

VIŠJA STROKOVNA ŠOLA ACADEMIA

MARIBOR

**PRIMERJAVA IZVEDBE ZGORNJEGA
USTROJA PO PZI DOKUMENTACIJI IN
HLADNEM POSTOPKU**

Kandidat: Jasmin Vuzem

Vrsta študija: študent izrednega študija

Študijski program: gradbeništvo

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

Mentor v podjetju: Sebastijan Nudl, dipl. inž. grad.

Lektor: Vesna Breznik, prof. pedagog. in slov.

Maribor, 2025

IZJAVA O AVTORSTVU DIPLOMSKEGA DELA

Podpisani Jasmin Vuzem, sem avtor diplomskega dela z naslovom »Primerjava izvedbe zgornjega ustroja po PZI dokumentaciji in hladnem postopku«, 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/-a, 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, april 2025

Podpis študenta:

ZAHVALA

Rad bi se zahvalil mentorju na šoli, g. Bojanu Dapčeviću, univ. dipl. inž. grad., za vodenje in pomoč pri opravljanju diplomskega dela.

Zahvala gre tudi mentorju v podjetju, g. Sebastijanu Nudlu, dipl. inž. grad., za vso predano znanje iz prakse, kot tudi podjetju samemu za dostop in spodbudo pri opravljanju diplomskega dela.

Posebna zahvala gre vsem domačim, kateri so me skozi ves študij podpirali.

POVZETEK

V diplomskem delu opisujem primerjavo oziroma analize dveh različnih metod. Gre za dve različni metodi rekonstrukcij, katero smo eno od teh izvajali v preteklih dveh letih na projektu "Rekonstrukcija regionalne ceste R2-436, odsek 1328 Počehova – Zg. Kungota, od km 0+050 do km 5+742" in eno od teh bom opisal skozi raziskavo diplomskega dela. V nadaljevanju pisanja bom opredelil štiri hipoteze in jih primerjal z rezultati analiz.

V prvi hipotezi bom primerjal zgoraj opisani dve metodi po terminskem planu. Analiziral bom, katera metoda traja dlje časa oziroma manj. Analize bom opravil na podlagi izdelanih terminskih planov, katere bom pripravil v programu MS Project in na podlagi teh opisal rezultate. Predvidel sem, da je metoda po PZI daljša za 40 % od metode hladnega postopka.

Skozi drugo hipotezo bom metodi primerjal cenovno. Naredil bom analizo cene za metodo hladnega postopka in jo primerjal z dejansko ceno, katero smo imeli na preteklem projektu. Analiza bo izvedena s pomočjo analiz cen. Analize cen bom opravil na ključnih postavkah oz. na postavkah, katere se razlikujejo po obeh metodah. Tukaj sem predvidel, da bo metoda hladnega postopka dražja za 30 % od metode PZI.

V tretji hipotezi pa gre za primerjavo iz okoljevarstvenega vidika, in sicer bom analiziral vnos izpušnih plinov v okolje. Gre za analizo, pri kateri bom ugotavljal na podlagi gradbene mehanizacije in transporta, katera sta ključna dejavnika za vnos izpušnih plinov v okolje. Predvidel sem, da bo pri metodi po PZI vnos izpušnih plinov večji za kar 20 %.

V četrti, in tudi zadnji hipotezi, pa bom opisal, kako lahko nove tehnologije pripomorejo k bolj učinkovitem procesu gradnje. To temo bom predvsem posvetil opisu druge metode o hladnem postopku. Mislim, da bi bila to ena izmed rešitev oziroma metod, katera bi se lahko v prihodnosti več izvajala, saj bi s tem porabili manj časa in ob enem bi v okolje spuščali manj izpušnih plinov.

Ključne besede: *gradbeništvo, analiziranje, rekonstrukcija, PZI in reciklaža oziroma metoda po hladnem postopku.*

ABSTRACT

»COMPARISON OF THE EXECUTION OF THE ABOVE STRUCTURE ACCORDING TO THE PTI DOCUMENTATION AND THE COLD PROCESS. «

In the thesis I describe the comparison or analysis of two different methods. These are two different reconstruction methods, one of which we have carried out in the past two years on the project 'Reconstruction of the regional road R2-436 section 1328 Počehova - Zg. Kungota, from km 0 050 to km 5 742" and I will describe one of these through the research of the thesis. In the next part of the thesis, I will define four hypotheses and compare them with the results of the analyses.

In the first hypothesis, I will compare the two methods described above according to the term plan. I will analyze which method takes longer or less. I shall perform the analyses on the basis of the prepared term plans, which I will prepare in the program MS Project and describe the results on the basis of these. I predict that the method according to the PZI is 40 % longer than the method of the cold process.

Through the second hypothesis, I will compare the price of the method. I will do a price analysis for the cold process method and compare it with the actual price that we had on the previous project. The analysis will be done with the help of price analysis. I will do the price analysis on key items or items that differ between the two methods. Here I predict that the cold process method will be 30 % more expensive than the PZI method.

In the third hypothesis, it is a comparison from an environmental point of view, namely I will analyze the intake of exhaust gases into the environment. It is an analysis in which I will determine on the basis of construction machinery and transport, which are the key factors for the intake of exhaust gas into the environment. I predict that the intake of exhaust gases will increase by as much as 20 % with the method according to the PZI method.

In the fourth, and last hypothesis, I will describe how new technologies can contribute to a more efficient construction process. I will devote this topic mainly to the description of another cold process method. I think that this would be one of the solutions or methods that could be implemented more in the future, because it would consume less time and at the same time release less exhaust gases into the environment.

Keywords: *construction, analysis, reconstruction, PTI, and recycling or cold process method.*

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	9
1.1	OPIS PODROČJA IN OPREDELITEV PROBLEMA	9
1.2	NAMEN, CILJI IN OSNOVNE TRDITVE	10
1.3	PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE	10
1.4	UPORABLJENE RAZISKOVALNE METODE	10
2	DELO V PROJEKTNI SKUPINI	11
2.1	UREDBA O ZAGOTAVLJANJU VARNOSTI IN ZDRAVJA PRI DELU NA ZAČASNIH IN PREMIČNIH GRADBIŠČIH	14
2.1.1	<i>Organizacija gradbišča</i>	<i>16</i>
2.1.2	<i>Ureditev gradbišča</i>	<i>19</i>
2.1.3	<i>Zaključek.....</i>	<i>19</i>
2.2	PRIJAVA GRADBIŠČA.....	20
2.2.1	<i>Primer izpolnjenega obrazca za naše gradbišče</i>	<i>21</i>
2.3	GRADBIŠČNA TABLA.....	22
3	ASFALTI.....	24
3.1	PREDSTAVITEV ASFALTOV	24
3.1.1	<i>Vrste in lastnosti asfaltnih zmesi</i>	<i>24</i>
3.2	OPIS ASFALTOV PO PZI.....	26
3.2.1	<i>Sestava voziščne konstrukcije</i>	<i>28</i>
4	PRIMERJAVA TERMINSKIH PLANOV	29
4.1	OPIS TERMINSKIH PLANOV	29
4.2	ČASOVNA ANALIZA PO PZI	30
4.2.1	<i>Izvedba zgornjega ustroja po PZI dokumentaciji</i>	<i>30</i>
4.2.2	<i>Časovna analiza</i>	<i>33</i>
4.3	ČASOVNA ANALIZA S HLADNIM POSTOPKOM	35
4.3.1	<i>Izvedba zgornjega ustroja s hladnim postopkom.....</i>	<i>35</i>
4.3.2	<i>Časovna analiza</i>	<i>38</i>
4.4	ZAKLJUČEK	40
5	STROŠKOVNA ANALIZA METOD.....	41
5.1	KALKULACIJE.....	41
5.2	STROŠKI	41
5.2.1	<i>Posredni stroški</i>	<i>41</i>
5.2.2	<i>Neposredni stroški</i>	<i>42</i>

5.3	DOLOČITEV CENE	43
5.4	ANALIZA CENE	43
5.5	ANALIZE CEN DEJANSKIH POSTAVK	44
5.6	FINANČNA OPREDELITEV OBEH METOD	50
5.7	ZAKLJUČEK	51
6	VNOS IZPUŠNIH PLINOV V OKOLJE.....	52
6.1	SPLOŠNO	52
6.2	ANALIZA IZPUŠNIH PLINOV PO PZI DOKUMENTACIJI	52
6.3	ANALIZA IZPUŠNIH PLINOV PO HLADNEM POSTOPKU	53
6.4	PRIMERJAVA IZPUŠNIH PLINOV	54
6.5	ZAKLJUČEK	54
7	H4: OMOGOČANJE UČINKOVITOSTI V PROCESU GRADNJE Z VKLJUČITVIJO DRUGIH NASTAJAJOČIH TEHNOLOGIJ V GRADBENIŠTVU .	56
7.1	PREDNOSTI	56
7.2	SLABOSTI	57
7.3	VPLIV NA PRIHODNOST	58
7.4	ZAKLJUČEK	58
8	SKLEP	59
9	VIRI, LITERATURA.....	62
10	PRILOGE.....	63

KAZALO SLIK

SLIKA 1: IZVEDBA ZGORNJEGA USTROJA CESTE	12
SLIKA 2: TERMINSKI PLAN IZVEDBE PO KLASIČNI METODI	13
SLIKA 3: VPIS VARNOSTNEGA KOORDINATORJA.....	14
SLIKA 4: GLAVA VARNOSTNEGA NAČRTA	15
SLIKA 5: TABLA "POZOR GRADBIŠČE"	17
SLIKA 6: VARNOSTNA OPREMA	18
SLIKA 7: PRIKAZ OBMOČJE DELOVIŠČA	19
SLIKA 8: IZPOLNJEN OBRAZEC PRIJAVE GRADBIŠČA	21
SLIKA 9: GRADBIŠČNA TABLA.....	23
SLIKA 10: PREČNI PREREZ VOZIŠČNE KONSTRUKCIJE	26
SLIKA 11: LOKACIJA GRADBIŠČA	30
SLIKA 12: STANJE VOZIŠČA PRED ZAČETKOM GRADBENIH DEL	31
SLIKA 13: IZVEDBA ODSTRANITEV ASFALTA Z REZKANJEM.....	32
SLIKA 14: TERMINSKI PLAN ZA IZVEDBO REKONSTRUKCIJE PO PZI DOKUMENTACIJI	34
SLIKA 15: SHEMATSKI PRIKAZ DELOVANJA RECIKLATORJA Z DOZIRANJEM KOMONENT	36
SLIKA 16: VRSTNI RED GRADBENE MEHANIZACIJE MED POSTOPKOM	37
SLIKA 17: TERMINSKI PLAN ZA IZVEDBO REKONSTRUKCIJE PO HLADNEM POSTOPKU.....	39

