VIŠJA STROKOVNA ŠOLA ACADEMIA

MARIBOR

PRIMERJAVA OBSTOJEČEGA STANJA IN OBNOVE VOZNE POVRŠINE NA AC A5 0813 TURNIŠČE – RAZCEP DOLGA VAS

Kandidat: Mitja Lovenjak

Vrsta študija: študent izrednega študija

Študijski program: Gradbeništvo

Mentor predavatelj: Bojan Dapčević, univ. dipl. inž. grad.

Mentor v podjetju: Benjamin Gjergjek inž. grad.

Lektorica: Sonja Benčina, univ. dipl. prev.

Maribor, 2024

IZJAVA O AVTORSTVU DIPLOMSKEGA DELA

Podpisani Mitja Lovenjak sem avtor diplomskega dela z naslovom Primerjava obstoječega stanja in obnove vozne površine na AC A5 0813 Turnišče – razcep Dolga Vas, ki sem ga napisal pod mentorstvom Bojana Dapčeviča, univ. dipl. inž. grad.

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- je predloženo delo izključno rezultat mojega dela,
- sem poskrbel, da so dela in mnenja drugih avtorjev, ki jih uporabljam v predloženi nalogi, navedena oz. citirana skladno s pravili Višje strokovne šole Academia Maribor,
- se zavedam, da je plagiatorstvo – predstavljanje tujih del oz. misli, kot moje lastne kaznivo po Zakonu o avtorski in sorodnih pravicah (Uradni list RS, št. 16/07 – uradno prečiščeno besedilo, 68/08, 110/13, 56/15 in 63/16 – ZKUASP); prekršek pa podleže tudi ukrepom Višje strokovne šole Academia Maribor skladno z njenimi pravili,
- skladno z 32.a členom ZASP dovoljujem Višji strokovni šoli Academia Maribor objavo diplomskega dela na spletnem portalu šole.

Maribor, september 2024 Podpis študenta:

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju Bojanu Dapčeviču, univ. dipl. inž. grad., za pomoč in vodenje pri opravljanju diplomskega dela. Zahvaljujem se tudi podjetju Pomgrad za posredovanje potrebnih virov in podatkov.

Posebej bi se rad zahvalil svoji družini in prijateljem za vso pomoč, podporo in spodbudo pri dokončanju študija.

POVZETEK

V diplomskem delu z naslovom *Primerjava obstoječega stanja in obnove vozne površine na AC A5 0813 Turnišče – razcep Dolga Vas* sem analiziral učinke obnove na varnost prometa, vsebnost bitumna v veznem sloju in stroške obnove. Da bi ocenil, kako se je po obnovi vozne površine povečala varnost prometa, sem uporabil analizo podatkov o prometnih nesrečah, zbranih pred obnovo in po njej, ter izvedel primerjalno analizo statističnih podatkov. Nadalje sem preverjal, ali je vsebnost bitumna v veznem sloju AC 22 po obnovi resnično za 10 % večja, kar sem potrdil z laboratorijskimi analizami vzorcev asfalta, odvzetih pred obnovo in po njej. Eden izmed pomembnih vidikov raziskave je bil tudi ekonomski vidik obnove. Natančno sem ocenil stroškovno učinkovitost uporabe ojačitvenih mrež kot alternative celotnemu frezanju starega asfalta. Moje analize so pokazale, da je vgradnja ojačitvenih mrež bistveno cenejša kot popolno frezanje, kar pomeni, da predstavlja ta metoda učinkovit in stroškovno ugoden pristop k podaljšanju življenjske dobe cestišča. V okviru raziskave sem prav tako podrobno opisal celoten postopek vgrajevanja asfalta ter različne vrste uporabljenih asfaltov in njihove sestavine. Posebej sem izpostavil, kako posamezne komponente vplivajo na končno kakovost in trajnost obnovljene vozne površine. Poleg tega sem natančno opisal tudi postopek vgradnje ojačitvenih mrež, vključno z njihovimi tehničnimi lastnostmi in vplivom na stabilnost in dolgoživost cestišča.

Prav tako sem v svoji nalogi opisal postopek izvedbe pobrizga, ki je ključen za zagotavljanje dobre oprijemljivosti med posameznimi plastmi asfalta. Pobrizg, ki se izvaja z uporabo bitumenske emulzije, zagotavlja vezavo med starim in novim slojem asfalta, kar prispeva k boljši strukturi in daljši življenjski dobi cestišča.

Na koncu sem se osredotočil na krovno temo umetne inteligence in novih tehnologij v gradbeništvu, kjer sem podrobno opisal uporabo finišerja Big MultiPlex Ski. Z opisom te tehnologije sem pokazal, kako umetna inteligenca in sodobne naprave omogočajo učinkovitejše in natančnejše gradbene postopke, kar v končni fazi izboljšuje varnost, trajnost in stroškovno učinkovitost infrastrukture.

Ključne besede: prometna varnost, obnova vozne površine, bitumen, ojačitvene mreže, pobrizg

ABSTRACT

Comparison of the Current State and Rehabilitation of the Road Surface on AC A5 0813 Turnišče – Exit Dolga Vas

I analyzed the effects of the rehabilitation on traffic safety, the bitumen content in the base layer, and the costs of the renovation. To assess how traffic safety improved after the rehabilitation of the road surface, I used an analysis of traffic accident data collected before and after the renovation, as well as conducted a comparative analysis of statistical data. Furthermore, I investigated whether the bitumen content in the base layer AC 22 after the renovation was indeed 10% higher, which I confirmed through laboratory analyses of asphalt samples taken before and after the renovation.

One of the important aspects of the research was also the economic aspect of the rehabilitation. I carefully assessed the cost-effectiveness of using reinforcement grids as an alternative to the complete milling of the old asphalt. My analyses showed that the installation of reinforcement grids is significantly cheaper compared to complete milling, which means that this method represents an effective and cost-efficient approach to extending the lifespan of the roadway.

In the course of the research, I also provided a detailed description of the entire asphalt installation process, the different types of asphalt used, and their components. I particularly emphasized how individual components affect the final quality and durability of the rehabilitated road surface. Additionally, I thoroughly described the process of installing reinforcement grids, including their technical properties and impact on the stability and longevity of the roadway. I also described the process of applying a tack coat, which is crucial for ensuring good adhesion between the individual layers of asphalt. The tack coat, which is applied using bitumen emulsion, ensures bonding between the old and new asphalt layers, contributing to better structure and longer lifespan of the roadway.

Finally, I focused on the overarching theme of artificial intelligence and new technologies in construction, where I provided a detailed description of the use of the Big MultiPlex Ski finisher. By describing this technology, I demonstrated how artificial intelligence and modern devices enable more efficient and precise construction processes, ultimately improving the safety, durability, and cost-effectiveness of infrastructure.

Keywords: traffic safety, road surface rehabilitation, bitumen, reinforcement grids, tack coat.

VSEBINA

1 UVOD 9
1.1 OPIS PODROČJA IN OPREDELITEV PROBLEMA 9
1.2 NAMEN, CILJI IN OSNOVNE TRDITVE 9
1.3 PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE 10
1.4 UPORABLJENE RAZISKOVALNE METODE 10

2 DELO V PROJEKTNI SKUPINI 11

3 AVTOCESTA 13
3.1 GRADNJA AVTOCESTE SKOZI ZGODOVINO 13
3.2 PRVA AVTOCESTA V SLOVENIJI 14
3.3 DRUŽBA ZA AVTOCESTE V REPUBLIKI SLOVENIJI 15
3.4 NADGRADNJE ZA VEČJO VARNOST, PRETOČNOST IN UDOBJE 16
3.5 POMURSKI AVTOCESTNI KRAK 17

4 OBSTOJEČE STANJE 19
4.1 OPIS STANJA 19
4.1.1 Predlog za sanacijo 20
4.2 KRATEK OPIS GRADBENEGA POSEGA 21
4.3 POVZETEK DIMENZIONIRANJA ZGORNJEGA USTROJA 22
4.4 KAKOVOST IZVEDBE 23
4.5 PROMETNE OBREMENITVE 26

5 NAČIN IZVEDBE 27
5.1 IZVEDBA NAVEZANE NOSILNE PLASTI 27
5.1.1 Kakovost izvedbe, preverjanje kakovosti izvedbe 28
5.2 IZVEDBA VEZANIH NOSILNIH IN OBRABNIH PLASTI 29
5.2.1 Nosilna plast AC 32 base B 50/70 A1/A2 29
5.2.2 Nosilna plast AC 22 base B 50/70 A3 30
5.2.3 Vezna asfaltna plast AC 22 bin PmB 45/80-65 A1/A2 32
5.2.4 Obrabno zaporna plast asfalta SMA 11 PmB 45/80-65 A1/A2 33
5.2.5 Obrabno zaporna plast asfalta AC 11 surf B 70/100 A4 35
5.3 POBRIZG PODLAGE 36

6 VGRADNJA OJAČITVENIH MREŽ JE 70 % CENEJŠA OD CELOTNEGA FREZANJA 39
6.1 VGRADNJA ARMIRNE MREŽE 39
6.2 POSTOPKI ZA POPRAVILO POŠKODB 42
6.3 REZKANJE 43
6.4 PRIMERJAVA IZRAČUNA VGRADNJE OJAČITVENE MREŽE IN CELOTNEGA FREZANJA 45
6.4.1 Izračun za vgradnjo mrež 45
6.4.2 Izračun za celotno rezkanje in vgradnjo asfalta 46
6.4.3 Končna ocena 46

7 PO OBNOVI SE JE V VEZNEM SLOJU POVEČALA VSEBNOST BITUMNA ZA 10 % 47
7.1 REZULTATI TERENSKEGA IN LABORATORIJSKEGA PRESKUŠANJA VOZIŠČNE KONSTRUKCIJE (SONDAŽNI RAZKOPI) NA AC A5 0813 TURNIŠČE – RAZCEP DOLGA VAS 47
7.1.1 Laboratorijske preiskave asfaltnih plasti 49

7.1.2 Ocena stanja *52*
7.2 VSEBNOST BITUMNA PO OBNOVI 52
7.2.1 Končna ocena *53*

8 PO OBNOVI VOZNE POVRŠINE SE JE POVEČALA PROMETNA VARNOST ZA 10 % 54
8.1 VPLIVI NA VARNOST VOŽNJE 54
8.2 STATISTIKA PROMETNIH NESREČ PRED IN PO OBNOVI 55
8.3 JEKLENE VARNOSTNE OGRAJE 55
8.4 BETONSKE VARNOSTNE OGRAJE 58
8.5 DODATNE OGRAJE PO OBNOVI 59
8.5.1 Končna ocena *61*

9 PRI OBNOVI VOZNE POVRŠINE SE JE UPORABIL FINIŠER BIG MULTIPLEX SKI, OPREMLJEN Z NAPREDNIMI SENZORJI, KI TEMELJIJO NA UMETNI INTELIGENCI 62
9.1 UMETNA INTELIGENCA 62
9.2 PRILJUBLJENE NOVE GRADBENE TEHNOLOGIJE 62
9.2.1 BIM (informacijsko modeliranje zgradb) *62*
9.2.2 3D-tisk in droni *64*
9.3 FINIŠER BIG MULTIPLEX SKI 65
9.3.1 Mehanski kakovostni senzor *66*
9.3.2 Senzor naklona *67*
9.3.3 Enocelični zvočni senzor *67*
9.3.4 Večcelični zvočni senzor *67*
9.3.5 Končna ocena *68*

10 SKLEP 69

11 VIRI IN LITERATURA 72

12 PRILOGE 73

KAZALO SLIK

SLIKA 1: KARAKTERISTIČNI PREČNI PREREZ 12

SLIKA 2: NAČRT CESTE NA ODSEKU 0813 12

SLIKA 3: GRADNJA PRVE SLOVENSKE AVTOCESTE MED VRHNIKO IN POSTOJNO 1970 15

SLIKA 4: POMURSKI AVTOCESTNI KRAK 18

SLIKA 5: PROGNOZA STANJA ODSEKOV V MEJI OBRAVNAVE 19

SLIKA 6: GRADBENA SITUACIJA AC 0813/0913 KM 5,540–KM 7,040 24

SLIKA 7: GRADBENA SITUACIJA AC A5 0813/0913 KM 7,040–K M 8,060 25

SLIKA 8: GRADBENA SITUACIJA AC A5 0813/0913 KM 8,060–KM 9,020 25

SLIKA 9: GRADBENA SITUACIJA AC A5 0813/0913 NA KM 9,020–KM 9,630 IN AC A5 0814/0914 KM25

SLIKA 10: PROMETNE OBREMENITVE 26
SLIKA 11: KARTA PROMETNIH OBREMENITEV 2020 26
SLIKA 12: ZAHTEVANE VREDNOSTI DEFORMACIJSKIH MODULOV NA NEVEZANIH NOSILNIH PLASTEH 28
SLIKA 13: ASFALTNE ZMESI – TRASA, OZNAKE ZMESI, VRSTA BITUMNA, VIR FRAKCIJ, VIR POLNILA – TAP 29
SLIKA 14: VIBRACIJSKI VALJAR HAMM HD O90V 9,0 T / 31
SLIKA 15: IZVEDBA OBRABNE PLASTI SMA11 35
SLIKA 16: POBRIZG Z BITUMENSKO EMULZIJO 38
SLIKA 17: VGRAJEVANJE ARMIRANE MREŽE NA PREČNI RAZPOKI 40
SLIKA 18: POBRIZG PREKO ARMIRANE MREŽE 41
SLIKA 19: REZKANJE 44
SLIKA 20: NASTAVITEV GLOBINE FREZANJA 45
SLIKA 21 : GRAF SEJALNE ANALIZE KAMENE ZMESI (PLAST AC 32 BASE B50/70) 50
SLIKA 22: RAZKOP VZORCA 51
SLIKA 23: : ASFALTNO JEDRO VZORCA 1, KI SE JE PRI ODVZEMU RAZLEPILO MED PLASTEMA BASE IN BIN. 51
SLIKA 24 : POROČILO O NOTRANJI KONTROLI. 52
SLIKA 25: ENOSTRANSKA BVO 59
SLIKA 26: BIM 64
SLIKA 27: FINIŠER BIG MULTIPLEX SKI 66

KAZALO TABEL

TABELA 1: IZMERJENE DEBELINE ASFALTNIH PLASTI PRI ODVZETIH JEDRIH 49
TABELA 2: REZULTATI UGOTAVLJANJA ZRNAVOSTI, PLAST AC 32 BASE B50/70 49
TABELA 3: REZULTATI LABORATORIJSKIH PREISKAV EKSTRAHIRANIH BITUMNOV ZA IZBRANA JEDRA 50
TABELA 4: ŠTEVILO PROMETNIH NESREČ IN VZROKI 55
TABELA 5: MINIMALNA DOLŽINA VARNOSTNE OGRAJE NA POLNI VIŠINI PRED ALI ZA NEVARNIM MESTOM 58

1 UVOD

1.1 Opis področja in opredelitev problema

Gradbeništvo je temeljna panoga, ki igra ključno vlogo pri razvoju infrastrukture, gospodarstva in družbe kot celote. Med različnimi segmenti gradbeništva je gradnja avtocest izjemno pomembna, saj avtoceste predstavljajo osnovo prometne infrastrukture in omogočajo učinkovito povezovanje mest, regij in držav. S sodobnimi pristopi, ki vključujejo napredne tehnologije in trajnostne prakse, se gradnja avtocest nenehno razvija. V zadnjih letih so digitalizacija, avtomatizacija in trajnostni razvoj postali ključni trendi, ki vplivajo na način načrtovanja, gradnje in vzdrževanja avtocest.

Z naraščanjem prometa in potreb po izboljšanju infrastrukture postajajo trajnostni vidiki gradnje avtocest vedno pomembnejši. To vključuje zmanjšanje okoljskega vpliva, optimizacijo rabe virov in uvedbo tehnologij, ki podpirajo energetsko učinkovitost in varnost.

V okviru diplomskega dela sem se odločil osredotočiti na to tematiko, saj sem v preteklem letu opravljal obvezno prakso na projektu gradnje avtoceste, kjer sem imel priložnost biti fizično prisoten pri različnih fazah gradnje.

V prvem delu diplomskega dela bom finančno primerjal dobavo in vgraditev ojačitvenih mrež na razpokah s frezanjem in vgradnjo asfalta. Potem se bom osredotočil na asfalte in primerjal njihove recepture. Na koncu pa bom analiziral, ali se je po obnovi povečala prometna varnost.

1.2 Namen, cilji in osnovne trditve

Osnovni cilj diplomskega dela je primerjati stanje vozišča pred obnovo in po njej. V okviru finančne analize bom preučil razliko v stroških, če na prečne razpoke vgradimo ojačitvene mreže, ter to primerjal s postopkom rezkanja in vgraditve novega nosilnega sloja asfalta. Zanimalo me bo tudi, ali se je vsebnost bitumna v asfaltu veznega sloja AC 22 povečala. Na koncu pa bom raziskal, ali se je po obnovi vozne površine povečala varnost vožnje.

Zastavil sem si naslednje hipoteze:

- **H1**: Vgradnja ojačitvenih mrež je 60 % cenejša od celotnega rezkanja
- **H2**: Po obnovi je v vezni plasti AC22 za 10 % več vsebnosti bitumna
- **H3**: Po obnovi vozne površine se je povečala prometna varnost za 10 %
- **H4**: Pri obnovi vozne površine se je uporabil finišer Big MultiPlex Ski, opremljen z naprednimi senzorji, ki temeljijo na umetni inteligenci

1.3 Predpostavke in omejitve

Za namen izdelave diplomskega dela je na voljo vsa potrebna projektna in gradbiščna dokumentacija, ki jo je zagotovil izvajalec Pomgrad d. d. Poleg tega investitor ni imel nobenih zadržkov glede uporabe njihovega objekta za raziskovalne namene v okviru diplomskega dela.

1.4 Uporabljene raziskovalne metode

Diplomsko delo bo temeljilo na podatkih, pridobljenih iz projektne in druge gradbene dokumentacije, ter na uporabi teorije iz ustrezne literature. Poleg tega smo vključili tudi spletno dostopne podatke. V delu bo predstavljen izvedeni projekt, skupaj s finančno primerjavo med vgradnjo ojačitvenih mrež in celotnim rezkanjem. Izračuni količin bodo temeljili na dejanskih podatkih, kot so bili v praksi. Varnost pred obnovo vozišča in po njej bom primerjal na podlagi števila prometnih nesreč, pri čemer bom uporabil kvantitativno raziskovalno metodo za merjenje in primerjavo varnostnih kazalnikov skozi čas. Vsebnost bitumna v asfaltu bom primerjal na podlagi poročil o kontroli asfaltov, kar predstavlja analitično metodo, osredotočeno na primerjavo in analizo laboratorijskih podatkov.

