

IGLG SRS

NEPOTREBNO  
MENJANJE NAGIBA

okf,

383

E 166

Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo Slovenije  
v Ljubljani

Nepotrebno menjanje nagiba nivelete  
novih gozdnih cest

Ljubljana, 30. junija 1966

Sestavljač:

Dipl.ing.Boleslav Črnagoj

*B.Črnagoj*

Direktor:

Dipl.ing.Milan Ciglar

*M. Ciglar*

Zapaženo je, da se ponekod grade nove gozdne ceste z nepravilno izvedenim podolžnim profilom. Pri tem gre zaceste, ki jih niso gradili gradbeni obrati gozdnih gospodarstev. Brez vsake potrebe se istosmerni nagibi lomijo ali pa se celo grade nasprotnosmerni nagibi. Da je bil najprej sestavljen odgovarjajoč projekt, projektirana trasa na terenu pravilno zakoličena, nato pa spodnji ustroj točno po zakoličeni trasi zgrajen, bi bilo nemogoče, da ceste imajo niveleto s toliko različnih nagibov. Poudarjamo, da za menjanje nagibov ni bilo nobenega razloga temveč se je cesta povsod mogla zgraditi nekoliko višje ali nižje, a da vsled tega gradbeni stroški ne bi bili povečani.

Glavna zamera, ki jo ceste s takim neizravnanim profilom zaslužijo, je ta, da zelo grdo izgledajo. Dočim pravilno zgrajena gozdna cesta predstavlja v estetskem pogledu objekt prvovrstne lepote, so ceste, o katerih tu govorimo, za oči zoprne.

V kolikor pa ne samo, da so lomljeni istosmerni nagibi, temveč se grade ceste z nasprotnosmernimi nagibi, tako da padcem slede kontravzponi, more biti napaka ne samo estetska, temveč tudi ekonomska.

Za kakšne ceste gre, je vidljivo iz sledečega številčnega primera (glej str. 2 in 3). Pri tem pa tu nimamo v mislih nedopustno visoke vzpone in padce, ki jih ta primer tudi ima. Visoki vzponi in padci so vprašanje za sebe, ki ga tu ne nameravamo obravnavati. Temveč gre za male razlike v nagibih, ki sami po sebi niso napačni, ki pa v zaporedju, v katerem so izvedeni, cesto v veliki meri kvarijo.

Želeli bi tu navesti iz literature kake predpise ali

Točka	Skupna razd. m	Vmesna razd. m	Nagib %	Točka	Skupna razd. m	Vmesna razd. m	Nagib %
1	0			21	581,53	42,23	V1
2	10,10	10,10	V1	22	648,09	66,56	V1,5
3	18,32	8,22	V10	23	697,15	49,06	V3,5
4	91,10	72,78	V13,5	24	718,18	21,03	V9
5	128,78	37,68	V14,5	25	740,18	22,00	V7
6	143,85	15,07	V10	26	763,13	22,95	V2
7	156,65	12,80	V8,5	27	804,44	41,31	V0,5
8	183,65	27,00	V8	28	845,75	41,31	V1
9	205,61	21,96	V8	29	908,63	62,88	V1,5
10	229,87	24,26	V8	30	965,54	56,91	V1,5
11	249,09	19,22	V7,5	31	1008,65	43,11	V4
12	293,02	43,93	V7,5	32	1057,66	49,01	V6,5
13	324,20	31,18	V4	33	1104,48	46,82	V1
14	361,80	37,60	V4,5	34	1132,02	27,54	V1,5
15	396,52	34,72	V10,5	35	1157,27	25,25	V1,5
16	435,33	38,81	V10,5	36	1271,79	114,52	V5,5
17	450,83	15,50	V12	37	1317,64	45,85	V11,5
18	478,26	27,43	V9	38	1353,30	35,66	V9
19	494,32	16,06	0	39	1375,52	22,22	V15,5
20	539,30	44,98	V2	40	1388,59	13,07	V19,5

Točka	Skupna razd. m	Vmesna razd. m	Nagib %	Točka	Skupna razd. m	Vmesna razd. m	Nagib %
41	1403,15	14,56	V13,5	61	2095,98	27,46	Λ7,5
42	1428,85	25,70	V3	62	2110,21	14,23	0
43	1447,96	19,11	Λ13,5	63	2170,28	60,07	V3,5
44	1486,21	38,25	Λ13	64	2204,22	33,94	V4,5
45	1542,83	56,62	Λ16	65	2235,34	31,12	V8
46	1614,55	71,72	Λ14,5	66	2253,59	18,25	V11
47	1631,06	16,51	Λ4	67	2266,39	12,80	V9
48	1633,35	2,29	0	68	2341,90	75,51	V7,5
49	1686,55	53,20	V4	69	2354,25	12,35	V7
50	1714,55	28,00	0	70	2365,25	11,00	V5,5
51	1731,07	16,52	Λ2	71	2395,88	30,63	V9,5
52	1776,42	45,35	V6	72	2455,13	59,25	V12
53	1792,44	16,02	V7,5	73	2475,68	20,55	V10
54	1817,68	25,24	V2				
55	1875,46	57,78	Λ4				
56	1885,08	9,62	Λ4				
57	1912,03	26,95	Λ10				
58	1975,67	68,64	Λ7,5				
59	2031,41	50,74	Λ8,5				
60	2068,52	37,11	Λ6				

priporočila, ki zgoraj opisano napačno gradnjo zabranjujejo.