KAZALO TABEL

TABELA 1: ANALIZA CENE ZA ODSTRANITEV IN PORUŠITEV ASFALTNE PLASTI V DEBELINI 6 CM DO 10 CM	44
TABELA 2: ANALIZA CENE ZA IZVEDBO ŠIROKEGA IZKOPA 3. KATEGORIJE S STROJNIM NAKLADANJEM.....	45
TABELA 3: ANALIZA CENE UREDITVE PLANUMA TEMELJIH TAL – 3. KATEGORIJE.....	46
TABELA 4: ANALIZA CENE DOBAVE IN VGRADITVE GEOTEKSTILA	47
TABELA 5: ANALIZA CENA DOBOVE IN VGRADNJO NASIPA Z ZMRZLINSKO ODPORNIM KAMNITIM MATERIALOM ...	47
TABELA 6: ANALIZA CENE IZVEDBE NEVEZANE NOSILNE PLASTI ENAKOMERNEGA ZRNATEGA DROBLJENCA IZ KAMNINE V DEBELINI 20,00 CM	48
TABELA 7: PRIKAZ ANALIZE CENE ZA IZVEDBO HLADNE RECIKLAŽE.....	49
TABELA 8: PRIKAZ VNOSA IZPUŠNIH PLINOV V OKOLJE NA DAN	55
TABELA 9: VNOS IZPUŠNIH PLINOV V OKOLJE NA DAN	55

1 UVOD

1.1 Opis področja in opredelitev problema

Kadar gre za uspešno izvedbo gradbenega projekta, se je potrebno zavedati, da je le-ta odvisna od različnih dejavnikov. Kakovost gradnje, izgradnja objekta v nekem predvidenem času in izgradnja z najnižjimi stroški so ene izmed ključnih interesov, za katere se zanima investitor. Načrtovanje pa je temelj vsakega uspešnega gradbenega projekta, kateri temelji na neki komunikaciji in sposobnosti prilagajanja na nepredvidene razmere.

Diplomsko delo obravnava primerjavo obnovo voziščne konstrukcije regionalne ceste Počehova – Zgornja Kungota z dvema metodama:

- Izvedba zamenjave zgornjega ustroja po PZI (klasična metoda).
- Izvedba rekonstrukcije s hladnim postopkom (reciklaža).

Oba pristopa imata svoje prednosti in slabosti, katere se lahko razlikujejo glede na uporabljen material, okoljske dejavnike in specifične zahteve projekta.

Izvedba zgornjega ustroja po PZI je pogosto uporabljena v tradicionalni oziroma klasični gradnji, kjer sta natančnost in usklajenost z načrti ključnega pomena. Ta pristop omogoča visoko stopnjo prilagodljivosti ter podrobno načrtovanje, kar prispeva h kvalitetni izvedbi.

Nasprotno pa izvedba s hladnim postopkom uvaja inovativne tehnike, ki omogočajo hitrejšo gradnjo objektov. V današnjem času, ko je časovna učinkovitost izjemno pomembna, pa to predstavlja veliki plus. Večina projektov je že tako nastavljena, da so pogosto roki prekratki za izvedbo projekta.

Za to temo sem se odločil predvsem iz zanimanja in možnosti, da se naučim nekaj novega, kar pa omogoča podjetje, katero metodo s hladnim postopkom oziroma reciklažo tudi izvaja.

1.2 Namen, cilji in osnovne trditve

V tej diplomskem delu bom primerjal oz. analiziral izvedbo zgornjega ustroja po PZI s hladnim postopkom. Osredotočil se bom na ključne dejavnike, kot so časovna učinkovitost, stroški, kakovost izvedbe in vpliv na okolje. Tako bom pridobil celovito sliko o prednostih in slabostih obeh metod ter prispeval k boljšemu razumevanju, katera rešitev je bolj primerna za različne vrste projektov. Cilj raziskave je zagotoviti smernice za izbiro optimalne metode izvedbe, ki bo najbolje ustrezala potrebam investitorjem in zahtevam sodobne gradbene prakse.

Zastavil sem si naslednje hipoteze / trditve diplomskega dela:

- H1: Termiski plan je za 40 % daljši po PZI.
- H2: Zgornji ustroj s hladnim postopkom je dražji za 30 %
- H3: Vnos izpušnih plinov v okolje po PZI je večji za 20 %.
- H4: Omogočanje učinkovitosti v procesu gradnje z vključitvijo drugih nastajajočih tehnologij v gradbeništvo.

1.3 Predpostavke in omejitve

Za izdelavo diplomskega dela sem imel dostop za vso gradbiščno dokumentacijo in zakonodajo v podjetju Komunala Slovenske Gorice d.o.o. Edino omejitev so predstavljali finančni podatki. Na podlagi omejitev finančnih podatkov bom analize izražal v deležih oz. enotah.

1.4 Uporabljene raziskovalne metode

Ker sem imel dostop do gradbene dokumentacije v celoti, sem večino podatkov pridobival od tam. Za stroškovno analizo sem nekaj podatkov pridobival iz gradbišča na terenu, nekaj pa iz dokumentacij. Za terminske plane oziroma časovno učinkovitost sem si pomagal z izkušnjami in projektnimi terminski plani.

2 DELO V PROJEKTNi SKUPINI

Pred začetkom izdelave diplomskega dela smo se v prostorih Academie udeležili vodene seje, ki nam je pomagala bolje razumeti našo vlogo v okviru skupinskega dela. Na tej seji smo vsi bodoči diplomanti opravili Belbinov popis tima in Myers-Briggsov test osebnosti. Na podlagi rezultatov obeh testov smo se nato razporedili v projektne skupine, kjer smo skupaj sodelovali pri izdelavi diplomskih del. Naša skupina je štela tri člane: vodjo projekta, projektanta in osebo, odgovorno za pripravo dela. V tem kontekstu sem prevzel vlogo osebe, zadolžene za pripravo vsebine in strukture diplomskega dela, kar je vključevalo raziskovanje, pripravo osnutkov in sodelovanje pri analizah.

Na prvem srečanju sem skupini predstavil svojo idejo za diplomsko delo. Podrobno sem jim opisal temo, ki sem jo izbral, in jim nakazal svoje želje glede obravnave posameznih vidikov. Razložil sem, da želim analizirati dva različna pristopa k rekonstrukciji zgornjega ustroja železniških tirov. Prvi pristop obravnava klasično metodo zamenjave zgornjega ustroja, drugi pa se osredotoča na uporabo hladnega postopka, znanega tudi kot reciklaža obstoječega materiala. Glavni cilj mojega dela je bil primerjati ti dve metodi z vidika časovne in stroškovne učinkovitosti, pa tudi z vidika njihove trajnosti in vpliva na okolje.

Skupina se je najprej odločila, da bomo raziskali izvedbo zgornjega ustroja po projektu PZI (Projekt izvedenih del) in primerjali to metodo z izvedbo z uporabo hladnega postopka. Začeli smo z raziskavo klasične metode zamenjave zgornjega ustroja, pri kateri smo se osredotočili na časovne in stroškovne vidike izvedbe. V tem procesu smo preučili vse faze: od priprave gradbišča, demontaže starega ustroja, namestitve novega, do potrebnih logističnih ukrepov in potrebne delovne sile.

Nato smo izvedli enak postopek za hladni postopek, ki temelji na reciklaži obstoječega materiala, pri čemer smo upoštevali različne dejavnike, kot so tehnologija in energijski vložki ter morebitne prednosti v smislu okoljske trajnosti. Po izvedbi obeh analiz smo rezultate temeljito primerjali. Tako smo ugotovili, katere metode so v določenih primerih bolj učinkovite glede na čas, stroške in vpliv na okolje. Na koncu smo izdelali zaključke, ki so pripomogli k celoviti analizi obeh pristopov in podali priporočila za prihodnje izvedbe, pri čemer smo upoštevali specifične potrebe in pogoje na terenu.

Ta raziskovalni pristop je omogočil, da smo podrobno preučili prednosti in slabosti obeh metod, kar je bilo ključnega pomena za pravilno oblikovanje zaključka in priporočil v diplomskem delu.



Slika 1: Izvedba zgornjega ustroja ceste.

Vir: Lasten vir.

Stroškovno analizo smo izvedli s kalkulacijo enote, pri čemer smo uporabili obrazce in normative. Na podlagi zbranih podatkov smo pripravili popis del za vsako fazo projekta, nato pa smo izračunali ceno za posamezno fazo. Tako smo določili stroške, ki veljajo za obračun posameznih del po postavkah in ustreznih količinah za vsako fazo.

Pri časovni analizi smo uporabili Blist (interni program za izvedbo obračunov, terminskih planov, itd.) za izdelavo terminskega načrta izvedbe posameznih del na objektu. Terminski načrt smo predstavili s pomočjo gantograma, v katerega smo vključili tudi potrebno delovno silo. Oba terminska načrta smo nato med seboj primerjali.



Slika 2: Terminski plan izvedbe po klasični metodi.

Vir: Lasten vir.

2.1 Uredba o zagotavljanju varnosti in zdravja pri delu na začasnih in premičnih gradbiščih

V skladu z Uredbo o zagotavljanju varnosti in zdravja pri delu na začasnih in premičnih gradbiščih smo opravili vse dolžnosti, katere so bile potrebne. V nadaljevanju je prikazan primer vpisa varnostnega koordinatorja.

