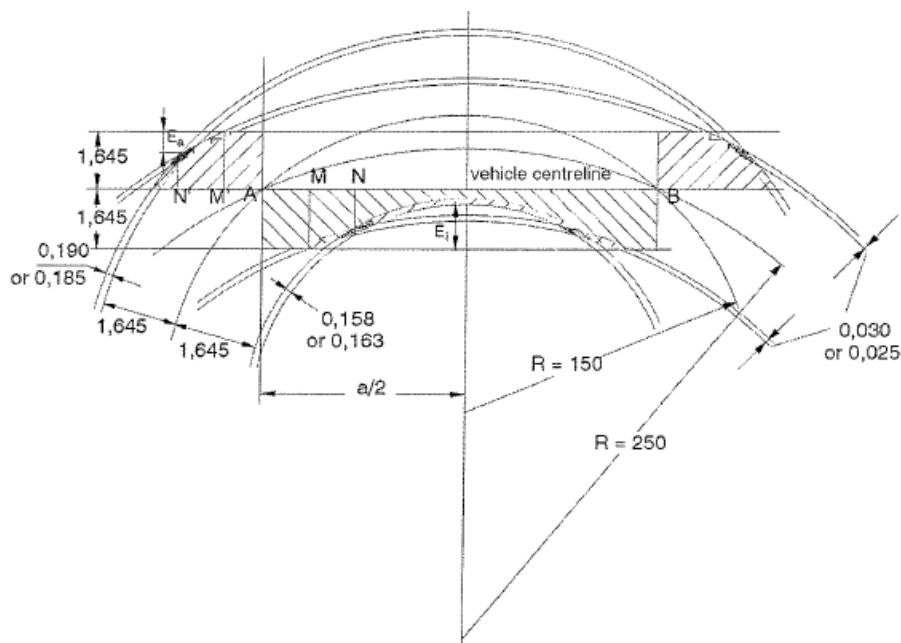
sledi:

$$E_a = \frac{\Delta_a}{500} + Z + \left(\frac{1,465 - d}{2} + q \right) \frac{2n + a}{a} + W_{i(150)} \frac{n}{a} + W_{a(150)} \frac{n + a}{n} + X_a - \frac{0,025^*}{0,030^{**}}, \quad (50)$$

$$\text{za } X_a = \frac{1}{750} (\Delta_i - 120) + (W_{i(150)} - W_{i(250)}) \frac{n}{a} + (W_{a(150)} - W_{a(250)}) \frac{n + a}{n}.$$

Zgoraj izpeljane formule veljajo za pogonska vozila pri katerih je vpliv W neodvisen od pozicije na tiru in se spreminja linearno glede na krivuljo. Za vsa ostala vozila (tovorna, potniška...), kjer se W spreminja linearno ali nelinearno je opisano v UIC 505-1 stran 37, oz. izpeljava formule v UIC 505 - 5.

4.4.2 Geometrijska interpretacija redukcije in projekcije



Slika 30: Geometrijski prikaz redukcije in projekcije

(Vir: UIC 505 (1. 8. 2006))

A,B - mesto podstavnih vozičkov, ali prednja in zadnja os

$$AM - \text{vrednost } n \text{ od } an - n^2 + \frac{p^2}{4} = \frac{5^*}{7,5^{**}} + 500 (W_\infty - W_{i(250)})$$

$$AN - an - n^2 + \frac{p^2}{4} = 100 + 750 (W_{i(250)} - W_{i(150)})$$

$$AM' - an + n^2 - \frac{p^2}{4} = \frac{5^*}{7,5^{**}} + 500 (W_\infty - W_{i(250)}) \frac{n}{a} + 500 (W_\infty - W_{i(250)}) \frac{n+a}{a}$$

$$AN' - an + n^2 - \frac{p^2}{4} = 120 + 750 (W_{a(250)} - W_{i(150)}) \frac{n}{a} + 500 (W_\infty - W_{a(150)}) \frac{n+a}{a}$$

4.5 Izračun kinematične odnosnice

Izračun polširine kinematične odnosnice je prikazan na spodnji enačbi. Določi se jo z vsoto polširine profila vozila PV in omejitve kinematične odnosnice E .

$$KO_{i,a} = PV_{i,a} + E_{i,a}. \quad (51)$$

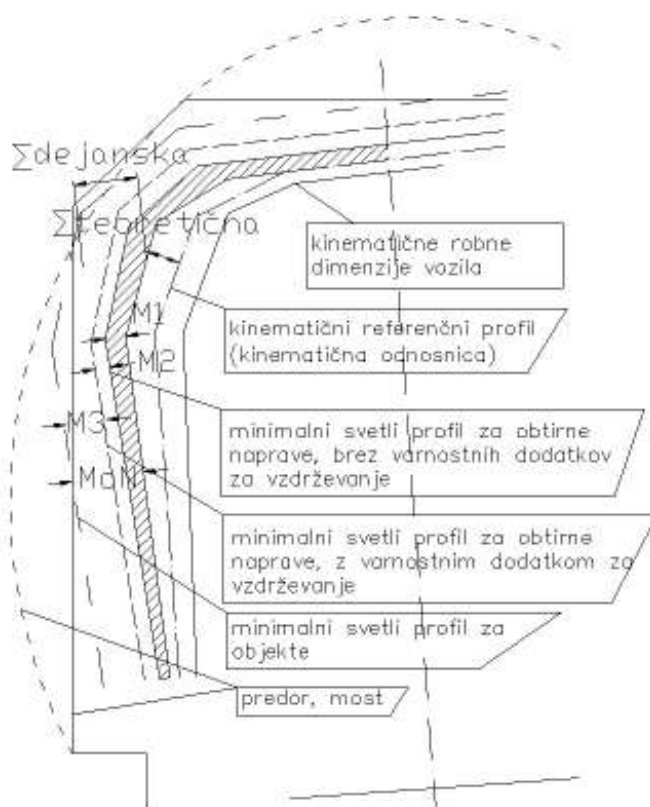
$KO_{i,a}$ = polširina kinematične odnosnice na zunanji ali notranji strani,

$PV_{i,a}$ = polširina vozila na zunanji ali notranji strani,

$E_{i,a}$ = omejitev kinematične odnosnice.

5 DOLOČITEV ELEMENTOV SVETLEGA PROFILA

Širino svetlega profila dobimo tako, da kinematičnemu profilu prištejemo naslednje dimenzije:

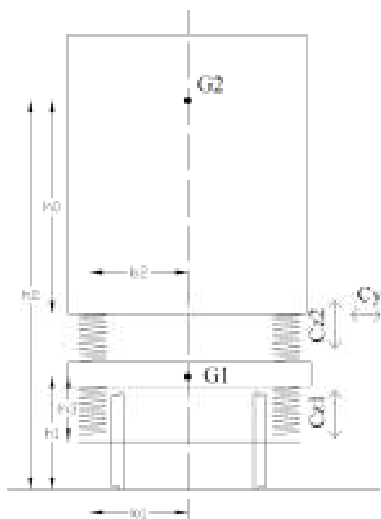


Slika 31: Grafični prikaz svetlega profila in varnostnih dodatkov

1. Σ *teoretična* = velja za idelano traso brez napak. Zajema razširitev kinematične odnosnice z $S_{i,a}$ projekcijo, pomik $q_{i,a}$ zaradi viška ali primanjkljaja nadvišanja večjega od 50mm.
2. Σ *de janska* = doda dodatek M1, ki zajema asimetrijo do 1°, geometrijsko kakovost zgornjega ustroja po kateri vozi vlakovni niz na gramozni gredi. Ta dodatek določa minimalni svetli profil.
3. M2 je dodatek namenjen za vzdrževanje, remonte.
4. M3 je dodatek 'planirane dobe'. Namenjen je za eventualno povečanje hitrosti, zaradi tehnološkega napredka, močnih bočnih vetrov, planiranje, povečanja hitrost.

5.1 Izračun višine vrlišča

Ko je vozilo pri vožnji v krožnem loku zaradi nadvišanja zunanje tira obremenjeno s centrifugalno silo in silo teže, se zaradi sile teže odkloni na notranjo stran krivine in odkloni izven krivine zaradi centrifugalne sile okoli vrlišča h_c , ki ga izračunamo po naslednjem postopku:



Slika 32: Prikaz sistema vzmetenja

Kvazistatičen pomik »Z« ustreza vrednosti »y«

$$y = s(h - h_c)\delta,$$

in

$$s = \frac{\varphi_2}{\delta} \rightarrow y = \frac{\varphi_2}{\delta} (h - h_c).$$

Vzemimo izhodišče točke "Ω": $h = h_2 - h_0$; $y = \varphi_2 \frac{C_m}{C_y}$,

$$\frac{C_m}{C_y} = (h_2 - h_0) - h_c,$$

$$y = \varphi_2 \frac{C_m}{C_y} = \varphi_2((h_2 - h_0) - h_c) \rightarrow h_c = (h_2 - h_0) - \frac{C_m}{C_y},$$

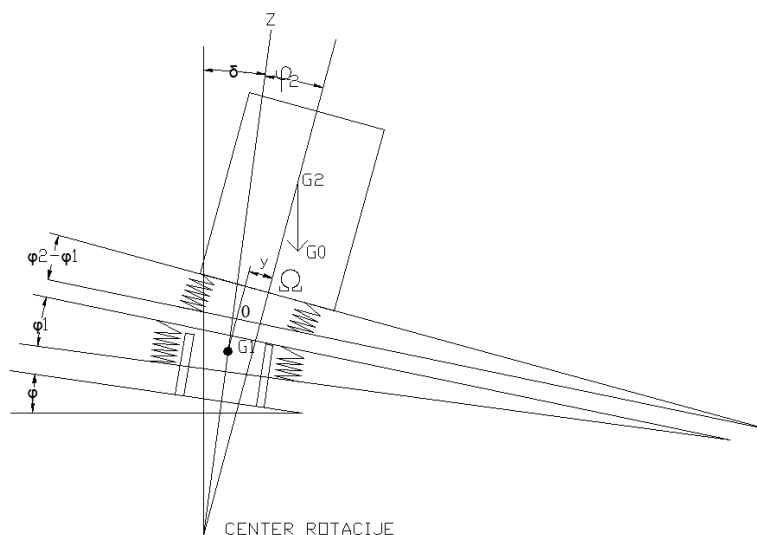
$$\text{Če je } C_m = \frac{1}{2} \left(LC_y + \frac{G_2 g}{4} \right) \rightarrow h_c = (h_2 - h_0) - \frac{\frac{1}{2} \left(LC_y + \frac{G_2 g}{4} \right)}{C_y},$$

$$h_c = (h_2 - h_0) - \frac{L}{2} - \frac{G_2 g}{8C_y}$$

Če nimamo vseh podatkov potrebnih za izračun višine rotacije, lahko predpostavimo višino $h_c \approx 0,5$ m. Ta je določena na podlagi empiričnih raziskav in je sprejemljiva za uporabo pri nadaljnjih izračunih.