Proti pričakovanju pa v literaturi kakih striktnih navodil glede tega ni. Izgleda nam, da ta problem v literaturi sploh ni obdelan, iz razloga, ker avtorji smernic za gradnjo cest smatrajo, da ako ni nobenega razloga za lomljenje nivelete, je itak nihče ne bo lomil.

Vendar pa se to včasih zgodi. Glede podolžnega profila se ne uporabljajo dovolj strogi kriteriji. Graditelj najame dozer in pristopi izvajanju del, brez dovolj obširnih in preciznih predpriprav s projektiranjem in zakoličenjem.

Iz literature smo zbrali tekste, ki so nam znani in ki obravnavajo menjanje nagibov nivelet. Ker pa nam ti teksti ne povedo posebno mnogo, smo zaprosili še profesorja Fakultete za arh., gradbeništvo in geod., dr.ing. Branka Žnideršiča, ki na tej fakulteti predava "Ceste", da nam o tem problemu nalašč za tole razpravo iznese svoje mišljenje.

V naslednjem vključujemo imenovana zbrana mišljenja.

1. Prof.dr.ing. Branko Žnideršič, Ceste, 1961, str. 197:

"Pri izbiranju podolžnih sklonov moramo stremeti za čim enakomernejšimi skloni na daljših progah. Pogosta menjava prestav namreč moti vozača".

2. Isti avtor je napisal nalašč za tole razpravo, 1966:

"Če mora cesta premagati neko višinsko razliko, je najugodnejše, če je podolžni nagib od začetne do končne

točke enakomeren, v kolikor seveda ni treba zaradi namenov, katerim cesta služi, na določenih mestih ta enakomerni nagib prekiniti. Seveda pa taka enakomerno potekajoča niveleta ni vedno možna, ker je odvisna od terenskih razmer.

Tako pri vprežnem kot tudi pri motornem prometu se po možnosti izogibamo protinagibom. Če jih pa že moramo uporabiti, stremimo za tem, da so čim manjši. Pri motornem prometu sponiramo, da so protinagibi škodljivi, če pri vožnji navzgor ni treba uporabljati prestav, pri vožnji navzdol pa ne zavirati. Seveda pa vsak protinagib pri cesti, ki mora premagati neko višinsko razliko, predstavlja izgubo na mehanskem delu. Zato je nujno, da presodimo niveleto tudi po tem, kakšni bodo eksploatacijski stroški ceste.

Poleg tega je z enakomerno potekajočo cestno niveleto zadoščeno tudi estetskim zahtevam oblikovanja ceste. Cesta, katere niveleta se enakomerno vzpenja, veliko lepše izgleda kot cesta, pri kateri niveleta brez vzroka enkrat raste drugič pada".

3. Miroslav Marković, Projektovanje i gradjenje putova; knjiga I, Projektovanje putova, 1954, str. 224.

"Stremeti je treba tudi, da se prepreči pogosto *lom-*ljenje nivelete (menjanje nagiba) na kratkih potezih ceste. Enakomeren nagib je najpovoljnejši, v kolikor ne zahteva velikih zemeljskih del, dragih objektov, prevelikega razvijanja trase ali posebnih zavarovanj trupa ceste."

4. Prof.dr. Franz Hafner, Forstlicher Strassen- und Wegebau, 1956, str. 126:

"Trajni enakomerni vzponi utrujajo vozilo in konje. Vsaj na približno vsakih 700 m naj se vložijo počivališča s 3 % vzpona in približno 100-200 m dolžine pri prevozu z motornimi vozili. Ako to iz razlogov polaganja trase ni mogoče, se vložijo vsaj počivališča od okrog 25 do 30 m dolžine".

5. Dipl.ing.E.Fuchs, Linienführung im Strassenbau, 1956 str. 79:

"Pri polaganju trase je treba gledati posebno na stegnjenost iste (zügige Führung), celo takrat, <sup>K</sup> kadar so vsled tega potrebna večja zemeljska dela".

6. Dr.Ing.Erwin Neumann, Der neuzeitliche Strassenbau, 1959, str. 70:

"Trasa z večjo valovitostjo se mora smatrati samo takrat kot nepovoljna, ako se pri vožnji s kamioni mora na njej mnogo uporabljati menjalnik. V kolikor se vzponi morajo obvladati brez postavljanja na nižjo brzino, s polno obremenjenim motorjem, a padci brez zaviranja, je trasa v obratnem oziru ugodna. Ako pa so valovi kratki in slede gost eden za drugim, lik ceste frfira, kar je pojava, ki jo potnik v vozilu občuti kot nadležno in ki jo je treba sprečevati".