KARTICA UKREPOV ZA VARNO DELO List št.: 33

Gradbišče: REK. COŠ TO LUNČOVA	Datum: 26. 4. 2024		
Ugotovitve, ukrepi, zahteve, dogovori ipd.	Način izvedbe:	Začetek:	Zaključek:
Va gradbišče poteka delo skladno z dopisi. Predmetna izvedba je v intenzivni postopku in se pri delu hane pri izpolnjevanju KOMUNA SLOVENIJA je potrebno prebrati. Pri OVG tukaj o varnosti in varnosti. Vsi izvajalci del morajo delovati oziroma skladno o razpisu na tem področju. Glede uspešnosti in dela, izpolniti pregled. N.S. 14 OVG in vsaj enkrat potrditi do delovne opreme.			
Odgovorni ukrepi:	FRANCIŠTO PRAJNICE		
Investitor, projektant, nadzor, izvajalec:	Nadzor, izvajalec:		
Podpis:	Podpis:		

Slika 3: Vpis varnostnega koordinatorja.

Vir: Lasten vir.

V fazi izvajanja projekta ima koordinator več nalog. Usklajuje izvajanje temeljnih načel varnosti in zdravja pri delu, predvsem pri odločanju o tehničnih in organizacijskih vidikih ter določanju rokov, ki so potrebni za varno dokončanje posameznih faz dela, ki potekajo hkrati ali zaporedno. Koordinator zagotavlja, da delodajalci in samozaposlene osebe dosledno upoštevajo temeljna načela varnosti in ravna po varnostnem načrtu.

Poleg tega izdela ali zagotovi uskladitev varnostnega načrta in dokumentacije ob spremembah na gradbišču. Skrbi tudi za sodelovanje in medsebojno obveščanje izvajalcev, ki delajo hkrati ali zaporedno ter njihovih delavskih predstavnikov, da bi preprečili poškodbe ali zdravstvene okvare. Koordinator preverja varno izvajanje delovnih postopkov in usklajuje načrtovane aktivnosti. Prav tako zagotavlja, da na gradbišče vstopajo le zaposleni in osebe, ki imajo dovoljenje za vstop.

Varnost in zdravje pri delu (VZD) ter varnostni načrt za izvedbo rekonstrukcije ceste so ključni za zaščito delavcev, uporabnikov cest in okolja. Pomembno je, da so vsi postopki izvedeni v skladu z zakonodajo, predpisi in najboljšimi praksami. Tukaj je opisana struktura, kako se varnost in zdravje pri delu obravnava pri rekonstrukciji ceste.

Projektant: 					
Investitor: Republika Slovenija, Ministrstvo za infrastrukturo Direkcija Republike Slovenije za infrastrukturo Tržaška 19, 1000 Ljubljana			Risba: NAČRT UREDITVE GRADBIŠČA - ETAPA 2 Merilo: 1:250		
Objekt: Rekonstrukcija regionalne ceste R2-436 Dolnja Počehova - Jurij Odsek: 1328 Počehova - Zg. Kungota Od km 0,0+50 do km 5,7+42			Odgovorni vodja projekta: Rajko Vecchiet, univ. dipl. inž. grad.	Id. št.: G-0652	
Vrsta načrta: Elaborat 4 - Varnostni načrt			Odgovorni projektant: mag. Bernardka Junič, univ. dipl. gosp. inž.	Id. št.: G-0652	
Vrsta projektna dokumentacije: PZI			Datum: avgust 2018	Spremembe:	Številka lista: 1
št. odseka: 1328	arh. št.:	faza/objekt: 004.2101	šifra risbe: G.101	prostor za črtno kodo:	

Slika 4: Glava varnostnega načrta.

Vir: (Varnostni načrt Kungota, 2019)

2.1.1 Organizacija gradbišča

Pred pričetkom izvajanja del se:

- uredi gradbišče z varnostnimi znaki in opozorilnimi napisi;
- uredijo vse dovozne poti z ustrezno prometno signalizacijo;
- izobesi gradbiščni red in prijava gradbišča na vidno mesto (okno na kontejnerju);
- pred pričetkom posameznih faz dela se zagotovi izklop vseh medijev v bližini, ki lahko ogrozijo varnost in zdravje pri delu;
- pripravijo spiski vseh delavcev na gradbišču, ki se dnevno ažurirajo;
- vodi se dnevna prisotnost ljudi, ki so prisotni na gradbišču - delovni čas se evidentira po posameznem delavcu;
- pripravi spisek vseh delovnih strojev in potrebne dokumentacije o ustreznosti delovne opreme oziroma delovnih strojev;
- izvajajo dela v skladu z načeli Varnosti in zdravja pri delu in požarne varnosti;
- ogradi del gradbišča, kjer se nahaja gradbiščni kontejner, začasna deponija gradbenega materiala bo na gradbišču, znotraj popolne zapore;
- namesti tabla »Pozor gradbišče«;
- izobesijo varnostni znaki oz. tabla z naslednjimi znaki:

POZOR GRADBIŠČE!



DOSTOP ZA NEPOOBLAŠČENE
OSBE JE PREPOVEDAN



NEVARNOST
PADCA



ZADRŽEVANJE POD
VISEČIM BREMENOM
PREPOVEDANO



SPLOŠNA
NEVARNOST



NEVARNOST -
VISEČE BREME



NEVARNOST
PADAJOČIH
PREDMETOV



OBVEZNA UPORABA
ZAŠČITNE ČELADE
NA OZNAČENIH MESTIH



OBVEZNA UPORABA
ZAŠČITNIH ČEVLJEV



OBVEZNA UPORABA
ZAŠČITNIH ROKAVIC

Slika 5: Tabla "Pozor gradbišče."

Vir: Komunala Slovenske Gorice d.o.o.

Pri samem izvajanju del pa je potrebno nositi tudi varnostno opremo.

	Vrsta osebne varovalne opreme:	Delovna mesta oziroma vrsta del:	Potrebna količina
1.	Varovalna čelada	- vsa delovna mesta, ki se nahajajo pod delovnimi mesti, na višini ali pod višjim bremenom 	15
2.	Varovalna obleka	- vsa dela, 	15
3.	Raspiratorji	- ob prahu na delovišču 	15
4.	Delovni čevlji: s kapico za zavarovanje prstov, čevlji z nepredirnimi podplati, nepremočljivi čevlji	- vsa dela, 	15
5.	Gumijasti škornji	- delo v mokrem,	10
6.	Naušniki	- dela s teptalnikom (žabo), 	5
7.	Zaščitne rokavice, Rokavice iz polivinilklorida	- asfaltna dela, - dela pri polaganju kanalizacije, - dela pri polaganju vodovoda, 	10
8.	Varovalna očala,	- delo z nevarnimi snovmi (bencin, mineralna olja, razredčila), 	10

Slika 6: Varnostna oprema.

Vir: Lasten vir.

2.1.2 Ureditev gradbišča

Izvajalec je za potrebe izvajanja del organiziral gradbiščne prostore. Pisarniški prostori in prostori za sestanke so bili zaradi bližine podjetja na podjetju izvajalca Komunala Slovenske Gorice d.o.o. Prostori za delavce, WC, garderoba, jedilnica so se uporabljali v podjetju. Deponija in skladišče za večje količine materialov se je organiziralo na sedežu podjetja.

(Komunala Slovenske Gorice d.o.o., 2022)



Slika 7: Prikaz območja delovišča.

Vir: Lasten vir.

2.1.3 Zaključek

Tako pri rekonstrukciji ceste z reciklažo kot pri klasični metodi izkopov in nasipov je izjemno pomembno, da so vsi delavci ustrezno usposobljeni in zaščiteni, prav tako pa morajo biti vzpostavljeni učinkoviti nadzorni ukrepi in varnostni načrti za zaščito zdravja in preprečevanje nesreč na delovišču. Varnostna signalizacija, zaščitna oprema, pravilna uporaba gradbene mehanizacije in stalno spremljanje stanja delovišča so ključni za uspešno in varno izvedbo rekonstrukcije ceste.

2.2 *Prijava gradbišča*

Naročnik oziroma investitor gradnje mora pred začetkom del na gradbišču sestaviti prijavo gradbišča. Prijava gradbišča se sestavi v primerih, ko je predvideno trajanje del daljše od 30 delovnih dni in kadar je na gradbišču hkrati več kot 20 delavcev.

Ko se prijava gradbišča izpolni, se mora oddati osebno ali po pošti na naslov Inšpektorata RS za delo ali po e-pošti na naslov gp.irsd@gov.si najkasneje 15 dni pred začetkom del.

Kopija obrazca se mora namestiti na gradbišču na vidno mesto.

Obrazec zahteva datum oddaje prijave, naslov gradbišča, podatke o naročniku, vrsti gradnje ter podatke o nadzorniku in koordinatorjih za varnost in zdravje. Vpišejo se tudi podatki o varnostnem načrtu, predvideni datumi začetka in konca del, ocenjena števila delavcev in izvajalcev ter podatki o že izbranih pogodbenih izvajalcih.

