

TEHNIČNO POROČILO z geomehanskimi preiskavami

**Za sanaciji plazu-nestabilnega terena v območju ceste in ureditev dreniranja -odvodnje
pod in nad cesto JP 906 043 k.o. Lemberg okolica v dolžini cca 180m.**

ID 1222671

T.1 PROJEKTNE OSNOVE

Izhodišče je obstoječa stanje.
Geodetske podloge.
Geomehanske preiskave .

T.1.1 Splošno

Večje deformacije so nastale po močnejšem deževju 14-23 maja 2023, ID 1222671, deformacije se pojavljajo v območju pod cesto v trikotniku med JP 906 043 in LC 406 021, kjer je teren precej zamočvirjen (najverjetneje gre za vodo, katero izrivajo porni tlaki) istočasno pa so vidne močne deformacije desnega roba ceste v katerega se prelivajo vode izpod vrha daljšega hriba. Cesta poteka prečno preko pobočja v mešanem profilu.

V danem primeru gre za ožje nestabilno območje nad in pod obstoječo cesto, vidno je da se deformacije pojavljajo v območju predvsem nad cesto kjer so vidni lokalni manjši narivni robovi.

Leta 2016 je bil urejen nestabilni-plazovit del ceste LC 406 021, v območju krivine cca 100m pred sedanjim predvidenim posegom, je urejena primarna odvodnja, katera je tudi do sedaj vsa zajeta voda cca 50-100m do sedaj odtekala v jarke in z iztokom na obstoječo kanaletno odvodnjo.

Tako se sedanja ureditev odvodnje naveže že na izvedeno leta 2016, katera je izvedena po hudourniških kanaletah v dolino neimenovanega potoka.

Razlog za nestabilnost je iskati v relativno strmem in dolgem pobočju izpod vrha daljšega hriba, s katerega dotekajo ob večjem deževju velike količine površinskih voda, del njih na poti ponikne in te globinske vode na stiku s hribinsko osnovo povzročajo porne tlake in s tem posledično drsenje .

Obstojata nevarnost, da bo ob močnem deževju, nastalo še več odlomnih-narivnih robov, , zatekanje vode pa lahko povzroči dodatno širjenje plazov proti hišam.

Vidno je da so že v preteklosti bile izvedene lokalno odvodnjavanje – dreniranje, katero pa je relativno plitvo z izpustom v obcestni jarek in nekontrolirani izpusti iz zgornje ceste itd..