Na ta mišljenja priključujemo sledeča lastna razmišljanja:

Merilo za kakovost tras z raznimi nagibi so stroški vožnje, a ti zavise od raznih činiteljev, ki vplivajo na njih.



Natančno sliko o ekonomičnosti prometa po trasah z različnimi nagibi, nam dajo vozni diagrami različnih vozil, ki upoštevajo karakteristične krivulje njihovih motorjev, menjanje porabe goriva pri različnih brzinah, poleg tega pa osnovni odpor, nagibe podolžnega profila in odpor zraka.

Tu za ugotovitev stroškov vožnje ne uporabljamo ta natančen toda kompliciran način računanja temveč se omejamo samo na grob račun porabe energije pri vožnji na cestah z različnimi osnovnimi odpori in različnimi nagibi, ne upoštevajoč različne brzine ali pa vozne diagrame vozil.

Približno sliko o ekonomičnosti prometa po trasah z različnimi nagibi nam dajo računi za opravljeno delo motorjev pri vožnji po nagibih navzgor in navzdol. Pri vožnji navzgor motor mora premagati odpor vožnje po horizontali ter odpor vsled dviganja vozila v višino. Pri vožnji navzdol mora premagati odpor vožnje po horizontali, ki se zmanjšuje do "padca zaviranja". Na padcih, ki so večji od padca zaviranja, se vozilo mora zavirati. To so "škodljivi padci".

Glede škodljivih padcev sta mogoči 2 različni predpostavki: ali da se zaviranje ne računa v delo (A) ali da se računa (B).

Ako je pad zaviranja n.pr.  $-3\%$ , je pri vožnji po tem padcu navzdol, kot po prvi, tako tudi po drugi predpostavki, delo enako ničli. (Pad zaviranja  $-3\%$  velja za slabe ceste; za dobre je manjši).

Po prvi predpostavki (A) pa je pri škodljivih padcih (v našem primeru večjih od  $-3\%$ ) delo enako ničli, saj pri teh padcih se vozilo mora zavirati, a zaviranje se ne

računa v delo. Glej grafikon X.

Po drugi predpostavki (B) pa je delo zaviranja predstavljeno s črto ED. Glej grafikon XI.

Pri predpostavki A predstavlja delo torej površina med črtami EB in EG, a pri predpostavki B površina med črtami AB in DG.

Ako identificiramo količino dela z višino stroškov vožnje, dobimo pa na ta način napačne rezultate. Saj v tem primeru računamo, kot da vožnja po padcu zaviranja (v našem primeru pri -3%), ničesar ne stane. To pa ni točno. Stroške povzročajo nespremenljivi stroški vozila, in plača čofčerja, a vozilo se tudi troši, čeprav ne toliko kot takrat, kadar vleče ali je zavirano.

Te stroške predstavlja v grafikonih XII in XIII črta HK.

Za predpostavko A predstavlja stroške grafikon XII, a za predpostavko B grafikon XIII.

Za predpostavko A predstavlja stroške površina med črtami AEM in HK grafikona XII, a za predpostavko B med črtami AEM in LIK grafikona XIII.

Pri primerjanju stroškov vožnje po trasah z različnimi nagibi pa pri predpostavki A vendar ne računamo z grafikonom XII, temveč z grafikonom X, a pri predpostavki B ne z grafikonom XIII temveč z XI, ker je trak med črtami AB in HK pri obeh predpostavkah pri vseh nagibih konstanten in bi vplival na razlike dela (oziroma stroškov) pri različnih nagibih sicer zmanjševalno, ne bi pa menjal smisla razlik (t.j. katera od dveh tras je ekonomičnejša).

Grafični prikaz raznih nagibov tras je vidljiv iz skic I - IX.

Samih računov tu ne vključujemo.

Rezultati so sledeči in veljajo za obe predpostavki, A in B.

Poudariti pa moramo tu še prav posebno, da v vseh naših primerjavah računamo z enako dolžino tras.

Ne raziskujemo torej vprašanja, ali je trasa, ki je daljša, a ima blažje nagibe, bolj ali manj ekonomična od trase, ki je krajša, a ima strmejša nagibe.

Raziskujemo samo primer, da se je neka trasa dala izvesti z enakomernim nagibom, namesto tega pa je ta bil lomljen, pri tem pa se dolžina trase ni bistveno spremenila.

Ugotovitve za trase enake dolžine, pod predpostavko A, t.j. da se zaviranje ne računa v delo in pod predpostavko B, t.j. da se zaviranje računa v delo.

Primer št.  
Smernost  
Ugotovitev št.