5.2 Koeficient fleksibilnosti

Osnovna ideja računa koeficienta fleksibilnosti je prikazana v sledečem poglavju. Sistem vozil je sestavljen iz dveh nivojev vzmetenja s_1 in s_2 , ki imata različne fizikalne značilnosti kot sta togost in velikost ki pogojujejo različne vrednosti fleksibilnosti. Osnovni princip določanja koeficienta je sledeč:



Slika 33: Sistem vzmetenja za določitev koeficienta fleksibilnosti

če je blokiran poljuben nivo vzmetenja se koeficient fleksibilnosti izračuna:

$$\delta + \varphi_2 = (1 + s)\delta,$$

$$\varphi_2 = s \cdot \delta \Rightarrow s = \frac{\varphi_2}{\delta}.$$

ko je blokirano sekundarno vzmetenje:

$$s_1 = \frac{\varphi_2}{\delta}. \tag{52}$$

In, ko je blokirano primarno vzmetenje:

$$s_2 = \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{\varphi_1 + \delta}, \quad (53)$$

$$s = \frac{\varphi_1 + (\varphi_2 - \varphi_1)}{\delta} = \frac{\varphi_2}{\delta},$$

$$\varphi_1 = s_1 \cdot \delta,$$

$$\varphi_2 - \varphi_1 = s_2(\varphi_1 + \delta),$$

$$\varphi_2 - s_1\varphi = s_2(s_1\delta + \delta) = s_2\delta(s_1 + 1),$$

$$\varphi_2 = s_1\delta + s_2\delta(s_1 + 1),$$

$$s = \frac{\varphi_2}{\delta} = \frac{s_1\delta + s_2\delta(s_1 + 1)}{\delta} = s_1 + s_2 + s_1s_2. \quad (54)$$

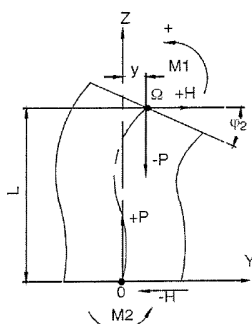
Predpostavimo, da je bočna togost primarnega vzmetenja neskončna ($s_1 \rightarrow \infty$), točka rotacije pa na višini osi podstavnih vozičkov.

Vzmetenje:

Poznamo navadno vzmetenje in pnevmatično vzmetenje. V računu bomo upoštevali navadno vzmetenje (angl. flexicoil), medtem, ko je račun pnevmatičnega vzmetenja (angl. pneumatic springs) opisano v UIC 505 (1. 8. 2006, stran 106).

Parametri vzmetenja so bočna togost C_y (N/m), upogibna togost C_f (N/m), rezultantna (skupna) togost C_m (N/m), vertikalna togost C_z (N/m), $\tan\varphi \cong \varphi$ (rad)

- a.) **Določevanje skupne togosti C_m : komponente vzmetenja so podvržene silam H , $-P$, in momentoma M_1 in M_2 .**



Slika 34: Sistem sil in momentov

S pomočjo robnih pogojev:

1. pogoj

$$y' = 0, \text{ zato } H' = \varphi_2 C_m,$$

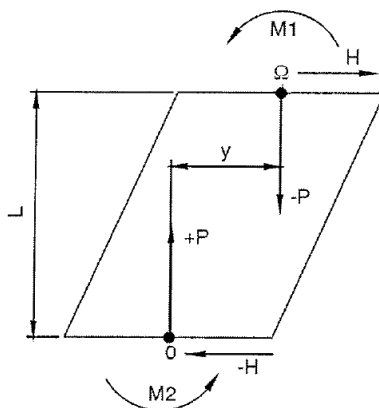
$$\varphi_2' = \varphi_2 M' = \varphi_2' C_f.$$

2. Pogoj $\Rightarrow H = y C_y + \varphi_2 C_m,$

$$y'' = y \text{ zato } H'' = y C_y,$$

$$\varphi_2'' = 0 \text{ } M'' = y C_m.$$

Račun skupne togost C_m : vsota vseh sil mora biti enaka 0



Slika 35: Sile, ki delujejo na vzmet podstavnega vozička

$$Mt_0 \begin{pmatrix} \rightarrow \\ H \end{pmatrix} = \begin{vmatrix} I(x) & I(y) & I(z) \\ 0 & y & L \\ 0 & y C_y & 0 \end{vmatrix} = -y L C_y,$$

$$Mt_0 \begin{pmatrix} \rightarrow \\ -P \end{pmatrix} = \begin{vmatrix} I(x) & I(y) & I(z) \\ 0 & y & L \\ 0 & 0 & -P \end{vmatrix} = -y P,$$

$$2M'' - y L C_y - y P = 0,$$

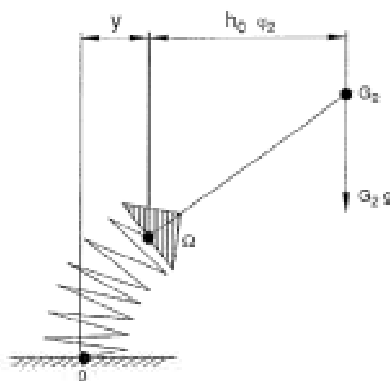
$$2M'' = y L C_y + y P,$$

$$M'' = \frac{1}{2} y (L C_y + P) = y C_m,$$

$$C_m = \frac{1}{2}(LC_y + P) \quad \rightarrow \quad P = \frac{G_2 g}{4},$$

$$C_m = \frac{1}{2} \left(LC_y + \frac{G_2 g}{4} \right).$$

b.) Račun bočnega pomika



Slika 36: Poenostavljena shema pomika vzmeti

Moment znaša:

$$M_{t0} \left(\vec{G}_{2g} \right) = G_2 g (y + h_0 \varphi_2).$$

Vsota vseh sil: $H = (yC_y + \varphi_2 C_m)$ in $y = \varphi_2 \frac{C_m}{C_y}$,

zato:
$$M_{t0} \left(\vec{G}_{2g} \right) = G_2 g \left(\frac{C_m}{C_y} + h_0 \right) \varphi_2.$$

S substitucijo C_m Dobimo vsoto momentov ki dajejo ravnotežje sekundarnega vzmetenja:

$$C_m = \frac{1}{2} \left(LC_y + \frac{G_2 g}{4} \right) \rightarrow M_{t0} \left(\vec{G}_{2g} \right) = G_2 g \left(h_0 + \frac{L}{2} + \frac{G_2 g}{8 C_y} \right) \varphi_2.$$

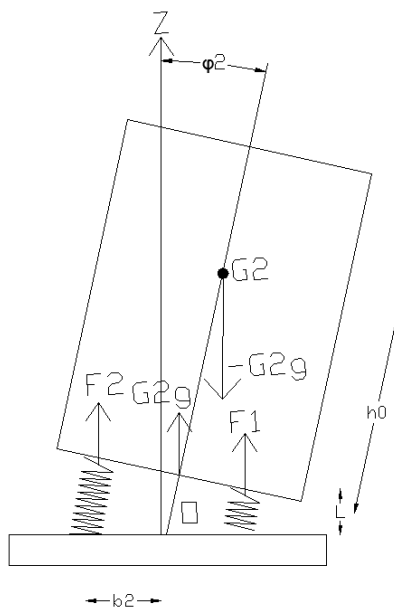
c.) Račun momentov, ki zagotavljajo ravnotežje

Izhodišča:

$$g > 0,$$

$$F_1 = 2b_2 C_{z2} \varphi_2,$$

$$F_2 = 2b_2 C_{z2} \varphi_2,$$



Slika 37: Sistem sil, ki delujejo na železniško vozilo

$$Mt_{\Omega}(\vec{-G_2 g}) = \begin{vmatrix} I(x) & I(y) & I(z) \\ 0 & h_0 \varphi_2 & h_0 \\ 0 & 0 & -G_2 g \end{vmatrix} = -h_0 \varphi_2 g G_2,$$

$$Mt_{\Omega}(\vec{F_1}) = \begin{vmatrix} I(x) & I(y) & I(z) \\ 0 & b_2 & h_0 \\ 0 & 0 & 2b_2 C_{z2} \varphi_2 \end{vmatrix} = 2b_2^2 C_{z2} \varphi_2,$$

$$Mt_{\Omega}(\vec{F_2}) = \begin{vmatrix} I(x) & I(y) & I(z) \\ 0 & -b_2 & \varphi_2 b_2 \\ 0 & 0 & 2b_2 C_{z2} \varphi_2 \end{vmatrix} = 2b_2^2 C_{z2} \varphi_2,$$

$$\sum M_{t\Omega} = 4b_2^2 C_{z2} \varphi_2 - h_0 \varphi_2 g G_2 = (4b_2^2 C_{z2} - G_2 g h_0) \varphi_2.$$