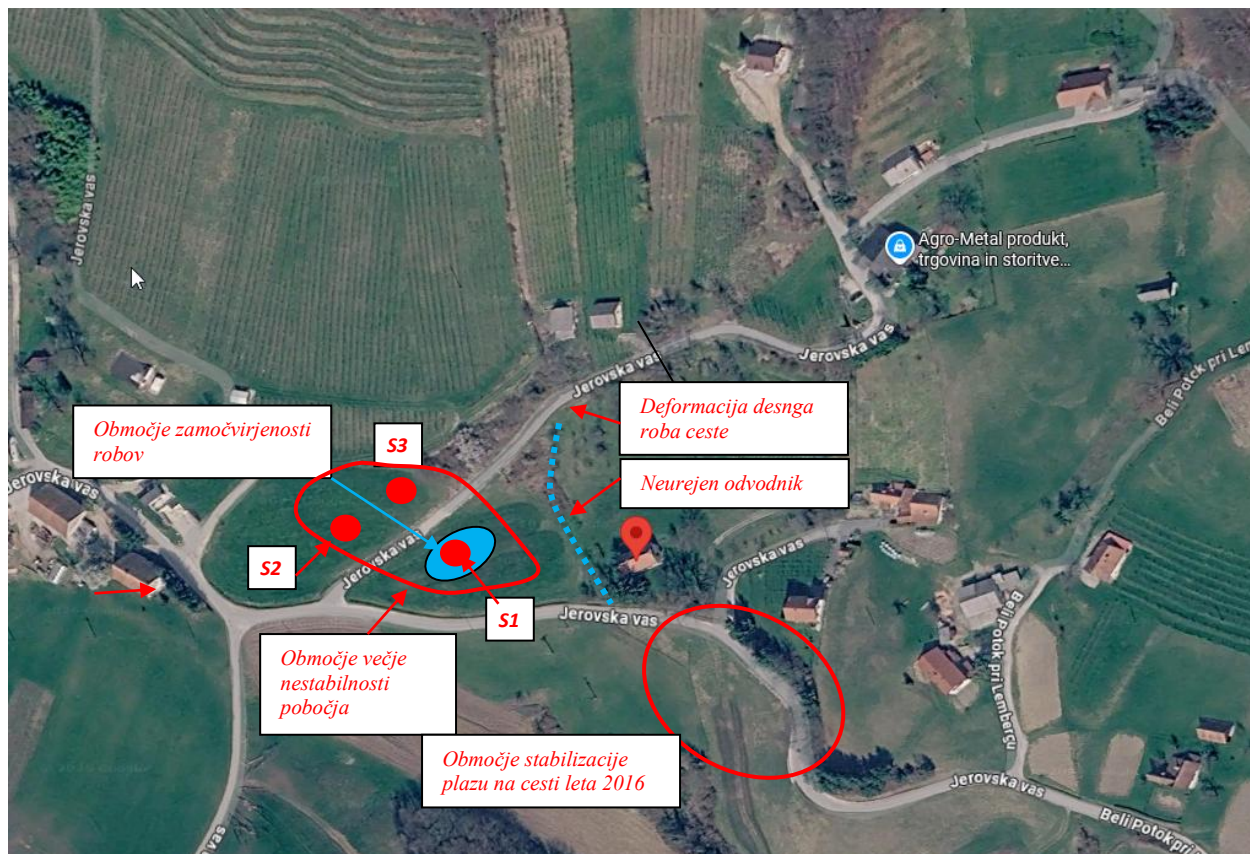
Posledično je prišlo do večjih deformacij desnega roba ceste, kjer se odlomni rob jasno vidi na cesti, katera je deformirana (posedena u do 10cm) in že ogroža prometno varnost.

Na cesti je prišlo lokalno do njenega vzdolžnega prestriženja v liniji ob desnem robu ceste in vidi se nagubanost ceste, zaradi premjane debeline spodnjega ustroja. Globalno gledano bo takšno premikanje tal lahko dolgoročno ogrozilo stabilnost ceste še v večjem obsegu.

Za določitev geoloških razmer je bilo širše obravnavano območje geodetsko posneto, mesto nestabilnega terena pa preiskano s tremi sondažnimi izkopi do hribinske osnove kompaktnega laporja.

Točke v situaciji so vezane na Gauss Krugerjev koordinatni sistem.

Na objektih v neposredni bližini za enkrat ni vidnih poškodb. Izvedeni so bili trije sondažni izkopi



Orto foto omenjenega nestabilnega terena s prikazom odlomnih robov.



*Fotografija 1
Pogled na cesto
od P2, kjer je med
P3 – P4 prelom
ceste prav tako
izriva. Občina
Šmarje je
odstranila asfalt in
cesto dogradila z
TD0/32mm..*



Fotografija 2. Pogled na nariv in območje zamočvirjenosti, kjer voda zaradi pornih tlakov prehaja na površje.



Fotografija 3. Pogled v dolgo pobočje nad cesto, kjer v zgornjem gozdnem območju zatečejo vode v gruščnate plasti dolomita in ponikne v globine, V območju manjšega plazu pa očitno ne najde izhoda.



Fotografija 4. Pogled v območje P5, kjer se začne prelom- posedek desnega roba ceste, kateri pa je posledica strmega pobočja pod cesto, katero ne nudi zadostnega pasivnega odpora pobočja pri prometni obremenitvi.