I 1

Ako se poslednja točka trase (C) more spojit s prvo (A) z neškodljivim padcem, a niveleta je lomljena ter se sestoji v smeri CBA iz samih neškodljivih padcev, ni pri vožnji v smeri ABC glede ekonomičnosti trase v primeri z enakomerno traso nobene razlike.

2

Ako se poslednja točka trase (C) more spojit s prvo (A) z neškodljivim padcem, a niveleta je lomljena ter se sestoji v smeri CBA iz samih neškodljivih padcev, ni pri vožnji v smeri CBA glede ekonomičnosti trase v primeri z enakomerno traso nobene razlike.

II 3

Ako se poslednja točka trase (C) more spojit s prvo (A) z neškodljivim padcem, a niveleta je lomljena ter se sestoji iz padcev in vzponov, a vsi padci v smeri ABC in vsi padci v smeri CBA so neškodljivi, ni pri vožnji v smeri ABC glede ekonomičnosti trase v primeri z enakomerno traso nobene razlike.

Primer št.  
Smernost  
Ugotovitev št.

↓  
4 Ako se poslednja točka trase (C) more spojiti s prvo (A) z neškodljivim padcem, a niveleta je lomljena ter se sestoji iz padcev in vzponov, a vsi padci v smeri ABC in vsi padci v smeri CBA so neškodljivi, ni pri vožnji v smeri CBA glede ekonomičnosti trase v primeri z enakomerno traso nobene razlike

↑  
III 5 Ako se poslednja točka trase (C) more spojiti s prvo (A) s škodljivim padcem, a niveleta je lomljena, pri tem pa so vsi padci istosmerni in vsi so škodljivi, ni pri vožnji v smeri ABC glede ekonomičnosti trase v primeri z enakomerno traso nobene razlike.

↓  
6 Ako se poslednja točka trase (C) more spojiti s prvo (A) s škodljivim padcem, a niveleta je lomljena, pri tem pa so vsi padci istosmerni in vsi so škodljivi, ni pri vožnji v smeri CBA glede ekonomičnosti trase v primeri z enakomerno traso, nobene razlike.

↑  
IV 7 Ako se poslednja točka trase (C) more spojiti s prvo (A) s škodljivim padcem, a niveleta je lomljena, so pa pri tem vsi padci istosmerni, a neki od njih neškodljivi, je trasa pri vožnji v smeri ABC ravno tako ekonomično, kot enakomerna trasa.

Primer št.  
Smer vožnje  
Ugotovitev št.

8

Ako se poslednja točka trase (C) more spojit  
ti s prvo (A) s škodljivim padcem, a niveleta je lom-  
ljena, so pa pri tem vsi padci istosmerni, a neki od  
njih neškodljivi, je trasa pri vožnji v smeri CBA manj  
ekonomična od enakomerne trase.

III 9

IV

Ako se poslednja točka trase (C) more spojit  
s prvo (A) s škodljivim padcem, a niveleta je lomlje-  
na, so pa pri tem vsi padci istosmerni, a neki od njih  
neškodljivi, je trasa pri vožnji v smeri ABC ravno ta-  
ko ekonomična kot trasa, ki ima same škodljive padce.

10

Ako se poslednja točka trase (C) more spojit  
s prvo (A) s škodljivim padcem, a niveleta je lomljena,  
so pa pri tem vsi padci istosmerni, a neki od njih ne-  
škodljivi, je trasa pri vožnji v smeri CBA manj ekono-  
mična od trase, ki ima same škodljive padce.

V 11

Ako se poslednja točka trase (C) more spojit  
s prvo (A), s škodljivim padcem, a niveleta je lomlje-  
na, padci pa niso istosmerni, a vsi so škodljivi, tra-  
sa pa se pri tem spusti pod horizont točke A, je za  
vožnjo v smeri ABC lomljena trasa manj ekonomična kot  
enakomerna trasa.

12

Ako se poslednja točka trase (C) more spojit  
s prvo (A) s škodljivim padcem, a niveleta je lomlje-

Primer št.  
Smerni vožnje  
Ugotovitev št.

---

na, padci pa niso istosmerni in vsi so škodljivi, trasa pa se pri tem spusti pod horizont točke A, je za vožnjo v smeri CBA lomljena trasa manj ekonomična od enakomerne trase.

---

V 13 Ako se poslednja točka trase (C) more spoji-  
VI ti s prvo (A) s škodljivim padcem, a niveleta je lom-  
ljena, padci pa niso istosmerni ter so neki v smeri  
↑ ABC neškodljivi, trasa pa se pri tem spusti pod ho-  
rizont točke A, je trasa v smeri vožnje ABC bolj eko-  
namična od trase, ki ima v smeri ABC same škodljive  
padce.

---

14 Ako se poslednja točka trase (C) more spoji-  
ti s prvo (A) s škodljivim padcem, a niveleta je lom-  
ljena, padci pa niso istosmerni ter so neki v smeri  
↓ ABC neškodljivi, trasa pa se pri tem spusti pod ho-  
rizont točke A, je trasa v smeri vožnje CBA bolj eko-  
namična od trase s samimi škodljivimi padci.