2 DELO V PROJEKTNI SKUPINI

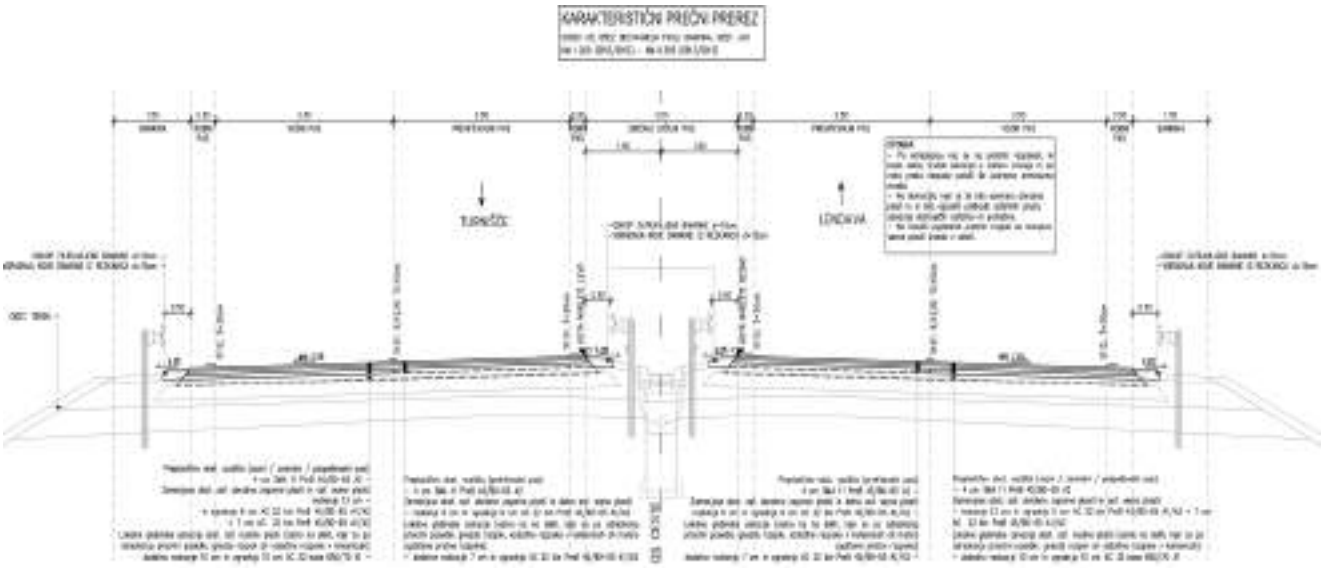
Pred začetkom pisanja diplomskega dela smo z mentorji organizirali srečanja, ki so potekala tako v prostorih Academie kot tudi v spletnem okolju Google Meet. Na teh srečanjih smo na podlagi rezultatov Belbinovega testa timskih vlog in Myers-Briggsovega testa osebnosti razdelili naloge znotraj projektne skupine.

Ko smo si razdelili vloge, smo predstavili ideje in teme svojih diplomskih del. Z mentorji in ostalimi člani skupine smo razpravljali o trenutnih razmerah na trgu, pozitivnih in negativnih plateh sodobnega gradbeništva in digitalizacije ter o ključnih konceptih, ki bi jih raziskovali v sklopu diplomskih del. Mentorji so nas usmerjali pri oblikovanju ustreznih hipotez in nas opozarjali na morebitne izzive, ki bi se lahko pojavili med raziskovanjem.

Po več razpravah sem se odločil za temo svojega diplomskega dela in jo predstavil skupini. Predstavil sem obstoječe stanje vozišča na avtocesti Turnišče – Razcep Dolga Vas in načrte za njegovo obnovo. Med predstavitvijo sem izpostavil ključne izzive in rešitve, ki jih prinaša obnova, hkrati pa sem se dotaknil tudi finančne primerjave različnih pristopov k obnovi.

Na drugem srečanju okviru naše projektne skupine smo izvedli tudi raziskave, ki so temeljile na laboratorijskih preizkusih vsebnosti bitumna v vezni plasti asfalta. Analizirali smo vzorce tako pred obnovo kot po njej, kar nam je omogočilo natančno primerjavo in oceno sprememb v sestavi in kakovosti asfalta. S pridobljenimi podatki smo lahko ovrednotili učinke obnovitvenih posegov in izboljšali naše razumevanje ključnih dejavnikov, ki vplivajo na trajnost in učinkovitost cestne infrastrukture. Na koncu smo analizirali, ali je po obnovi prišlo do povečanja varnosti na tem odseku avtoceste. Pri tem smo uporabili statistiko prometnih nesreč, kar nam je omogočilo natančno primerjavo števila nesreč pred obnovo in po njej. Prav tako smo primerjali količino nameščenih varnostnih ograj pred izvedenimi deli in po njih.

Skupina je delovala uspešno in produktivno zaradi skrbno dodeljenih vlog, dobrega sodelovanja in medsebojne podpore. Večina članov je izkušenih gradbenikov, ki so s svojim strokovnim znanjem in izkušnjami bistveno prispevali k doseganju skupnega cilja v okviru projektnega dela. Zaradi različnih pogledov na možne rešitve smo lahko iz množice idej izbrali najbolj racionalno rešitev problema.



Slika 1: Karakteristični prečni prerez
Vir: (TNT d. o. o.)

S pomočjo slike 1, na kateri vidimo karakteristični prečni prerez, smo se seznanili z deli, ki bodo izvedena med obnovo vozne površine. Na prerezu je razvidno, za koliko se bo frezalo in za koliko centimetrov bo izvedena nadgradnja z asfaltno zmesjo SMA 11. Ta prerez nam omogoča jasen vpogled v predvidene gradbene posege in specifikacije, kar vključuje tako globino odstranitve obstoječe plasti kot debelino nove plasti asfalta.

Slika 2: Načrt ceste na odseku 0813
Vir: (TNT d. o. o.)

Skupaj smo si ogledali načrt ceste na obravnavanem odseku 0813, ki je prikazan na sliki 2. Na načrtu je jasno vidna trasa avtoceste, na kateri je potekala obnova vozne površine. Prav tako je razvidno, kje in v kakšnem obsegu bo zamenjana varnostna ograja, kar bo pomembno vplivalo na varnost prometa po obnovi. Ta vidik varnosti bo pozneje tudi podrobneje raziskovan v okviru diplomskega dela.

3 AVTOCESTA

3.1 Gradnja avtoceste skozi zgodovino

V Sloveniji gradimo avtoceste že od leta 1970, ko se je začela gradnja prve avtoceste med Vrhniko in Postojno. Leta 1995 je bil sprejet nacionalni program izgradnje avtocest v Republiki Sloveniji, v okviru katerega smo zastavili strateške, organizacijske in finančne temelje za uresničevanje izgradnje avtocestnega križa, ki je del vseevropskega cestnega omrežja (TEN) v smeri:

- sever–jug, ki je skladna z X. evropskim transportnim koridorjem (smer Ljubljana–Zagreb–Beograd–Skopje–Solun),
- zahod–vzhod, ki je skladna z V. evropskim transportnim koridorjem (smer Trst–Koper–Postojna–Ljubljana–Budimpešta).

V skladu z Resolucijo o nacionalnem programu izgradnje avtocest v Republike Slovenije se zagotavlja ustrezno notranjo in zunanjo povezanost države, spodbujanje nadaljnjega gospodarskega razvoja države, izboljšanje in povečanje nivoja prometne varnosti udeležencev v cestnem prometu.

Program predvideva izgradnjo manjkajočih avtocest in cest ustreznega standarda v dveh smereh:

- v smeri jugozahod–severovzhod od Kopra do Šentilja na slovensko-avstrijski meji z odcepi do slovensko-italijanske meje pri Fernetičih in Vrtojbi ter slovensko-madžarske meje pri Pincah ter od Maribora proti Gruškovju na slovensko-hrvaški meji;
- v smeri severozahod–jugovzhod od predora Karavanke na slovensko-avstrijski meji do Obrežja na slovensko-hrvaški meji.

V letu 2008 je bilo dokončanih nekaj zelo pomembnih in dolgo pričakovanih avtocestnih odsekov. Julija 2008 je bil dokončan avtocestni odsek Šentvid–Koseze, oktobra 2008 je bil dokončan pomurski avtocestni krak Maribor–Pince v skupni dolžini 82,3 km. V letu 2009 so bili prometu predani avtocestni odsek Slivnica–Draženci v dolžini 19,8 km, vzhodna mariborska obvoznica v dolžini 9,5 km in z vidika gradnje zelo zahteven 10 km odsek hitre ceste Razdrto–Vipava čez Rebernice, ki je bil prometu predan 13. avgusta 2009.

V juniju 2010 sta bila prometu predana še zadnja manjkajoča odseka na dolenjskem avtocestnem kraku, Pluska–Ponikve in Ponikve–Hrastje v skupni dolžini 14,8 km. S tem je torej

v celoti dokončan dolenjski krak avtoceste A2 med Ljubljano in Obrežjem v skupni dolžini 105 km. (Ministrstvo za infrastrukturo, 2024)

Gradnja avtocest je največji infrastrukturni projekt zadnjih desetletij in eden največjih slovenskih investicijskih projektov na splošno, kar ni naključje. Sloveniji napredne in hitre povezave narekujejo tako njena lega kot tudi sodobni geografski tokovi in naraščajoča potreba po mobilnosti, ob tem pa sta od dobro razvitih ter vzdrževanih avtocest neposredno odvisna tudi razvojna perspektiva države in kakovost življenja njenih prebivalcev. Velika in premišljena investicija v slovensko avtocestno omrežje je tako postala hrbtenica sodobne mobilnosti in pospeševalka gospodarske rasti. Dograjeni avtocestni odseki prispevajo k povezovanju Srednje, Vzhodne in Jugovzhodne Evrope ter posledično h gospodarski integraciji na celini, kar tudi naši državi prinaša številne priložnosti. (Ribič & Močnik, 2022)

3.2 Prva avtocesta v Sloveniji

Prvi odsek slovenske avtoceste se je začel graditi konec maja 1970, gradnja sodobne štiripasovnice v dolžini 32 kilometrov je bila končana v dveh letih in sedmih mesecih. Odločitev o začetku gradnje prve avtoceste je sprejela takratna slovenska republiška vlada, ki ji je predsedoval Stane Kavčič.

Slovenija oziroma takratna Jugoslavija se je s tem pridružila dvajseterici evropskih držav, ki je že imela avtoceste v skupni dolžini približno 17.500 kilometrov; Nemčija na primer 6.219 kilometrov, Italija 4.323, Francija 1.715 in Avstrija 553 kilometrov.

Potrebo po sodobni štiripasovni cestni povezavi med Vrhniko in Postojno so očitno že tedaj narekovale prometne obremenitve. Pred štirimi desetletji je tako na odseku med Vrhniko in Postojno povprečni letni promet znašal približno 8.000 vozil na dan. Tudi danes je ta odsek med prometno najbolj obremenjenimi v državi, saj ga v povprečju vsak dan prevozi več kot 50.000 vozil. Velik delež predstavlja tovorni promet.

Uresničitev gradnje prve slovenske avtoceste med Vrhniko in Postojno je poleg vloženega znanja zahtevala tudi precejšnja finančna sredstva, ki jih Slovenija ni bila sposobna zagotoviti sama. Del denarja za gradnjo je v obliki kredita tako prispevala tudi Mednarodna banka za obnovo in razvoj. Maja in junija 1969 je bila opravljena preverba usposobljenosti, na katero se je prijavilo kar 24 izvajalcev. Postopek oddaje del je bil s sklenitvijo pogodb z izbranimi

izvajalci končan v začetku aprila 1970. S tem so bile tudi formalno končane priprave na gradnjo avtoceste Vrhnika–Postojna.

Avtocesta je bila načrtovana in zgrajena kot štiripasovnica z odstavnim pasom, sama gradnja pa je bila razdeljena na tri pododseke, in sicer: Vrhnika–Logatec, Logatec–Unec in Unec–Postojna. Pri gradnji avtoceste med Vrhniko in Postojno so sodelovali: združenje GAST, v katerem so bili združeni Slovenija ceste Ljubljana, SGP Primorje Ajdovščina in Gradis Ljubljana; Mavrovo Skopje; GIPOSS Ljubljana; združenje Jugoslavijaput z izvajalcema Planum in Partizanski put Beograd; ter Mostogradnja Beograd.

V letu 1969 je bila investicijska vrednost odseka avtoceste med Vrhniko in Postojno ocenjena na približno 528 milijonov takratnih dinarjev. Po oceni strokovnjakov je bila njena končna vrednost višja za od 20 do 30 odstotkov. (Dars, 2012)

Slika 3: Gradnja prve slovenske avtoceste med Vrhniko in Postojno 1970
Vir: https://www.dars.si/Sporocila_za_javnost/1/Splosne_novice/570/40_let_prve_slovenske_avtoceste

3.3 Družba za avtoceste v Republiki Sloveniji

DARS je z delovanjem začel leta 1994 Z namenom hitrejšega povezovanja slovenskih gospodarskih in regionalnih središč ter vključevanja v evropski prometni sistem je bila leta 1993 z zakonom ustanovljena Družba za avtoceste v Republiki Sloveniji (DARS) kot javno

podjetje v obliki delniške družbe. Z začetkom delovanja, 1. januarja 1994, je DARS na podlagi pogodbe z Republiko Slovenijo od države v upravljanje in vzdrževanje prevel skoraj 200 kilometrov do takrat zgrajene dvopasovne in štiripasovne avtoceste ter hitre ceste. S to pogodbo je DARS prevzel tudi obveznost pobiranja cestnine kot osrednjega vira za upravljanje in vzdrževanje zgrajenih slovenskih avtocest ter pomembnega vira za gradnjo novih avtocest in odplačilo obveznosti iz kreditov, najetih za gradnjo novih avtocestnih odsekov. Z zakonom o DARS, ki je začel veljati konec leta 2010, pa je DARS v imenu Republike Slovenije in za njen račun začel opravljati tudi naloge, povezane s prostorskim načrtovanjem in umeščanjem avtocest v prostor ter s pridobivanjem nepremičnin za potrebe gradnje avtocest. Vse od takrat DARS izvaja tudi gradnjo avtocest v svojem imenu in za svoj račun ter upravlja in vzdržuje avtocestne odseke, za katere pridobi koncesijo za gradnjo. Država prek razvojnih dokumentov ohranja strateški nadzor nad razvojem avtocest, in sicer z določanjem novih odsekov in rokov, v katerih morajo biti ti novozgrajeni odseki predani v promet. Danes je družba DARS z nekaj več kot 1.200 zaposlenimi ena izmed največjih družb v 100-odstotni lasti Republike Slovenije. Vse od ustanovitve ima sedež v Celju, glede na svojo dejavnost pa je decentralizirano organizirana, saj so njeni zaposleni locirani po vsej Sloveniji: od Pesnice do Kozine in od Hrušice nad Jesenicami do Drnovega pri Krškem. (Ribič & Močnik, 2022)

3.4 Nadgradnje za večjo varnost, pretočnost in udobje

Ker stremimo k dolgoročnemu zagotavljanju višje ravni prometne varnosti, nenehno vlagamo v obnove in nadgradnje obstoječe cestne infrastrukture. Na podlagi rednega spremljanja dogajanja in meritev odkrivamo potencialno nevarna mesta na cesti, ki jih ustrezno prilagodimo oziroma zavarujemo. Vpeti smo v mednarodne projekte, vlagamo v raziskave, analize in izboljšanje kakovosti podatkov o stanju na našem avtocestnem omrežju. Z vgrajevanjem varnostne opreme, kot so varnostne ograje, mehovi za blaženje trkov in dodatne označbe, zmanjšujemo možnost hujših nesreč. Velik premik k večji pretočnosti in udobni vožnji smo naredili z uvedbo sodobnejšega sistema cestninjenja. Osebna vozila oziroma vsa vozila do 3,5 tone največje dovoljene mase so s 1. julijem 2008 začela uporabljati vinjetni sistem, ki predstavlja prijaznejši način plačevanja cestnin. Slednjega pa smo v letu 2021 še izboljšali, ko smo 1. decembra uvedli napredni elektronski sistem in z njim nadomestili vinjete v obliki nalepk. Z odstranitvijo cestninskih postaj po uvedbi elektronskega cestninskega sistema za težka vozila v letu 2018 pa smo dodatno pripomogli k povečanju varnosti v cestnem prometu. Med ključne prometne povezave, ki so trenutno v gradnji, sodita druga cev predora Karavanke in tretja razvojna os, ki bo v prihodnosti potekala od severne proti jugovzhodni Sloveniji. V

prihodnje pa nas čaka še veliko dela tudi na področju obnavljanja avtocestnega omrežja, saj se to stara, prometne obremenitve na njem pa se povečujejo. Vse nadgradnje, ki jih skozi leta izvajamo na našem omrežju, so namenjene povečanju pasivne varnosti uporabnikov ter izboljšujejo pretočnost prometa in udobje med vožnjo. Z novozgrajenimi odseki in drugimi infrastrukturnimi projekti je namreč pot za uporabnike hitrejša, krajša in varnejša. Ker nove avtocestne povezave prevzemajo velik del mednarodnega prometa z obstoječih cest, pa z izgradnjo izboljšujemo tudi kakovost življenja lokalnega prebivalstva. (Ribič & Močnik, 2022)

3.5 Pomurski avtocestni krak

Štiripasovna avtocesta A5 povezuje Maribor in Pince na slovensko-madžarski meji. Je del avtocestne smeri vzhod–zahod, ki bo na avtocestno omrežje navezoval severovzhodno Slovenijo oz. Pomurje ter vodil mednarodni promet proti Madžarski. Pomurski avtocestni krak sestavlja sedem odsekov, skupna dolžina, v katero so štete tudi dvopasovna priključena cesta Murske Sobote, zahodni krak južne zbirne ceste Murske Sobote in hitra cesta do mejnega prehoda Dolga vas, znaša 85,2 km:

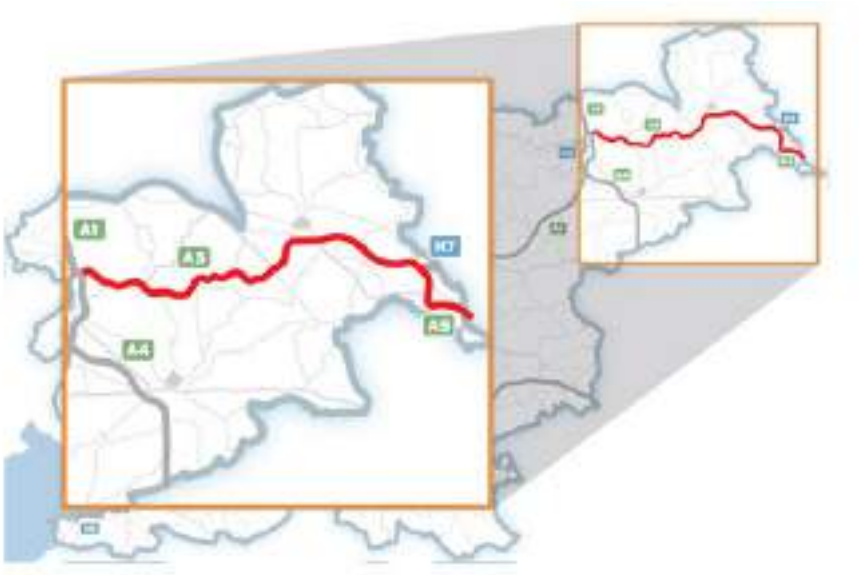
- Maribor–Lenart, dolžina 7,8 km,
- Lenart–Spodnja Senarska, dolžina 7,2 km,
- Spodnja Senarska–Cogetinci, dolžina 10,1 km,
- Cogetinci–Vučja vas, dolžina 11,6 km,
- Vučja vas–Beltinci, dolžina 14,6 km (avtocesta 11,2 km, dvopasovna priključena cesta do Murske Sobote 2,2 km, zahodni krak južne zbirne ceste do Murske Sobote 1,2 km),
- Beltinci–Lendava, dolžina 17,4 km,
- Lendava–Pince skupaj s hitro cesto do mejnega prehoda Dolga vas, dolžina 16,5 km

Avtocesta je zasnovana kot izvennivojska štiripasovna cesta z odstavnimi in vmesnim ločilnim pasom ter zaviralnimi in pospeševalnimi pasovi. V prvi fazi izgradnje bo normalni prečni profil avtoceste znašal od 21,40 do 24,60 m, v drugi fazi pa bo razširjen na 26,20 m.