- **Račun sekundarne fleksibilosti S_2 :**

$$s_2 = \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{\varphi_1 + \delta},$$

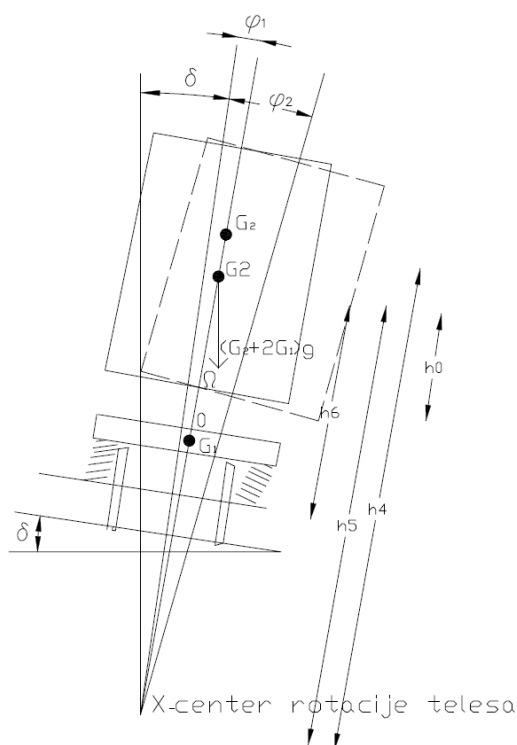
Če je primarno vzmetenje onemogočeno $\rightarrow \varphi_1 = 0$,

$$s_2 = \frac{\varphi_2}{\delta} = \frac{\text{vsota momentov, ki uravnavaajo bočne premike vzmetenja}}{\text{vsota momentov, ki uravnavaajo vzmetenje}}.$$

Navadno vzmetenje:

$$s_2 = \frac{G_2 g (h_0 + \frac{L}{2} + \frac{g G_2}{8 C_y}) \varphi_2}{(4b_2^2 C_{z2} - h_0 g G_2) \varphi_2} = \frac{G_2 g (h_0 + \frac{L}{2} + \frac{g G_2}{8 C_y})}{(4b_2^2 C_{z2} - h_0 g G_2)}. \quad (55)$$

- **Račun primarne fleksibilnosti S_1 :**



Ko je blokirano sekundarno vzmetenje nastane tudi nov center gravitacije 'G' na višini h_6 .

$$h_6 = X - h_3, \\ X = \frac{(h_2 G_2) + (2G_1 H_1)}{G_2 + 2G_1}.$$

Bočna togost primarnega vzmetenja je predpostavljena kot ∞ .

Slika 38: Račun primarnega vzmetenja

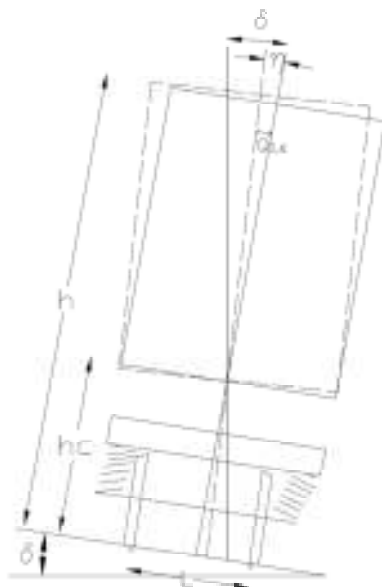
$$s_1 = \frac{\varphi_1}{\delta} = \frac{(G_2 + 2G_1)g(h_6 + h_5 + s_2)}{(4b_1^2 C_{z1} - ((G_2 + 2G_1)g(h_6 + h_5 + s_2))}. \quad (56)$$

5.3 Kvizistatični pomik za določitev svetlega profila

Med tem, ko je pomik pri nadvišanju do 50 mm in asimetrije nad 1° že upoštevan pri določevanju kinematičnega referenčnega profila, pa le-ta pri nadvišanju večjem od 50 mm ni upoštevan.

Omenjeni kvazistatični pomik nastane pri vožnji v krožnem loku in je odvisen od elementov proge.

Vozilo se pri tem nagne navzven zaradi centrifugalne sile in navznoter zaradi sile teže. Pri tem imajo nekatera vozila trše vzmetenje, kar povzroča manjše pomike, nekatera pa bolj prožno, kar pomeni večje pomike.



Slika 39: Pomik zaradi nadvišanja ali primanjkljaja večjega od 50 mm

$$s = \frac{\eta}{\delta} \gg \eta = s \delta,$$

$$Q_{i,a} = tg \eta (h - h_c); \eta \cong 0 \gg tg \eta \cong \eta \text{ in } \delta = \frac{E, I - 0,05}{L},$$

$$Q_{i,a} = \left[\frac{0,4}{1,5} (E, I - 0,05)_{>0} (h - 0,5)_{>0} \right]. \quad (57)$$

Kjer je:

$Q_{i,a}$ = prečni premik,

E/I = presežek/primanjkljaj nadvišanja,

h_c = višina vrtilišča,

s = nagibni koeficient,

$L = 1,5\text{m}$.

Skupna vrednost pomika zaradi rotacije telesa vozila okoli točke h_c :

$$\begin{aligned}
 & * \\
 & \left[\left(\frac{s}{30} + \tan[\eta_0 - 1^\circ] \right)_{>0} |h - h_c| + \left[\frac{s}{10} |h - h_c| - 0,04 (h - 0,5) \right]_{>0} \right] + \\
 & \quad ** \\
 & + \left[\frac{0,4}{1,5} (E, I - 0,05)_{>0} (h - 0,5)_{>0} \right], \tag{58}
 \end{aligned}$$

(*). upošteva se pri vagonškemu nizu in infrastrukturi, kjer se upošteva primanjkljaj ali nadvišanje do 50 mm in pri bočnih pomikih zaradi koeficienta fleksibilnosti $s > 0,4$ (visoko fleksibilna vozila),

- Za $()_{>0}$ je vrednost pozitivna; sicer 0,

(**) člen ki se upošteva zaradi dodatnega nagiba vozila, ko nadvišanje ali primanjkljaj presega 50 mm,

- Za $()_{>0}$ je vrednost pozitivna; sicer 0.

5.4 Varnostni dodatki naključnih pomikov

Spodaj podani varnostni dodatki imajo bolj kot obligatorno funkcijo, funkcijo priporočila. Pri tem je treba opomniti, da UIC ne določa vrednosti dodatkov, ki so potrebni za določevanje profilov, temveč le podaja smernice za določevanje le teh. Način določevanja dodatkov ni obvezujoč, vsak upravljavec se sam odloča za te dodatke na podlagi svojih izračunov, izkušenj in prostora, ki ga ima na voljo.

Ti dodatki so:

Preglednica 5: Varnostni dodatki naključnih pomikov

	V < 80 km/h	V > 80 km/h
bočni premik tira	0,025 m	0,025 m
nesimetrija tovora in vozila	±0,02 m	±0,015 m
geometrijski vpliv	0,0133h	0,01h
kvazistatični vpliv	$\frac{0,4}{1,5} (0,02)(h - 0,05)_{>0}$	$\frac{s}{1,5} (0,015)(h - 0,05)_{>0}$

5.4.1 Dodatek zaradi oscilacije vozila

Oscilacija je začetni odklon vozila, ki je odvisna od natančnosti polaganja novih tirov ali od obrabljenosti in posedkov starih tirov.

Preglednica 6: Varnostni dodatki zaradi oscilacije

	dobro vzdrževan tir	ostali tiri
zunaj krivine in v premi	0,039 m oz. kot zasuka 0,6°	0,065 m oz. kot zasuka 1°
znotraj krivine	0,007 m oz. kot zasuka 0,1°	0,013 m oz. kot zasuka 0,2°

5.4.2 Dodatek M1 za določitev minimalnega svetlega profila

Za določitev svetlega profila je potrebno najprej izračunati minimalni svetli profil, ki ga določimo tako, da kinematični odnosnici prištejemo dodatek M1. Minimalni svetli profil se določi z vsoto naključnih pomikov, ki upošteva hitrost in stanje proge.

a.) Dobro vzdrževan tir, za hitrosti $V > 80$ km/h

Notranja krivina:

$$\Sigma'_i = k \sqrt{0,025^2 + \left[0,01h + \frac{0,4}{1,5}(0,015)(h - 0,5)_{>0}\right]^2 + \left(\frac{0,4}{1,5}\right)^2 [0,007^2 + 0,05^2 + 0,015^2][(h - 0,5)_{>0}]^2},$$

(59)

Zunanja krivina:

$$\Sigma'_a = k \sqrt{0,025^2 + \left[0,01h + \frac{0,4}{1,5}(0,015)(h - 0,5)_{>0}\right]^2 + \left(\frac{0,4}{1,5}\right)^2 [0,039^2 + 0,05^2 + 0,015^2][(h - 0,5)_{>0}]^2}.$$

(60)

b.) Dobro vzdrževan tir, za hitrosti $V \leq 80$ km/h

Notranja krivina:

$$\Sigma'_i = k \sqrt{0,025^2 + \left[0,0133h + \frac{0,4}{1,5}(0,02)(h - 0,5)_{>0}\right]^2 + \left(\frac{0,4}{1,5}\right)^2 [0,007^2 + 0,05^2 + 0,015^2][(h - 0,5)_{>0}]^2},$$

(61)

Zunanja krivina

$$\Sigma'_a = k \sqrt{0,025^2 + \left[0,0133h + \frac{0,4}{1,5}(0,02)(h - 0,5)_{>0}\right]^2 + \left(\frac{0,4}{1,5}\right)^2 [0,007^2 + 0,05^2 + 0,015^2][(h - 0,5)_{>0}]^2}, \quad (62)$$

c.) Ostale proge ne glede na hitrost

$$\Sigma'_i = k \sqrt{0,025^2 + \left[0,0133h + \frac{0,4}{1,5}(0,02)(h - 0,5)_{>0}\right]^2 + \left(\frac{0,4}{1,5}\right)^2 [0,013^2 + 0,05^2 + 0,015^2][(h - 0,5)_{>0}]^2}, \quad (63)$$

$$\Sigma'_a = k \sqrt{0,025^2 + \left[0,0133h + \frac{0,4}{1,5}(0,02)(h - 0,5)_{>0}\right]^2 + \left(\frac{0,4}{1,5}\right)^2 [0,065^2 + 0,05^2 + 0,015^2][(h - 0,5)_{>0}]^2}. \quad (64)$$

k = varnostni koeficient ≥ 1 , odvisen je od določbe projektanta ($k = 1,2$),

Vsote zgoraj ne smejo biti manjše od $\Sigma'' = k \sqrt{(0,025)^2 + \begin{bmatrix} 0,01h \\ 0,01h \\ 0,0133h \end{bmatrix}^2}$.