2.2.1 Primer izpolnjenega obrazca za naše gradbišče

Priloga III	
Prijava gradbišča (obrazec)	
Datum odpošiljanja – (mora se ujemati z datumom poštnega žiga na kuverti)	01.10.2023
Popoln naslov gradbišča	Rekonstrukcija regionalne ceste R2-436 odsek 1328 Počehova - Zg. Kungota, od km 0+050 do km 5+742
Podatki o naročniku (ime, naslov, tel. številka)	Republika Slovenija, Ministrstvo za infrastrukturo, Direkcija RS za infrastrukturo, Tržaška 19, 1000 Ljubljana, tel.: XXX
Vrsta gradnje (novogradnja, rekonstrukcija, vzdrževanje, čiščenje, rušenje ...)	Rekonstrukcija
Nadzornik projekta (ime, naslov, tel. številka)	Gramur Zlatko Murko s.p. Marčičeva ul. 7, 2000 Maribor Zlatko Murko, dipl. inž. grad., tel. XXX
Koordinator(-ji) za varnost in zdravje pri delu v pripravljalni fazi projekta (ime, naslov, tel. številka)	PROJEKT d.d. NOVA GORICA, Kidričeva ul. 9a 5000 Nova Gorica
Koordinator(-ji) za varnost in zdravje pri delu v fazi izvajanja projekta (ime, naslov, tel. številka)	Sekcija za gradbeništvo in koordinatorjev VZD, Dimičeva ulica 13, 1000 Ljubljana
Številka, verzija in datum (ažuriranja) varnostnega načrta	VARNOSTNI NAČRT št.: 14257_VN, April 2019
Varnostni načrt izdelal: (ime, ime odgovorne osebe, naslov, tel. številka)	Mag. Bernardka Jurič, univ. dipl. gosp. inž., PROJEKT d.d. NOVA GORICA, Kidričeva ul. 9a 5000 Nova Gorica Tel.: XXX
Predvideni datum začetka del	1.1.2023
Predvideno trajanje del	31.12.2024
Ocenjeno največje število delavcev na gradbišču	10 - 15
Planirano število pogodbenih izvajalcev in samostojnih podjetnikov na gradbišču	1
Podatki o pogodbenih izvajalcih, ki so že izbrani (po potrebi dodati strani; ni potrebno navajati izvajalcev, ki so dela dokončali in niso več prisotni na gradbišču)	Komunala Slovenske Gorice d.o.o., Kidričeva ul. 26, 2230 Lenart v Slovenskih goricah
Gradbišče prijavlja (nepotrebno prečrtaj): naročnik del nadzornik projekta v imenu naročnika Podpis _____ Žig _____	

Slika 8: Izpolnjen obrazec prijave gradbišča.

Vir: Lasten vir.

2.3 *Gradbiščna tabla*

Gradbiščna tabla mora biti narejena iz obstojnega materiala in barv, da so podatki na njej čitljivi. Na njej morajo biti po vrsti navedeni podatki o vrsti objekta glede na namen in vrsto gradnje, številka in datum izdaje gradbenega dovoljenja ter naziv organa, ki ga je izdal. Prav tako morajo biti zapisani podatki o investitorju, projektantih in odgovornem projektantu oziroma vodji projekta. Na tabli morajo biti tudi podatki o izvajalcih in odgovornem vodji del ter o nadzorniku in odgovornem nadzorniku.

Primer gradbiščne table, katera je bila postavljena na gradbišču.

POMGRAD	
REKONSTRUKCIJA REGIONALNE CESTE R2-436 ODSEK 1328 POČEHOVA - ZG. KUNGOTA, OD KM 0+050 DO KM 5+742	
Naročnik:	RS Ministrstvo za infrastrukturo Direkcija RS za infrastrukturo Tržaška cesta 19, 1000 Ljubljana
Sofinancerja:	Občina Kungota Plintovec 1, 2201 Zgornja Kungota Občina Pesnica Pesnica pri Mariboru 43a, 2211 Pesnica pri Mariboru
Št. projekta:	PZI št: 14257, julij 2021
Projektivno podjetje:	PROJEKT d.d. NOVA GORICA Kidričeva 9a, 5000 Nova Gorica
Odgovorni vodja projekta:	Rajko Vecchiet , univ.dipl.inž.grad., IZS G-0652
Nadzornik:	JV ZIL inženiring d.o.o. & GRAMUR Zlatko Murko s.p. Kersnikova 5, 1000 Ljubljana in Marčičeva ulica 7, 2000 Maribor
Vodja nadzora:	Murko Zlatko , dipl.inž.grad., IZS G - 1068
Izvajalsko podjetje:	JV Pomgrad d.d., Bakovska 31, 9000 Murska Sobota & Strabag d.o.o., Letališka cesta 33, 1000 Ljubljana & Komunala Slovenske gorice d.o.o.
Koordinator za VPD:	Franc Stopajnik , var.inž.
Vodja gradnje:	Jožef Trstenjak , dipl.inž.grad., IZS G-2809
POMGRAD	

Slika 9: Gradbiščna tabla.

Vir: Lasten vir.

3 ASFALTI

3.1 *Predstavitev asfaltov*

Cesto gradnja je v preteklih desetletjih doživela nesluten razvoj. Osnove so na množičnih področjih ostale, v neki meri pa se je spremenila nadgradnja. Spremembe so različne. Nekatere so posledica tehnološkega razvoja, spet druge zaradi uveljavitve nove evropske tehnične regulative.

Računalniški programi že omogočajo gospodarstvu bolj prijazno načrtovanje sestave bituminiziranih zmesi. Izbira ustreznih bituminiziranih zmesi pa je pogoj, da se zagotovijo in ohranijo pogojene lastnosti asfaltnih vozišč ne da bi te utrpeli kakršne prekomerne poškodbe ali spremembe.

Asfalti so eni izmed ključnih materialov v sodobnem življenju, kar se opaža zlasti pri gradnji in vzdrževanju cest, parkirišč, pločnikov ter drugih površin. Njihova sestava, lastnosti in uporaba jih med seboj zelo razlikuje, kar pa pomeni, da jih to naredi izjemno prilagodljive in učinkovite za različne potrebe infrastrukture. (ZAS, 2006)

3.1.1 Vrste in lastnosti asfaltnih zmesi

V sestavi asfaltnih zmesi sestavljajo kamniti material predvsem trda interna mineralna zrna. Glede na delež kamnitega materiala v sestavi asfaltnih zmesi, je praviloma med 92 % in 96 % na maso oziroma 80 %-85 % glede na prostornino.

V veliki meri je obnašanje asfaltne zmesi pod prometno obremenitvijo odvisen od kakovosti materiala, kateri pa je vedno izpostavljen mehanskim, atmosferskim in kemijskim vplivom:

- mehanski vpliv: posledica pritiskov, trenja in udarcev pnevmatik;
- atmosferski vpliv: deževje, led, zmrzali imajo vpliv predvsem na mineraloške značilnosti kamnitega materiala.

Zmes zrn je lahko sestavljena iz enega ali več razredov frakcij. Obremenitev zmesi zrn pa je odvisna od mesta vgraditve za določen namen uporabe. (ZAS, 2006)

Asfaltne zmesi so sestavljene iz treh komponent:

- agregata (sedimentne in magmatske kamnine);
- veziva (bitumen);
- dodatki (polnila, dopolnila, plastika, guma, itd.).

Agregati asfaltne zmesi so določeni, predvsem na podlagi uporabnosti in namembnosti. Za cesto gradnje se uporablja lomljen kamen, kateri se pridobiva iz magmatskih, sedimentnih in metamorfnih kamnin. Od zgoraj naštetih vrst imajo najboljše lastnosti magmatske kamnine. Agregati se pridobivajo na več načinov. Naravna zrna so pridobljena z naplavinami, medtem ko je večina zrn pridobljenih z drobljenjem lomljenega naravnega ali umetnega kamna. Asfaltna zmes se določa z velikostjo frakcij, katere se lahko določijo s posebnimi siti (0/4, 4/8, 8/16, 16/32 in 31/63). Mogoče je tudi sejati vmesne frakcije (1/4, 11/16 itd.).

Bitumen, vezivo kot sorazmerno majhen delež v asfaltni zmesi, pa bistveno vpliva na lastnosti vozišč. Njegova sestava ni natančno poznana, se pa lahko kemijsko loči le od osnovne skupine spojin. Ker naravne lastnosti bitumna ne ustrezajo več zahtevam moderne cesto gradnje, so začeli bitumen modificirati z različnimi dodatki, kot so polimeri in mu s tem podaljšali trajnost. Bitumen se pridobiva z destilacijo surove nafte, pri čemer postopek poteka pod točno določenimi in kontroliranimi pogoji.

Tudi zaradi povečanega prometa in prometnih obremenitev se k asfaltnim zmesem dodajo dodatki. Z njimi se predvsem doseže boljša togost, izboljša se oprijemljivost med bitumnom in agregati, s tem se zmanjša tudi debelina plasti voziščne konstrukcije. Z uporabo teh dodatkov se odpirajo tudi nekatera vprašanja glede prednosti in slabosti.

Asfaltne zmesi, vgrajene v voziščne konstrukcije, morajo prevzeti specifične obremenitve in imeti druge lastnosti, pogojene za posamezne plasti. Asfaltne zmesi se delijo po naslednjih značilnostih: (Rusbintardjo, 2014)

- sestavi: sistemi z veliko in z majhno vsebnostjo votlin;
- temperaturi: proizvedene po vročem ali po hladnem postopku;
- načinu vgrajevanja: valjne ali liti asfalti;
- načinu priprave: pobrizg veziva, ki mu sledi nanos kamnitih zrn in mešanjem vseh komponent;
- namenu uporabe: zmesi za obrabna ali nosilne asfalte.

Če bi vzeli neki značilni prerez voziščne konstrukcije, bi to izgledalo tako:



Slika 10: Prečni prerez voziščne konstrukcije.

Vir: Lasten vir.

3.2 Opis asfaltov po PZI

Projekt, na katerem sem sodeloval, je bil objekt "Rekonstrukcija regionalne ceste R2-436, odsek 1328 Počehova-Zg. Kungota, od km 0+050 do km 5+742". Na tem projektu je šlo za rekonstrukcijo državne ceste, katera se je izvajala zaradi izboljšanja vozno dinamičnih in prometno varnostnih elementov. Cesta je potekala na območju preko občine Pesnica in občine Kungota oziroma skozi naselja Dolnja Počehova in Spodnja Kungota.

Ves projekt je bil razdeljen na 4 etape, na katerih smo sodelovali trije izvajalci (Pomgrad, Strabag in Komunala Slovenske gorice). Mi smo izvajali dela na 2. etapi, katera je znašala 1,04 kilometra dolgo traso.

Stanje vozišča je bilo v slabem stanju. Prisotne so bile deformacije zaradi slabe zmrzlinke odpornosti voziščne konstrukcije, predvsem so se pojavljale izrazite mrežaste razpoke, katere pa so posledica slabe nosilne podloge. Prisotne so bile tudi razpoke, ki kažejo na neustreznost bitumna (oksidacija).