Na avtocesti A5 od Maribora do Pinc bosta 2 razcepa (Dragučova, Dolga vas), 13 priključkov (Pernica, Lenart, Senarska, Cerkvenjak, Grabonoš, Vučja vas, Murska Sobota, Lipovci, Gančani, Turnišče, Lendava, Pince, Dolga vas), ekodukt, 10 viaduktov, 52 mostov, 41 nadvozov, 30 podvozov, 117 prepustov, 2 dvocevna pokrita vkopa in dvocevni predor, 2 podhoda, podhod za prehod živali, 3 nadhodi za živali, 12 podhodov za dvoživke. Zgrajeno

bo še 20 opornih in podpornih konstrukcij. V sklopu pomurskega avtocestnega kraka bo prestavljeno tudi 221 kategoriziranih in nekategoriziranih cest ter poti. Poleg tega bo ob avtocesti 5 obojestranskih oskrbnih postaj (Lormanje, Grabonoš, Murska Sobota, Dolinsko, Pince) ter cestna vzdrževalna baza Murska Sobota, na sami avtocesti pa dve cestninski postaji (Dragotinci, Banuta).

V območju avtoceste bo urejeno večje število vodotokov. Prečkanja vodotokov so načrtovana tako, da so sposobna prevajati stoletne vode. Prestavljeni, zamenjani ali zaščiteni bodo številni komunalni, energetski in telekomunikacijski objekti, vodi in naprave. Zgrajen bo sistem za klic v sili. Na osnovi napovedi prometnih obremenitev bo ustrezno izvedena tudi aktivna in pasivna zaščita objektov in območij pred prekomernim hrupom. (Dars, 2006)



Slika 4: Pomurski avtocestni krak
Vir: https://www.dars.si/Zgodovina_gradnje/A5_Maribor_-_Pince

4 OBSTOJEČE STANJE

4.1 Opis stanja

Izveden je bil terenski ogled. Na vozišču ni prisotnih kolesnic, se pa na celotnem območju obdelave pojavljajo prečne razpoke (tudi območja z zelo zgoščenimi prečnimi razpokami). Manj razpok smo zaznali od km 6,500 (odsek 0813/0913) do konca obdelave na odseku 0814/0914, na odseku 0917 in na razcepu Dolga vas. V najslabšem stanju je odsek 0817 od km 1,204 do km 2,020. Na območju obdelave je izvedenih več lokalnih sanacij vozišča. Lokalne sanacije so pretežno v dobrem stanju, ponekod pa so vidne prečne razpoke (npr. od km 2,000 do km 4,000 (odsek 0813)). Sestava že izvedenih lokalnih sanacij je 4 cm SMA 11 PmB + 9 cm AC 22 bin PmB. (Vodilni načrt, TNT d.o.o, priloga)

Obravnavani odseki avtoceste A2 so bili zgrajeni leta 2008. Zaradi starosti se na njih začenjajo pojavljati prve poškodbe zaradi staranja bitumenskega veziva. Posedkov ni opaziti. Na daljših delih so odseki že bili krpani.

Na odsekih 0813 Turnišče–Dolga vas in 0817 Turnišče–Dolga vas–Lendava je bila v sklopu koridorske študije izmerjena podajnost. Ugotovljene so dobre vrednosti podajnosti, kar je potrdilo pričakovanja, da gre na odsekih za poškodbe zaradi postaranega bitumenskega veziva v asfaltnih plasteh.

Navedeni odseki so vključeni v sistem za gospodarjenje z vozišči – PMS DARS. Na podlagi poslabšanih rezultatov lastnosti voznih površnih za leto 2022 – meritve vizualne ocene vozišča (MSI), ravnosti (IRI), tornih lastnosti (SR) in globine kolesnic (Rut) – je ugotovljeno, da se deli odsekov na območju obdelave IzN nahajajo v zelo dobrem do zelo slabem stanju (slika 5).

Slika 5: Prognoza stanja odsekov v meji obravnave
Vir : Vodilni načrt

Naročnik DARS d.d. se je odločil za izvedbo obnove vozne površine odsekov avtoceste in hitre ceste za zagotovitev boljše prometne varnosti, povečanja udobnosti vožnje (kriterij varnosti in zadovoljstva uporabnikov) in zaustavitve propadanja voziščne konstrukcije (kriterij gospodarnega upravljanja s premoženjem). (Vodilni načrt, TNT d. o. o., priloga)

4.1.1 Predlog za sanacijo

Glede na dokaj pogosto slabo zlepljenost med plastmi in pogostost globokih prečnih razpok predlagamo, da naj se na voznem pasu AC in pospeševalnih in zaviralnih pasovih razcepa povsod odstranita obstoječa obrabna in vezna asfaltna plast. Na nosilni plasti naj se na prečnih razpokah, ki bodo vidne, izvede sanacija z zalivno zmesjo in se nato preko razpoke položi še ustrezna armaturna mreža (npr. Glasgrid). Nato se izvede nadgradnja z novimi asfaltnimi plastmi.

Na delih, kjer so po odrezkanju prisotni posedki, gnezda razpok ali vzdolžne razpoke v kolesnicah, naj se izvedejo lokalne globinske sanacije obstoječih nosilnih plasti. Na prehitevalnem pasu in priključku predlagamo, da se odstrani oziroma nadgradi obstoječe asfalte tako, da bo mogoča vgradnja novih plasti v vsaj dveh slojih. Na prečnih razpokah, ki bodo vidne, se izvede sanacija z zalivno zmesjo in se nato preko razpoke položi še ustrezna armaturna mreža (npr. Glasgrid). Na delih, kjer so po odrezkanju prisotni posedki, gnezda razpok ali vzdolžne razpoke v kolesnicah, se izvedejo lokalne globinske sanacije obstoječih nosilnih plasti in/ali vgradnja ustrezne armaturne mreže. Na delih trase, kjer so prečne razpoke močno zgoščene, predlagamo odstranitev obstoječe vezne plasti v celoti na vseh pasovih.

Opozarjamo še, da lahko ob delnem rezkanju obstoječih veznih plasti na delih, kjer so te tanjše, pride do razlepljenja, drobljenja in izletavanja obstoječe vezne plasti. Zato predlagamo, da se to upošteva pri določitvi deleža lokalnih sanacij.

Na območjih, kjer je že bila sanirana obrabna plast in ni bilo opaznih poškodb asfaltnih plasti, sanacija obstoječih asfaltov ni potrebna.

Ker so obstoječe asfaltne zmesi na posameznih delih trase močno otrdele, niso primerne za ponovno uporabo (dodajanje rezkanca) v novih asfaltnih zmeseh. Uporabo rezkanca, pridobljenega v sklopu obravnavanih del, v novih asfaltnih zmeseh zato odsvetujemo, oziroma

v primeru uporabe predlagamo povečano izvedbo preizkav otrdelosti bitumenskega veziva za potrditev ustreznosti. (ZAG, 2023)

4.2 Kratek opis gradbenega posega

Na avtocesti A5 se na celotnem območju obdelave izvede preplastitev vozišča +4 cm z delno zamenjavo obstoječe voziščne konstrukcije in z lokalnimi globinskimi sanacijami. Na hitri cesti H7 in na razcepu Dolga vas se na celotnem območju obdelave izvede delna zamenjava voziščne konstrukcije v obstoječi niveleti. Na priključku Dolga vas se na celotnem območju obdelave izvede preplastitev vozišča +4 cm z delno zamenjavo obstoječe voziščne konstrukcije. Na prehodu iz preplastitve +4 cm na obstoječo niveleto se izvede prehodne klančine.

Na območju, kjer se obstoječe JVO ohranjajo, se bankino nadviša v širini do obstoječega odbojnika (odkop obstoječe zatravljene bankine in vgradnja nove bankine iz rezkanca). Na območjih, kjer se vgrajuje nova JVO, se bankino nadviša v širini 1,50 m (v kolikor je bankina ožja od 1,50 m, se jo razširi). Na območjih brez JVO se obstoječo bankino nadviša v širini 1,50 m (v kolikor je bankina ožja od 1,50 m, se jo razširi).

Obstoječi AC betonski robnik (s poševnino) dimenzij 20/22 se ohranja, pri preplastitvi se ob robniku z asfaltno obrabno plastjo izvede žleb.

V principu se obstoječe VO ohranjajo, s tem da se na območju nevarnih mest, ki niso ustrezno varovana z varnostno ograjo, vgradi nova varnostna ograja. Na območjih, kjer v bankini potekajo obstoječi TK vodi, KVS oziroma EE, se nova JVO privijači na predhodno izdelan betonski temelj. BVO se postavi na asfaltno podlago, razen na območju stebrov obstoječih nadvozov v srednjem ločilnem pasu, kjer se zaradi delovne širine BVO privijači v predhodno izdelan betonski temelj.

Obstoječi službeni prehodi se preplastijo do stebrička JVO. Zaradi lažjega asfaltiranja se odbojnik lahko začasno demontira in po končani gradnji ponovno montira na stebričke z novim pritrdilnim materialom. Na hitri cesti H7 se izvedejo začasni službeni prehodi. Obstoječa betonska predfabricirana mulda se odstrani, demontira se obstoječa BVO, izvede se široki izkop. Planum temeljnih tal se utrdi, vgradijo se nevezana nosilna plast ter asfaltna vezna in obrabna plast. Na začasnem službenem prehodu se uvalja asfaltno muldo, obstoječe cestne rešetke se dvigne glede na novo niveleto.

Na območju stebričkov za klic v sili se zgradi nova asfaltirana in obrobničena peš pot od prekinitve varnostne ograje do stebrička. Kjer peš pot poteka na nasipu, se vgradi tudi palična ograja z vertikalnimi polnili. Na območjih z omejenim prostorom se nasipna brežina izvede v strmejšem nagibu. V tem primeru se izvede tlakovana brežina (kamen v betonu).

Portal na km 8,819 (odsek 0813) se poruši, vgradi se nov portal preko obeh smernih vozišč. Kažipotne table na portalu se zamenjajo z novimi.

Po končani gradnji se zariše nova horizontalna signalizacija. Vertikalna signalizacija se ohranja oziroma se poškodovani prometni znaki zamenjajo. (2/1 Načrt ceste, TNT d. o. o., priloga)

4.3 Povzetek dimenzioniranja zgornjega ustroja

Km 1,200 (0813/0913)–km 0,550 (0814/0914)

Vozni pas + zaviralni pas + pospeševalni pas:

Preplastitev obstoječega vozišča:

- 4 cm SMA 11 PmB 45/80-65 A1/A2

Zamenjava obstoječega asfalta obrabno zaporne plasti in asfalta vezne plasti:

- rezkanje 13 cm in vgradnja 6 cm AC 22 bin PmB 45/80-65 A1/A2 + 7 cm AC 22 bin PmB 45/80-65 A1/A2

Lokalne globinske sanacije obstoječe asfaltne nosilne plasti (samo na delih, kjer so po odrezkanju prisotni posedki, gnezda razpok ali vzdolžne razpoke v kolesnicah):

- dodatno rezkanje 10 cm in vgradnja 10 cm AC 32 base B50/70 A1/A2

Po odrezkanju naj se na prečnih razpokah, ki bodo vidne, izvede sanacija z zalivno zmesjo in se nato preko razpoke položi še ustrezna armaturna mreža. Na območjih, kjer je že bila sanirana obrabna plast in ni bilo opaznih poškodb asfaltnih plasti, sanacija obstoječih asfaltov ni potrebna.

Prehitevalni pas:

Preplastitev obstoječega vozišča:

- 4 cm SMA 11 PmB 45/80-65 A2

Zamenjava obstoječe asfaltne obrabno zaporne plasti in delno asfaltne vezne plasti:

- rezkanje 6 cm in vgradnja 6 cm AC 22 bin PmB 45/80-65 A1/A2

Lokalne globinske sanacije (samo na delih, kjer so po odrezkanju prisotni posedki, gnezda razpok, vzdolžne razpoke v kolesnicah ali močno zgoščene prečne razpoke):

- dodatno rezkanje 7 cm in vgradnja AC 22 bin PmB 45/80-65 A1/A2

Po odrezkanju naj se na prečnih razpokah, ki bodo vidne, izvede sanacija z zalivno zmesjo in se nato preko razpoke položi še ustrezna armaturna mreža. Na območjih, kjer je že bila sanirana obrabna plast in ni bilo opaznih poškodb asfaltnih plasti, sanacija obstoječih asfaltov ni potrebna. Na mestih zgoščenih prečnih razpok se menjava vezne plasti izvede v celoti.

Odstavni pas:

Preplastitev obstoječega vozišča:

- 4 cm AC 11 surf B70/100 A4

Lokalne sanacije (samo na delih, kjer so prisotni posedki, gnezda razpok ali močno zgoščene prečne razpoke):

- rezkanje 6 cm in vgradnja 6 cm AC 22 bin PmB 45/80-65 A1/A2.

Odstavne niše:

Preplastitev obstoječega vozišča:

- 4 cm SMA 11 PmB 45/80-65 A2

Lokalne sanacije (samo na delih, kjer so prisotni posedki, gnezda razpok ali močno zgoščene prečne razpoke):

- rezkanje 6 cm in vgradnja 6 cm AC 22 bin PmB 45/80-65 A1/A2

4.4 Kakovost izvedbe

Lastnosti in vgradnja vseh asfaltnih plasti morajo biti v skladu s tehnično specifikacijo za ceste: TSC 06.300/06.410:2009 (Smernice in tehnični pogoji za graditev asfaltnih plasti).

Lastnosti in vgradnja nevezane nosilne plasti morajo biti v skladu s tehnično specifikacijo za ceste: TSC 06.200:2003 (Nevezane nosilne in obrabne plasti).

Zahtevane vrednosti deformacijskih modulov na nevezani nosilni plasti na vozišču AC:
EV2 > 120 MN/m^2 ; EV2/EV1 < 2,0; EVD > 55 MN/m^2

Lastnosti in vgradnja kamnite posteljice morajo biti v skladu s tehnično specifikacijo za ceste:

TSC 06.100:2003 (Kamnita posteljica in povozni plato).

Brazdanje oziroma žlebičenje z rezkalnikom (ohrapavljenje vozne površine):
Obstoječo vozno površino je treba ohrapaviti tako na območju preplastitve kot tudi na območju nadgradnje. Ohrapavi se površino, kjer ni predvideno rezkanje obstoječe voziščne konstrukcije. Pred hrapavljenjem morajo biti lokalne in globinske sanacije že izvedene (do obstoječe kote nivelete). Hrapavljenje se izvede z brazdanjem oziroma žlebičenjem z rezkalnikom v debelini 0–0,5 cm.

Vgradnja mreže za preprečevanje reflektiranja razpok:
Po odrezkanju se na prečnih razpokah, ki bodo vidne, izvede sanacija z zalivno zmesjo in se nato preko razpoke položi še ustrezna armaturna mreža. Vgradi se mrežo iz steklenih vlaken, prevlečeno z bitumnom. Mrežo se vgradi na minimalni širini 1,5 m.

Zahteve za mrežo za preprečevanje reflektiranja razpok:
- min. natezna trdnost 100 kN/m,
- raztezek pri pretrgu 3 %.

Viri materialov in polproizvodov:
- tampon bo dobavljen iz gramoznic Pomgrad GM d.o.o.,
- asfaltne zmesi v skupni količini cca 52.822 t bodo proizvedene v Tovarni asfalta Pomurje, Bakovska 31, Murska Sobota.
- armirna mreža za ojačitev GlasGrid GG100, proizvajalca Adfors, Saint-Gobain.

(Tehnološko ekonomski elaborat, priloga)

Slika 6: Gradbena situacija AC 0813/0913 km 5,540–km 7,040
Vir: Tehnološko ekonomski elaborat, Vodilna mapa, Dars

Slika 7: Gradbena situacija AC A5 0813/0913 km 7,040–k m 8,060
Vir: Tehnološko ekonomski elaborat, Vodilna mapa, Dars

Slika 8: Gradbena situacija AC A5 0813/0913 km 8,060–km 9,020
Vir: Tehnološko ekonomski elaborat, Vodilna mapa, Dars

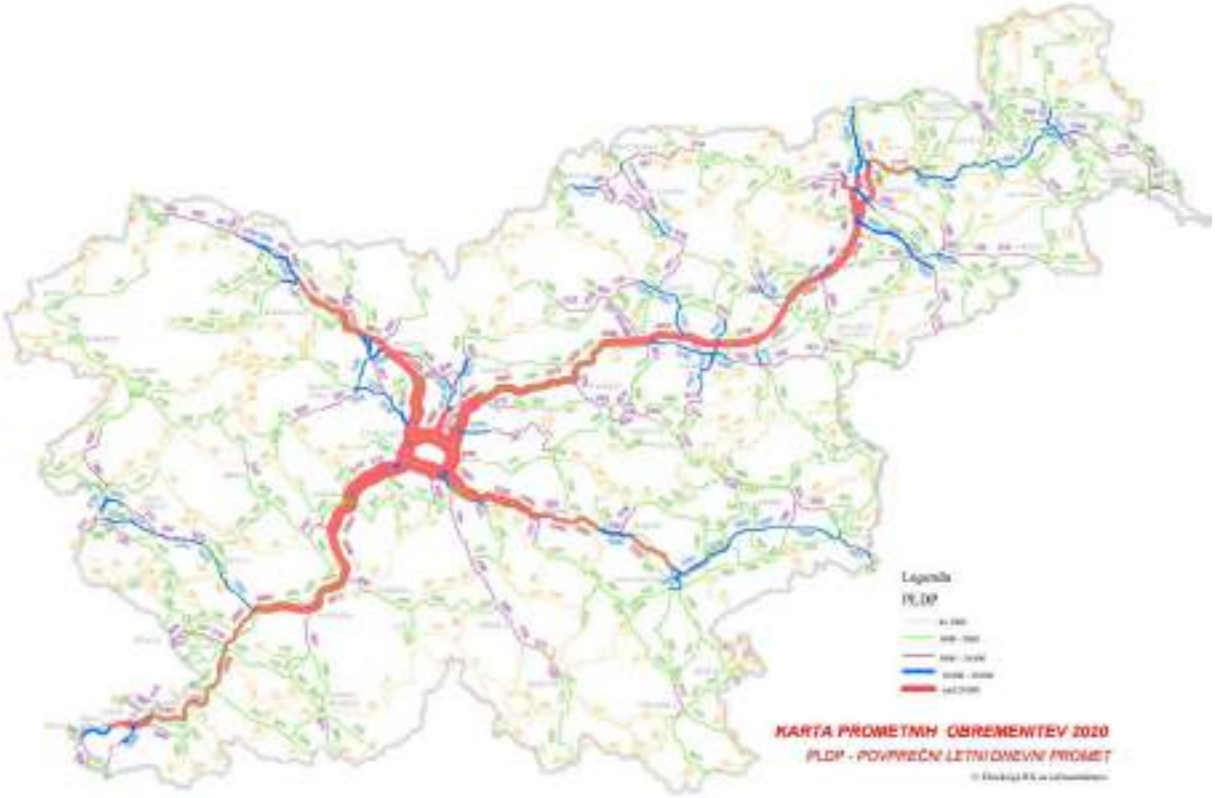
Slika 9: Gradbena situacija AC A5 0813/0913 na km 9,020–km 9,630 in AC A5 0814/0914 km 0,000–km 0,360
Vir: Tehnološko ekonomski elaborat, Vodilna mapa, Dars

4.5 Prometne obremenitve

Prometne obremenitve za obravnavane odseke so povzete iz publikacije Promet. Merodajno števno mesto se nahaja na odseku 0813 (Mostje AC, tip štetja P/QLTC8). Prometne obremenitve so podane v spodnji preglednici. (2/1 Načrt ceste, TNT d. o. o, priloga)

Leto	Vsa vozila (PLDP)	Motorji	Osebna vozila	Avtobusi	Lah. tov. < 3,5t	Sr. tov. 3,5-7t	Tež. tov. nad 7t	Tov. s prik.	Vlečilci
2016	**12.400**	35	6.515	125	1.750	225	95	425	3.230
2017	**12.900**	35	6.830	125	1.750	225	95	440	3.400
2018	**13.100**	10	6.995	135	1.750	220	90	440	3.460
2019	**13.600**	10	7.380	130	1.730	200	90	440	3.620
2020	**9.700**	17	4.530	55	1.343	170	90	340	3.155
2021	**11.903**	21	5.918	69	1.492	144	64	408	3.787

Slika 10: Prometne obremenitve
Vir: Tehnično poročilo2/1.2, TNT d. o. o.