Fotografija 5. Pogled v prelom ceste med P7-P8, v območju od P2 – P8 je vzdolž desnega roba ceste je predvidena skalnata peta globine 1,5m, katera bo prometne obremenitve prenesla v globino, kjer je dosežen pasivni odpor, istočasno pa se bo obremenitev vzdolžno prerazporedila na dolžino cca 2-3m.



Fotografija 6 Pogled v zaraščen naravni žleb-jarek kjer se uredi odvodnja s kanaletami in naveže na odvodnjo izvedeno leta 2016 v okviru sanacije plazu pod cesto LC 406 021



Fotografija 7. Pogled na poškodovano cesto in na območje plazu pod cesto LC 406 021 leta 2016

SONDA 1



*Fotografija 8.
Pogled na izkop
sonde S1, kjer je
vidna precej
zasičen glinen
materija do globine
-2,4m.*



*Fotografija 9.
Pogled na drsino
na globini 3,1m,
kjer se pojavlja
precejna voda v
plasti preperine
laporja.*

Vrsta raziskav-sonda 1	Obseg del
------------------------	-----------

- humos	0,00-0,30m
- mehka lahko gnetna meljasta glina(plastična)	0,30-2,40m
- preperina	2,40-2,90 m
- lapor	2,90-3,80 m

SONDA S2


*Fotografija 10
Pogled na razkop
sonde S2, kjer se
vidi prestriženje
zemljine*



*Fotografija 11.
Kompakten lapor na
globini 2,9m-3,0m.*

Vrsta raziskav – sonda 2	Obseg del
--------------------------	-----------

- humos	0,00-0,50m
- rjava delno gnetna meljasta glina	0,50-2,40m
- preperina (vidna precejna voda)	2,40-2,80 m
- lapor	3,00m

SONDA 3



Fotografija 12.
Pogled na razkop
sonde 3,



Fotografija 13
Kompakten lapor
dosežen na 2,7-
3,0m.

Vrsta raziskav-sonda 3	Obseg del
- humos	0,00-0,35m
- glina s samicami	0,35-2,40m
- preperina (vidna precejna voda)	2,40-2,80m
- lapor	3,00m

Sondiranje ceste je bilo na dveh lokacijah ob desnem robu



Izkop 1 desni rob v stacionaži cca 70m (P 4) debelina grede cca 37cm.



Izkop 2 desni rob v stacionaži cca 120m (P 4) debelina grede cca 39-45cm.

T.2 Geološko – geomehanski podatki

Vidno je, da je posledico nestabilnosti ceste in pobočja iskati v precej dolgem pobočju nad cesto v dolžini cca 250-300m iz katerega odteka voda po pobočju, pri čemer jih glavčina zateče v območju stika skalnate osnove z zaglinjenim gruščem, ostale pa iz obdelanih kmetijskih površin v jarek ob cesti in naprej v vodni zemeljski jarek .

V območju predvidenega posega so bili izvedeni trije sondažni izkopi, kateri kažejo medsebojno podobnost v strukturni sestavi.

Krovno plast tvorijo pliocenske plasti rjave – meljaste gline in meljevca, krovna glinena plast v debelini cca 2,0m - 3m.

Pri sondiranju je opazno, da so gline zelo težko gnetne, kar najverjetneje povzroča zastajanje vode in povzročitev pornih tlakov.

Pojav vode je bil viden na dveh sondah v preperinskem sloju.