---

VII 15 Ako se poslednja točka trase (C) more spojiti  
s prvo (A) s škodljivim padcem, a niveleta je lomljena  
sestoji pa v smeri CBA iz škodljivih padcev in horizo-  
tal, je v smeri vožnje ABC ravno tako ekonomična kot  
↑ enakomerna trasa.

---

Primer št.  
Smer vožnje  
Ugotovitev št.

16

Ako se poslednja točka trase (C) more spojiti s prvo (A) s škodljivim padcem, a niveleta je lomljena, sestoji pa se v smeri CBA iz škodljivih padcev in horizontal, je trasa v smeri vožnje CBA manj ekonomična od enakomerne trase.

X 17

VIII

IX

Ako se poslednja točka trase (D) more spojiti s prvo (A) s škodljivim padcem, a niveleta je lomljena, padci pa niso istosmerni ter so neki v smeri ABCD neškodljivi, trasa pa se pri tem nikjer ne spusti pod horizont točke A, je trasa v smeri vožnje ABCD bolj ekonomična od trase, ki ima v smeri vožnje ABCD same škodljive padce.

18

Ako se poslednja točka trase (D) more spojiti s prvo (A) s škodljivim padcem, a niveleta je lomljena, padci pa niso istosmerni ter so neki v smeri ABCD neškodljivi, trasa pa se pri tem nikjer ne spusti pod horizont točke A, je trasa v smeri vožnje DCBA bolj ekonomična od trase, ki ima v smeri vožnje ABCD same škodljive padce.



Iz prednjih ugotovitev sledi:

Da se trasam, ki imajo same neškodljive padce, ki jih predstavljajo primeri I in II ter trasam, ki imajo same škodljive padce, ki jih predstavlja primer III, glede ekonomičnosti vožnje ne more niti pri vožnji navzgor niti navzdol, prigovoriti ničesar.

Da se trasam, ki jih predstavljajo primeri IV, V, VI, VII in VIII, more prigovoriti samo pri vožnji navzdol.