Slika 11: Karta prometnih obremenitev 2020
Vir: https://ro-projekt.si/prometne-obremenitve-slovenskih-cest/

5 NAČIN IZVEDBE

5.1 Izvedba navezane nosilne plasti

Uporabljen bo drobljen kamniti material nazivne zrnavosti 0/32. Uporabi se drobljeni kamniti material, ki mora ustrezati vsem predpisanim zahtevam harmoniziranega standarda SIST EN 13242 do TSC 06.200:2003 za zmrzlinsko varne materiale in predpostavljeno skupino prometne obremenitve.

Nevezano nosilno plast v debelini od 21 do 30 cm bomo izvedli na lokacijah obstoječih in začasnih službenih prehodih na srednjem ločilnem pasu. Z vgrajevanjem nevezane nosilne plasti je možno pričeti, ko odgovorni nadzornik prevzame planum posteljice. Izvajalec bo planum posteljice vzdrževal ves čas do začetka izvedbe nadgradnje v stanju, v kakršnem so bile v času prevzema. Nakladanje materiala v gramoznici se vrši z običajnimi nakladalnimi stroji (nakladač ali bager), prevoz s kamioni, razkladanje pa z zvračanjem nazaj, oziroma po potrebi na stran.

Za planiranje, vgrajevanje in utrjevanje tamponske plasti je predvidena naslednja mehanizacija:
- bager CAT 312, CAT 206 ipd.
- valjarji HAMM 3412, 3307 HT ipd.
- avtocisterna za vodo.

Deponiranj tamponskega materiala na samem gradbišču ne bo. Izvajalec bo deponijo pripravil na bazi dobavitelja tamponskega materiala Pomgrad GM d. o. o. (Bakovska 31, Murska Sobota), od koder bosta dovoz in vgradnja sprotna. Vgrajevanje nevezane nosilne (tamponske) plasti se izvaja strojno, v projektni debelini in naklonu. Material se dovaža s kamioni. Razprostiranje se vrši strojno. Zmes kamnitih zrn, izravnano v zahtevani profil po projektu, zgostimo z valjarjem v polni širini plasti.

Za zagotovitev ustrezne nosilnosti in zgoščenosti v vsej projektirani širini službenih prehodov, je treba povečati širino plasti za projektirano debelino +10 cm. Zgoščevanje se vrši z valjarji vse do predpisane zgoščenosti plasti. Zgoščevanje se izvaja od najnižjega proti višjemu robu plasti. Število prehodov se določi s predhodnimi preiskavami gostote oziroma zgoščenosti. Po potrebi se materialu med zgoščevanjem dodaja voda (z rošenjem, da se s primerno vlago

zagotovi dobra vgradljivost) in za zgoščevanje uporabi gumi valjar. Končno zgostitev opravimo z lažjim statičnim valjarjem.

Po izvedeni in prevzeti nevezani nosilni plasti ni dovoljeno voziti. Če je zaradi narave nadaljnjega dela to potrebno, mora biti zagotovljena zaščita plasti pred onesnaženjem (zablatenjem) in osuševanjem (z dodatnim navlaženjem), hitrost vožnje po njej pa omejena na največ 20 km/h. V primeru onesnaženja s finimi delci in vezljivimi zemljinami (zablatenja) je treba takšno zmes zrn odstraniti in nadomestiti z ustrezno.

5.1.1 Kakovost izvedbe, preverjanje kakovosti izvedbe

Ravnost planuma NNP se ugotavlja s 4,0 m letvijo v poljubni smeri, pri čemer odstopanje ne sme biti večje od 20 mm. Višinsko sme planum NNP odstopati od projektirane kote v poljubni točki za največ +10 mm, oziroma -15 mm. Prečni in vzdolžni nagib smeta odstopati največ ± 0,4 % od projektirane absolutne vrednosti nagiba.

Zgoščenost v nevezano nosilno plast vgrajenih zmesi kamnitih zrn mora znašati v povprečju najmanj 98 % glede na gostoto zmesi po modificiranem Proctorjevem postopku (SIST EN 13286-2) ter nosilnost na nevezani nosilni plasti na vozišču AC: EV2 > 120 MN/m^2; EV2/EV1 < 2,0; EVD > 55 MN/m^2.

Vrsta zmesi kamnitih zrn	Prometna obremenitev					
	težka			srednja ali lahka		
	Zahtevane vrednosti					
	E_{v2} (MN/m^2)	E_{v2}/E_{v1}	E_{vd} (MN/m^2)	E_{v2} (MN/m^2)	E_{v2}/E_{v1}	E_{vd} (MN/m^2)
- naravna	≥ 100	≤ 2,2	≥ 45	≥ 90	≤ 2,4	≥ 40
- drobljena ali mešana	≥ 120	≤ 2,0	≥ 55	≥ 100	≤ 2,2	≥ 45

Slika 12: Zahtevane vrednosti deformacijskih modulov na nevezanih nosilnih plasteh
Vir: Tehnološki ekonomski elaborat, Dars

Izvajalec kontrolira kakovost izvedbe s preiskavami, definiranimi v priloženem programu povprečne pogostosti preskusov za notranjo kontrolo del. Inštitut kontrolira kakovost izvedbe skladno s programom povprečne pogostosti preskusov za zunanjo kontrolo. Odgovorni nadzornik prevzame posamezno plast nevezane nosilne plasti na osnovi podatkov meritev izvajalca in inštituta ter vizualnega pregleda. Izvajalec ne sme nadaljevati z deli, dokler inženir ne prevzame predhodne plasti.

5.2 *Izvedba vezanih nosilnih in obrabnih plasti*

Izvajalec bo vršil vgradnjo v skladu s TSC 06.300/06.410: Smernice tehničnih pogojev za graditev asfaltnih zmesi, tč. 3.2.4. Vgrajevanje bituminiziranih zmesi. Bituminizirano zmes je dovoljeno vgrajevati samo v ustreznih vremenskih razmerah. Primerna temperatura zraka in podlage za vgrajevanje zmesi je:

- za obrabne plasti najmanj 3 °C,
- za vezane nosilne plasti najmanj 0 °C, na nezmrznjeno podlago in vremenu brez vetra.

Bituminizirana zmes	Debelina (cm)	Delež RA v zmesi*	Oznaka predhodne sestave	Vhodni bitumen	Frakcije	Polnilo
AC 32 base B 50/70 A1/A2	10	-	6/18	50/70	Bakovrska 0/4, Špica 4/8, 8/16, 16/32	PGM
AC 22 base B 50/70 A3	6	-	21/20	50/70	Bakovrska 0/4, Špica 4/8, 8/16, 16/22	PGM
AC 22 bin PmB 45/80-65 A1/A2	6, 7, 8 izravnave	-	17/18	45/80-65	Bakovrska 0/4, Špica 4/8, 8/16, 16/22	PGM
SMA 11 PmB 45/80-65 A1/A2 Z2	4	-	14/18	45/80-65	Hruškovec 0/2, 2/4, 4/8, 8/11	PGM
AC 11 surf B 70/100 A4	4	-	13/20	70/100	Špica 0/4, 4/8, Gorjak 8/11	PGM
AC 11 surf B 50/70 A3	4	-	19/18	50/70	Hruškovec 0/2, 2/4, 4/8, 8/11	PGM

Slika 13: Asfaltne zmesi – trasa, oznake zmesi, vrsta bitumna, vir frakcij, vir polnila – TAP
Vir: Tehnološki ekonomski elaborat, Dars

Opomba: V sklopu terenskega in laboratorijskega preskušanja obstoječe voziščne konstrukcije je bilo ugotovljeno (po IZN), da so ekstrahirani bitumni predvsem asfaltnih veznih plasti pretrdi za ponovno uporabo, tako da se rezkanec, pridobljen na tem gradbišču, ne sme ponovno uporabiti pri proizvodnji novih asfaltnih zmesi.

5.2.1 Nosilna plast AC 32 base B 50/70 A1/A2

Asfaltna zmes AC 32 base B 50/70 A1/A2 se bo vgrajevala kot nosilna plast v debelini 10 cm na voznem pasu na lokacijah globinske sanacije, kjer so pri odrezkanju prisotni posedki, gnezda razpok ali vzdolžne razpoke v kolesnicah, na obstoječo podlago. Asfaltna zmes bo proizvedena

v Tovarni asfalta Pomurje, Bakovska 31, Murska Sobota. Proizvodnjo in vse vhodne materiale nadzira oziroma kontrolira notranja kontrola Inštitut BAM d. o. o. Kot vezivo bo uporabljen bitumen BIT 50/70.

Transport od asfaltne baze do mesta vgrajevanja se bo izvajal s pokritimi 15 t – 25 t kamioni. Njihovo število bo moralo omogočati kontinuirano vgrajevanje asfaltnih zmesi.

Položena asfaltna zmes se bo zgoščevala z naslednjimi vibracijskimi tandem valjarji:
- vibracijski valjar Hamm HD O90V 9,0 t
- vibracijski valjar Hamm HD O90V 9,0 t
- vibracijski valjar Hamm HD O90V 9,0 t
- vibracijski valjar Hamm HD 75 7,0 t

Z valjanjem je treba pričeti takoj, ko se finišer dovolj odmakne. Kompaktiranje se izvaja od roba proti sredini položene plasti in od nižjega proti višjemu robu obdelovalne površine s prekrivanjem posameznih prehodov valjarjev v širini cca. 10 cm. Prvi prehodi se izvedejo statično, nato se izvede potrebno število vibracijskih prehodov, sledi valjanje brez vibracije, in sicer do zahtevane zgostitve in ustreznega vizualnega izgleda površine. Ustreznost zahtevane zgoščenosti asfaltne plasti bo nadzirala notranja kontrola izvajalca, ki jo izvaja Inštitut BAM d. o. o.

Vsi delovni stiki morajo biti obdelani tako, da se odstranijo nevezani delci asfalta, rob pa se nato premaže z bitumensko pasto.

5.2.2 Nosilna plast AC 22 base B 50/70 A3

Asfaltna zmes AC 22 base B 50/70 A3 se bo vgrajevala kot nosilna plast v debelini 6 cm na voznem pasu priključka 0483 Dolga vas kot zamenjava obstoječega asfalta obrabno zaporne plasti in delno asfalta nosilne na obstoječo podlago. Asfaltna zmes bo proizvedena v Tovarni asfalta Pomurje, Bakovska 31, Murska Sobota. Proizvodnjo in vse vhodne materiale nadzira oziroma kontrolira notranja kontrola Inštitut BAM d. o. o. Kot vezivo bo uporabljen bitumen BIT 50/70.

Transport od asfaltne baze do mesta vgrajevanja se bo izvajal s pokritimi kamioni 15 t–25 t. Njihovo število bo moralo omogočati kontinuirano vgrajevanje asfaltnih zmesi.

Na območjih, kjer bo zmes vgrajena na obstoječo ali predhodno izvedeno asfaltno plast, se predhodno plast očisti in pobrizga s polimeri modificirano kationsko bitumensko emulzijo C 60 BP 3 – HB, v količini 0,31 – 0,50 kg/m^2 z avtobrizgalno za pobrizg bitumenske emulzije. Vgrajevanje se bo izvajalo s finišerjem Vogele 1900 z uporabo elektronike.

Položena asfaltna zmes se bo zgoščevala z naslednjimi vibracijskimi tandem valjarji:
- vibracijski valjar Hamm HD O90V 9,0 t
- vibracijski valjar Hamm HD O90V 9,0 t
- vibracijski valjar Hamm HD O90V 9,0 t
- vibracijski valjar Hamm HD 75 7,0 t

Slika 14: Vibracijski valjar Hamm HD O90V 9,0 t Vir: https://www.wirtgen-group.com/ocs/en-kw/hamm/hd-90-1928-p/

Z valjanjem je treba pričeti takoj, ko se finišer dovolj odmakne. Kompaktiranje se izvaja od roba proti sredini položene plasti in od nižjega proti višjemu robu obdelovalne površine s prekrivanjem posameznih prehodov valjarjev v širini cca. 10 cm. Prvi prehodi se izvedejo statično, nato se izvede potrebno število vibracijskih prehodov, sledi valjanje brez vibracije, in sicer do zahtevane zgostitve in ustreznega vizualnega izgleda površine. Ustreznost zahtevane zgoščenosti asfaltne plasti bo nadzirala notranja kontrola izvajalca, ki jo izvaja Inštitut BAM d. o. o.

Vsi delovni stiki morajo biti obdelani tako, da se odstranijo nevezani delci asfalta, rob pa se nato premaže z bitumensko pasto.

5.2.3 Vezna asfaltna plast AC 22 bin PmB 45/80-65 A1/A2

Asfaltna zmes AC 22 bin PmB 45/80-65 A1/A2 se bo vgrajevala kot vezna asfaltna plast v debelinah 6, 7 ali 8 cm na vseh pasovih AC, v eni ali več plasteh, kot zamenjava obrabno zaporne in vezne plasti ter na mestih lokalnih sanacij in za izvedbo izravnav, na očiščeno in pobrizgano asfaltno podlago. Asfaltna zmes bo proizvedena v Tovarni asfalta Pomurje, Bakovska 31, Murska Sobota. Proizvodnjo in vse vhodne materiale nadzira, oziroma kontrolira notranja kontrola Inštitut BAM d. o. o.

Kot vezivo v asfaltni zmesi bo uporabljen bitumen PmB 45/80-65. Pred pričetkom vgrajevanja asfaltne zmesi se predhodno plast očisti in pobrizga s polimeri modificirano kationsko bitumensko emulzijo C 60 BP 3 – HB, v količini 0,31 – 0,50 kg/m2 z avtobrizgalno za pobrizg bitumenske emulzije.

Transport od asfaltne baze do mesta vgrajevanja se bo izvajal s pokritimi kamioni 15 t–25 t. Njihovo število bo moralo omogočati kontinuirano vgrajevanje asfaltnih zmesi. Vgrajevanje se bo izvajalo s finišerjem Vogele 2100 z uporabo elektronike.

Položena asfaltna zmes se bo zgoščevala z naslednjimi vibracijskimi tandem valjarji:
- vibracijski valjar Hamm HD O90V 9,0 t
- vibracijski valjar Hamm HD O90V 9,0 t
- vibracijski valjar Hamm HD O90V 9,0 t
- vibracijski valjar Hamm HD O90V 9,0 t
- vibracijski valjar Hamm HD O90V 9,0 t
- vibracijski valjar Hamm HD 75 7,0 t
- vibracijski valjar Hamm HD 14 4,0 t

Z valjanjem je treba pričeti takoj, ko se finišer dovolj odmakne. Kompaktiranje se izvaja od roba proti sredini položene plasti in od nižjega proti višjemu robu obdelovalne površine s prekrivanjem posameznih prehodov valjarjev v širini cca. 10 cm. Prvi prehodi se izvedejo

statično, nato se izvede potrebno število vibracijskih prehodov, sledi valjanje brez vibracije, in sicer do zahtevane zgostitve in ustreznega vizualnega izgleda površine. Ustreznost zahtevane zgoščenosti asfaltne plasti bo nadzirala notranja kontrola izvajalca, ki jo izvaja Inštitut BAM d. o. o.

Vsaka prekinitev dela se izvede po vsej širini asfaltiranja pravokotno in navpično. Pred nadaljevanjem vgrajevanja se površina delovnega stika premaže z bitumensko pasto.

Prečni stiki asfaltnih plasti bodo zamaknjeni najmanj za 50 cm, vzdolžni stiki najmanj 20 cm. Vzdolžne stike je treba ustrezno obdelati tako, da se odstranijo vsi nevezani delci na robu, nakar se stik premaže z bitumensko pasto.

5.2.4 Obrabno zaporna plast asfalta SMA 11 PmB 45/80-65 A1/A2

Asfaltna zmes SMA 11 PmB 45/80-65 A1/A2 se bo vgrajevala kot obrabno zaporna asfaltna plast debeline 4 cm (kot preplastitev) na predhodno očiščeno in pobrizgano podlago. Asfaltna zmes bo proizvedena v Tovarni asfalta Pomurje, Bakovska 31, Murska Sobota. Proizvodnjo in vse vhodne materiale nadzira oziroma kontrolira notranja kontrola Inštitut BAM d. o. o.

Kot vezivo v asfaltni zmesi bo uporabljen bitumen PmB 45/80-65. Pred pričetkom vgrajevanja asfaltne zmesi se predhodno plast očisti in pobrizga s polimeri modificirano kationsko bitumensko emulzijo C 60 BP 3 – HB, v količini 0,31–0,50 kg/m^2 z avtobrizgalno za pobrizg bitumenske emulzije.

Transport od asfaltne baze do mesta vgrajevanja se bo izvajal s pokritimi kamioni 15 t–25 t. Njihovo število bo moralo omogočati kontinuirano vgrajevanje asfaltnih zmesi. Vgrajevanje se bo izvajalo s finišerjem Vogele 2100 v projektirani debelini.