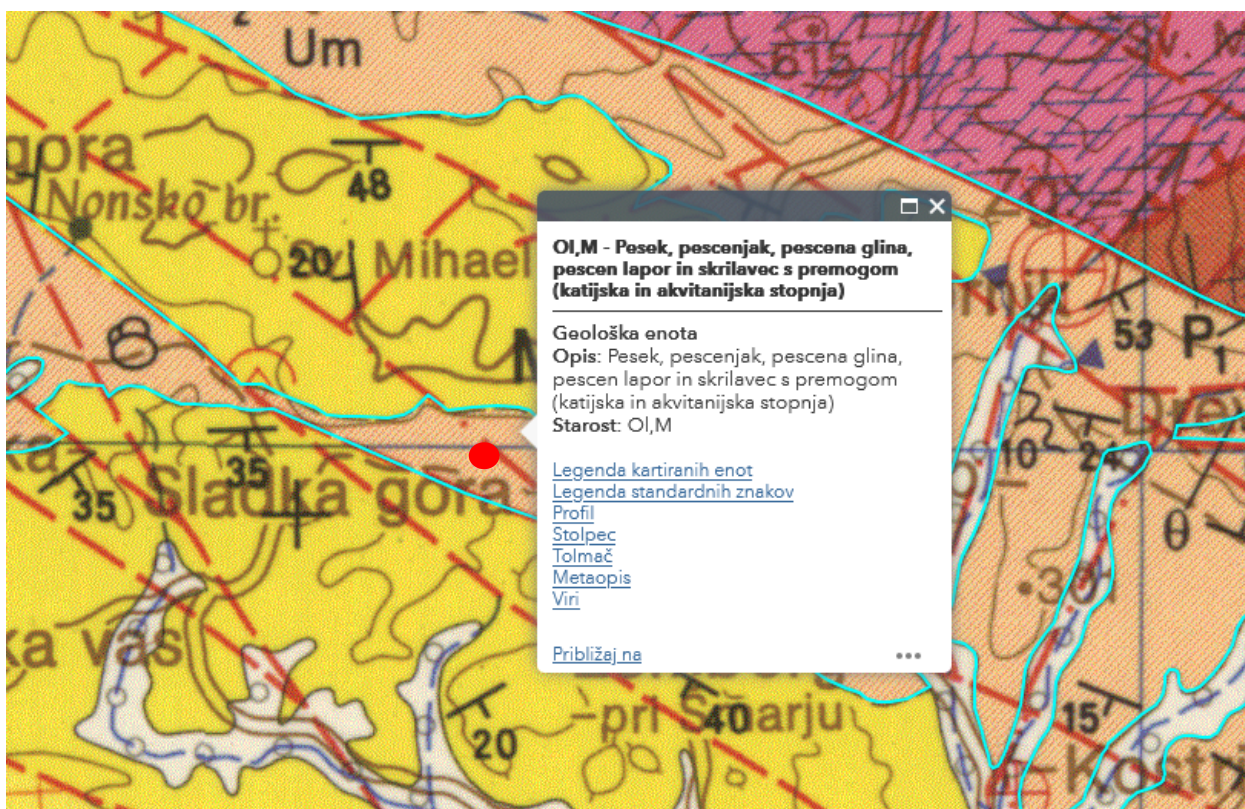
Drсна ploskev v osi plazu je na globini cca 2,5-3,1m.

Vse do sedaj videno kaže na to, da se plazišče lomi in guba preko travnika v dolino.

Projekt predvideva, globokega dreniranja, z namenom sproščanja pornih tlakov podtalne vode.

V ta namen je nad cesto predvideno globoko dreniranje na 3m, kjer je nad drenažami predvidena vgradnja drenažnega lomljenca v količini 2m³/m¹, kateri bo omogočil izcejanje precejni voda.

Za stabilnost desnega roba ceste je potrebna izvedba kamnite pete.



Osnovna geološka karta Celje L33-67,.

Vsa dela na plazu je potrebno obvezno izvajati v suhem obdobju (maj-september), v primeru napovedi večjih padavin pa vsakič dela zaključiti v smislu preprečitve negativnih posledic.

Obvezno je izvajati odvodnjo od iztoka navzgor.