5.4.3 Dodatkov MoN za določitev normalnega svetlega profila

a.) Dobro vzdrževan tir, za hitrosti $V > 80$ km/h

Notranja krivina:

$$\Sigma_i = 0,025 + 0,01h + \frac{0,4}{1,5} [0,015 + 0,007 + 0,065](h - 0,5)_{>0}, \quad (65)$$

Zunanja krivina:

$$\Sigma_a = 0,025 + 0,01h + \frac{0,4}{1,5} [0,015 + 0,039 + 0,065](h - 0,5)_{>0}. \quad (66)$$

b.) Dobro vzdrževan tir, za hitrosti $V \leq 80$ km/h

Notranja krivina:

$$\Sigma_i = 0,025 + 0,0133h + \frac{0,4}{1,5} [0,020 + 0,013 + 0,065](h - 0,5)_{>0}, \quad (67)$$

Zunanja krivina:

$$\Sigma_a = 0,025 + 0,0133h + \frac{0,4}{1,5} [0,020 + 0,065 + 0,065](h - 0,5)_{>0}. \quad (68)$$

c.) Za ostale tipe prog in hitrosti je formula enaka drugi formuli paragrafa b.

5.5 Izračun svetlega profila

Svetli profil izračunamo tako, da kinematičnemu profilu prištejemo še vse zgoraj opisane potrebne dodatke. Dimenzije računamo za zunanjo in notranjo stran profila.

Zunanja stran krivine:

$$NSPZ = K + S_a + q_i + \Sigma_a. \quad (69)$$

Notranja stran krivine

$$NSPN = K + S_i + q_a + \Sigma_i. \quad (70)$$

Kjer je:

K = dimenzije kinematične odnosnice,

$S_{a,i}$ = razširitev v krožnem loku (projekcija),

$NSPZ$ = zunanja stran profila,

$NSPN$ = notranja stran profila,

Σ_i in Σ_a = dodatki opisani v poglavju 5.4.

6 ŠTUDIJA POSTAJALIŠČA V KOŠANI

6.1 Opis stanja

Železniško postajališče Košana je eno izmed železniških postajališč, ki oskrbuje bližnji naselji Čepno in Gornja Košana. Proga, ki že 40 let ni bila obnovljena je dotrajana in leta 2010 so v sklopu remonta odseka med Pivko in Gornjimi Ležečami porušili prejšnje postajališče in pričeli urejati novega. Ravno tako so cesto, ki je na mestu postajališča na nepreglednem mestu nivojsko križala železniško progo, prestavili na traso nad železniškim predorom in s tem ukinili nivojski prehod. Zgradili so nove perone, ki so višine 550 mm in so tako za 200 mm višji od prejšnjih. Postajališče je locirana ob trasi katere radij je 302 m, nadvišanje zunanje tirnice pa 110 mm. Ker je le-ta zgrajen v krivini, se pri vožnji v krožnem loku vlak približa peronu, na sredini vagona pa zaradi velike medosne razdalje in majhnega krožnega loka trase nastane peronski razmak, kar otežuje sestop in vstop starejšim, mlajšim in gibalno oviranim potnikom. Omenjen peronski razmak na sredini vagona je pri potniških vlakih brez nagibne tehnike tipa Siemens Desiro EMG velikosti cca. 45 – 50 cm (priporočena maksimalna vrednost je 30 cm). Peron je zgrajen skladno z vsemi evropskimi standardi in po Pravilniku o ZU, zato se poraja vprašanje kako odpraviti omenjeno pomanjkljivost, da bi omogočili varen pretok potnikov z/na vlak. V nadaljevanju bom podal opis stanja, projektne robne pogoje, pogoje iz pravilnika, ter kinematične in dinamične izračune merodajnih pomikov na začetku in sredini vozila. V zaključku bom podal možne konstrukcijske rešitve. Po obnovi bo največja dovoljena hitrost vozil na tem delu proge 75 km/h za vozila brez nagibne tehnike in 90 km/h za vozila z nagibno tehniko.



Slika 40: Postajališče Košana

Na spodnjih slikah je prikazan peronski razmak ob postanku vozila Siemens Desiro EMG na postajališču.



Slika 41: Velikost peronskega razmaka



Slika 42: Odmik potniškega vlaka od perona na postaji Košana

Primeri reševanja horizontalnega in vertikalnega razmaka, ki se že uporabljajo v tujini so prikazani na spodnjih slikah.



Slika 43: Rešitev premoščanja razdalj in višinske razlike



Slika 45: Primer montažnega premoščanja odprtin



Slika 44: Primer avtomatskega premoščanja odprtin

6.2 Enačbe za določitev maksimalne hitrosti

Enačbe iz Pravilnika o ZU, ki se uporabljajo za proge normalne tirne širine z največjo dovoljeno progovno hitrostjo $V_{\max} \leq 160$ km/h:

$$b \text{ (bočni pospešek)} = \frac{v_{\max}^2}{13R} - \frac{h}{153},$$

$$\Delta h_p \text{ (primanjkljaj, presežek)} = \pm 153b,$$

$$h = 11,8 \frac{v^2}{R} \pm \Delta h_{p,v}.$$

V preglednicah (7) in (8) so iz Pravilnika o ZU podani mejni dovoljeni podatki dinamičnih vplivov.

- Dovoljeni bočni pospeški »b«, primanjkljaj nadvišanja Δh_v ,

Preglednica 7: Dovoljeni bočni pospeški

vlaki brez nagibne tehnike	vlaki z nizkim koeficientom 's'	vlaki z nagibno tehniko
max (na šibkih mestih) = 0,65 m/s ² , $\Delta h_p=100$ mm	max (na šibkih mestih) = 0,85m/s ² , $\Delta h_p=130$ mm	max (na šibkih mestih) = 1,0 m/s ² , $\Delta h_p=150$ mm
max= 0,75 m/s ² $\Delta h_p=115$ mm	max = 1,0 m/s ² $\Delta h_p=130$ mm	max= 1,8 m/s ² , $\Delta h_p=270$ mm
izjemen = 0,85 m/s ² $\Delta h_p=130$ mm		

- Dovoljeni negativni bočni pospeški »b«, presežek nadvišanja Δh_v ,

Preglednica 8: Dovoljeni negativni bočni pospeški

vlaki brez nagibne tehnike	za hitrosti od 120km/h do vključno 160 km/h
normalno = - 0,33 m/s ² , $\Delta h_v=50$ mm	normalno = -0,45 m/s ² , $\Delta h_v=70$ mm
max = 0,4 m/s ² $\Delta h_v=70$ mm	max = - 0,59 m/s ² $\Delta h_v= 90$ mm
izjemen = - 0,59 m/s ² $\Delta h_v=90$ mm	izjemno = -0,72 m/s ² $\Delta h_v= 110$ mm

6.3 Robni pogoji

R (radij trase) = 302 m

h(nadvišanje) = 110 mm

Rezultati izračuna primanjkljaja nadvišanja in bočnih pospeškov na podlagi robnih pogojev za različne hitrosti so podani v Preglednica 9.

Preglednica 9: Bočni pospešek in primanjkljaj nadvišanja za različne hitrostih

hitrost	bočni pospešek	primanjkljaj
$v_1 = 50 \text{ km/h}$	$b_1 = -0,07 \text{ m/s}^2$	$\Delta h_1 = 13 \text{ mm}$
$v_1 = 60 \text{ km/h}$	$b_2 = 0,21 \text{ m/s}^2$	$\Delta h_2 = 31 \text{ mm}$
$v_3 = 70 \text{ km/h}$	$b_3 = 0,53 \text{ m/s}^2$	$\Delta h_3 = 81 \text{ mm}$
$v_4 = 80 \text{ km/h}$	$b_4 = 0,92 \text{ m/s}^2$	$\Delta h_4 = 140 \text{ mm}$
$v_5 = 100 \text{ km/h}$	$b_5 = 1,84 \text{ m/s}^2$	$\Delta h_5 = 281 \text{ mm}$
$v_6 = 120 \text{ km/h}$	$b_6 = 2,97 \text{ m/s}^2$	$\Delta h_6 = 453 \text{ mm}$
$v_7 = 160 \text{ km/h}$	$b_7 = 5,8 \text{ m/s}^2$	$\Delta h_7 = 890 \text{ mm}$

6.4 Izračun oddaljenosti perona od osi tira in njegova višina

Izračun temelji na podlagi slovenskega Pravilnika o ZU in nemških smernic, medtem, ko avstrijskih ni moč uporabiti, saj veljajo le do radija 500m. Vrednosti vertikalne in horizontalne oddaljenosti perona od osi tira po nemških smernicah so povzete iz Preglednica 3. Vertikalna in horizontalna oddaljenost perona od osi tira je izračunana z interpolacijo, saj nemški standard predvideva nadvišanje le do 100 mm pri čemer je tolerančna meja +/-50 mm, v obravnavanem primeru je nadvišanje 110 mm. Z uporabo nemškega pravilnika je izračunana razdalja perona od osi tira 1640 mm, vendar je minimalna razdalja po Pravilniku o ZU 1650 mm, kar je tudi projektirana razdalja. Višina perona je povzeta iz preglednice 3 in je od nenadvišane (notranje) tirnice, na zunanji strani krožnega loka zaradi nadvišanja 110 mm povišana iz 550 mm na 720 mm.