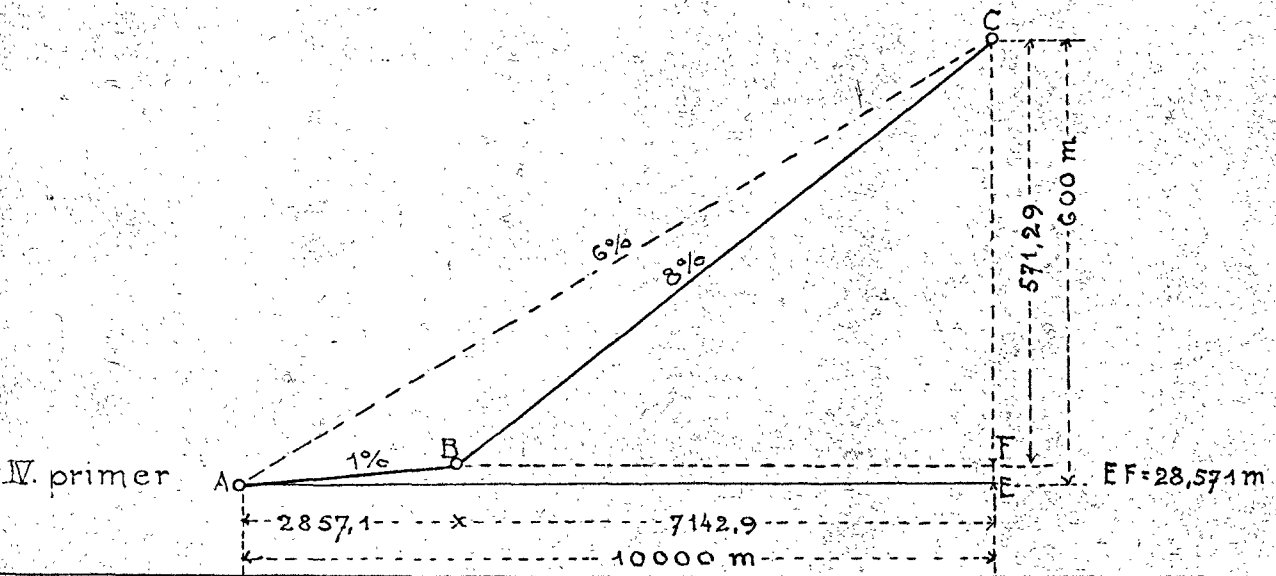
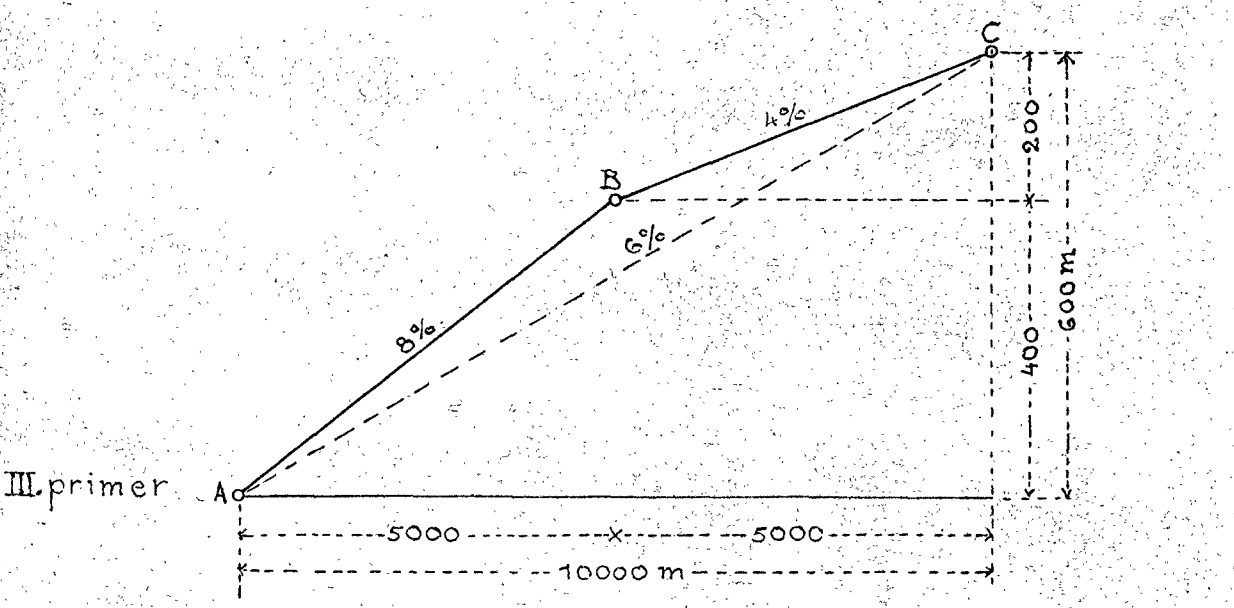
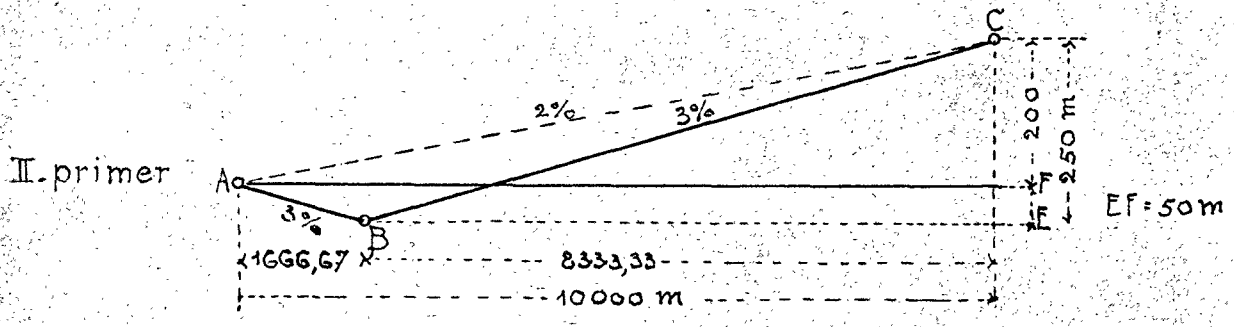
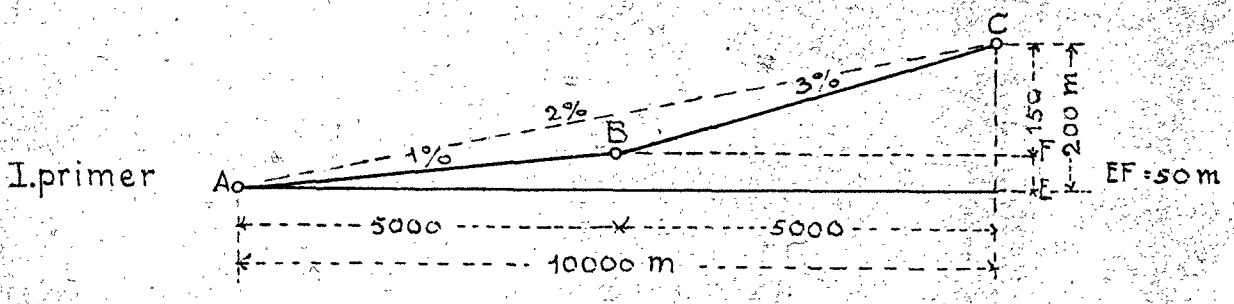
Edino trasi primera IX se more prigovoriti pri vožnji navzdol in navzgor.