Pri sanaciji nestabilnega terena se je potrebno zavedati, da je ključna izvedba ustreznega dreniranja, da ne bo prišlo do ponovne reaktivacije plazenja, kajti ustrezno dreniranje po povečalo trenje na stiku drseče zemljine s hribinsko osnovo.

Parametri za izračun

Glinen pokrov	
Sestava	Pusta vlažna glina
Prostorninska teža ¹	19,0kN/m ³
Strižni kot ¹	21°-23°
Kohezija ¹	0,5-1 kPa
Hribina	
Sestava	Peščen lapor
Prostorninska teža ¹	21,5 kN/m ³
Strižni kot ¹	32°
Kohezija ¹	8 kPa
Tlačna trdnost ¹	> 500 kPa

T. 2.1 Geostatične in stabilnostne analize

Geostatične in stabilnostne analize so narejene po metodi končnih elementov s programom MIDAS GTS NX 2021 v1.1.

Numerični izračun temelji na nelinearni analizi po računskih (gradbenih) fazah z upoštevanjem idealnega elasto – plastičnega »Mohr - Coulomb« materialnega modela. V geostatičnih analizah se za kontrolo mejnega stanja nosilnosti, karakteristične trdnostne karakteristike upoštevanih zemljin in polhribine reducirajo z delnima faktorjema $\gamma\phi = \gamma_c = 1,25$. Izračunani faktor varnosti proti porušitvi obstoječega stanja pri projektnem nivoju vode je $F_{os} \approx 1,0$. Za zagotovitev ustreznega faktorja varnosti po SIST EN 1997-1:2005, $F_{os} \geq 1,25$ ter za zagotavljanje projektne odpornosti v vseh projektnih stanjih, pri čemer je potrebno izvesti dreniranje pobočja nad cesto, katera je glavni razlog za nestabilnost območja.

Geostatična analiza pobočja izkazuje varnost pobočja v območju posega

Pri znižanju vode z drenažami za 2m $F_{os} 1.49 > 1,25$, pri znižanju za 3m, v območju prehoda preperine v lapor.

T. 3 Stabilizacijo desnega roba ceste

Ob desnem robu je predvidena kamnito betonska peta iz masivnih skal 40-70cm, v globino 1,8m pod koto nivelete, kajti strma brežina ne nudi ustreznega pasivnega odpora robu ceste. Med skale se sproti vgrajuje lomljenec 30/90mm za zapolnitev masivnih skal. Kamen mora biti zmrzlinško odporen.

T.4.0 Tehnologija izvedbe

T.4.1 Organizacija prometa med gradnjo

Izgradnja-sanacija plazu z drenažnim sistemom pod in nad cesto, zahteva v glavnini delno zaporo z omejitvijo hitrosti in oznakami za delovišče, za obdobje 60 dni.

V fazi izvedbe, kamnite pete, prekopa preko ceste in obnove ceste bo potrebna popolno zaporo ceste, ocena popolne zapore cca 30dni, kajti cesta nim oboza in bo dostop do štirih objektov omejen z načinom umikanja mehanizacije.

T.4.2 Deponije

Priporočam da se odvečni izkopani material nad cesto se deponira znotraj gradbišča; to je na parcelah nad cesto 1164/1, 1164/5 in 1159/3, kjer so večji vpadi, investitor je dolžan, da z lastniki je uskladi dovoljenja za posege in uporabo zemljišč.

Izkopani humus se odrine izven posega, da se ne bodo izkopni materiali mešali, po sanaciji se humos ponovno vgradi na brežine v min debelini .

Po humoziranju se izvede prehod z roto brano in posaditev trave s sejalnico.

T.4.3 Izvedba gradbiščne dovozne ceste

Gradbiščna cesta se izvede z nasutjem kamnitega lomljenega drenažnega materiala (30/90). Izvajalec del naj sprotno izvaja nasip z namenom, da se bo material vtisnil v glino. Material se po izvedbi izkoplje in nadgradi v območje drenaž.