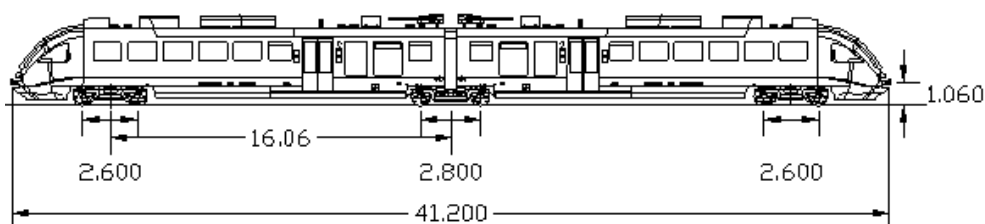
6.5 Izračun pomikov »D«

Pri računu pomikov vozil brez nagibne tehnike so uporabljene dimenzije vlaka tipa Siemens Desiro EMG 312, prav tako so bile te dimenzije predpostavljene za račun pomikov vozil z

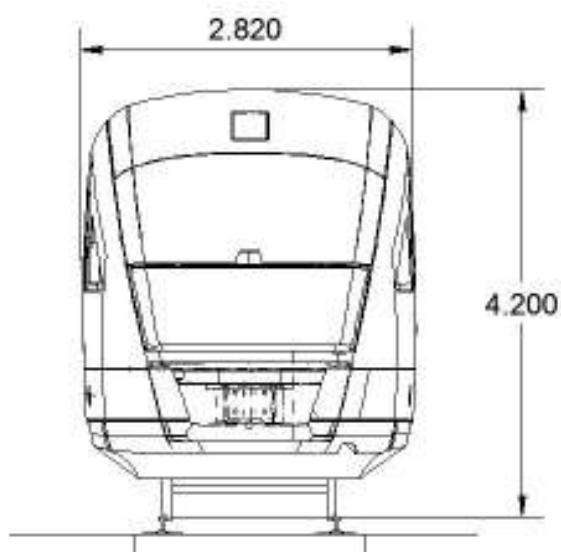
aktivnim sistemom. Merodajen pomik je le pomik D_a , to je pomik na zunanji strani krožnega loka, kjer se nahaja peron. Mimo postajališča v Košani vozijo različni tipi vozil. Brez nagibne tehnike ali z nagibno tehniko, kar tudi pogojuje različne hitrosti s katero vozila prevozijo postajališče. Vemo, da vgrajena nagibna tehnika omogoča večje hitrosti v krožnih lokih, pri čemer se spremenijo tudi prečni pomiki. Da bi določili največji pomik, je potrebno določiti pomike za obe vrste vozil.



Slika 46: Siemens desiro EMG

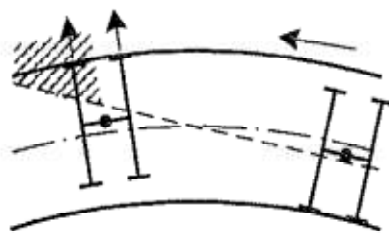


Slika 47: Vzdolžni prerez vlaka Siemens Desiro EMG



Slika 48: Prečni prerez vlaka Siemens Desiro EMG

Iz priloge B je bil izbran položaj podstavnih vozičkov, ki prispeva največji pomik.



Slika 49: Izbran položaj kolesnih dvojic v krivini

Podatki:

$$\begin{aligned}
 a &= 16,060 \text{ m}; & W_{a,i} &= 0,041 \text{ m}; & \mu &> 0,2; & d &= 1,41 \text{ m}; & h_c &= 0,5 \text{ m}; \\
 q &= 0,01 \text{ m}; & p &= 2,6 \text{ m}; & h_0 &= 1 \text{ m}; & \beta &= 8^\circ \text{ pri } I_p = 0,270 \text{ mm}.
 \end{aligned}$$

Za izbrane vrednosti I'_p, I'_c mora pri vlakih z aktivno tehniko veljati pogoj:

I'_p, I'_c = vrednosti določeni s projektom,

I_p, I_c = maksimalni vrednosti določene s pravilnikom: $I_p = 270 \text{ mm}$ in $I_c = 150 \text{ mm}$

$$I'_p \leq \frac{I_p}{I_c} I'_c.$$

6.5.1 Izračun velikosti peronskega razmaka na sredini vozila v fazi mirovanja na postaji

Na podlagi vhodnih podatkov sem izračunal velikosti peronske odprtine na sredini vozila pri $n = a/2$ v fazi mirovanja na postaji. Izračun temelji na podlagi enačbe (41), ki definira notranjo redukcijo za radije, ki so večji od 250 m.

Preglednica 10: Izračun peronske odprtine vozila v fazi postanka na postajališču

h (m)	preves (m)	Z (m)	končni preves (m)
4,01	0,1685	0,005	0,1725
3,75	0,1685	0,005	0,1725
3,25	0,1685	0,004	0,1715
1,17	0,1685	0,001	0,1675
0,55	0,1685	0	0,1685
0,5	0,1685	0	0,1685

Končno velikost peronske odprtine pri vozilih tipa Siemens Desiro EMG določimo tako, da seštejemo končni preves izračunan v preglednici 10 in velikost začetnega peronskega razmaka v premi (30 cm), ki je podana v preglednici 23. Vse vrednosti v preglednici 23 so določene na podlagi dejanskih izmer na terenu.

Preglednica 11: Velikost končne peronske odprtine vozila v fazi postanka na postajališču

h (m)	končni preves (m)	končna velikost (m)
4,01	0,1725	/
3,75	0,1725	/
3,25	0,1715	/
1,17	0,1675	/
0,55	0,1685	0,47
0,5	0,1685	0,47

6.5.2 Pomiki vozila z aktivno tehniko pri hitrosti 90 km/h

Pri izračunu pomikov za vozila z nagibno tehniko upoštevamo največji bočni pospešek $b = 1,372 \text{ m/s}^2$ in z uporabo tega pospeška na podlagi enačb iz poglavja 6.2 izračunamo maksimalno dovoljeno hitrost 90 km/h. Za določitev merodajne oddaljenosti od perona, je potrebno izračunati pomik na začetku vozila, pri katerem uporabimo kritično vrednost n . Rezultati so podani v preglednici 10 in preglednici 11. Dobljeni rezultati nam povedo, ali smemo približati peron osi tira in s tem zmanjšamo peronski razmak in omogočimo varnejši pretok ljudi z in na vlak.

- izračun pomikov na začetku vozila pri $n = 3,5 \text{ m}$ in $n = 1,5 \text{ m}$

a.) ($n = 3,5 \text{ m}$, $I_p = 210 \text{ mm}$, $b = 1,372 \text{ m/s}^2$, $v = 90 \text{ km/h}$, $s = 0,09$, $\eta < 1^\circ$)

Preglednica 12: Izračun pomikov na začetku vozila za hitrosti 90 km/h in $n = 3,5 \text{ m}$

h (m)	Z_{pa} (m)	skupni preves (m)	zasuk aktivnega sistema (m)	dodatek MoN (m)	D_a (m)	E_a (m)	S_a (m)
4,01	0(-0,016)	0,22	0,423	0,218	-0,203	0	0,02
3,75	0(-0,015)	0,22	0,386	0,204	-0,166	0	0,02
3,25	0(-0,012)	0,22	0,316	0,178	-0,096	0	0,02
1,17	0(-0,003)	0,22	0,023	0,067	0,197	0,17	0,02
0,55	0	0,22	-0,06	0,034	0,28	0,26	0,02
0,5	0	0,22	-0,07	0,031	0,29	0,27	0,02

Končna velikost pomika na razdalji $n = 3,5$ m od sredine podstavnega vozička je vsota pomikov Q in D_a . Velikost pomikov od perona na različni višini vozila so podane v spodnji preglednici.

Predpostavimo da se os vozila, ki ga simetrično razpolavlja, ujema z osjo tira. Širina polovice vozila 1 m na razdalji $n = 3,5$ m, je zgolj ocenjena oz. izračunana s pomočjo razmerja dolžin.

Preglednica 13: Končna velikost odmika od roba perona pri $n = 3,5$ m

h (m)	pomik Q (m)	pomik (m)	širina polovice vozila na razdalji $n = 3,5$	peronski razmak (m)
4,01	0,061	-0,142	1 m	/
3,75	0,056	-0,110	1 m	/
3,25	0,048	-0,048	1 m	/
1,17	0,012	0,185	1 m	/
0,55	0,001	0,281	1 m	0,36
0,5	0,000	0,290	1 m	0,36

b.) ($n = 1,5$ m, $I_p = 210$ mm, $b = 1,372$ m/s², $v = 90$ km/h, $s = 0,09$, $\eta < 1^\circ$)

Preglednica 14: Izračun pomikov na začetku vozila za hitrosti 100km/h in $n = 1,5$ m

h (m)	Z_{pa} (m)	skupni preves (m)	zasuk aktivnega sistema (m)	dodatek MoN (m)	D_a (m)	E_a	S_a (m)
4,01	0(-0,016)	0,13	0,423	0,219	-0,293	0	0,020
3,75	0(-0,015)	0,13	0,386	0,205	-0,256	0	0,020
3,25	0(-0,012)	0,13	0,316	0,178	-0,186	0	0,020
1,17	0(-0,003)	0,13	0,023	0,067	0,107	0	0,020
0,55	0	0,13	-0,06	0,034	0,190	0	0,020
0,5	0	0,13	-0,07	0,032	0,200	0	0,020

Končna velikost pomika na razdalji $n = 1,5$ m od sredine podstavnega vozička je vsota pomikov: Q in D_a . Vrednosti pomikov na različni višini vozila in oddaljenosti od perona so podane v spodnji preglednici.