Izvedbe smo se lotili tako, da smo najprej odstranili asfaltne obrabne in nosilne plasti s frezo. Obstoječi tampon smo odstranili in naredile so se geomehanske preiskave.

Pred pričetkom izvedbe asfalterških del pa so morala biti zaključena vsa pripravljala dela za izvedbo le-teh. Zamenjal se je zgornji ustroj ceste – tampon 0/32, kateri je bil tudi laboratorijsko pregledan, da je zadoščal za standardne zahteve projekta. Uskladiti je bilo potrebno vrsto, količino in čas dobave asfaltne zmesi na gradbišče ter zagotoviti ustrezna transportna sredstva.

Podlaga za izvedbo asfalterških del je bila narejena iz nevezane nosilne plasti zmesi kamnitih zrn, katera je bila pod objekti tudi stabilizirana. Pred samo izvedbo asfaltne plasti pa je bilo potrebno izvesti višinski posnetek, nagibe ceste ter ugotoviti ravnost in vzdolžni nagib podlage.

Preden pa smo začeli z izvedbo obrabnih slojev, pa smo morali nosilni sloj temeljito očistiti in ga pobrizgati z emulzijo za boljšo sprejemljivost obeh slojev. Pobrizg smo izvajali z ogrevano cisterno, katera je opremljena z razpršilnimi drogovi, z brizgalnimi šobami, ki omogočajo enakomeren pobrizg podlage. Predpisana količina pobrizga za cesto je bila od 0,31 kg/m² do 0,50 kg/m². Pred vgradnjo obrabnega sloja pa se je morala pobrizgana površina posušiti in preprečiti smo morali kakršen koli promet po njej.

Pri strojnem vgrajevanju asfaltnih zmesi je pomembno, da je pred začetkom izvedbe del finišer ustrezno pripravljen. To pomeni, da mora biti vgrajevalna deska nastavljena na ustrezno širino in debelino izvedbe asfaltne plasti. Pred stresanjem asfaltne zmesi v vsebnik (kiblo) finišerja, mora biti le-ta premazan z ločilnim sredstvom, ki preprečuje zlepljenje asfaltne zmesi s kovinsko površino vsebnika.

Ko se asfaltna zmes vgradi, jo je potrebno še povaljati. Zgoščevanje ali valjanje je potrebno utrditi do zahtevane stopnje, praviloma do 97 % oziroma 98 %. Valjar mora imeti sistem za močenje koles, da se prepreči zlepljenje asfaltne zmesi na kolesa. Pravilen vrstni red za finišerjem je sledeč:

- Takoj za finišerjem gre prvi valjar, kateri opravi prvi prehod brez vibracije in mora biti čim bližje finišerju. Za obrabni sloj se mora valjati z dvokolesnimi ali trikolesnimi statičnimi valjarji, kateri se morajo valji oziroma poti med seboj prekrivati. (Komunala Slovenske gorice d.o.o., 2021)

3.2.1 Sestava voziščne konstrukcije

Na projektu smo vgrajevali naslednje asfaltne zmesi:

REGIONALNA CESTA:

- AC 11 surf B 50/70 A3	4,00 cm
- AC 22 base B 50/70 A3	9,00 cm
- Tampon TD 0/32	30,00 cm
SKUPAJ:	43,00 cm

Pri čemer lahko opišemo (AC 11 surf B 50/70 A3; 4,00 cm):

AC – asfaltni beton

11 – zrnastost (maksimalno zrno agregata v asfaltni zmesi)

surf – obrabni sloj (zgornji)

B 50/70 – tip bitumna

A3 – prometna obremenitev (v tem primeru je to srednja prometna obremenitev)

4,00 cm – debelina plasti

(Komunala Slovenske gorice d.o.o., 2021)

4 PRIMERJAVA TERMINSKIH PLANOV

4.1 Opis terminskih planov

Terminski plani predstavljajo ključni element operativnega planiranja in so med najpomembnejšimi načrti, ki jih izdelujemo v tej fazi. Ti plani služijo kot osnova za organizacijske ukrepe vodenja. Poleg tega zagotavljajo pravočasno izvajanje nalog in omogočajo učinkovit časovni nadzor nad procesi.

Terminske plane izdelujemo za različna časovna obdobja, kar pomeni, da se prilagajajo specifičnim potrebam projekta. Pri splošnih planih se ta časovna obdobja pogosto nanašajo na določene časovne enote, kot so na primer trimesečja ali pol leta. Po drugi strani pa se pri izvedbenih planih osredotočamo na čas gradnje določenega objekta, pri čemer so obdobja pogosto krajša, kot so meseci ali celo tedni, kar omogoča natančnejše sledenje napredku.

Terminske plane grafično oblikujemo z različnimi tehnikami, med katerimi so najbolj znane gantogramska, ciklogramska, ortogonalna tehnika ter tehnike mrežnega planiranja. V gradbeništvu pa je gantogramska tehnika najbolj razširjena in pogosto uporabljena, zato se bomo osredotočili predvsem nanjo.

Pri uporabi gantogramske tehnike se poslužujemo koordinatnega sistema, kjer horizontalna os predstavlja čas, medtem ko vertikalna os prikazuje posamezne dejavnosti. Z analizo gantograma lahko jasno razberemo zaporedje dejavnosti, razpoložljiv čas, ki je dodeljen vsaki dejavnosti, morebitno prekrivanje različnih dejavnosti ter tudi čas, ki je potreben za njihovo uspešno izvedbo. Ta vizualna predstavitev omogoča lažje razumevanje in sledenje napredku projekta.

Kadar izdelujemo terminski plan, si na začetku izberemo primerno časovno enoto (npr. 9 ur), katera bo merilo za potek dela. Sledi preučevanje o delovnem in tehnološkem procesu, kateri se izvede v obliki grafične sheme, lahko pa se tudi opiše z zaporedjem delovnih operacij posameznih faz ali del. (Obrtna zbornica Slovenije, 2024)

Stanje vozišča je bil v zelo slabem stanju. Pojavljale so se mrežaste razpoke predvsem na robu vozišča, ki so bile posledica slabe nosilne podlage ter pomanjkljive zmrzlinske odpornosti. Prisotne so bile tudi razpoke, katere so kazale na neustreznost bitumna. Slabše stanje vozišča je bila posledica nižjih hitrosti v naselju ter zavornih (strižnih) sil.



Slika 12: Stanje vozišča pred začetkom gradbenih del.

Vir: Lasten vir.

Gradnja oziroma rekonstrukcija je potekala tako, da smo najprej odstranili obstoječe asfaltne obrabne in nosilne plasti ceste. Sledila so zemeljska dela z odstranitvijo tampona in odvozom na začasno deponijo. Sledile so meritve "temeljnih tal", po katerih se je lahko začel navažati novi kamniti material (v našem primeru tampon TD 0/32). Meritve so bile zahtevane $Ev_2 \geq 20$ MPa.

Po navozu materiala je prišel greder, s katerim se je nasipni material pripravil na višino; in takoj za njim valjar, kateri je utrjeval material. Meritve so bile zahtevane $Evd_2 \geq 80$ MPa.

(Komunala Slovenske gorice d.o.o., 2021)



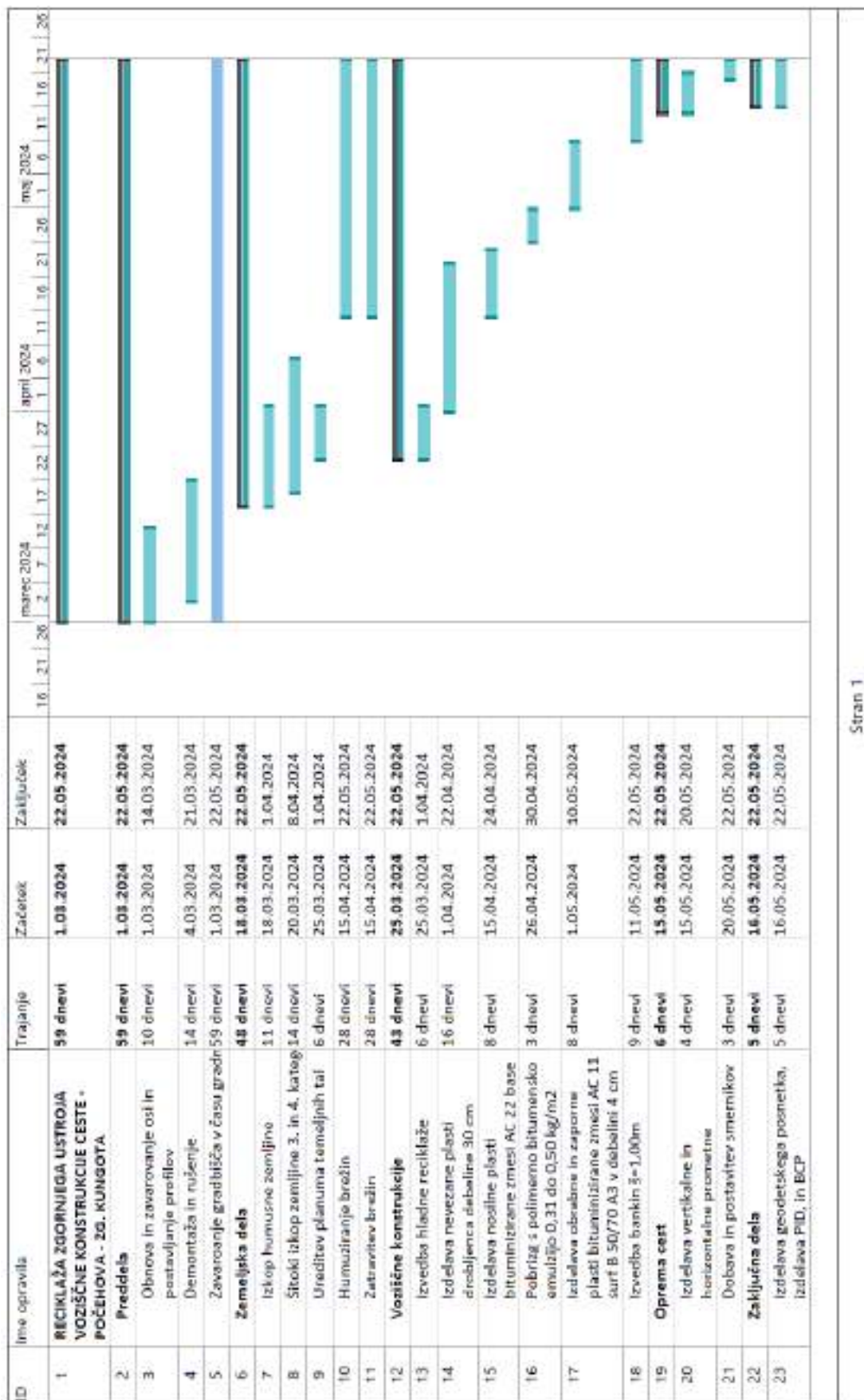
Slika 13: Izvedba odstranitve asfalta z rezkanjem.