T.4. Zemeljska dela

Na območju plazu se odstrani humos v debelini min. 25cm v širini še cca 5m več kot so krajne lokacije izkopa drenaž.

Izkopni materiala od drenaž se odmeta na razdaljo, katera ne bo ovirala same izvedbe posega. Naklon trapeznega izkopa do 1:1, naklon se bo sprotno prilagajal z ozirom na karakteristike materiala.

Izvedba odvodnje se začne izvajati od izpusta v naravni jarek nazaj proti odlomnim robovom , z drenažno odvodnja po ceveh.

Pri izkopu za drenaže se izvede najprej široki trapezni izkop v globino do 1-2m, nato pa izkop preseka 1,7 do 3 m , za vgradnjo razpiralnega opaža nosilnosti min. >20kN/m². Pri izkopu za kamnita gnezda se ta izvede pod strižnim kotom stabilne brežine (60°) in nasip drenažnega lomljenca 30/90mm.

V fazi finalizacije se teren splanira tako, da bo površina za delo z kmetijsko mehanizacijo. Po posejanju trave bo potrebno stanje kontrolirati do zazelenitve.

T.4.5 Odvodnjavanje

Globalno je potrebno izvesti dreniranje in odvodnjo v dolino v območje naravnih jarkov, kjer se izvede kamnito betonsko korito v območju iztoka v dolžini 10m, za preprečitev erozije.

V liniji **P1** od izpusta cevi v obstoječ naravni jarek kjer se izvede armirano betonsko kamnito korito v liniji sedanjega naravnega jarka ob LC 406 021, kjer se uredi obstoječ jarek s kanaletami in navezava na urejeno odvodnjo izvedeno s kanaletami ob sanaciji plazu leta 2016.

V nadaljevanju se najprej izvede DKC cevi s pripadajočimi jaški, na katere se navežejo sekundarne drenaže.

Zbirna voda se v **P2** odvede s prepustom PP ID 400 v hudourniške kanalete, pod katerimi je drenaža DKC 110 na globini 2m.

Vse drenaže in meteorni odvodi, se najprej zasipajo z frakcijo 8/16mm 0,20-0,40 m³/m¹, nato pa lomljenec 30/90mm 2,0m³/m¹.

Vzdolž celotnega roba vozišča se izvede drenažna kanalizacija iz cevi DKC, katera se vgradi na 10cm sloj betona C 16/20, nanjo se obsipa frakcije 8-16mm v količini 0,2-0,35m³/m¹, nadgradnja pa z frakcijo 30-64mm(30-90mm), ta frakcija se na zaledni strani izvede do kote terena z namenom, da bo vodi onemogočen vstop v vse sloje ceste.

V jaške bo odtekala tudi meteorna voda iz asfaltnih muld.

Dimenzije odvodnje upoštevajo vpliv podnebnih sprememb za scenarija RCP 4.5 in RCP 8.5, do leta 2050 na osnovi publikacije »Ocena podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21.stoletja«

T. 5 Komunalni vodi

Po podatkih javnih informacij v območju posega poteka ob levem robu vodovod.

Zakoličbenih podatkov ni, je pa upravljavec OKP Rogaška Slatina seznanjen z potrebnim posegom s strani naročnika in bo problematiko konstruktivno reševal.

Vertikalno v pobočje nadzemni SNV elektro vod, pred gradnjo se naj preveri ali imajo lastniki kakšne interne vode.

T.6 Obnova cestišča

Predhodno izdelana dokumentacija

- Tahimetrični geodetski posnetek s prečnimi profili ceste
- Geomehansko sondiranje (nasutja 35-45cm).
- Cesta se ohranja na obstoječi trasi z delno razširitvijo.

Podatki o prometu niso na razpolago, na osnovi opazovanj lahko prometno obtežbo definiramo kot nizko. Prometna obremenitev EOV v 20 letih ne bo presegla 2×10^5 , prehodov.