Preglednica 15: Končna velikost odmika od roba perona pri $n = 1,5$ m

h(m)	pomik Q (m)	pomik (m)	širina polovice vozila (m)	peronski razmak (m)
4,01	0,061	-0,232	1,35	/
3,75	0,056	-0,200	1,35	/
3,25	0,048	-0,167	1,35	/
1,17	0,012	0,120	1,35	/
0,55	0,001	0,200	1,35	0,10
0,5	0,000	0,200	1,35	0,10

6.5.3 Pomiki vozila brez aktivne tehnike pri hitrosti 75 km/h

Pri izračunu pomikov za vozila brez nagibne tehnike upoštevamo največji bočni pospešek $b = 0,75 \text{ m/s}^2$ in z uporabo tega pospeška, na podlagi enačb iz poglavja 6.3 izračunamo maksimalno dovoljeno hitrost 75 km/h. Za določitev merodajne oddaljenosti od perona, je potrebno izračunati pomika na dveh mestih. Na začetku vozila pri $1,5 \text{ m} < n < 3,5 \text{ m}$ in na preklopu $n = 0 \text{ m}$ (na sredini celotne kompozicije vlaka). Rezultati so podani v preglednicah od Preglednica 16 do Preglednica 21.

- izračun pomikov na začetku vozila pri $n = 3,5 \text{ m}$ in $n = 1,5 \text{ m}$

a.) ($n = 3,5 \text{ m}$; $I_c = 115 \text{ mm}$; $b = 0,75 \text{ m/s}^2$, $v = 75 \text{ km/h}$, $s = 0,116$, $\eta < 1^\circ$)

Preglednica 16: Izračun pomikov vozila pri projektirani hitrosti brez nagibne tehnike

h (m)	Z (m)	skupni preves (m)	pomik Q (m)	dodatek MoN (m)	D_a (m)	E_a (m)	S_a (m)
4,01	0,014	0,238	0,061	0,219	0,252	0,232	0,020
3,75	0,013	0,238	0,056	0,205	0,251	0,231	0,020
3,25	0,011	0,238	0,048	0,178	0,249	0,229	0,020
1,17	0,003	0,238	0,012	0,067	0,241	0,221	0,020
0,55	0,000	0,238	0,001	0,034	0,238	0,218	0,020
0,5	0,000	0,238	0,000	0,032	0,238	0,218	0,020

Končna velikost pomika na razdalji $n = 3,5 \text{ m}$ od sredine podstavnega vozička je vsota pomikov Q in D_a . Vrednosti pomikov na različni višini vozila in oddaljenosti od perona so podane v spodnji preglednici. Predpostavimo, da se os vozila, ki simetrično razpolavlja vozilo, ujema z osjo tira. Širina polovice vozila 1m na razdalji 3,5 m, je zgolj ocenjena oz. izračunana s pomočjo razmerja dolžin.

Preglednica 17: Končna velikost odmika od roba perona pri $n = 3,5$ m

h (m)	pomik (m)	širina polovice vozila (m)	peronski razmak (m)
4,01	0,312	1 m	/
3,75	0,307	1 m	/
3,25	0,296	1 m	/
1,17	0,252	1 m	/
0,55	0,239	1 m	0,413
0,5	0,238	1 m	0,412

b.) ($n = 1,5$ m; $I_c = 115$ mm; $b=0,75$ m/s², $v= 75$ km/h, $\eta < 1^\circ$)

Preglednica 18: Izračun pomikov vozila pri projektirani hitrosti brez nagibne tehnike

h (m)	Z (m)	skupni preves (m)	pomik Q (m)	dodatek MoN (m)	D_a (m)	E_a (m)	S_a (m)
4,01	0,014	0,114	0,061	0,219	0,128	-0,108	0,020
3,75	0,013	0,114	0,056	0,205	0,127	-0,107	0,020
3,25	0,011	0,114	0,048	0,178	0,125	-0,105	0,020
1,17	0,003	0,114	0,012	0,067	0,117	-0,097	0,020
0,55	0,000	0,114	0,001	0,034	0,114	-0,094	0,020
0,5	0,000	0,114	0,000	0,032	0,114	-0,094	0,020

Končna velikost pomika na razdalji $n = 1,5$ m od sredine podstavnega vozička je vsota pomikov Q in D_a . Vrednosti pomikov na različni višini vozila in oddaljenosti od perona so podane v spodnji preglednici.

Preglednica 19: Končna velikost odmika od roba perona pri $n = 1,5$ m

h (m)	pomik (m)	širina polovice vozila (m)	peronski razmak (m)
4,01	0,189	1,35	/
3,75	0,183	1,35	/
3,25	0,173	1,35	/
1,17	0,129	1,35	/
0,55	0,115	1,35	0,185
0,5	0,114	1,35	0,186

- na mestu preklopa pri $n = 0$

a.) ($n = 0$ m, $I_c = 115$ mm, $b = 0,75$ m/s², $v = 75$ km/h, $\eta < 1^\circ$)

Preglednica 20: Izračun pomikov vozila pri projektirani hitrosti brez nagibne tehnike

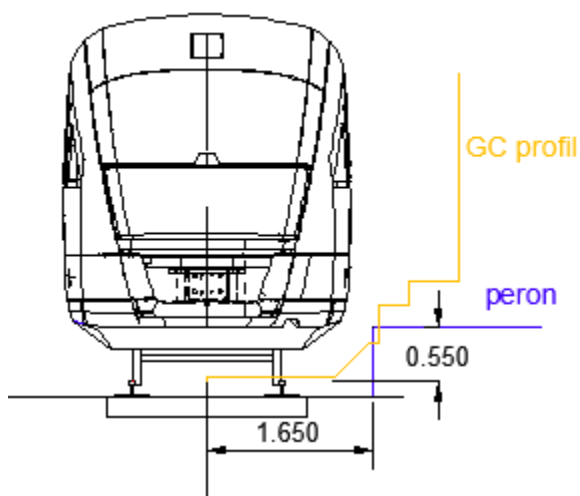
h (m)	Z (m)	skupni preves (m)	pomik Q (m)	dodatek MoN (m)	D_a (m)	E_a (m)	S_a (m)
4,01	0,014	0,0445	0,061	0,219	0,058	0,038	0,020
3,75	0,013	0,0445	0,056	0,205	0,057	0,037	0,020
3,25	0,011	0,0445	0,048	0,178	0,055	0,036	0,020
1,17	0,003	0,0445	0,012	0,067	0,044	0,024	0,020
0,55	0,000	0,0445	0,001	0,034	0,044	0,024	0,020
0,5	0,000	0,0445	0,000	0,032	0,044	0,024	0,020

Končna velikost pomika na razdalji $n = 0$ m od sredine podstavnega vozička je vsota pomikov Q in D_a . Vrednosti pomikov na različni višini vozila in oddaljenosti od perona so podane v spodnji preglednici.

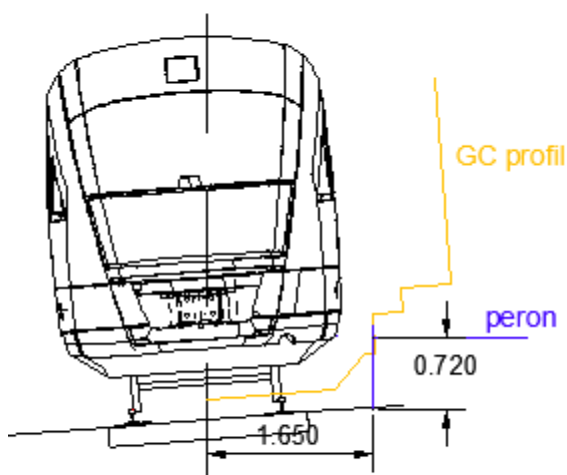
Preglednica 21: Končna velikost odmika od roba perona pri $n = 0$ m

h (m)	pomik (m)	širina polovice vozila (m)	peronski razmak (m)
4,01	0,119	1,35	/
3,75	0,113	1,35	/
3,25	0,103	1,35	/
1,17	0,056	1,35	/
0,55	0,044	1,35	0.256
0,5	0,044	1,35	0.256

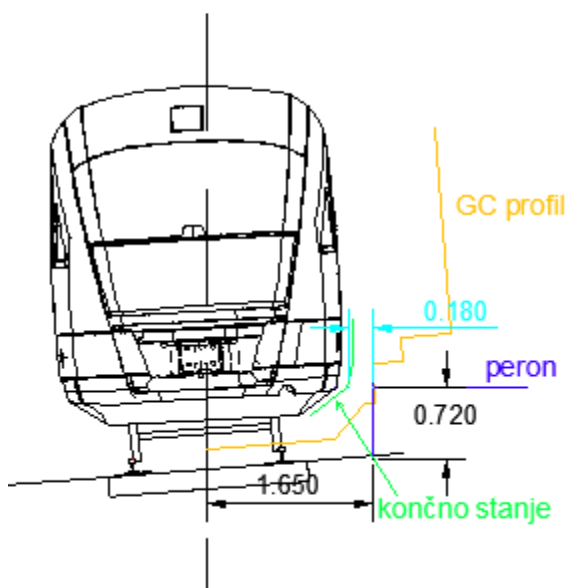
Zgornji rezultati, ki so podani v preglednicah od 10 do 21 nam podajajo največje pomike vozil in s tem minimalni peronski razmak pri gibajočem se vozilu mimo perona. Največji pomik za vozila brez nagibne tehnike se nahaja na koncu vozila pri $n = 1,5$ m in je podan v preglednici 19, ter znaša 18 cm, medtem, ko je pomik za vozila z aktivno nagibno tehniko podan v preglednici 15 in znaša 10 cm. Spodaj, na sliki 52, so prikazane faze začetnih in fizikalnih pomikov ter zasuk v različnih fazah vozil z nagibno tehniko na podlagi teoretičnih maksimalnih dovoljenih vrednostih bočnega pospeška in primanjkljaja nadvišanja. Prva prikazuje mirujoče vozilo na nenadvišanem tiru, druga v fazi tik preden se vklopi aktivni sistem, tretja pa končno stanje pomika ter kvazistatčnega zasuka zaradi centrifugalne sile, ki deluje na vozilo pri vožnji v krivini in aktivnega zasuka do 8°. Podobna stanja opisuje tudi slika 51, vendar le za vozila brez nagibne tehnike.