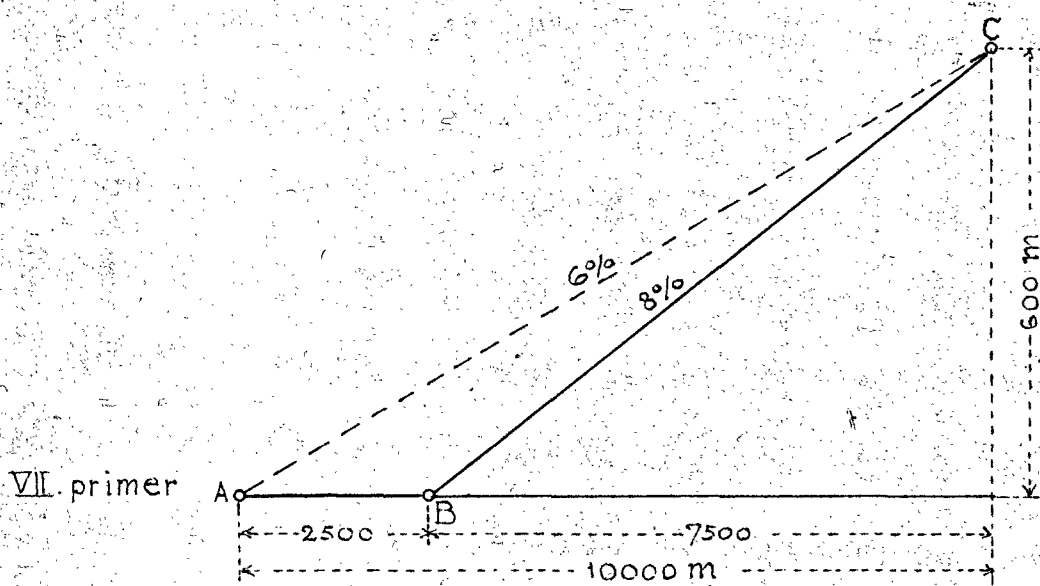
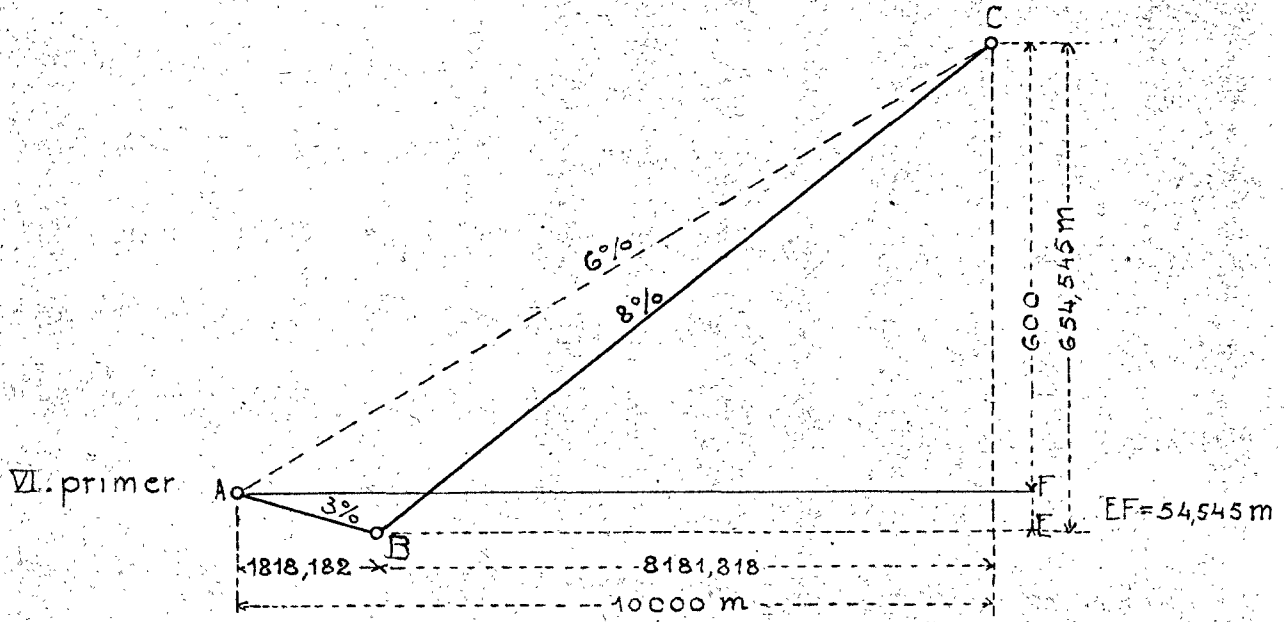
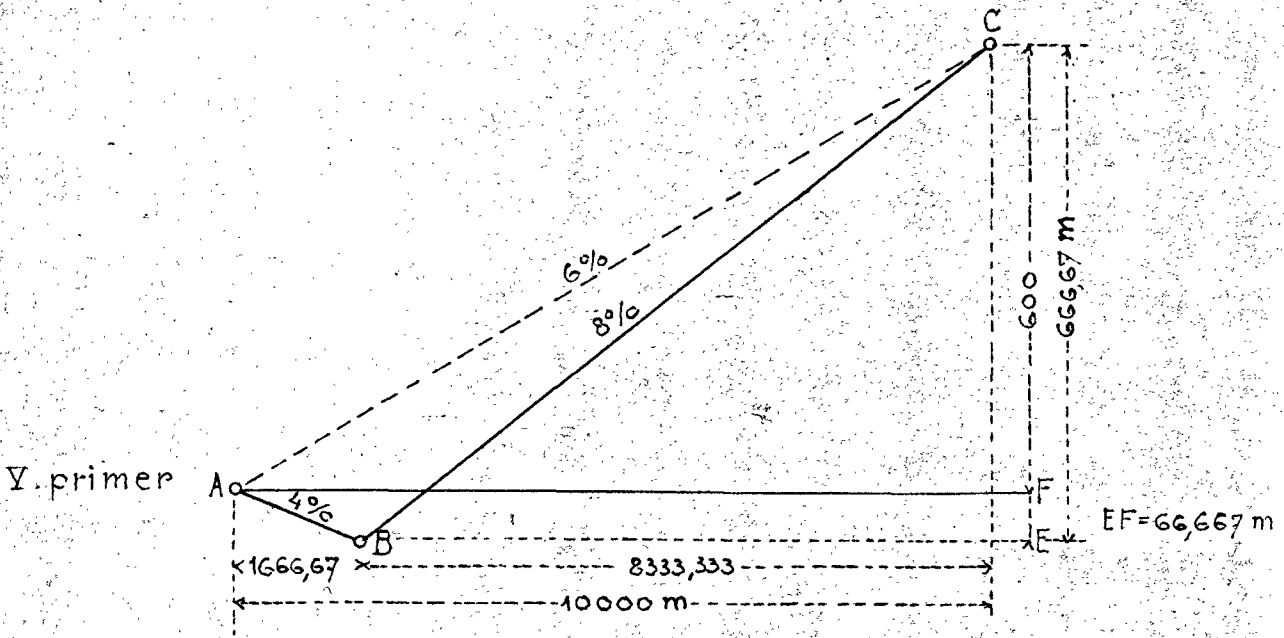
Vendar pa se tudi trasam primerov I, II in III, čeprav so glede ekonomičnosti enakovredne trasam, ki imajo enakomerne nagibe, more prigovoriti njihov neestetski izgled.