Položena asfaltna zmes se bo zgoščevala z naslednjimi vibracijskimi tandem valjarji:
- vibracijski valjar Hamm HD O90V 9,0 t
- vibracijski valjar Hamm HD O90V 9,0 t
- vibracijski valjar Hamm HD O90V 9,0 t
- vibracijski valjar Hamm HD O90V 9,0 t

- vibracijski valjar Hamm HD O90V 9,0 t
- vibracijski valjar Hamm HD 75 7,0 t
- vibracijski valjar Hamm HD 14 4,0 t

Z valjanjem je potrebno pričeti takoj, ko se finišer dovolj odmakne. Kompaktiranje se izvaja od roba proti sredini položene plasti in od nižjega proti višjemu robu obdelovalne površine s prekrivanjem posameznih prehodov valjarjev v širini cca. 10 cm. Prvi prehodi se izvedejo statično, nato se izvede potrebno število vibracijskih prehodov, sledi valjanje brez vibracije, in sicer do zahtevane zgostitve in ustreznega vizualnega izgleda površine. Ustreznost zahtevane zgoščenosti asfaltne plasti bo nadzirala notranja kontrola izvajalca, ki jo izvaja Inštitut BAM d. o. o.

Vsaka prekinitev dela se izvede po vsej širini asfaltiranja pravokotno in navpično. Pred nadaljevanjem vgrajevanja se površina delovnega stika premaže z bitumensko pasto. Za izboljšanje tornih lastnosti sveže vgrajene asfaltne plasti se bo med zgoščevanjem plasti SMA 11 PmB 45/80-65 A1/A2 izvršil strojni posip vgrajene asfaltne zmesi s frakcioniranim drobljenim eruptivnim kamenim agregatom nazivne frakcije 2/4 mm. Posip se izvede v količini 2–3 kg/m^2, za boljši sprijem zrn z bitumnom na površini asfaltne plasti pa bodo zrna predhodno odprašena in obvita z 0,3 % bitumna.

Vzdolžne stike je treba ustrezno obdelati tako, da se odstranijo vsi nevezani delci na robu, nakar se stik premaže z bitumensko pasto.

5.2.4.1 Drobir z bitumenskim mastiksom (SMA)

Drobir z bitumenskim mastiksom (SMA – Stone Mastiks Asphalt) so razvili v Nemčiji sredi 60-ih let 20. stoletja za povečanje odpornosti obrabnih plasti proti poškodbam, ki so jih povzročile gume – ježevke. Sestavljen je iz velike količine drobirja z majhnim deležem peska in veliko vsebnostjo bitumna. Votline v zmesi zrn so v pretežni meri zapolnjene z zmesjo bitumna in polnila, ki ji je dodan stabilizirajoči nosilec, ki preprečuje odtekanje veziva med transportom in vgradnjo. Kot prvi stabilizator so se uporabljala azbestna vlakna, po prepovedi azbesta pa celulozna vlakna. V Sloveniji je bil SMA (takrat še poimenovan DBM – drobir z bitumenskim mastiksom) prvič vgrajen aprila 1990 na cesti R 324 od križišča s cesto M 10 na

Vrhniki proti naselju Verd v dolžini 40 m. Od leta 1997 pa se je njegova uporaba močno razmahnila predvsem z vgradnjo na odsekih avtocest.

V splošnem so v uporabi zmesi nazivnih zrnavosti 4, 8 , 11 in 16 mm, vendar pa so se v Sloveniji uveljavile predvsem zmesi SMA 8 in SMA 11, le redko, v primerih uporabe na prometnih površinah z lahko in zelo lahko prometno obremenitvijo, pa tudi SMA 4. (Asfalt, Henigman Slovenko, 2016)

Slika 15: izvedba obrabne plasti SMA11
Vir: lasten

5.2.5 Obrabno zaporna plast asfalta AC 11 surf B 70/100 A4

Asfaltna zmes AC 11 surf B 70/100 A4 se bo vgrajevala kot obrabno zaporna asfaltna plast debeline 4 cm na odstavnem pasu na predhodno očiščeno in pobrizgano podlago. Asfaltna zmes bo proizvedena v Tovarni asfalta Pomurje, Bakovska 31, Murska Sobota. Proizvodnjo in vse vhodne materiale nadzira oziroma kontrolira notranja kontrola Inštitut BAM d. o. o.

Kot vezivo v asfaltni zmesi bo uporabljen bitumen BIT 70/100. Pred pričetkom vgrajevanja asfaltne zmesi se predhodno plast očisti in pobrizga s polimeri modificirano kationsko bitumensko emulzijo C 60 BP 3 – HB, v količini 0,31–0,50 kg/m^2 z avtobrizgalno za pobrizg bitumenske emulzije.

Transport od asfaltne baze do mesta vgrajevanja se bo izvajal s pokritimi kamioni 15 t–25 t. Z valjanjem je treba pričeti takoj, ko se finišer dovolj odmakne. Kompaktiranje se izvaja od roba proti sredini položene plasti in od nižjega proti višjemu robu obdelovalne površine s prekrivanjem posameznih prehodov valjarjev v širini cca. 10 cm. Prvi prehodi se izvedejo statično, nato se izvede potrebno število vibracijskih prehodov, sledi valjanje brez vibracije, in sicer do zahtevane zgostitve in ustreznega vizualnega izgleda površine. Ustreznost zahtevane zgoščenosti asfaltne plasti bo nadzirala notranja kontrola izvajalca, ki jo izvaja Inštitut BAM d. o. o.

Vsaka prekinitev dela se izvede po vsej širini asfaltiranja pravokotno in navpično. Pred nadaljevanjem vgrajevanja se površina delovnega stika premaže z bitumensko pasto.

Prečni stiki asfaltnih plasti bodo zamaknjeni najmanj za 50 cm, vzdolžni stiki najmanj 20 cm. Vzdolžne stike je treba ustrezno obdelati tako, da se odstranijo vsi nevezani delci na robu, nakar se stik premaže z bitumensko pasto. Prav tako je potrebno obdelati vse prečne stike. Njihovo število bo moralo omogočati kontinuirano vgrajevanje asfaltnih zmesi.

Vgrajevanje se bo izvajalo s finišerjem Vogele 1900 v projektirani debelini.
Položena asfaltna zmes se bo zgoščevala z naslednjimi vibracijskimi tandem valjarji:
- vibracijski valjar Hamm HD O90V 9,0 t
- vibracijski valjar Hamm HD O90V 9,0 t
- vibracijski valjar Hamm HD 70 7,0 t
- vibracijski valjar Hamm HD 13 3,5 t

5.3 Pobrizg podlage

Zagotoviti je treba dobro zlepljenost med starimi in novimi plastmi asfalta. Nezlepljenost asfaltnih plasti bistveno zmanjša nosilnost vozišče konstrukcije in skrajša njeno pričakovano življenjsko dobo. Pri novogradnjah je podlaga običajno že primerna, pri sanacijah pa je

postopek priprave podlage zahteven. Običajno se izvede rezkanje podlage, pri katerem je treba paziti, da na površini ne ostanejo slabo vezani kosi asfalta.

Na očiščeno staro ali na novograjeno asfaltno plast je treba pred nadgraditvijo z naslednjo plastjo nanesti lepilno sredstvo. Običajno se za pobrizg uporabljajo bitumenske emulzije, količina in vrsta pobrizga pa sta odvisni od lastnosti površine podlage (gladka, groba, odrezkana), vrste materiala podlage (asfalt, beton), vrste asfaltne zmesi, ki jo polagamo, in še mnogih drugih parametrov. Nanos lepilnega sredstva s pobrizgom mora biti enakomeren in v primerni količini. Lepilno sredstvo za pobrizg mora biti tekoče, da se lahko brizga skozi šobe, in učinkovito, da obvije preostanek prahu in regenerira bitumenski film. S pobrizgom lahko tudi izboljšamo vodotesnost površine asfaltne plasti in s tem preprečimo vstop vode (vodotesen pobrizg se uporablja kot podlaga drenažnemu asfaltu).

Pri drenažnih asfaltnih plasteh je primerna količina pobrizga polimerne bitumenske emulzije od 1,5 do 2,2 kg/m^2 ter posip kamene frakcije 4/8 mm v količini 5 do 8 kg/m^2 z vtisnjenjem v pobrizgano površino z valjarjem.

Primerna lepilna sredstva za pobrizg so:
- bitumenske emulzije (predvsem kationske – običajne – ali modificirane) in
- PmB bitumenska veziva (vodovarstvena področja).

Pobrizg se običajno izvaja z ogrevano cisterno, opremljeno z razpršilnimi drogovi z brizgalnami šobami, ki omogočajo enakomeren pobrizg. Na majhnih površinah in pri težjih pogojih vgrajevanja je smiselno izvršiti pobrizg z ročno vodenimi brizgalkami.

Količina pobrizga je odvisna od hrapavosti in votlavosti površine podlage, količine in kakovosti bitumenskega veziva na površini podlage ter deleža bitumenskega veziva in vsebnosti votlin v novi asfaltni plasti.

Pobrizg mora biti izveden do robov površine za vgrajevanje, pri tem pa je treba predhodno zaščititi vse jaške, pokrove, robnike in drugo. Pred nadgradnjo se mora pobrizgana površina posušiti, prav tako mora biti po njej preprečen promet zaradi nevarnosti nesreč, ponovnega onesnaženja in zmanjšanja učinka pobrizga. Zahteve za kationske bitumenske emulzije so podane v SIST 1036, ki se navezuje na SIST EN 13808.

Priporočljive orientacijske količine lepilnih sredstev za pobrizg so za:

- nestabilne kationske emulzije: 0,20 do 0,50 kg/m^2,
- bitumenska veziva: 0,15 do 0,30 kg/m^2,
- polimerna bitumenska veziva: 1,5 do 2,20 kg/m^2.

Kriterij za določitev količine pobrizga je zadostitev zahtevam za zlepljenost asfaltnih plasti, podanim v tehničnih specifikacijah TSC 06.300/06.400:2009. (Tehnološki ekonomski elaborat, priloga)

Ker je dobra zlepljenost asfaltnih plasti pomembna za doseganje pričakovane življenjske dobe, so v tehničnih specifikacijah predvideni znatni finančni odbitki za izvedbo voziščne konstrukcije s slabo zlepljenostjo asfaltnih plasti. (Henigman, 2016)

Slika 16: pobrizg z bitumensko emulzijo
Vir: https://ibuilders-sl.techinfus.com/bitum/emulsiya/

6 VGRADNJA OJAČITVENIH MREŽ JE 70 % CENEJŠA OD CELOTNEGA FREZANJA

6.1 Vgradnja armirne mreže

Izvajalec bo na mestih, kjer je to s projektom predvideno, vgradil ojačitveno mrežo GlasGrid GG100, proizvajalca Adfors, Saint-Gobain.

Mreže morajo biti skladiščene zapakirane v originalni embalaži v suhem prostoru, kjer ni prahu in umazanije, na suhi in ravni površini. Dopustno temperaturno območje skladiščenja in transporta je -30 ºC do +80 ºC, max vlaga do 85 %.

Podlaga mora biti ustrezno pripravljena in po potrebi sanirana, skladno s IZN. Površina mora biti suha, odprašena, brez vegetacije, peska, vode, gramoza in drugih nečistoč. Mreža se položi direktno na obstoječi asfalt ali na vezni/izravnalni sloj asfalta, z lepilno stranjo obrnjeno navzdol, pri čemer moramo zagotoviti popoln stik med podlago in mrežo. Izogniti se je treba pojavu valov zaradi polaganja mreže v krivino. Če ne gre drugače, se mrežo na mestih pojava vala prereže in stikuje. Dopustno temperaturno območje podlage, kamor se polaga mreža, je med 5 in 60 ºC. V primeru, da se mreža polaga na pravkar izvedeno plast asfalta, se mora ta ohladiti na največ 43 ºC. Ko začnemo s polaganjem, moramo rob pritrditi dovolj močno, da je omogočeno odvijanje mreže iz koluta. Pri odvijanju si pomagamo z gradbenim strojem in se pomikamo počasi v smer polaganja. Ko je mreža položena, se izvede aktivacija samoadhezije s prehodom z valjarjem z gumijastimi kolesi. Pri tem moramo paziti, da so kolesa valjarja čista. Proizvajalec predvideva, da bosta 1 do 2 prehoda z valjarjem zadoščala, da se razvije močna vez med podlago in mrežo.

Slika 17: Vgrajevanje armirane mreže na prečni razpoki
Vir: lasten

Tako vgrajena ojačitvena mreža se pobrizga z emulzijo (glej poglavje pobrizg z emulzijo v nadaljevanju) in preplasti z naslednjo plastjo asfalta v časovnem okviru največ 24 ur. Polaganje asfalta je potrebno v primeru, da se mreža naguba ali kako drugače deformira, takoj prekiniti in izvesti popravilo mreže.

V primeru, da so napovedane padavine, se mreže ne sme vgrajevati. Če se kljub temu zgodi, da padavine zmočijo položeno mrežo, preden je zaščitena z naslednjo plastjo asfalta, je pred nadaljevanjem del treba počakati, da se ta popolnoma posuši. V času sušenja je preko mreže prepovedano voziti.

Proizvajalec priporoča pobrizg z emulzijo šele potem, ko je mreža položena. (Pogojno dopušča, da se izvede pobrizg tudi pred položitvijo, v primeru, da je s projektom tako določeno!) Pobrizg bo izveden s polimeri modificirano kationsko bitumensko emulzijo C 60 BP 3 – HB. Priporočena količina pobrizga je med 0,2 in 0,5 kg/m^2 v odvisnosti od kakovosti podlage (nova podlaga – močno poškodovana podlaga).

Slika 18: Pobrizg preko armirane mreže
Vir: lasten

Kontrola kakovosti vgrajene ojačitvene mreže, test pritrditve :

- odreže se 1 m^2 mreže,
- vzorec se položi na reprezentativno mesto projekta (predmetnega gradbišča),
- izvede se valjanje z valjarjem z gumijastimi kolesi, da se sproži samoadhezija,
- namesti se vzmetno tehtnico,
- če je rezultat vsaj 9 kg ali več, je vzorec kakovostno vgrajen,
- v primeru, da je rezultat preizkusa negativen (manj od 9 kg) se bo izvajalec po potrebi posvetoval s proizvajalcem, da se doseže predpisana zlepljenost,
- pogostost: min. 1 test / 300 m^2.

Strižno preizkavo zlepljenosti asfaltnih plasti je treba izvesti tudi na območjih, kjer je položena mreža.

Ostali zavezujoči pogoji, ki jih je treba upoštevati pri vgradnji mrež:

- vožnji preko položene mreže se je treba izogibati. Dopusten je le gradbiščni in nujni

transport s hitrostjo 20 km/h,
- vozila morajo omejiti zaviranje in obračanje po vgrajeni mreži,
- mreža mora biti široka ≥ 1,0 m in položena tako, da sega 0,5 m preko roba razpok podlage na vsako stran. (Tehnološki ekonomski elaborat, DARS)

6.2 Postopki za popravilo poškodb

V sklopu del rednega vzdrževanja asfaltnih voznih površin je treba izvajati ukrepe – popravilo razpok oziroma prepustnih površin, ki preprečujejo nastanek drugotnih poškodb. To je tesnitev asfaltne vozne površine in izvedba mehkega, vendar tesnega členka za prevzem premikov. Namen popravila razpok ter poškodovanih stikov in reg je tudi utrditev oziroma stabiliziranje robov ob poškodbi. S tem mora biti zagotovljeno, da voda z vozne površine ne bo več prodirala v voziščno konstrukcijo, preprečeno pa bo povečevanje razpok in odlomi robov.

Pogoj za uspešno popravilo poškodb je podrobna seznanitev z značilnostmi asfaltne zmesi oziroma krovne plasti, ki vključuje potek sprememb na vgrajeni plasti oziroma razpok, vključno z njihovo obliko ter uporabljenimi materiali.
Način popravila razpok je odvisen tudi od pogostosti in splošnega stanja:

- posamezne razpoke, ki ne kažejo vidnejših poškodb robov, je mogoče popraviti predvsem z zalivanjem ter morebitno predhodno zapolnitvijo in segrevanjem,
- Pogostejše razpoke pa je praviloma treba popraviti s postopki v sklopu gradbene ohranitve, opredeljenimi v tehnični regulativi, navedeni v tč. 4.1.3.1.1.

Praviloma je gospodarno popraviti posamezne razpoke z zalivanjem samo, če jih v povprečju na določeni vozni površini ni več kot 1/m2. Zalivanje razpok pa je v osnovi treba upoštevati predvsem kot preventivni ukrep vzdrževanja, primeren za izvedbo od spomladi do jeseni. Splošne osnove za pripravo podlage za popravilo razpok so podrobno navedene v tč. 4.1.3.1.2. Trajnejši uspeh popravila posamezne razpoke je zagotovljen samo, če je razpoka primerno oblikovana in zalita.

Priprava posameznih razpok je mogoča s postopkom rezkanja in s stisnjenim vročim zrakom.

Zelo ozke razpoke (široke do 3 mm) je treba popraviti samo v izjemnih primerih in to izključno s postopkom rezkanja. Razpoke, široke nad 3 do 25 mm ter zevajoče in zelo široke razpoke (izjemoma do 40 mm), je treba praviloma popraviti z rezkanjem.
Popravilo s stisnjenim vročim zrakom je – kot kratkotrajno – uporabno samo v izjemnih primerih, ki jih določi naročnik. Globina žleba – izrezkane razpoke mora znašati pri širokih razpokah 1,5-kratno širino, vendar le do 30 mm, pri zevajočih in zelo širokih razpokah pa mora biti enaka širini žleba.

6.3 Rezkanje

Je zaenkrat najbolj primerno za popravilo posameznih razpok na vseh vrstah cest.
S primernimi orodji za rezkanje, togo ali gibljivo pritrjenimi na hitro se vrteči gredi, ki lahko sledijo razpoki, je treba razpoko razširiti na najmanj 15 mm in največ 40 mm in po potrebi poglobiti na najmanj 30 mm in največ 40 mm, če ni razpoka že globlja. Na zelo zvitih razpokah ali porušenih robovih ob razpokah je širina rezkanja lahko tudi ustrezno večja.

Z rezkanjem se v pretežni meri odstrani oksidirano (krhko) bitumensko vezivo in nesnago, ki se je nabrala v razpoki, dodatno pa ohrapavljene površine v razpoki, tako da je poleg zlepljenja omogočeno tudi zaklinjenje bitumenske zalivne zmesi oziroma pri zelo širokih izrezkanih razpokah uporabljene primerne asfaltne zmesi.

Priprava razpoke z rezanjem z rezalko ni primerna, ker nastaneta gladka stična površina in onesnaženje z muljem (od rezanja).

Izrezkano razpoko je praviloma treba očistiti z motorno jekleno krtačo in izpihati s stisnjenim zrakom. Celotno površino razpoke je treba pobrizgati s primernim sredstvom za predhodni premaz. Ko se ta posuši, mora biti razpoka praviloma strojno zalita z ustrezno vročo bitumensko zmesjo za zalivanje. To bitumensko zmes se sme segrevati samo v kotlu z oljnim plaščem in mešalom. Temperatura bitumenske zmesi za zalivanje v kotlu in v času zalivanja mora ustrezati predpisani od proizvajalca (praviloma 160 do 180 °C); praviloma sme biti v kotlu največ 30 °C višja kot pri zalivanju bitumenske zmesi. Temperaturo pri zalivanju je treba prilagoditi tudi zunanji temperaturi, ki mora biti višja od 5 °C. Pri zunanji temperaturi do 20 °C je treba razpoko zaliti do malo pod zgornjim robom, pri višji temperaturi pa do vrha.