Slika prikazuje začetno lego statičnega vozila v premi na nenadvišanem tiru. Oddaljenost perona od osi tira znaša 1650 mm pri višini 550 mm od GRT. Velikost peronskega razmaka je 30 cm.

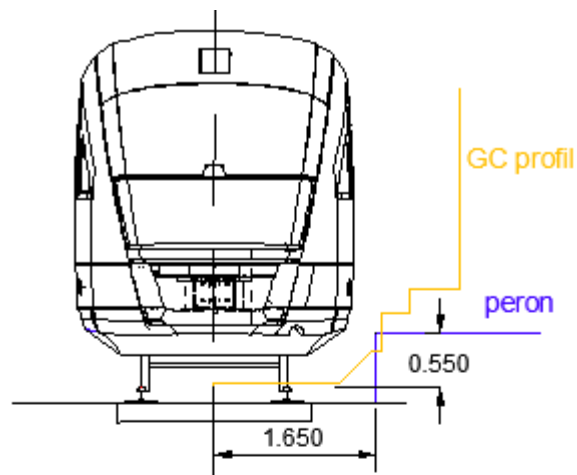


Položaj vozila pri hitrosti $V = 53 \text{ km/h}$ ($b = 0 \text{ m/s}^2$) na nadvišanem tiru $h = 110 \text{ mm}$ in radiju 302 m. Zaradi nadvišanja zunanega tira je potrebno povišati tudi peron iz 550 mm na 720 mm. Razdalja med osjo tira in peronom ostane nespremenjena.

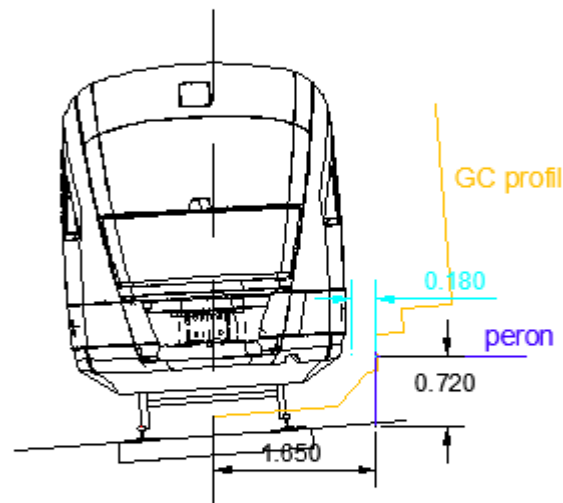


Položaj se vozila pri hitrosti 75 km/h, nadvišanju 110 mm in radiju 302 m. Pri tem nastane pomik, ki peronski razmak zmanjša iz 30 cm na 18 cm, kot kaže slika.

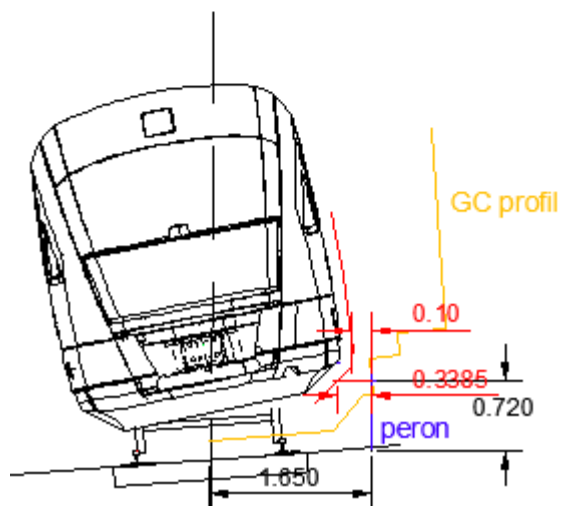
Slika 50: Položaj vozila pri vozilih brez aktivne tehnike



Slika prikazuje začetno lego statičnega vozila v premi na nenadvišanem tiru. Oddaljenost perona od osi tira znaša 1650 mm pri višini 550 mm od GRT. Velikost peronskega razmaka je 30 cm.



Položaj vozila pri hitrosti 75 km/h ($b = 0 \text{ m/s}^2$), nadvišanju 110 mm in radiju 302 m. Pri tem nastane pomik, ki peronski razmak zmanjša iz 30 cm na 18 cm, kot kaže slika.



Slika prikazuje položaj vozila pri 90 km/h, ko se vklopi aktivni sistem in zasuka vozilo za 8 stopinj okoli vrtilišča aktivnega sistema.

Slika 51: Pomiki vozila z aktivno tehniko

7 PROBLEMATIKA POSTAJALIŠČA OSLUŠEVCI

7.1 Postajališče Osluševci

Kljub temu, da je postajališče projektirano in zgrajeno po Pravilniku o ZU, za katerega velja, da je minimalna oddaljenost perona od osi tira v premi 1650 mm, se pojavlja problem pri obratovanju vlakov na postajališču. Pri postanku vlaka FIAT v premi, znaša peronski razmak 18 cm, višinska razlika pa 4,5 cm, kar ustreza vsem priporočilom opisanih v poglavju 2. Težave so pri odpiranju vrat, saj so nosilci vrat predolgi in pride do zatikanja vrat v rob perona, kar povzroči nepopolno odpiranje vrat in s tem oviran pretok potnikov z in na vlak. Prvotno so imeli ti vlaki vgrajena vrata s tako imenovanim harmonika mehanizmom zapiranja/odpiranja vrat, katere so zaradi zmanjšanja odprtine vrat zamenjali s sedanjimi krilnimi vrati na nosilcih, ki omogočajo hitrejši pretok potnikov. Ta sistem je učinkovito deloval pri nizkih peronih, z zahtevo EU po visokih pa je prišlo do omenjenih težav. Na slikah 53 in 54 je problem predstavljen s slikovnim gradivom. Jasno se vidi, da pri upoštevanju Pravilnika o ZU naš vozniki park oz. vlaki tipa FIAT, niso primerni za perone v premi višine 550mm pri oddaljenosti od osi tira 1650 mm. Ena rešitev za vlake FIAT je ponovna modifikacija odpiralnega sistema vrat, druga, da se peron prestavi na razdaljo, ki jo zahteva EU in sicer na 1700 mm od osi tira. S tem pridobimo 50 mm in kar je po mojem mnenju dovolj, da bi se vrata popolnoma odpirala.



Slika 52: Prikaz zagozditve vrat v peron



Slika 53: Vlak Fiat na nizkem peronu

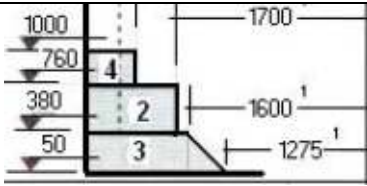


Slika 54: Prikaz zagozditve vrat v peron

Na sliki 53 je prikazan vlak tipa Fiat ob postanku na nizkem peronu in razvidno je, da tovrstni odpiralni sistem nima problemov pri nizkih peronih višine 350 mm. Pri visokih peronih višine 550 mm temu ni tako, saj je iz slike 54 razviden problem odpiranja vrat. Glede na slike lahko predvidevamo, da se vrata nebi zagostila ob peron pri oddaljenost perona od osi tira 1700 mm.

V spodnji preglednici za primerjavo navajam razliko med evropskimi in slovenskimi predpisi.

Preglednica 22: Prikaz zahteve različne oddaljenosti med osjo tira in peronom

UIC	P R A V I L N I K o zgornjem ustroju železniških prog
	na višini od 380 mm do 760 mm velja: $L = 1650 + \Delta S$

V spodnji preglednici prilagam tudi velikosti horizontalnih in vertikalnih odmikov različnih tipov vozil od perona višine 55cm, ki vozijo po našem železniškem omrežju.

Preglednica 23: Odmiki perona od različnih tipov vozil

tip vlaka/vagona	velikost horizontalnega odmika (cm)	velikost vertikalnega odmika (cm)	odmik odprtih vrat vagona od roba perona(cm)	oddaljenost od osi tira (mm)
vagon 713	19	10	/	1670
vagon 813-0	22	8	/	1670
vagon 813-1	22	12	3,5	1670
vagon Y – ife	10	1,5	/	1670
Fiat-310	18	4,5	/	1670
Siemens Desiro EMG	30	nivojski	7 cm	1670

8 ZAKLJUČEK

Postajališče Košana opisano v poglavju 6, je zgrajeno v krožnem loku, zato pri tem nastane peronski razmak, ki povzroča nemalo težav pri komunikaciji potnikov z in na vlak. Na tem območju poleg tovornih vlakov vozijo tudi vlaki tipa Siemens Desiro 312. Na sredini vagona omenjenega vlaka nastane reža širine 45 – 50 cm (priporočena maksimalna vrednost je 30 cm), kar otežuje sestop in vstop starejšim, mlajšim in gibalno oviranim potnikom.

Velikost krožnega loka na postajališču Košana je 302 m. Po Pravilniku o ZU in EU zakonodaji je minimalni radij, v katerega lahko umestimo postajo 500 m. Zaradi karakteristik terena (zasek) in obstoječih predorov v bližini postajališča, ni bilo mogoče zagotoviti upoštevanje tega določila. Predvideno je, da bodo mimo postajališča vozili potniški vlaki brez nagibne tehnike s hitrostjo 75 km/h, s hitrostjo 90 km/h pa vlaki z nagibno tehniko. Na podlagi kodeksov UIC 505, ki podajajo izračun svetlega profila z upoštevanjem kinematične odnosnice, lahko za primer tega postajališča določimo optimalno oddaljenost perona od osi tira.