Obstoječe razmere

Cesta je povezava med zaselki občine Šmarje pri Jelšah. Cesta je speljana po pobočju hribovitega terena. Širina asfalta ceste znaša 3,0 in mulda.

Vozišče je močno deformirano vzdolžno-prečno in razpokano, na odsekih tudi večkrat posedeno.

Geodetske podloge

Za izdelavo projektne dokumentacije, smo pridobili tahimetrični posnetek terena s posnetimi prečnimi profili ceste. Posnetek je izdelalo podjetje Dean Kobale s.p. Ostali geodetski podatki, DKN, TTN 5000, pa so last GURS.

T. 6.1 Trasirni elementi

Potek trase je po obstoječi cesti.

Prometa je malo, cesta poteka med redko poselitvijo, zato sem ceste okarakteriziral kot malo prometno cest z zelo lahko prometno obremenitvijo, katera nima povezave z ostalimi cestami. Elementi vozišča se ne spreminjajo in v glavnem zadoščajo za računsko hitrost 30-40 km/h.

Računska hitrost:

Na lokalni cesti velja administrativna omejitev hitrosti na 40km/h, ki je urejena z obstoječo vertikalno signalizacijo na začetku odseka, ter velja za celotni odsek ceste.

horizontalni elementi:

Na celotnem odseku so ustrezni.

vertikalni elementi:

Vertikalni elementi so prilagojeni računski hitrosti 40 km/h.

prečni skloni:

Prečni skloni na cesti so enostranski in sledijo horizontalnim elementom in znaša 2.5%.

vzdolžni skloni: Vzдолžni sklon je 10,6 – 15,6%.

Razširitve vozišča:

Razširitve vozišča v krivini niso upoštevane, ker bi bili posegi neracionalni. Srečanje večjih vozil se bo izvajalo v območju mulde in bankin.

Prečni prerez

Karakteristični profili ceste so naslednji:

▪	bankina	0.50 m
▪	asfaltna mulda z drenažo	0,50m+50m 1.00 m
▪	<u>dvosmerno vozišče</u>	<u>3.00 m</u>
▪	<u>Skupaj</u>	<u>4.50m</u>
▪		

T. 6.2 DOLOČITEV DIMENZIJ VOZIŠČNE KONSTRUKCIJE (PO TSC 06.520:2009)

Pod obstoječo voziščno konstrukcijo upoštevamo vrednost CBR = 3 %

Za prevzem predvidene zelo lahke prometne obremenitve $T_{20} = 5.16 \times 10^4$ prehodov NOO 100 kN Dimenzioniranje voziščne konstrukcije izvedemo po TSC 06.512:2009 kjer je za T_5 in CBR=3% predvidena voziščna konstrukcija iz naslednjih slojev:

Asfaltne plasti	min 7cm
Nevezane zmesi	min 40cm

Debelinski indeks voziščne konstrukcije znaša:

$$D_p = 7 \times 0,42 + 40 \times 0,14 = 8.65 \text{ cm}$$

Povprečne vrednosti faktorjev ekvivalentnosti materialov (a_1):

Bitumenski beton (AC 16 surf A4, Z2)	0,42
Drobljenec	0,14
Prodec	0,11

VOZIŠČE:

Servisna pot			
obrabni sloj (AC 16 surf, A4, Z2)	7	0.42	2.94
Spodnji nosilni sloj (TD 32)	25	0.14	3.50
kamnita greda (TD 64)	40	0.14	5,60
Skupaj :	77	D dej =	12,04

$$D_{dej} > D_{potr} = 12,04 \text{ cm} > 8.65 \text{ cm}$$

NAČIN IZVEDBE

- izvede se rezanje in rezkanje obstoječega asfalta na priključevanjih
- izkop in razširitev vozišča s postopnim stopničenjem, vgradnjo izboljšave temeljnih tal v območju levega roba ceste. Vzdolž desnega roba se vgradi kamnita peta in nato vgradnja tamponske plasti.
- vgradnja asfaltne plasti: nosilno obrabni sloj asfalta AC 16 base B 50/70 A4, Z2 v debelini 7cm.