Plitve razpoke (globoke do 30 mm) je mogoče zaliti naenkrat, globlje pa večkrat zaporedoma in po potrebi še enkrat po nekaj dneh. V hladnem vremenu je koristno območje razpoke pred zalivanjem segreti. Če je treba promet na zalito razpoko pripustiti prej kot 10 minut po zalivanju, je treba površino zalite razpoke takoj posuti s kameno moko, sicer pa samo z drobljenim grobim peskom (približno 1,5 kg/m^2). (Ministrstvo za promet, 2005)

Slika 19: Rezkanje
Vir: lasten

Slika 20: Nastavitev globine frezanja
Vir: lasten

6.4 *Primerjava izračuna vgradnje ojačitvene mreže in celotnega frezanja*

6.4.1 Izračun za vgradnjo mrež

- Na odseku AC A5 0813 Turnišče – razcep Dolga vas smo na razpokah vgradili 2977,64 m^2 ojačitvenih mrež.
- Cena za m^2 je znašala 4,79 €

  = 2977,64 m^2 × 4,79 € =

  = **14.262,90 €**
- Cena za pobrizg pod mrežo je znašala 2,35 €/m^2

  2977,64 m^2 × 2,35 € =

  = **6.997,45€**

= 14.262,90 € + 6.997,45 € = **21.260,35 €**

Cena za dobavo in vgradnjo je znašala 21.260,35 €.

6.4.2 Izračun za celotno rezkanje in vgradnjo asfalta

Izračunal bom za koliko odstotkov bi bilo dražje, da bi na prečnih razpokah namesto vgradnje ojačitvenih mrež izvedli rezkanje in vgradili novo nosilno plast asfalta.

- Rezkanje 4–7 cm stane 2,16 €/m^2
  2977,64 m^2 × 2,16 € = **6.431,70 €**
- Pobrizg pod asfaltom stane 1,22 €/ m^2
  2977,64 m^2 × 1,22 € = **3.632,72 €**
- Vgradnja AC22 7 cm stane 18,11 €/m^2
  2977,64 m^2 × 18,11 € = **53.925,06 €**

= 6.431,70 € + 3.632,72 € + 53.925,06 € = **63.989,48 €**

Dobava in vgraditev ojačitvenih mrež	Rezkanje in vgradnja asfalta
21.260,35 €	63.989,48 €
33,2 %	100 %

6.4.3 Končna ocena

Na osnovi rezultatov, ki smo jih dobili na podlagi izračunov za vgradnjo ojačitvenih mrež ter celotnega rezkanja in vgradnje asfalta, potrjujem prvo hipotezo. Celotno rezkanje in vgradnja novega asfalta bi predstavljala učinkovitejšo in dolgotrajnejšo sanacijo razpok, ampak glede na ceno je vgradnja ojačitvenih mrež razumljiva in bolj ekonomična.

7 PO OBNOVI SE JE V VEZNEM SLOJU POVEČALA VSEBNOST BITUMNA ZA 10 %

7.1 Rezultati terenskega in laboratorijskega preskušanja voziščne konstrukcije (sondažni razkopi) na AC A5 0813 Turnišče – razcep Dolga vas

Po naročilu smo izvedli 4 sondažne razkope in preiskave odvzetih vzorcev na 2 lokacijah na avtocestnem odseku 0813 Turnišče–Dolga vas. Ob razkopu so bile odvzeta jedra asfaltnih plasti, cementna stabilizacija (ta se je v nekaterih primerih držala jeder) ter tampona.

Slika 21: Lokacija odvzema vzorca Vir: poročilo sondažni izkopi 1100/20-760-64, ZAG 2023

Slika 22: Odvzemanje vzorca na AC A5 0813
Vir: poročilo sondažni izkopi 1100/20-760-64, ZAG 2023

Na mestu obeh razkopov so bile prečne razpoke manjše debeline čez celotno vozišče. Pojavljajo se tudi vzdolžne in mrežaste razpoke. Ob robu vozišča je viden posedek.

Sondažni razkop 1 je bil izveden na mrežasti razpoki. Pri vrtanju sta se asfalt in stabilizacija razsula. Posamezni kosi asfalta so bili odvzeti. Razsuti vzorec cementne stabilizacije (debeline okoli 23 cm) je bil odvzet za sejalno analizo, preiskave tlačne trdnosti pa na takšnem vzorcu ni bilo možno izvesti. Meritve podajnosti (tabela 1) na tamponu (debeline okoli 33 cm) so relativno nizke, vendar je možen vzrok za takšno vrednost meritve razmočenost tampona zaradi prisotnosti vode ob vrtanju. Meritve podajnosti (tabela 1) na posteljici ustrezajo zahtevam. Asfaltno jedro, ki je bilo odvzeto ob sondažnem razkopu 1, se je pri odvzemu razlepilo med vezno nosilno asfaltno plastjo (AC 22 bin PmB10/40-60 in AC 32 base B50/70).

Sondažni razkop 2 je bil izveden cca. 3 m od sondažnega razkopa 1, kjer ni mrežastih razpok. Pri vrtanju smo uspeli odvzeti neporušeno cementno stabilizacijo (debeline okoli 23 cm). Meritve podajnosti (tabela 1) na posteljici in na tamponu (debeline okoli 33 cm) ustrezajo zahtevam.

Asfaltno jedro, ki je bilo odvzeto ob sondažnem razkopu 2, se je pri odvzemu razlepilo med vezno nosilno asfaltno plastjo (AC 22 bin PmB10/40-60 in AC 32 base B50/70).

7.1.1 Laboratorijske preiskave asfaltnih plasti

Tabela 1: Izmerjene debeline asfaltnih plasti pri odvzetih jedrih

			meritev [mm]				
jedro	plast	št. vzorca	1	2	3	4	povprečje
1	SMA 11 PmB45/80-65	3059	43	43	44	43	**43**
	AC 22 bin PmB10/40-60	3060	76	76	75	74	**75**
	AC 32 base B50/70	3061	75	74	76	76	**75**
2	SMA 11 PmB45/80-65	3062	41	44	44	42	**43**
	AC 22 bin PmB10/40-60	3063	77	74	73	75	**75**
	AC 32 base B50/70	3064	78	77	78	78	**78**
3	SMA 11 PmB45/80-65	3065	48	50	46	48	**48**
	AC 22 bin PmB10/40-60	3066	77	73	75	78	**76**
	AC 32 base B50/70	3067	80	81	82	78	**80**
4	SMA 11 PmB45/80-65	3068	45	52	46	44	**47**
	AC 22 bin PmB10/40-60	3069	77	70	74	79	**75**
	AC 32 base B50/70	3070	86	90	86	85	**87**

Vir: poročilo sondažni izkopi 1100/20-760-64, ZAG 2023

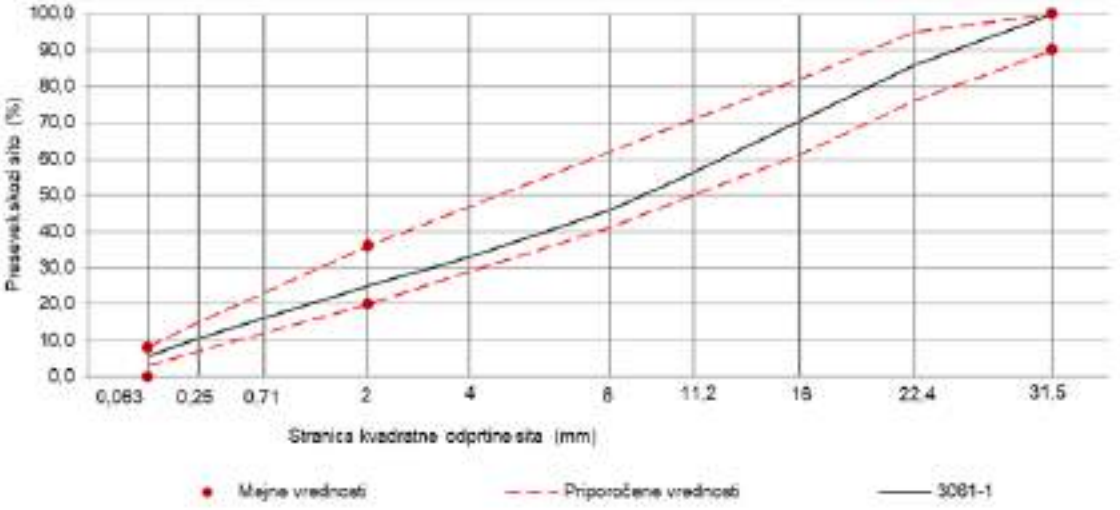
UGOTAVLJANJE ZRNAVOSTI PO SIST EN 12697-2:2015+A1:2019

Tabela 2: rezultati ugotavljanja zrnavosti, plast AC 32 base B50/70

Metoda preiskave	Presejek skozi sito kvadratne odprtine (mm) SIST EN 12697-2:2015+A1:2019									
% (m/m)	0,063	0,25	0,71	2	4	8	11,2	16	22,4	31,5
Ugotovljene vrednosti	5,8	10,6	16,1	24,8	33,1	45,8	56,2	70,4	85,8	100,0
Mejne vrednosti po SIST 1038-1:2009	0			20						90
	8			36						100
Priporočene vrednosti po SIST 1038-1:2009	3	7		20	29	41	50	61	76	90
	8	15		36	47	62	71	82	95	100

Vir: poročilo sondažni izkopi 1100/20-760-64, ZAG 2023

Slika 21 : graf sejalne analize kamene zmesi (plast AC 32 base B50/70)



Vir: poročilo sondažni izkopi 1100/20-760-64, ZAG 2023

Laboratorijske preiskave ekstrahiranih bitumnov:

Tabela 3: Rezultati laboratorijskih preiskav ekstrahiranih bitumnov za izbrana jedra

				SIST EN 12697-1:2020	SIST EN 1426:2015	SIST EN 1427:2015	SIST EN 12591: 2009, aneks B.4	SIST EN 12593:2015
				Vsebnost bitumna	**Penetracija pri 25 °C[1]**	**Zmehčišče po PK[2]**	**Indeks penetracije**	**Pretrgališče po Fraasu**
št. jedra	**km**	**odsek**	**opis plasti**	[% (m/m)]	[mm/10]	[°C]	/	[°C]
1	4,570	0813	AC 32 base B50/70	3,3	22	62,2	-0,3	-3
4	7,300	0813	AC 32 base B50/70	3,7	21	61,2	-0,6	-4
Povprečje bitumnov 9 jeder AC 22 bin PmB10/40-60 iz poročila št. 1100/20–760–48				3,7	15,7	81,7	1,8	-3,3

Vir: poročilo sondažni izkopi 1100/20-760-64, ZAG 2023

Slika 22: Razkop vzorca
Vir: poročilo sondažni izkopi 1100/20-760-64, ZAG 2023

Slika 23: : asfaltno jedro vzorca 1, ki se je pri odvzemu razlepilo med plastema BASE in BIN.
Vir: poročilo sondažni izkopi 1100/20-760-64, ZAG 2023

7.1.2 Ocena stanja

Asfaltne plasti so bile na mestih odvzema vgrajene v primernih debelinah. V splošnem smo opazili, da se periodično pojavljajo prečne razpoke, ki praviloma potekajo čez celotno debelino asfaltnih plasti. Dve od štirih jeder (jedri št. 1 in 2) sta se pri odvzemu razlepili med vezno in nosilno asfaltno plastjo (AC 22 bin in AC 32 base). Na več mestih (tudi na lokaciji 1) smo zaznali posedek celotne asfaltne konstrukcije. Povsem ustrezno stanje jeder smo ugotovili predvsem pri jedrih št. 3 in 4.

Stanje asfaltne zmesi AC 32 base

Pri obeh preiskanih asfaltnih zmeseh AC 32 base je sejalna krivulja ustrezna. Sprememba penetracije je prevelika glede na uporabljen vhodni bitumen. Iz penetracije in zmehčišča ekstrahiranih bitumnov se vidi, da so vzorci bitumnov, ki so ekstrahirani iz nosilnih plasti AC 32 base, vendarle nekoliko mehkejši od bitumnov, ekstrahiranih iz veznih plasti AC 22 bin PmB10/40-60 (tabela 3). Pri jedru št. 1 je vsebnost bitumna nekoliko nižja od zahtevane za tovrstno zmes. Na tej lokaciji smo zaznali posedek celotne asfaltne konstrukcije in prisotnost vode v voziščni konstrukciji. Voda v asfaltnih plasteh lahko spere nekaj bitumna in to je tudi možni vzrok za manjšo vsebnost bitumna pri jedru št. 1. (ZAG, 2023)

7.2 Vsebnost bitumna po obnovi

Slika 24 : Poročilo o notranji kontroli
Vir: Poročilo o zlepljenosti, Inštitut BAM d. o. o.

7.2.1 Končna ocena

Na osnovi podatkov, ki so se izmerili pred obnovo vozišča (tabela 3) in poročila o notranji kontroli po obnovi vozišča (slika 24), smo lahko primerjali vsebnost bitumna v vezni plasti AC 22 pred in po obnovi. Ugotovili smo, da je bila vsebnost bitumna v vezni plasti pred obnovo 3,7 %, medtem ko se je po obnovi vsebnost bitumna v vezni plasti povečala na 4,2 %. Na osnovi dostopnih podatkov lahko drugo hipotezo tako potrdimo.

8 PO OBNOVI VOZNE POVRŠINE SE JE POVEČALA PROMETNA VARNOST ZA 10 %

Prometna varnost je eden najpomembnejših vidikov cestnega prometa. Od stopnje varnostni prometa na cesti je odvisna kakovost življenja vseh državljank in državljanov. Varnost v cestnem prometu zagotavljamo s kakovostno in redno vzdrževano cestno infrastrukturo, varnimi vozili ter z ozaveščanjem in spodbujanjem k odgovornemu vedenju vseh udeležencev v prometu. Spoštovanje cestno-prometnih predpisov, vzdrževanje cestne infrastrukture in presoja njene varnosti ter izobraževanje in osveščanje javnosti glede uvajanja novih tehničnih standardov, rešitev ter drugih ukrepov, veliko pripomorejo k večji prometni varnosti. (Varnost v cestnem prometu, 2023)

8.1 Vplivi na varnost vožnje

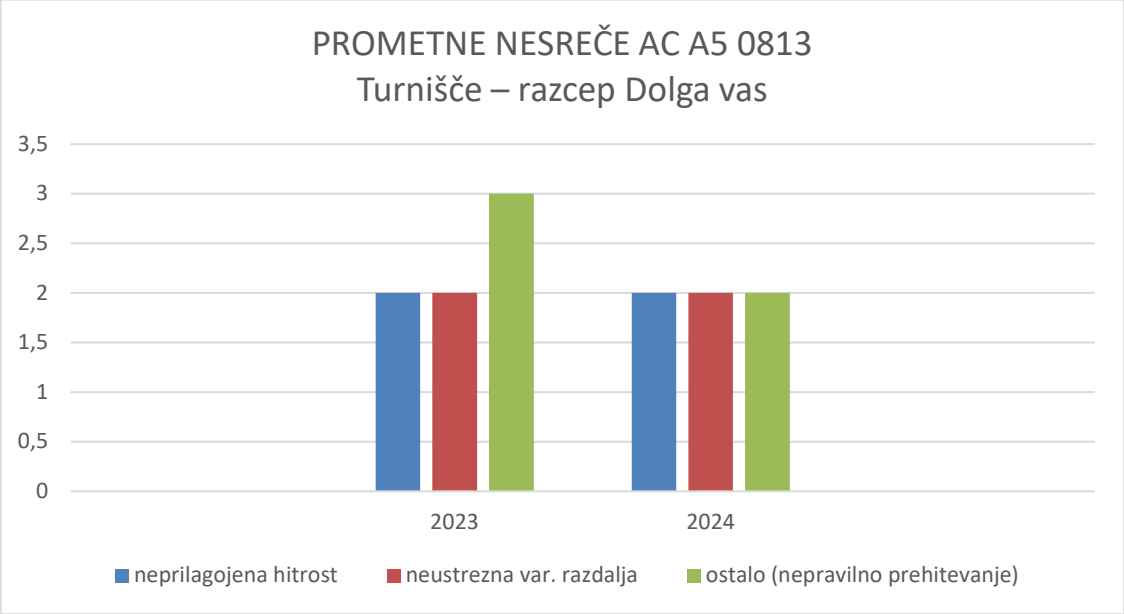
Ko vertikalni pospešek vozila preseže težnostnega, kolesa ne morejo slediti neravninam in se kljub vzmetenju oddvajajo od vozne površine. To pa ima za posledico hitrejše blokiranje zavrtega kolesa in podaljšanje zavorne poti. Takšno odskakovanje koles povzročijo že neravnine z amplitudo 10 mm. Pri zaporednih neravninah z amplitudo 20 ali več mm (npr. pri narivih in grbinah na vozni površini, ki nastanejo zaradi horizontalnih sil vozil pri zaviranju, pospeševanju in vožnji v krivini) je kolo pretežno oddvojeno od vozne površine.

Trajanje oddvojenosti kolesa od vozne površine, ki so ga pogojile neravnine, lahko določimo iz krivulje vsotne pogostosti, če privzamemo določen % pogostosti kot mejno vrednost.

Takšno zmanjšanje kolesne obremenitve, še posebno pa oddvajanje koles vozil od vozne površine, je lahko kritično za varnost vožnje v neugodnih vremenskih razmerah. (Žmavc, 2007)

8.2 Statistika prometnih nesreč pred in po obnovi

Tabela 4: Število prometnih nesreč in vzroki



Vir: https://www.policija.si/o-slovenski-policiji/statistika/prometna-varnost

Iz grafa lahko razberemo, da se je:

- v letu 2023 na tem odseku zgodilo 7 prometnih nesreč
- v letu 2024 do zdaj zgodilo 6 prometnih nesreč

Izračun odstotka zmanjšanja:

Odstotek zmanjšanja se izračuna tako, da razliko delimo s prvotnim številom nesreč (iz leta 2023) in pomnožimo s 100:

- Razlika je 1

= (1/7) * 100 =

= **14,3 %**

Iz izračuna lahko ugotovimo, da se je varnost glede na statistiko prometnih nesreč povečala za 14,3 %.

8.3 Jeklene varnostne ograje

Na avtocestah in hitrih cestah je dovoljena uporaba varnostnih ograj skladno s Pravilnikom o prometni signalizacij in prometni opremi na cestah (Uradni list RS, 3t. 99/15, 46/17, 59/18 in 63/19) z nivoji zadrževanja H1, H2 In H4b, ki so uspešno testirane skladno z zahtevami standarda SIST EN 1317 in je zanje pridobljen certifikat prisotnega organa. Pogoji za postavitev

varnostnih ograj so določeni v TSC 02.210:2010 VARNOSTNE OGRAJE, POGOJI IN NAČIN POSTAVITVE.