Vir: Lasten vir.

4.2.2 Časovna analiza

Terminski plan za projekt "Rekonstrukcija ceste Počehova-Zg. Kungota" smo izvedli s pomočjo programa Microsoft Projecta. Plan je prikazan v obliki gantograma.

Rekonstrukcija vozišča po tehnologiji klasične zamenjave zgornjega ustroja ceste se izvede približno v 80-tih dneh. Gradnja poteka od 1. 3. 2024 do 20. 6. 2024. Postopek se začne s količenjem osi ceste in postavljanjem profilov. Sledijo rušitvena dela, ki trajajo 14 dni, ob tem pa se zagotavlja tudi varovanje na gradbišču do zaključka del. Gradnja se nadaljuje z izkopi, in sicer z izkopom humusne zemljine (11 dni), odstranitvijo asfaltov (7 dni). Nato sledi široki izkop (14 dni). Medtem se uredi tudi planum temeljev tal. Dela se nadaljujejo s polaganjem geotekstila in nasipa iz zmrzlinso odpornega kamnitega materiala v debelini 50 cm. Na to plast se vgradi nevezana plast v debelini 20 cm (tampon TD 0/32). Po končanih nasipih se začne vgrajevanje asfaltov. Kot prvi se vgradi nosilni asfalt AC 22 base B 50/70 A3 v debelini 9 cm, sledi pobrizg s polimerno bitumensko emulzijo in nato obrabni sloj AC 11 surf B 50/70 A3 v debelini 4 cm. Po obrabnem asfaltu se uredijo bankine ter humiziranje in zatravitev brežin.



Slika 14: Terminski plan za izvedbo rekonstrukcije po PZI dokumentaciji.

Vir: Lasten vir.

4.3 Časovna analiza s hladnim postopkom

4.3.1 Izvedba zgornjega ustroja s hladnim postopkom

Preden začnemo s časovnimi analizami je potrebno vedeti, kako izvesti terminski plan glede na tehnologijo izvedbe.

Hladna reciklaža je pojem, kateri se uporablja za pridobivanje in ponovno uporabo materiala iz obstoječega vozišča brez dodatne toplote. Ta metoda se razlikuje od vročega recikliranja, ki se osredotoča izključno na segrevanje in ponovno uporabo asfalta. Glavna prednost hladne reciklaže je v tem, da se lahko vsa dela izvajajo na licu mesta. Omogoča tudi, da se dotrajano voziščno konstrukcijo z ustreznimi dodatki homogenizira in ojača ter z minimalno preplastitvijo spet usposobi za nemoteno odvijanje prometa.

Postopek hladne reciklaže se izvaja z reciklatorjem. To je stroj, kateri je opremljen z mešalnim bobnom, v katerem se drobijo in mešajo obdelovalni materiali, hkrati pa se v istem prehodu temu materialu zmešajo veziva in voda, katera sta potrebna za zgostitev. Vgradnja recikliranega materiala je možna s ploščo od finišeja, katera je pritrjena na reciklator ali z grederjem in valjarji.

Preden se začnejo izvajati dela na vozišču, je potrebno iz vozišča odvzeti vzorce, na osnovi katerih se pripravi predhodna delovna sestava, vključno z določitvijo vseh potrebnih materialov za izdelavo.

Za izvedbo recikliranja na licu mesta po hladnem postopku so potrebne naslednje informacije:

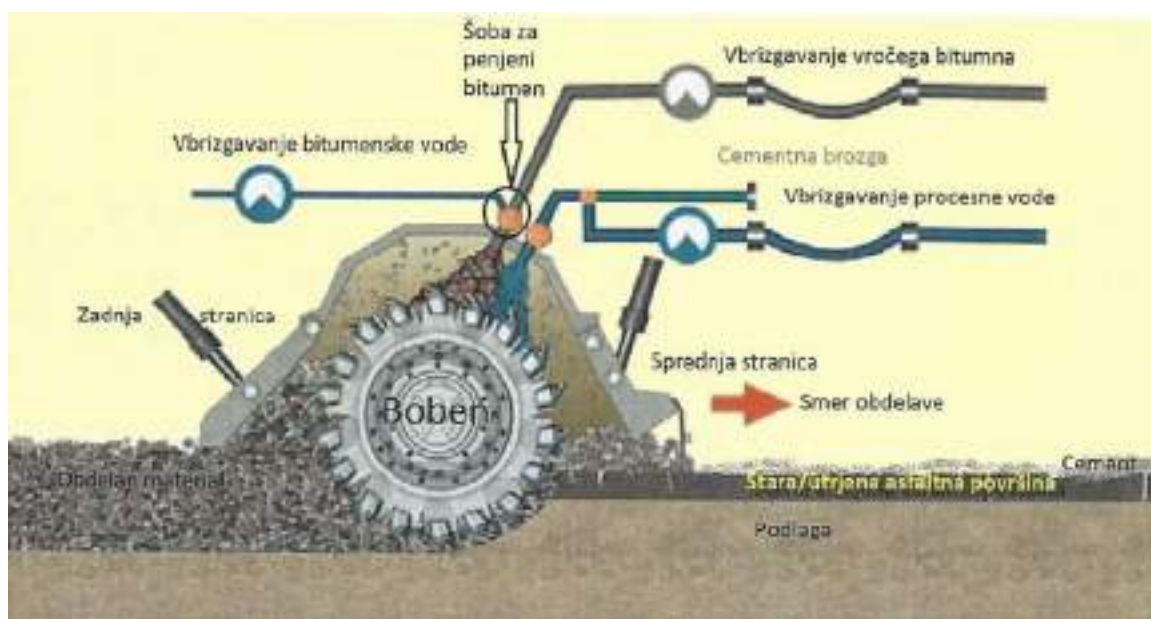
- potrebno je razprostirati dodatne frakcije kamnitih zrn, v kolikor je to potrebno;
- za zagotovitev zadostne količine finih delcev in vrednosti indirektna natezne trdnosti (ITS) je potrebno posipanje cementa;
- potrebna je postavitve reciklažnega niza, ki je sestavljen iz cisterne za vodo, cisterne za bitumensko vezivo, reciklatorja, valjarja in grederja.

Med postopkom recikliranja reciklator potiska pred seboj cisterno za bitumensko vezivo in cisterno za vodo, ki sta na reciklator povezani s potisnimi drogovi. Nato se glede na vnesene podatke o globini in širini obdelave, prostorski masi zmesi in hitrosti stroja v mešalni bobni z

nadzorovanimi črpalkami dovaja zahtevana količina upenjenega bitumna in vode, ki je potrebna za doseganje optimalne vlage ali bitumenske emulzije.

Takoj za reciklatorjem sledi prehod valja, ki je ključen za zagotavljanje, da je recikliran material čim prej primerno zgoščen. Ko je dosežena zahtevana stopnja zgoščenosti, se material z grederjem vgradi na predpisano višino.

V odkopnem in mešalnem bobnu stroja za recikliranje se zdrobljena obstoječa asfaltna zmes najprej premeša z dodatno vbrizgano vodo, nato pa z vbrizganim upenjenim bitumnom ali bitumensko emulzijo. Količine teh dodatkov morajo biti natančno določene vnaprej, pri čemer je treba upoštevati značilnosti recikliranega materiala in debelino plasti, ki mora praviloma znašati vsaj 15 cm. Ta debelina je ključna, saj je postopek recikliranja na mestu vgradnje posebej primeren za homogenizacijo celotne obstoječe voziščne konstrukcije, zlasti pri poškodovanih ali dotrajanih voziščih na cestah z manjšo prometno obremenitvijo. V teh primerih je običajno dovolj, da reciklirano plast nadgradimo samo z novo obrabno plastjo asfaltne zmesi. (ZAS, 2006)



Slika 15: Shematski prikaz delovanja reciklatorja z doziranjem komponent.

Vir: Lasten vir.

Glede na debelino plasti recikliranega materiala je treba izbrati ustrezne vibracijske valjarje, ki bodo zagotovili zahtevano zgoščenost zmesi, kar je ključno za njeno dolgotrajno obstojnost.

Za postopek hladne reciklaže so potrebna tudi ustrezna bitumenska veziva za hladno obdelavo. Poleg bitumenskih emulzij je med njimi tudi upenjeni bitumen, kateri je sestavljen iz zmesi zraka, vode in vročega bitumna, pri čemer je tipično razmerje 98 % bitumna in 2 % vode. Ko vroč bitumen (segret na 160°C do 200°C) pride v stik s hladno vodo (20°C), se tej zmesi za 20-krat poveča prostornina, zaradi katere se tvori pena.