ZAHTEVE KVALITETE

Izvajalec mora dosegati zahtevano kvaliteto proizvedenih in vgrajenih materialov ter izpolnjevati zahtevane pogoje delovnih in tehnoloških postopkov, predpisane z zadevnimi standardi in posebnimi tehničnimi pogoji za voziščne konstrukcije. Pri tem je potrebno za nevezane nosilne plasti in asfalte dosegati kriterije za lahko prometno obremenitev.

Podlaga vozišče konstrukcije mora biti zadostno zgoščena. Deformacijski modul na planumu posteljice mora znašati najmanj **$E_{vd} = 40 \text{ MPa}$** . Na planumu TD32 je potrebno material zvaljati do zbitost **$E_{vd} \geq 50 \text{ MPa}$** oziroma **$E_{v2} \geq 100-120 \text{ MPa}$** in doseči 98 % zgoščenost zmesi po modificiranem Proctorjevem postopku (MPP).

.Meritve morajo biti izvedene vsaj z dinamično ploščo po **TSC 06.720: 2003** (Meritve in preiskave: deformacijski moduli vgrajenih materialov).

Spodnji ustroj

Z rekonstrukcijo voziščne konstrukcije, posegamo v spodnji ustroj predvsem ob razširitvah robu ceste, kjer bo potrebno odriniti humus, izkopati obstoječ nenosilni sloj, in ga deponirati ob robu gradbišča. Izkopan material se odvaža v deponijo. Na razširitvah je potrebno utrditi tako planum za izgradnjo rekonstrukcije vozišča. Na obstoječem vozišču

pa se obstoječ tampon ohrani. Je v debelini minimalno 37cm in v zadovoljivem stanju.

Zgornji ustroj

Na obravnavanem odseku se zgornji ustroj obstoječega vozišča, v celoti ohrani, razen na območju, kjer se ohrani niveleta, na razširjenem delu pa se izvede kot novogradnja z vgradnjo posteljice v debelini 40cm in tampona v debelini min.20cm (oba sloji morata biti iz zmrzlinosko odpornega 100% drobljenca .

Za asfaltno površino se uporabi AC 16 base B 50/70 A4, Z2 v debelini 7cm, še nosilni in obrabni sloj asfalta po spodnji tabeli.

Zgornji ustroj je sledečih dimenzij:

Nova voziščna konstrukcija na rekonstruiranem delu:

Debelin	Oznaka	Opomba
4 cm	AC11 surf B 70/100, A3	Obrabni sloj asfalta
6 cm	AC 22,base B 50/70,A4	Nosilni sloj asfalta
25cm	TD 32	TD 0/32 100% drobljenec
35-40	TD-TP 63	Obstoječ tampon
70 cm	Minimalna skupna debelina	

Oprema za zavarovanje prometa

Na območju posega je predvidena vgradnja JVO N2, W4 v dolžini 104m skupaj z zaključnicami.

Izven JVO predlagam postavitev plastičnih smernikov na 12-25m.

T.8 Zaključki in predlogi

Vsa dela je potrebno izvajati v skladu s projektno dokumentacijo, veljavnimi predpisi in standardi. Nadzornik mora vršiti kontrolo vgrajenih materialov.

Izvajalec mora pri izvedbi sanacije upoštevati pogoje lastnikov parcel, katere predhodno uskladi naročnik.

Temeljna tla mora prevzeti geomehanik, vse drenaže morajo biti vkopane min. 30-40cm v kompaktni lapor.

Maribor, junij 2026

Sestavil:

Metod Krajnc dipl. ing. gr.