Zgornji rob jeklene varnostne ograje mora biti najmanj 75 cm nad višino roba vozišča, zgornji rob betonske varnostne ograje pa najmanj 80 cm nad višino roba vozišča. Višina izbrane varnostne ograje mora biti skladna z višino varnostne ograje, ki je razvidna iz dokumentacije, izdane na podlagi testa v skladu z zahtevami standarda SIST EN 1317.

Na trasi se postavljajo varnostne ograje, ki izpolnjujejo zahteve tega navodila, razen v primeru preplastitve, ko se niveleta vozišča spreminja za največ 5 cm in se pri tem varnostnih ograj ne odstranjuje. Na objektih se postavljajo varnostne ograje, ki izpolnjujejo zahteve tega navodila, razen v primeru, ko se pri izvedbi del ne posega v obstoječe robne vence in varnostne ograje.

Uporaba modificirane varnostne ograje je dovoljena na podlagi uspešno izvedene računalniške simulacije (statična in dinamična analiza) testa v skladu z zahtevami standarda SIST EN 1317 in pridobljenega certifikata pristojnega organa. Dopuščena je le sprememba posameznega elementa varnostne ograje, pri kateri pristojni organ na osnovi izvedene računalniške simulacije (statična in dinamična analiza) ugotovi ustreznost proizvoda v skladu s standardom SIST EN 1317 in zanj izda certifikat.

2.1 Srednji ločilni pas. V srednjem ločilnem pasu avtocest in hitrih cest se postavi betonsko varnostno ograjo z nivojem zadrževanja H4b, razen v primerih iz točke 7.2, ko je dopuščena tudi postavitev jeklene varnostne ograje ali izvedba gladkega betonskega zidu višine najmanj 100 cm. V območju, kjer je mogoče v srednjem ločilnem pasu urediti prehod za vozila, mora biti varnostna ograja demontirana (ne sme biti sidrana v zgornji ustroj). Demontirana varnostna ograja ima lahko za en razred nižji nivo zadrževanja in za en razred višjo delovno širino.

2.2 Rob vozišča (desni in levi rob, kjer ni sredinskega ločilnega pasu)

a. Minimalni pogoji za postavitev varnostnih ograj so določeni po tehnični specifikaciji TSC 02.210:2010 VARNOSTNE OGRAJE, POGOJI IN NAČIN POSTAVITVE

b. Ne glede na zahteve v zgoraj navedeni tehnični specifikaciji je postavitev varnostne ograje obvezna v naslednjih primerih:

- ob robu ceste je jarek globine 1 m ali več (h ≥ 1 m),
- ob robu ceste je nasipna brežina višine najmanj 1,5 m in z naklonom najmanj 1:5 (h ≥ 1,5 m in n ≥ 1:5)
- ob robu ceste je vkopna brežina z nagibom najmanj 1:3 1:3 (n ≥ 1:3)

c. Ob robu vozišča avtoceste in hitre ceste se postavlja jekleno varnostno ograjo, razen v primeru, ko z njo ni mogoče zagotoviti ustreznega nivoja zadrževanja vozil ali delovne širine. V tem primeru se lahko postavi betonsko varnostno ograjo.

d. Jekleno varnostno ograjo se lahko nadomesti z betonsko tudi v primeru, ko s tem dosežemo zmanjšanje obremenitve okolice s hrupom pod zakonsko dopustno raven, ali v primerih mejnih vrednosti, ko s tem dosežemo zmanjšanje obremenitve okolice s hrupom na obravnavanem odseku v povprečju vsaj za 3 dB (aA).

e. Ob robu vozišča se postavlja varnostno ograjo z nivojem zadrževanja minimalno H1.

f. Ne glede na določilo prejšnje točke se za specifične primere uporabljajo naslednji minimalni nivoji zadrževanja varnostne ograje:
- H2 pri zavarovanju podpornih konstrukcij nadvozov, stebrov visokonapetostne napeljave, stebrov portalnih ali polportalnih konstrukcij, predorskih portalov ipd.,
- H2 pri podpornih zidovih, daljših od 15 m in višjih od 2 m,
- H2 pri nasipnih brežinah, višjih od 3 m,
- H2 pri jarkih, globljih od 2 m,
- H4b pri podpornih zidovih, daljših od 50 m in višjih od 5 m.

g. Na premestitvenih objektih se postavlja varnostno ograjo z naslednjim minimalnim nivojem zadrževanja:
- H2 na premostitvenih objektih, daljših od 10 m,
- H4b na premostitvenih objektih, daljših od 50 m.

h. Ne glede na prejšnjo točko je na obstoječih vzporednih premostitvenih objektih, daljših od 50 m, v primeru, ko vzdolžna odprtina med objektoma ni večja od 1/3 širine merodajnega vozila pri testu TB81, na levem robu niveletno nižjega objekta dopuščen nivo zadrževanja varnostne ograje H2.

i. Pri vzporednih premostitvenih objektih, pri katerih vzdolžna odprtina med objektoma ni večja od 0,1 m in sta objekta niveletno enaka, se dopusti postavitev ustrezne obojestranske betonske varnostne ograje v sredinskem ločilnem pasu samo na en objekt. Odprtina se ustrezno zaščiti.

j. Na nadvozih čez avtoceste ali hitre ceste se postavlja varnostna ograja z naslednjim minimalnim nivojem zadrževanja:

- H2 na nadvozih cest v naselju,
- H2 na nadvozih regionalnih in občinskih cest izven naselja, kjer znaša povprečni letni dnevni promet tovornih vozil z maso nad sedem ton in avtobusov skupaj do 300,
- H4b na nadvozih avtocestnih priključkov in glavnih cest izven naselja,
- H4b na nadvozih občinskih in regionalnih cest izven naselja, kjer znaša povprečni letni dnevni promet tovornih vozil z maso nad sedem ton in avtobusov skupaj več kot 300.

MINIMALNE DOLŽINE VARNOSTNE OGRAJE PRED IN ZA NEVARNIM MESTOM TER DELOVNA ŠIRINA VARNOSTNE OGRAJE

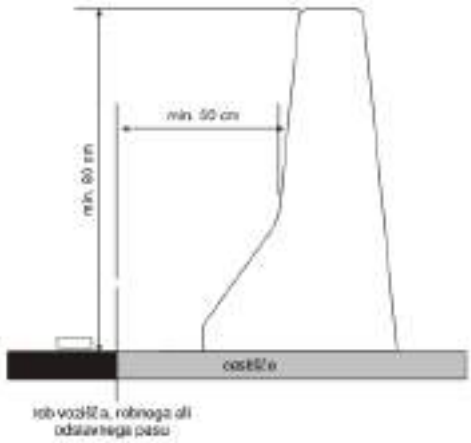
Tabela 5: Minimalna dolžina varnostne ograje na polni višini pred ali za nevarnim mestom

KATEGORIJA CESTE	PRED NEVARNIM MESTOM, Lp	ZA NEVARNIM MESTOM, Lz
AC, HC	minimalno 60 m	minimalno 30 m
AC ali HC, na kateri lahko vozilo nevarno oviro doseže z drsenjem (npr. ob brežini) ali z vožnjo mimo začetka varnostne ograje (npr. notranja stran krivine)	minimalno 100 m	minimalno 30 m

Vir: (DRI, 2021)

8.4 Betonske varnostne ograje

Zgornji rob BVO je na višini min. 80 cm, oziroma min. 100 cm pri visokih ograjah, nad robom vozišča, robom robnega ali odstavnega pasu.



Slika 25: Enostranska BVO
Vir: https://www.gov.si/assets/organi-v-sestavi/DRSI/Dokumenti-DRSI/Tehnicne-specifikacije/TSC_02_210_2010_Varnostne_ograje_Pogoji_in_nacin_postavitve.pdf

BVO se postavlja:

- ko z JVO ni mogoče zagotoviti zahtevanega nivoja zadrževanja vozil,
- na cesti z dvema smernima voziščema, s po enim prometnim pasom za vožnjo v vsako smer, do 7000 PLDP-ja, oziroma
- na cesti z dvema smernima voziščema, s po dvema prometnima pasovoma za vožnjo v isto smer, do 39.000 PLDP-ja,
- na cesti, ki prečka vodovarstveno območje, za preprečitev razlitja nevarne snovi v podtalnico, pri čemer je treba posvetiti posebno pozornost tesnjenju stikov in kontrolirani odvodni tekočin z vozišča v lovilne bazene.

BVO višine:

- min. 80 cm: se postavlja, ko je pri navedenih vrednostih PLDP-ja v strukturi prometa do 15 % tovornih vozil in avtobusov,
- min. 110 cm: se postavlja, ko je pri navedenih vrednostih PLDP-ja v strukturi prometa 15 % ali več tovornih vozil in avtobusov.

(Ministrstvo za promet, 2012)

8.5 Dodatne ograje po obnovi

V okviru celovite obnove vozišča in izboljšanja prometne varnosti na odseku avtoceste AC A5 0813 je bil izveden pomemben poseg v infrastrukturo, ki prispeva k večji varnosti udeležencev v prometu. Eden izmed ključnih ukrepov je bila zamenjava in nadgradnja varnostne ograje, kjer

je bilo skupno nameščenih 3062 metrov nove jeklene varnostne ograje standarda H2 W4. Od tega je bilo kar 2621 metrov zamenjanih s staro ograjo, ki ni več ustrezala sodobnim varnostnim zahtevam, medtem ko je bilo 441 metrov nove jeklene ograje dodatno nameščenih na mestih, kjer predhodno ni bilo varnostne ograje.

Poleg jeklenih varnostnih ograj je bila posebna pozornost namenjena tudi betonskim varnostnim ograjam. Na tem odseku je bilo zmontiranih skupno 133 metrov betonske varnostne ograje, pri čemer smo predhodno odstranili 100 metrov obstoječe ograje. To pomeni, da je po obnovi za 33 metrov več betonske varnostne ograje, kar dodatno povečuje zaščito na kritičnih delih cestišča.

Skupaj so ti ukrepi znatno pripomogli k izboljšanju prometne varnosti. Z nadgradnjo varnostnih ograj in povečanjem skupne dolžine jeklenih in betonskih ograj se je prometna varnost na tem odseku avtoceste povečala. Namen teh ukrepov je zmanjšanje tveganj za nesreče in poškodb ter zagotavljanje boljše zaščite vozil in potnikov, predvsem na mestih, kjer obstaja večja verjetnost zdrsa ali trka.

Ta projekt predstavlja pomemben korak v izboljšanju varnostnih standardov na avtocestah, saj so bili uporabljeni materiali in tehnologije, ki ustrezajo najsodobnejšim varnostnim smernicam in zahtevam. S tem smo zagotovili dolgoročno varnostno rešitev, ki bo prispevala k zmanjšanju tveganj in večji varnosti vseh udeležencev v prometu na tem delu avtoceste.

Glede na podatke lahko izračunamo, za koliko odstotkov se je povečala prometna varnost zaradi varnostih ograj.

Stanje pred obnovo:

- Dolžina stare jeklene varnostne ograje: 2621 metrov
- Dolžina stare betonske varnostne ograje: 100 metrov
- Skupna dolžina varnostnih ograj pred obnovo: 2621 m + 100 m = 2721 m

Stanje po obnovi:

- Dolžina nove jeklene varnostne ograje: 3062 metrov
- Dolžina nove betonske varnostne ograje: 133 metrov
- Skupna dolžina varnostnih ograj po obnovi:

3062 m + 133 m = 3195 m

Izračun povečanja dolžine varnostnih ograj:

- Povečanje skupne dolžine varnostnih ograj:

  3195 m – 2721 m = 474 m

Izračun odstotnega povečanja:

Odstotno povečanje se izračuna tako, da se razlika v dolžini deli s prvotno dolžino in pomnožimo s 100:

= (474 / 2721) × 100 = **17,4 %**

8.5.1 Končna ocena

Na osnovi dostopnih podatkov o prometnih nesrečah in po izračunu, koliko več je postavljenih varnostnih ograj po obnovi vozne površine na tem določenem odseku, smo prišli do ugotovitve, da lahko tretjo hipotezo potrdimo.

9 PRI OBNOVI VOZNE POVRŠINE SE JE UPORABIL FINIŠER BIG MULTIPLEX SKI, OPREMLJEN Z NAPREDNIMI SENZORJI, KI TEMELJIJO NA UMETNI INTELIGENCI

9.1 Umetna inteligenca

Umetna inteligenca spreminja gradbeništvo v nekaj radikalnega novega. Te spremembe obetajo boljše procese, izboljšano kakovost gradnje in varnejše objekte. Prihodnost gradbeništva leži v vključevanju te tehnologije in pripravi na spremenjene načine dela, ki jih bo prinesla. S temi spremembami se odpirajo nove priložnosti za poslovni razvoj v gradbeni industriji, ki bodo skozi uporabo umetne inteligence zagotovo postale konkurenčnejše na trgu. S tem, ko gradbeništvo prehaja v novo dobo z uporabo umetne inteligence, lahko vsi pričakujemo samoumevno izboljšanje kakovosti gradnje in varnejšega okolja za življenje. (Joker.si, 2023)

9.2 Priljubljene nove gradbene tehnologije

9.2.1 BIM (informacijsko modeliranje zgradb)

Informacijsko modeliranje zgradb (building information modelling – BIM) je že nekaj let vroča tema sodobnega oblikovanja in gradbene tehnologije. Ne vključuje le virtualnega modeliranja stavbe, temveč tudi obsežno digitalno predstavitev fizičnih in funkcionalnih značilnosti objekta. BIM ne upošteva samo faze gradnje, temveč tudi vso opremo ali druge elemente, ki so pomembni za upravljanje in delovanje stavbe. Sem spada tudi možnost popravila ali rušenja. BIM, ki je v celoti izkoriščen, zajema celoten življenjski cikel objekta s kompleksnimi podrobnostmi. Vse komponente in odtenki v zasnovi, ki so pomembni za objekt, se upoštevajo in so zajeti v enotni obliki. Če kateri koli element ali dodatek odstranimo ali zamenjamo, se s tem popravkom preračuna celoten model.

Zahvaljujoč BIM virtualni model predmeta strokovnjakom omogoča:

- vpogled v vse težave, nedoslednosti in neskladja,
- preizkus zaznane koristi objekta,
- prilagoditi zasnovo,

- izračunati oceno,
- nadzor nad delovnim procesom,
- predvideti tveganja prihodnje gradnje,
- izračunati vire,
- poleg tega pa še možnost, da vsi udeleženci projekta delajo po istem modelu.

BIM tehnologija zmanjšuje:

- materialne stroške,
- napake pri projektih,
- zamujene roke.

Približno 72 % gradbenih podjetij V ZDA uporablja BIM, da prihrani denar pri izvedbi projektov. Od leta 2016 vsi gradbeni projekti v Združenem kraljestvu, ki jih financira vlada, uporabljajo BIM stopnje 2. Na primer v Rusiji le 5–7 % podjetij uporablja BIM (predvsem v ogromnih mestih in velikih podjetjih), druge nove tehnologije v gradbeništvu so še manj pogoste. Od leta 2017 vlada v Franciji vključuje BIM v stanovanjski sektor za kar pol milijona domov. V Španiji je BIM pri infrastrukturnih projektih obvezen od leta 2019. Nemčija uporablja BIM pri vseh infrastrukturnih projektih od leta 2020. Tudi države Beneluksa imajo visoko stopnjo uporabe te tehnologije.

Slika 26: BIM Vir: https://www.graebert.com/blog/tutorial/what-are-bim-standards/

9.2.2 3D-tisk in droni

Druga tehnologija, ki jo kot trend izpostavljajo analitske družbe, je 3D-tisk. Ta omogoča enostavnejše oblikovanje zapletenih površin ob manjši porabi materiala, zmanjša se strošek dela, gradnja pa je hitrejša. Zdaj ga najpogosteje uporabljajo za gradnjo okvirjev stavb in zidov, od materialov pa prevladujejo beton, vlakna, pesek in tudi geopolimeri. Velike koristi gradbeni industriji prinaša uporaba dronov, saj ti omogočajo nadzor nad gradbiščem v realnem času in to tudi s težje dostopnih mest. (PlanRadar, 2021)

Ob tem je prednost pogleda s ptičje perspektive, da je mogoče opaziti potencialne težave na velikih objektih, kot so na primer razpoke, ki s tal niso opazne. To prispeva med drugim k večji varnosti zaposlenih pri delu in zmanjševanju odpadkov.

9.3 Finišer Big MultiPlex Ski

Vögele Big MultiPlex Ski je napreden kos opreme, namenjen zagotavljanju najvišje natančnosti pri asfaltiranju, zlasti pri vzdrževanju gladke in enakomerne površine na dolgih razdaljah. Gre za ključni del Vögelejevih finišerjev, kot je SUPER 1800-3i, ki se pogosto uporabljajo v projektih z visokimi zahtevami, kot so dirkališča Formule 1.

Ključne značilnosti:

- Več senzorjev: Sistem uporablja tri do pet ultrazvočnih senzorjev, nameščenih na nosilcu, ki je lahko dolg od 5 do 13 metrov. Ti senzorji skupaj merijo nivo površine na širokem območju, s čimer kompenzirajo morebitne nepravilnosti in zagotavljajo enakomerno debelino asfalta.
- Enostavnost uporabe: Big MultiPlex Ski je zasnovan za hitro sestavljanje in uporabo. En operater lahko sistem namesti v približno sedmih minutah, zahvaljujoč sistemu za hitro pritrjevanje brez orodja.
- Natančno niveliranje: Sistem Niveltronic Plus, ki se integrira z Big MultiPlex Ski, samodejno izračuna povprečno višino površine na podlagi podatkov, zbranih s senzorji, kar omogoča natančen nadzor nad postopkom asfaltiranja. To zagotavlja izjemno ravno končno površino, kar je ključno za hitra dirkališča in druge zahtevne aplikacije.
- Prilagodljivost in vsestranskost: Sposobnost povezovanja več senzorjev in prilagoditve dolžine sistem naredi primernega za različne projekte asfaltiranja od običajnih avtocest do specializiranih dirkališč.
- Nadzor temperature in logistike: Ob uporabi s sistemi, kot je WITOS Paving Docu, Big MultiPlex Ski omogoča tudi sprotno spremljanje parametrov asfaltiranja, vključno s temperaturo in porabo materiala, kar omogoča takojšnje ukrepanje v primeru odstopanj.

Ta oprema je posebej cenjena v projektih, kjer je gladkost in enakomernost površine ključna, na primer na dirkališčih ali avtocestah, kjer sta varnost in zmogljivost na prvem mestu. (Wirtgen Group, 2023)

Slika 27: Finišer Big MultiPlex Ski
Vir: https://www.wirtgen-group.com/en-de/products/voegele/technologies/grade-and-slope-cont

9.3.1 Mehanski kakovostni senzor

Variabilni mehanski senzor stopnje, ki ga dobavlja VÖGELE, je mogoče kombinirati na več načinov. Lahko je opremljen s smučmi 30 cm, 1 m ali 2 m za referenco od tal. Priporočljiva je uporaba 1 m ali 2 m smuči za izravnavo relativno manjših nepravilnosti v referenci. V primeru večjih nepravilnosti je koristna kombinacija s povprečnim žarkom.