Za primer vozila Siemens, ki prevozi postajališče Košana s hitrostjo do 75 km/h, je izračunan peronski razmak na koncu, to je del, ki se najbolj približa robu perona in znaša 0,18 m. Rezultati velikosti pomikov vozil z aktivno nagibno tehniko pri hitrosti 90 km/h so tako veliki, da je najmanjši peronski razmak oz. razmak med vozilom in peronom le 10 cm. Ob predpostavki, da tu vozijo le vozila tipa Siemens Desiro, bi lahko peron približali osi tira za 10 cm in še vedno zagotavljali varnost prometa, vendar moramo upoštevati tudi vozila z nagibno tehniko, pri katerih je peronski razmak manjši in bi s premikom perona k osi tira zmanjšali varnost na nesprejemljivo vrednost. Peronski razmak na sredini, kjer so locirana vrata je velikosti 45-50 cm, kar je za 20 cm več od priporočene razdalje in z eventualnim pomikom za 10 cm, še vedno nebi zmanjšali peronsko odprtino na velikost, ki omogoča normalen dostop gibalno oviranim potnikom.

Z analizo rezultatov ugotovimo, da zaradi geometrije in velikosti vozil tovrstnega razmaka ni moč zmanjšati na podlagi rekonstrukcije infrastrukture v danem prostoru, ki nam je na voljo. Glede na to, da je proga projektirana za hitrosti do 90 km/h je smiselno, da se v celoti izkoristi te pogoje, saj je primarni cilj novogradnje ali nadgradnje zmanjševanje potovalnega časa, problem peronske odprtine pa je bolje reševati na drugačen način. Ena od primernih rešitev je namestitev avtomatske ali ročne premične ploščadi/klančine, katera se aktivira ob postanku vlaka ali pa jo sprevodnik po potrebi namesti in pospravi. Takšni primeri zelo uporabnih rešitev se že uporabljajo pri avtobusnih mestnih prevozi in vlakih v tujini kot prikazujejo slike od 44 do 46.

Primer postajališča v Osluševcih, je projektirano in zgrajeno po pravilniku o ZU za katerega velja, da je minimalna oddaljenost perona od osi tira v premi 1650 mm. Na tem območju vozijo vlaki tipa Fiat 813/814. Pri postanku vlaka v premi znaša odmik vozila tipa FIAT od perona (peronska odprtina) 18 cm, višinska razlika znaša 4,5 cm, kar ustreza vsem priporočilom opisanim v poglavju 2. Zapleta se pri odpiranju vrat, saj so nosilci vrat predolgi in pride do zatikanja vrat v rob ploščadi perona, kar onemogoča popolno odprtje vrat in s tem oviran pretok potnikov z in na vlak. Na slikah 53 Slika 52 je problem predstavljen s slikovnim gradivom. Razvidno je, da pri upoštevanju Pravilnika o ZU vlaki tipa FIAT oz. sistem odpiranja vrat kakršen je nameščen ni primeren za perone v premi višine 550mm. Ena od rešitev je ponovna modifikacija odpiralnega sistema vrat, druga pa pomik perona od osi tira na 1700 mm, s katerim bi pridobili 50 mm, kar bi verjetno omogočilo brezhibno odpiranje vrat. Kot sem že omenil je postajališče zgrajeno skladno z zakoni in predpisi, res pa je, da se svetli profil GC in profil perona (odmik perona od osi tira), kot je predviden v slovenski zakonodaji prekrivata.

Na področju sprejemanja in vpeljevanja novih evropskih zahtev v pravilnike za projektiranje, so se države lotile na različne načine. Za primer podajam primere nekaterih sosednjih držav, ki so se prilagodile zahtevam EU. Nemčija je uvedla tako imenovno »sivo« območje, na mestu kjer se profil perona in svetli profil GC prekrivata. V to sivo območje dovoljujejo izključno seganje perona. Na Hrvaškem so sprejeli velikost oddaljenosti perona od osi tira 1700 mm, kar je po mojem mnenju najboljša rešitev tudi za slovenski Pravilnik o ZU, saj hkrati s tem rešimo problem kot je v Osluševcih, probleme prevelikih peronskih razmakov na zunanji strani krivin pa enostavno rešimo z montažnimi ali avtomatskimi klančinami.

LITERATURA IN VIRI

Avstrijski predpisi gradnje peronov OBB.

http://www.regelplanung.at/Html/unterbau_UB_Uebersicht.htm.(07.06.2011).

Esveld, C. 2001. Modern Railway Track.

Švarc, J. 2004. Izbor elementov in proces projektiranja železniških peronov
Diplomska naloga. Ljubljana, UL FGG 11.10.2004

Slovenske železnice.

<http://www.slo-zeleznice.si> (15.6.2011).

SŽ program omrežja.

www.slozeleznice.si/uploads/SZ/program_omrezja_2012 (15.6.2011).

Verlič, P. 1994. Tehnični parametri za konstrukcijo svetlega profila.

Magistrska naloga. Ljubljana, UL FAGG 1994: 18 - 22 str.

Wikipedia. 2011

http://www.en.wikipedia.org/wiki>Loading_gauge (15.6.2011).

Zgonc, B. 1996. Železnice 1, projektiranje, gradnja in vzdrževanje prog: 161 - 170 str.

UIC KODEKSI

UIC 506.2008. Rules governing application of the enlarged GA, GB, GB1, GB2, GC and GI3 gauges.

UIC 505-5.2010. History, justification and commentaries on the elaboration and development of UIC leaflets of the series 505 and 506 on gauges.

UIC 505-1. 2006. Railway transport stock - Rolling stock construction gauge.

UIC 741.2007. Passenger stations - Height of platforms - Regulations governing the positioning of platform edges in relation to the track.

URADNI LIST

UL RS, št. 92/2010. Pravilnik o zgornjem ustroju železniških prog. Ljubljana: Ur.l.RS, št.92/2010.

**PRILOGA A: VREDNOST KOEFICIENTA »A« GLEDE NA POLOŽAJ KOLESNE
 DVOJICE ZA IZRAČUN NOTRANJE REDUKCIJE**

Calculation of international reductions E_i								
Rolling stock type	Terms to which A factor applies	$\frac{1,465 - d}{2}$	W		$\frac{p^2}{4}$			
			On straight track	Depending on curve radius	(on curve)			
			W_∞	$W_{i(R)}$				
On straight track			Displacement factor A					
1	2-axle vehicles or bogies taken individually and associated parts		1					
2	2-bogie vehicles except those below		1	1				
3	Vehicles with one designated "motor" bogie leading and one trailer bogie leading or considered as such		1	W_∞ $\frac{a - n_\mu}{a}$	W'_∞ $\frac{n_\mu}{a}$			
On curve			Displacement factor A					
4	2-axle vehicles or bogies taken individually and associated parts		The running positions and displacement factors for curves are the same as for straight track					
5	Vehicles with 2 motor bogies or designated as such		1		1	1		
6	Vehicles with one designated "motor" bogie and one trailer bogie or considered as such		$\frac{a - n_\mu}{a}$		$W_{i(R)}$ $\frac{a - n_\mu}{a}$	$W'_{i(R)}$ $\frac{n_\mu}{a}$	$\frac{p^2}{4}$ $\frac{a - n_\mu}{a}$	$\frac{p'^2}{4}$ $\frac{n_\mu}{a}$
7	Vehicles with 2 trailer bogies or considered as such (1) special case for wagons		0 0 ⁽¹⁾		1 1 ⁽¹⁾	1 1 ⁽¹⁾		

PRILOGA B: VREDNOST KOEFICIENATA »A« GLEDE NA POLOŽAJ KOLESNÉ DVOJICE ZA IZRAČUN ZUNANJE REDUKCIJE

Calculation of international reductions E_a							
Terms to which A factor applies Running position on the track	$\frac{1,485 - d}{2}$	Q	W			$\frac{p^2}{4}$	
			On straight track	Depending on curve radius		(on curve)	
				W_{co}	$W_{l(ro)}$		
On straight track		Displacement factor A					
1		$\frac{2n+a}{a}$	$\frac{2n+a}{a}$				
2		$\frac{2n+a}{a}$	$\frac{2n+a}{a}$	$\frac{2n+a}{a}$			
3		$\frac{2n+a}{a}$	$\frac{2n+a}{a}$	$\frac{W_{co}}{W_{l(ro)}} = \frac{W'_{co}}{W'_{l(ro)}}$ Leading axle to right $\frac{n+a}{a} \frac{n}{a}$ Leading axle to left $\frac{n}{a} \frac{n+a}{a}$			
On curve		Displacement factor A					
4		The running positions and displacement factors for curves are the same as for straight track					
5		$\frac{2n+a}{a}$	$\frac{2n+a}{a}$		$\frac{n}{a}$	$\frac{n+a}{a}$	1
6		$\frac{n+a}{a}$	$\frac{2n+a}{a}$		$W_{l(ro)}$ $W'_{l(ro)}$ $\frac{n}{a}$	$W_{a(ro)}$ $W'_{a(ro)}$ $\frac{n+a}{a}$	$\frac{p^2}{4}$ $\frac{n+a}{a}$
		$\frac{2n+a}{a}$	$\frac{2n+a}{a}$		$\frac{n}{a}$	$\frac{n+a}{a}$	$\frac{n}{a}$ $\frac{n+a}{a}$
7		$\frac{n+a}{a}$	$\frac{2n+a}{a}$		$\frac{n}{a}$	$\frac{n+a}{a}$	1
		$\frac{n+a}{a}^{(1)}$	$\frac{2n+a}{a}^{(1)}$	$\frac{2n+a}{a}^{(1)}$			$1^{(1)}$