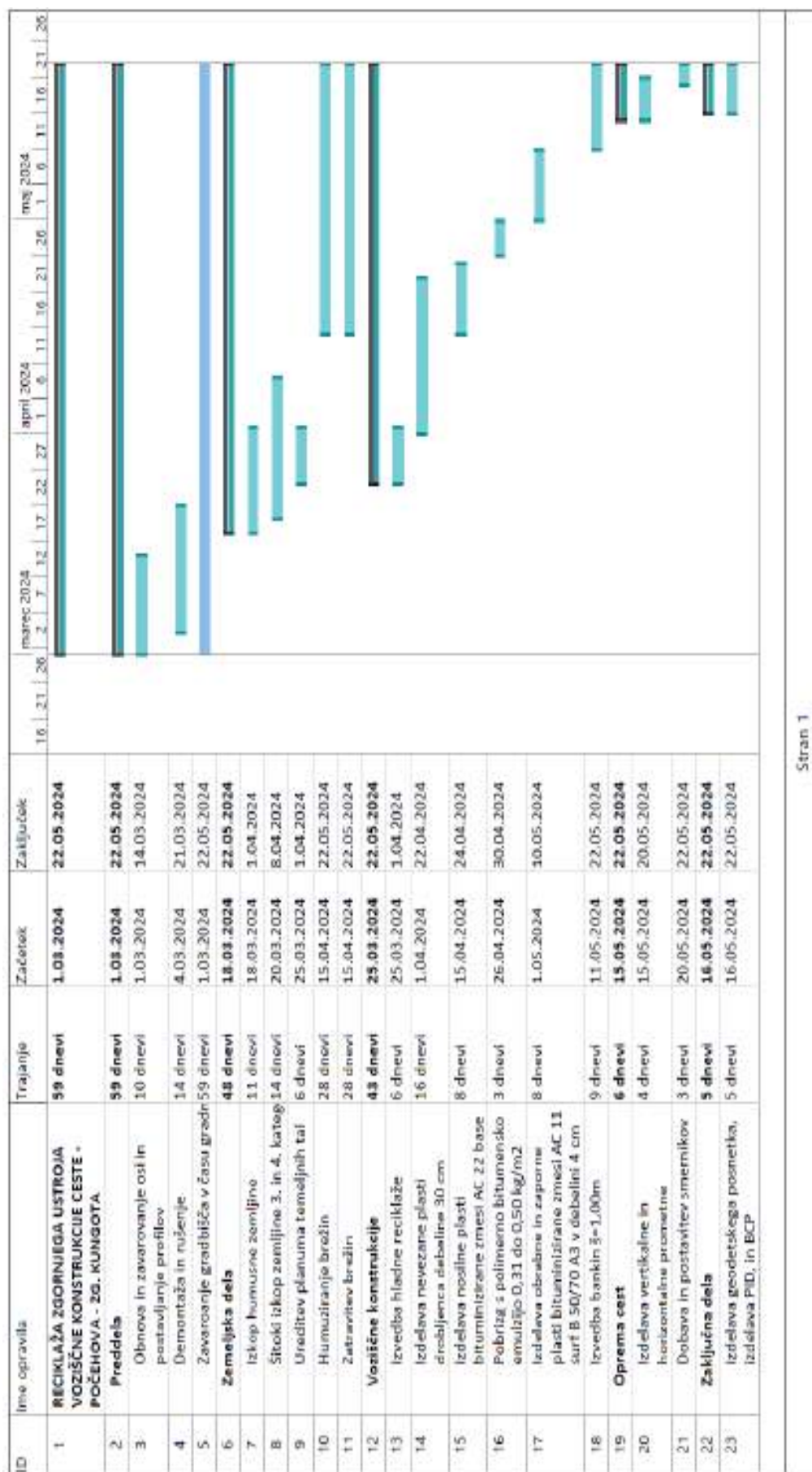


Slika 16: Vrstni red gradbene mehanizacije med postopkom.

Vir: Lasten vir.

4.3.2 Časovna analiza

Rekonstrukcija vozišča s hladnim postopkom se predvidoma izvede v 59-tih dneh. Gradnja poteka od 1. 3. 2024 do 22. 5. 2024. Pred dela se izvajajo po enakem postopku kot pri tehnologiji zamenjave zgornjega ustroja po PZI. Zemeljska dela se začnejo enako z izkopom humusne plasti (11 dni) in končajo tudi s tem delom. Razlike začnejo nastopati pri nadaljevanju del. Široki izkop 3. in 4. kategorije odpade. Po izkopu humusne zemljine, katera se prične 18. 1. 2024 in konča 1. 4. 2024 (skupaj 11 dni), nastopi hladna reciklaža. Izvedba hladne reciklaže traja nekje 6 dni, in sicer od 25. 3. 2024 do 1. 4. 2024. Za reciklažo nastopi ureditev planuma tal, katera traja skupno 6 dni. Od 1. 4. 2024 do 22. 4. 2024 sledi navoz nevezane plasti drobljenca v debelini 30,00 cm (skupaj 16 dni). Sledi asfaltiranje oz. izvedba nosilne plasti bituminiziranih zmesi AC 22 base, s pričetkom 15. 4. 2024 in koncem 24. 4. 2024, kar pomeni, da traja 8 dni. Po izvedbi nosilnega sloja je potrebno nosilno plast pobrizgati z bitumensko emulzijo, katera traja 3 dni. Sledi še izvedba obrabnih asfaltov, katera pa traja 8 dni, od 1. 5. 2024 do 10. 5. 2024. Po zadnji izvedbi oziroma obrabni plasti asfalta sledi še izdelava in urejanje bankin š=1,00 m, ki traja 9 dni. Na koncu še ostane izvedba opreme ceste in zaključna dela. Oprema ceste se izvede v 6-tih dneh, medtem ko zaključna dela v 5-tih dneh.



Slika 17: Terminski plan za izvedbo rekonstrukcije po hladnem postopku.

Vir: Lasten vir.

4.4 Zaključek

S pregledom in primerjavo obeh analiz terminskega plana sem opisoval:

H1: Terminski plan je za 40 % daljši od PZI.

Glede na začetne predpostavke je bila ocenjena metoda izvedbe po PZI dokumentaciji, da bo daljša za 40 % od metode hladnega postopka. Vendar pa je zaradi različnih metod izvajanja prišlo do nekaterih sprememb, katere so mojo hipotezo **ovrgle**. Ker je prišlo do odpadanja postavk (npr. izvedba širokega izkopa, polaganje geotekstila in navoz zmrzlinso odpornega material v debelini 50,00 cm), je to povzročilo skrajšanje potrebnega časa za izvedbo. Kot rezultat teh prilagoditev oziroma sprememb se je terminski plan po metodi rekonstrukcije po PZI podaljšal za 26,25 % in ne za 40 % predvidenih. V dnevih to pomeni, da se je terminski plan po metodi rekonstrukcije po PZI podaljšal za 21 dni in ne za 32 predvidenih dni.

5 STROŠKOVNA ANALIZA METOD

5.1 Kalkulacije

Kalkulacija v gradbeništvu je postopek izračuna stroškov za izvedbo gradbenega projekta, pri katerem se ocenijo vsi potrebni viri, kot so materiali, delo, oprema, čas in drugi dejavniki, ki vplivajo na stroške izvedbe. Kalkulacije so ključne za pripravo ponudbe, določanje cen, spremljanje stroškov med izvajanjem projekta in za upravljanje proračuna. Natančno pripravljena kalkulacija omogoča gradbenemu podjetju, da pravilno oceni stroške, zmanjša tveganje izgube in zagotovi, da bo projekt izveden v okviru predvidenih sredstev. (GNG gradbene norme / GIPOSS, 1979)

5.2 Stroški

Stroški v gradbeništvu predstavljajo ključni dejavnik pri izvedbi vsakega gradbenega projekta. Gre za vse finančne izdatke, ki so povezani z načrtovanjem, izvajanjem in zaključevanjem gradbenih del. Ti stroški morajo biti natančno spremljani in obvladovani, saj vplivajo na uspešnost projekta, tako z vidika stroškovne učinkovitosti kot tudi iz vidika časovnih rokov. V gradbeništvu ločimo različne vrste stroškov, ki jih je treba upoštevati pri pripravi ponudb, kalkulacijah in pri spremljanju stroškov med izvajanjem projekta.

5.2.1 Posredni stroški

Posredni stroški v gradbeništvu predstavljajo stroške, kateri niso neposredno povezani z gradbenimi materiali in delom, vendar so potrebni za izvedbo gradbenega projekta. Gre za vrsto stroška, ki podpirajo osnovno gradbeno dejavnost, katerih pa ni mogoče neposredno dodeljevati posameznim gradbenim fazam ali postavkam.

Posredni stroški so tudi stroški, katere prenašamo iz več stroškovnih mest (betone, izdelki iz skladišča na gradbišče itd.) na stroškovni nosilec.

Posredni stroški vključujejo:

- stroške upravljanja in koordinacije - to so stroški, kateri so povezani z vodenjem in organizacijo projekta, kot so plače projektnih vodij, inženirjev, nadzornikov, različnih strokovnjakov na različnih področjih, ki zagotavljajo pravilno izvedbo projekta.

- administrativne stroške - to so stroški, povezani z dokumentacijo, obdelavo pogodb, izdajo dovoljenj, administracijo, pisarniškim materialom, računovodskimi storitvami itd.
- stroške transporta in logistike – le-ti so povezani z dostavami materialov na gradbišče, prevozom različne opreme.
- obratovalne stroške, ki so povezani z obratovanjem gradbišča, kot so voda, ogrevanje in elektrika.
- stroške varnosti na gradbišču, ki so povezani z zagotavljanjem varnosti na gradbišču, vključno z varnostnimi ukrepi in izobraževanjem delavcev in zaščitno opremo.

Ti stroški se določajo z letnimi plani in v absolutnem znesku predstavljajo določen odstotek od vsote bruto plač.

5.2.2 Neposredni stroški

Neposredni stroški v gradbeništvu so stroški, kateri pa so neposredno povezani z izvedbo gradbenega projekta in jih je mogoče jasno pripisati neki določen nalogi ali aktivnosti. To so stroški, ki se pojavijo zaradi dela na gradbišču in so ključni za samo izvedbo gradbenih del.

Neposredni stroški pa vključujejo:

- strošek gradbenih materialov: gre za vse vrste materialov, kateri se uporabljajo pri sami gradnji, kot so beton, jeklo, nasipni materiali, asfalti, in drugi gradbeni materiali.
- stroške dela: to vključuje predvsem plače delavcev, ki opravljajo gradbena dela na gradbišču.
- stroške najema opreme: gre za stroške najema gradbenih strojev in opreme, kot so bagri, greder, finišer, različne vrste transportov (tovornjak, vlačilec itd.), kateri so potrebni za izvedbo del.