ZELO NATANČNO ASFALTIRANJE Z NAPETO ŽICO

Za zelo natančno asfaltiranje vzdolž napete žice je lahko spremenljivi mehanski senzor naklona opremljen tudi z lokom. Referenca napete žice je metoda, ki se uporablja predvsem tam, kjer ni na voljo ustrezne reference ali v primerih, ko naročnik izrecno zahteva napeto žico. Izjemno natančne rezultate asfaltiranja je mogoče doseči s kombinacijo napete žice in spremenljivega mehanskega senzorja naklona, saj ima senzor visoko stopnjo merilne natančnosti s tolerancami le ± 0,5 mm.

9.3.2 Senzor naklona

Ne glede na to, ali je poudarek na visoki horizontalni natančnosti površine ali če je potrebno asfaltiranje z dvigom na eni strani; senzor naklona omogoča natančno določitev prečnega profila med asfaltiranjem in nato natančno asfaltira.

Prečni naklon estriha se meri s senzorjem, napolnjenim s tekočino, podobnim libeli. Položaj estriha služi kot referenca. Za zagotovitev natančnih izmerjenih rezultatov v vseh pogojih na delovišču je nivelirni nosilec nameščen tako, da absorbira udarce. Natančnost merjenja je ± 0,05 %.

9.3.3 Enocelični zvočni senzor

Enocelični sonični senzor je idealen za ozke ovinke. Zaradi kompaktnih dimenzij enoceličnega zvočnega senzorja je idealen za uporabo na posebej utesnjenih deloviščih ali ovinkastih cestah z ostrimi ovinki. Senzor je idealen tudi za dela, ki zahtevajo visoko natančno kopiranje reference, kot je tlakovanje dveh vzporednih vozišč »vroče na vroče« ali »vroče na hladno«. Enocelični zvočni senzor je uporaben tudi tam, kjer je treba v kratkem času izvesti večje spremembe v debelini plasti, na primer v primeru hitrostnih grbin.

Enocelični zvočni senzor oddaja samo en zvočni stožec in posledično kopira reference 1:1 brez izračuna povprečja. To omogoča skeniranje najrazličnejših referenc, pri čemer se senzor enostavno prilagodi različnim pogojem na delovnem mestu. Odlikujeta ga tudi hitrost in enostavnost namestitve in upravljanja.

Na tem senzorju se vrednost za temperaturno kompenzacijo določi s pomočjo kovinskega loka, ki je nameščen na fiksni razdalji od senzorja. Del zvočnega stožca doseže ta lok in meri razdaljo. Če izmerjena vrednost odstopa od dejanske vrednosti, razlika služi kot korekcijska vrednost za senzor.

9.3.4 Večcelični zvočni senzor

Večcelični sonični senzor VÖGELE je zelo vsestranski. Z izračunom povprečja lahko izravna kratke nepravilnosti v referenci. Senzor je sposoben skenirati ne samo tla, temveč tudi

reference, kot je napeta žica ali celo napeta vrv z najmanjšo debelino 2,5 mm. V ta namen je senzor nameščen pravokotno na smer gibanja, tj. zasukan za 90° v primerjavi s položajem »Ground mode«. Upravljavec estriha preklopi iz »Ground mode« v »Stringline mode« s pritiskom na gumb v meniju Niveltronic Plus. Po tem se povprečje ne izračuna več; za nadzor naklona se uporablja samo zvočni stožec, ki je najbližji referenci. V tem načinu je mogoče referenco kopirati v razmerju 1:1, tako kot pri enoceličnem zvočnem senzorju.

Enocelični zvočni senzor oddaja samo en zvočni stožec in posledično kopira reference 1:1 brez izračuna povprečja. To omogoča skeniranje najrazličnejših referenc, pri čemer se senzor enostavno prilagodi različnim pogojem na delovnem mestu. Odlikujeta ga tudi hitrost in enostavnost namestitve in upravljanja.

Na tem senzorju se vrednost za temperaturno kompenzacijo določi s pomočjo kovinskega loka, ki je nameščen na fiksni razdalji od senzorja. Del zvočnega stožca doseže ta lok in meri razdaljo. Če izmerjena vrednost odstopa od dejanske vrednosti, razlika služi kot korekcijska vrednost za senzor. (Wirtgen Group, 2023)

9.3.5 Končna ocena

Na osnovi vseh podatkov lahko potrdim četrto hipotezo. Na tem projektu se je pri obnovi vozne površine uporabljal finišer Big MultiPlex Ski, ki ga lahko štejemo pod novo tehnologijo; zaradi naprednih senzorjev se je uporabila tudi umetna inteligenca.

10 SKLEP

Skozi izdelavo diplomskega dela sem spoznal, da pravilna izbira načina izvedbe ukrepov za sanacijo prečnih razpok lahko prinese znatne finančne prihranke. Ključno je bilo najprej temeljito preučiti vse znane metode sanacije, kot so vgrajevanje ojačitvenih mrež, celovito rezkanje in vgradnja novega asfalta. Pri tem sem analiziral njihove prednosti in slabosti ter ocenil, v katerih primerih je posamezna metoda najbolj učinkovita. Ugotovitve so pokazale, da je premišljena izbira metode bistvena za dolgoročno trajnost cestišča in optimizacijo stroškov obnove.

Poleg tega sem skozi laboratorijske raziskave ugotavljal, ali se je po obnovi vozne površine povečala vsebnost bitumna v vezni plasti AC 22, kar dodatno prispeva k izboljšani kakovosti in trajnosti vozišča. Ta podatek je ključen za oceno učinkovitosti izvedenih del.

Na koncu sem se posvetil tudi analizi prometne varnosti po obnovi cestišča. Pri tem sem analiziral statistiko prometnih nesreč ter ugotavljal, kako so izvedeni ukrepi, vključno z zamenjavo varnostnih ograj, vplivali na zmanjšanje števila nesreč in splošno izboljšanje varnostnih razmer na obravnavanem odseku.

H1 – *vgradnja ojačitvenih mrež je 60 % cenejša od celotnega rezkanja*. Hipotezo potrjujem, saj sem z izračuni dokazal, da je vgradnja ojačitvenih mrež za 66,8 % cenejša od celotnega rezkanja.

Na strošek celotnega rezkanja vpliva tudi dejstvo, da je potrebno k ceni rezkanja prišteti še stroške pobrizga in asfalta, ki ga je treba vgraditi nazaj. Asfalt je znatno dražji, če ga primerjamo z vgradnjo ojačitvenih mrež, kar lahko bistveno poveča skupne stroške sanacije. Vendar pa kljub višjim začetnim stroškom celovito rezkanje predstavlja dolgoročno učinkovitejši ukrep za sanacijo prečnih razpok. Rezkanje namreč omogoča temeljitejšo prenovo cestišča in odpravo globljih težav, kar lahko bistveno podaljša življenjsko dobo ceste. V nasprotju s tem je polaganje ojačitvenih mrež omejeno le na površinsko sanacijo razpok, kar lahko privede do ponovnih poškodb v krajšem času, posledično pa do dodatnih stroškov za vzdrževanje. Zato je celotno rezkanje dolgoročno gledano boljša investicija, saj zagotavlja trajnejšo rešitev in večjo kakovost cestišča.

H2 – *po obnovi je v vezni plasti AC22 za 10 % več vsebnosti bitumna*. Hipotezo potrjujem, saj sem skozi pridobljene podatke ugotovil, da se je vsebnost bitumna v vezni plasti AC22 pri obnovi vozne površine povečala za 13 %. Podatke o vsebnosti bitumna sem pridobil od Inštituta BAM d. o. o., ki je na tem projektu opravljal notranjo kontrolo kakovosti. Iz poročila (slika 27) je razvidno, da je vsebnost bitumna po obnovi 4,2 %. Iz poročila sondažnih izkopov obstoječega stanja (tabela 3) pa je razvidno, da je bila vsebnost bitumna v vezni plasti AC22 3,7 %. Povečanje vsebnosti bitumna je pomemben kazalnik izboljšane kakovosti asfalta, saj bitumen deluje kot vezivo, ki zagotavlja prožnost in odpornost asfaltne zmesi proti zunanjim vplivom, kot so temperaturne spremembe, prometne obremenitve in vplivi vode. Večja količina bitumna v vezni plasti pomeni tudi boljšo zaščito pred razpokanjem in daljšo življenjsko dobo cestišča.

H3 – *po obnovi vozne površine se je prometna varnost povečala za 10 %*. Hipotezo lahko potrdim, kajti skozi raziskave sem ugotovil, da se je varnost povečala za več kot 10 %. Na podlagi analize statistike prometnih nesreč smo ugotovili, da se je prometna varnost izboljšala za 14,3 %. Po podatkih, ki sem jih pridobil na spletni strani Policije, lahko razberemo (tabela 4), da se je v letu 2023 na tem odseku zgodilo 7 nesreč, po obnovi leta 2024 pa 6 nesreč.
Nato sem izračunal, da je dodatna montaža varnostnih ograj prispevala k povečanju varnosti za 17,4 %. Skupaj se je prometna varnost na obravnavanem odseku povečala za 31,7 %.

Pomembno je omeniti, da so podatki o prometnih nesrečah relativni, saj nekatere nesreče niso nujno posledica slabega stanja vozišča. Tako lahko drugi dejavniki, kot so vožnja pod vplivom alkohola, hitrost vožnje in nepozornost voznikov, vplivajo na skupno število nesreč.

H4 – *Pri obnovi vozne površine se je uporabil finišer Big MultiPlex Ski, opremljen z naprednimi senzorji, ki temeljijo na umetni inteligenci*. Hipotezo potrjujem. Na podlagi zbranih podatkov in izvedenih analiz smo potrdili hipotezo, da ta tehnologija bistveno prispeva k izboljšanju kakovosti obnovljenih voznih površin.

Analiza delovanja finišerja je pokazala, da napredni senzorji omogočajo izjemno natančno in hitrejšo izvedbo del, kar je prispevalo k večji ravnosti in boljši teksturi vozišča. S tem se je zmanjšala potreba po poznejših popravkih, kar pomeni večjo trajnost vozišča in manjše stroške vzdrževanja. Poleg tega smo ugotovili, da uporaba umetne inteligence, ki prilagaja delovanje

finišerja glede na specifične okoljske pogoje, kot so temperatura, vlaga in lastnosti materialov, pozitivno vpliva na končne rezultate obnove. Ta prilagodljivost omogoča optimalno polaganje asfalta in izboljšano kakovost končne strukture cestne površine.

11 VIRI IN LITERATURA

Dars. (2006). Pridobljeno s https://www.dars.si/Content/doc/zanimivosti/stajerski-krak/Prospekt_Maribor-Pince_kohezija.pdf

Dars. (2012). Pridobljeno s https://www.dars.si/Sporocila_za_javnost/1/Splosne_novice/570/40_let_prve_slovenske_avtoceste

DRI. (2021). *Navodilo o tehničnih karakteristikah, pogojih in načinu postavitve varnostnih ograj na cestah v upravljanju DARS*. Pridobljeno s https://www.dars.si/Content/doc/Navodila%20in%20smernice%20izvajalcem/Navodilo%20o%20tehnicnih%20karakteristikah,%20pogojih%20in%20nacinu%20postavitve%20varnostnih%20ograj.pdf

Henigman, S. (2016). *Asfalt.* Združenje asfalterjev Slovenije.

Joker.si. (2023). *Umetna inteligenca v gradbeništvu: Prihodnost gradbene industrije*. Pridobljeno s https://www.joker.si/umetna-inteligenca-v-gradbenistvu-prihodnost-gradbene-industrije/

Ministrstvo za promet. (2005). Pridobljeno s https://www.gov.si/assets/organi-v-sestavi/DRSI/Dokumenti-DRSI/Tehnicne-specifikacije/TSC_08_311_1_2005_Redno_vzdrzevanje_cest_Vzdrzevanje_prometnih_povrsin_Asfaltna_vozisca_2_del.pdf

Ministrstvo za promet (2012). Pridobljeno s Tehnična specifikacija za javne ceste: https://www.dars.si/Content/doc/Navodila%20in%20smernice%20izvajalcem/Navodilo%20o%20tehnicnih%20karakteristikah,%20pogojih%20in%20nacinu%20postavitve%20varnostnih%20ograj.pdf

Ministrstvo za infrastrukturo. (2024). Pridobljeno s https://www.gov.si/teme/cestna-infrastruktura/

PlanRadar. (2021). Pridobljeno s https://www.planradar.com/sl/nove-tehnologije-v-gradbenistvu/#2

Ribič, I., & Močnik, M. (2022). *Slovenika, zares si čudovita!* DARS; Muzej novejše zgodovine Slovenije.

Varnost v cestnem prometu. (2023). Pridobljeno s https://www.gov.si/teme/varnost-v-cestnem-prometu/

Wirtgen Group. (2023). Pridobljeno s https://www.wirtgen-group.com/en-us/

ZAG. (2023). *Poročilo sondažnih izkopov.*

12 PRILOGE

Priloga 1: Tehnološki ekonomski elaborat

Priloga 2: Vodilni načrt, TNT d. o. o.

Priloga 3: 2/1 Načrt ceste, TNT d. o. o.

Priloga 1: Tehnološki ekonomski elaborat

POMGRAD

DARS

NAROČNIK:	Družba za avtoceste v Republiki Sloveniji d.d., Ul. XIV. divizije 4, 3000 Celje
PROJEKT:	**Obnova vozne površine na AC A5 0813/0913 Turnišče – Razcep Dolga vas, 0814/0914 Dolga vas – Lendava, 0183 Razcep Dolga vas in na HC H7 0815/0915 A5 - Dolga vas, 0817 Dolga vas – Rondo Dolga vas**
ELABORAT:	**TEHNOLOŠKO EKONOMSKI ELABORAT** **Vodilna mapa**
ŠTEVILKA:	**177_1.1/2023**
IZVAJALEC: Vodilni Partner:	**POMGRAD d.d.** Bakovska 31 9000 Murska Sobota
Partner:	**VOC Celje d.o.o.** Lava 42 3000 Celje
VODJA GRADNJE:	**Jožef Trstenjak**, dipl. inž. grad.
PRIPRAVILA:	mag. **Nadica Ružman Plos**, univ. dipl. inž. grad.
KRAJ, DATUM:	Murska Sobota, september 2023

Priloga 2: Vodilni načrt, TNT d. o. o.

PRILOGA 1B

NASLOVNA STRAN NAČRTA
0 VODILNI NAČRT

OSNOVNI PODATKI O GRADNJI	
naziv gradnje	Objekt prometne infrastrukture Avtocesta A5 0813/0813 Turnišče – Dolga vas km 1,200 - km 9,030, Avtocesta A5 0814/0814 Dolga vas – Lendava km 0,000 - km 0,550, Hitra cesta H7 0815/0815 Razcep Dolga vas – Dolga vas km 0,000 – km 1,584, Hitra cesta H7 0817/0817 Dolga vas – Ranča Dolga vas km 0,000 – km 2,023, 0193 Razcep Dolga vas km 0,000 – km 1,097, 0493 Priključek Dolga vas km 0,000 – km 0,961.
kratek opis gradnje	Izvede se preplastitev vozišča z delno zamenjavo vozišče konstrukcije, odrezna delna zamenjava vozišče konstrukcije v ali nivelet. Nevarna mesta ob vozišča se varujejo z novimi varnostnimi ograjami. Na objektih se lokalno zamenja vozišče konstrukcije vključno s HI, odrezna se izvede betonskotesna prekrivka.
Seznam objektov, ureditve površin in komunalnih vodov v navezi na vrsto gradnje	
vrsta gradnje	☐ novogradnja - novozgrajen objekt
Označiti eno izmed vrst gradnje	☐ novogradnja - prizidava
	X investicijska vzdrževalna dela
	☐ sprememba namembnosti
	☐ odstranitev
DOKUMENTACIJA	
vrsta dokumentacije	Izvedbeni načrt (IZN)
(IDP, DGD, PZI, PID)	
Številka projekta	PR2022-002
	☐ sprememba dokumentacije
PODATKI O NAČRTU	
strokovno področje načrta	Gradbeništvo
Številka načrta	PR2022-002-VN
datum izdelave	Julij 2023 (ustrezno po projektu)
PODATKI O IZDELOVALCU NAČRTA	
ime in priimek pooblaščenega arhitekta, pooblaščenega inženirja	Tibor Krašovec, univ.dipl.inž.grad.
identifikacijska številka	G-3240
podpis pooblaščenega arhitekta, pooblaščenega inženirja	TIBOR KRAŠOVEC univ.dipl.inž.grad. IZS G-3240
PODATKI O PROJEKTANTU	
projektant (naziv družbe)	TNT d.o.o.
naslov	Mala vas 23f, 1000 Ljubljana
vodja projekta	Tibor Krašovec, univ.dipl.inž.grad.
identifikacijska številka	G-3240
podpis vodje projekta	TIBOR KRAŠOVEC univ.dipl.inž.grad. IZS G-3240

Priloga 3: 2/1 Načrt ceste, TNT d. o. o.

NASLOVNA STRAN NAČRTA
2/1 NAČRT CESTE

OSNOVNI PODATKI O GRADNJI	
naziv gradnje	Objekt prometne infrastrukture Avtoceste A5 08130/0913 Turnišče – Dolga vas km 1,200 - km 9,530, Avtoceste A5 08140/0914 Dolga vas – Lendava km 0,000 - km 0,550, Hitre ceste H7 08150/0915 Razcep Dolga vas – Dolga vas km 0,000 – km 1,504, Hitre ceste H7 08170/0917 Dolga vas – Romato Dolga vas km 0,000 – km 2,002, 0193 Razcep Dolga vas km 0,000 – km 1,067, 0493 Priključek Dolga vas km 0,000 – km 0,981,
kratek opis gradnje	Izvede se prepleteve vozišča z delno zamenjavo vozišče konstrukcije, odrezna delna zamenjava vozišče konstrukcije v obl nivelet. Nivelete iveste ob vozišču se variirajo z novimi varnostnimi ograjami. Na objektih so lokalno zamenje vozišče konstrukcije vključno s HL, izdelana se izvede tankoplastna prevleka.
Seznam objektov, vrstilke javnih in komunalnih naprav z navedbo vrste gradnje	
vrste gradnje	☐ novogradnja - novozgrajen objekt
Označiti vse ustrezne vrste gradnje	☐ novogradnja - prizidava
	☒ investicijsko vzdrževalna dela
	☐ sprememba namembnosti
	☐ odstranitev
DOKUMENTACIJA	
vrsta dokumentacije	izvedbeni načrt (IZN)
(IZP, IDGZ, PZI, PID)	
številka projekta	PR0022-002
	☐ sprememba dokumentacije
PODATKI O NAČRTU	
strokovno področje načrta	Gradbeništvo
Številka načrta	PR0022-002-GT
datum izdelave	Julij 2023 (ažurirano po pregledu)
PODATKI O IZDELOVALCU NAČRTA	
ime in priimek pooblaščenega inženirja	Tibor Krašovec, univ.dipl.inž.grad.
identifikacijska številka	G-3240
podpis pooblaščenega inženirja	TIBOR KRAŠOVEC univ.dipl.inž.grad. IZS G-3240