Tudi sama ta zamera pa je dovolj tehtna, da se njihovi gradnji izogibamo, ako za lomljenje nagibov ni posebnega razloga.

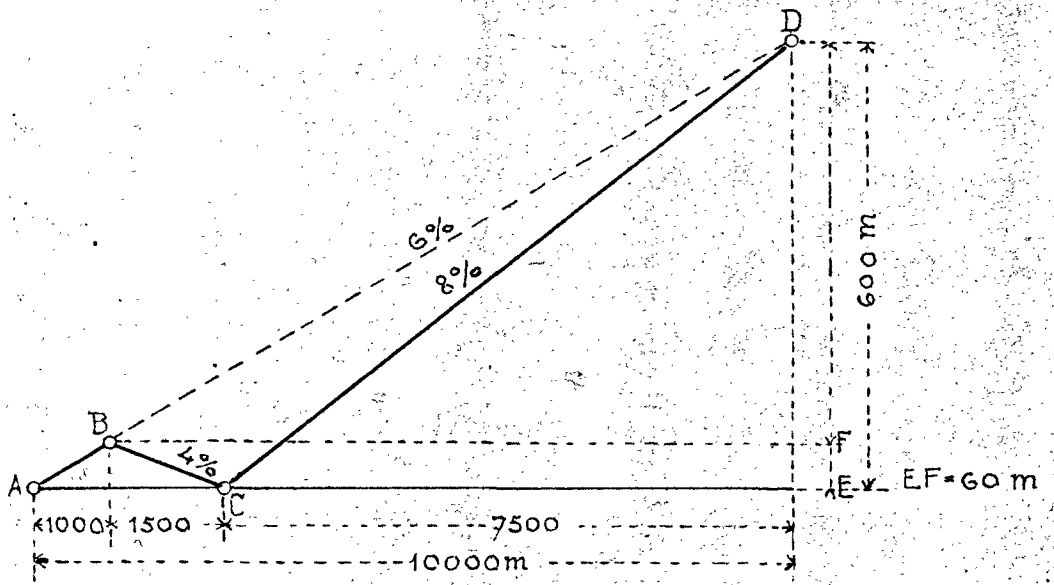
K o n e c

KOMBINACIJE RAZNIH PADCEV OZIROMA VZPONOV  
 TER PADCEV IN VZPONOV





VIII. primer



IX. primer