Ti stroški so običajno bolj natančno izračunani in spremljani, ker se nanašajo na specifične naloge in jih je mogoče neposredno povezati z gradbenim projektom.

5.3 Določitev cene

Določanje cene za posamezno delo oziroma aktivnost v gradbeništvu je proces, od katerega se zahteva natančna ocena vseh stroškov povezanih z izvajanjem določenih nalog in ustrezno analizo stroškov, da se zagotovi konkurenčnost in dobičkonosnost projekta. Cena posameznega dela pa se običajno določi na podlagi različnih dejavnikov, kot so material, delo, čas in specializacije.

Postopek določanja cene za posamezno delo se začne z ocenitvijo neposrednih stroškov. Ti stroški vključujejo: stroške materiala, stroške dela, stroške opreme in transporta. Sledi ocenitev posrednih stroškov: stroški administracije, nadzora, zavarovanj in drugi splošni stroški.

5.4 Analiza cene

Za analizo cene za rekonstrukcijo ceste po klasični metodi oziroma po PZI dokumentaciji izvedemo tako, da se držimo glavnega popisa del za to metodo. Iz popisa del izberemo postavke, katere podrobneje analiziramo. Te postavke so tiste, katere so si pri izvedbi obeh metod različne. Govorimo o rušenju asfaltne krovne plasti, široki izkop 3. in 4. kategorije, ureditev planuma temeljnih tal, dobava in vgradnja geotekstila, izdelava nasipa z zmrzlinško odpornim materialom in izdelava nevezane nosilne plasti.

Tabele za izračun kalkulacij so zasnovane na predlogah standardnih kalkulacijskih tabel. Vsaka tabela vsebuje naslednje stolpce: šifra postavke, opis postavke, obračunska enota mere, količina, cena na enoto in cena za celoto. Cene na enoto in za celoto sta ločeni v dve kategoriji: material in plače (bruto plače). Cena uporabljenega materiala se vpiše v stolpec "material", strošek dela pa v stolpec "plače". Na koncu se v tabeli izračunajo seštevki za posamezne postavke, ki so izračunani kot zmnožki količine in cene na enoto za material ter plače, kar omogoča izračun cene na enoto mere postavke v skupnem znesku za material in plače posebej.

5.5 Analize cen dejanskih postavk

Tabela prikazuje analizo cene za odstranitev in porušitev asfaltne plasti v debelini od 6 cm do 10 cm. Obračunska enota je m². Pri izvedbi analize cene so se upoštevale GISS norme in ceniki delovnih strojev iz podjetja Komunala Slovenske Gorice d. o. o.

Tabela 1: Analiza cene za odstranitev in porušitev asfaltne plasti v debelini 6 cm do 10 cm.

Vir: Lasten vir.

Analiza cene za enoto							
Norme	Enota in opis postavke	EM	Količina	Za enoto v €		Za celoto v €	
				Material	Plače	Material	Plače
1	2	3	4	5	6	7 = (4x5)	8 = (4x6)
Normativi Komunale Slovenske Gorice d.o.o.	Porušitev in odstranitev asfaltne plasti v debelini 6 cm do 10 cm	m ²					
	Delavec PK	ura	0,0250		19,80		0,495
	Freza širine do 1,0 m - Wirtgen group 100	ura	0,0125	278,85		3,49	
	Kamion nad 11 t	ura	0,0060	21,78		0,13	
	Cisterna za vodo	ura	0,0206	54,97		1,13	
SKUPAJ	NEPOSREDNI STROŠKI	m ²	1,00			4,75	0,495

Tabela prikazuje analizo cene za izvedbo širokega izkopa vezljive zemljine – 3. kategorije s strojnim nakladanjem z obračunsko enoto m³. Pri izvedbi analize cene so se upoštevale GISS norme in ceniki delovnih strojev iz podjetja Komunala Slovenske Gorice d. o. o.

Tabela 2: Analiza cene za izvedbo širokega izkopa 3. kategorije s strojnim nakladanjem.

Analiza cene za enoto							
Norme	Enota in opis postavke	EM	Količina	Za enoto v €		Za celoto v €	
				Material	Plače	Material	Plače
1	2	3	4	5	6	7 = 4x5	8 = 4x6
Normativi Komunale Slovenske Gorice d.o.o.	Široki izkop vezljive zemljine 3. kategorije – s strojnim nakladanjem v debelini 90 cm	m3					
	Bager z žlico nad 1200 l	ura	0,6098	6,85	19,80	4,18	12,07404
SKUPAJ	NEPOSREDNI STROŠKI	m3	1,00			4,17713	12,07404

Vir: Lasten vir.

Tabela prikazuje analizo cene za ureditev planuma temeljnih tal 3. kategorije z obračunsko enoto m2. Pri izvedbi analize cene so se upoštevale GISS in interne KSG norme in ceniki delovnih strojev iz podjetja Komunala Slovenske Gorice d. o. o.

Tabela 3: Analiza cene ureditve planuma temeljnih tal – 3. kategorije.

Analiza cene za enoto							
Norme	Enota in opis postavke	EM	Količina	Za enoto v €		Za celoto v €	
				Material	Plače	Material	Plače
1	2	3	4	5	6	7 = 4x5	8 = 4x6
Normativi Komunale Slovenske Gorice d.o.o.	Ureditev planuma temeljnih tal - 3. kategorije	m2					
	Delavec PK	ura	0,3000		19,80	0,00	5,94
	Bager 10 - 15 t	ura	0,0105	50,46		0,53	
	Valjar nad 7 t	ura	0,0105	55,06		0,58	
SKUPAJ	NEPOSREDNI STROŠKI	m2	1,00			1,11	5,94

Vir: Lasten vir.

Tabela prikazuje analizo cene za dobavo in vgraditev geotekstila za ločilno plast, katera natezna trdnost mora biti med 16-18 kN/m². Tabela prikazuje obračunsko enoto m². Pri izvedbi analize cene so se upoštevale GISS in interne KSG norme in ceniki delovnih strojev iz podjetja Komunala Slovenske Gorice d. o. o.

Tabela 4: Analiza cene dobave in vgraditve geotekstila.

Analiza cene za enoto							
Norme	Enota in opis postavke	EM	Količina	Za enoto v €		Za celoto v €	
				Material	Plače	Material	Plače
1	2	3	4	5	6	7 = 4x5	8 = 4x6
Normativi Komunale Slovenske Gorice d.o.o.	Dobava in vgraditev geotekstila za ločilno plast, natezna trdnost 16-18 kN/m ²	m ²					
	Delavec PK	ura	0,0168		19,80		0,33264
	Geotekstil Edilfloor	m ²	1,1000	0,86		0,95	
	Rovokopač	ura	0,0084	52,41		0,44	
	Kamion nad 10 t	ura	0,0012	51,21		0,06	
SKUPAJ	NEPOSREDNI STROŠKI	m ²	1,00			1,45	0,33264

Vir: Lasten vir.

Tabela prikazuje analizo cene za dobavo in vgradnjo nasipa z zmrzlinško odpornim kamnitim materialom – strojno v debelini 50,00 cm. Tabela prikazuje obračunsko enoto m³. Pri izvedbi analize cene so se upoštevale GISS in interne KSG norme in ceniki delovnih strojev iz podjetja Komunala Slovenske gorice d. o. o.

Tabela 5: Analiza cena dobave in vgradnje nasipa z zmrzlinško odpornim kamnitim materialom.

Analiza cene za enoto							
Norme	Enota in opis postavke	EM	Količina	Za enoto v €		Za celoto v €	
				Material	Plače	Material	Plače
1	2	3	4	5	6	7 = 4x5	8 = 4x6
Normativi Komunale Slovenske Gorice d.o.o.	Dobava in vgradnja nasipa z zmrzlinškim odpornim kamnitim materialom - strojno v debelini 50,00 cm	m ³					
	Delavec PK	ura	0,0161		19,80		0,31878
	Drobljenec 0-125	t	2,1300	11,80		25,13	
	Prevoz kamnitega materiala	t	2,1300	5,30		11,29	
	Bager 10 t-15 t	ura	0,0350	50,46		1,77	
	Valjar nas 7 t	ura	0,0233	55,06		1,28	
	Cisterna za vodo	ura	0,0121	47,12		0,57	
SKUPAJ	NEPOSREDNI STROŠKI	m ³	1,00			40,04	0,31878

Vir: Lasten vir.

Tabela prikazuje analizo cene za izvedbo nevezane nosilne plasti enakomernega zrnatega drobljenca iz kamnine v debelini 20,00 cm. Tabela prikazuje obračunsko enoto m³. Pri izvedbi analize cene so se upoštevale GISS in interne KSG norme in ceniki delovnih strojev iz podjetja Komunala Slovenske Gorice d. o. o.

Tabela 6: Analiza cene izvedbe nevezane nosilne plasti enakomernega zrnatega drobljenca iz kamnine v debelini 20,00 cm.

Analiza cene za enoto							
Norme	Enota in opis postavke	EM	Količina	Za enoto v €		Za celoto v €	
				Material	Plače	Material	Plače
1	2	3	4	5	6	7 = 4x5	8 = 4x6
Normativi Komunale Slovenske Gorice d.o.o.	Izdelava nevezane nosilne plasti enakomerno zrnatega drobljenca iz kamnine v debelini 20,00 cm	m ³					
	Delavec PK	ura	0,0715		19,80		1,4157
	Drobljenec 0-32	t	2,1300	11,80		25,13	
	Prevoz kamnitega materiala	t	2,1300	5,30		11,29	
	Valjar nas 7 t	ura	0,0350	55,06		1,93	
	Greder	ura	0,0350	50,46		1,77	
	Cisterna za vodo	ura	0,0121	47,12		0,57	
SKUPAJ	NEPOSREDNI STROŠKI	m ³	1,00			40,69	1,4157

Vir: Lasten vir.

Tabela prikazuje analizo cene za izvedbo hladne reciklaže. Analiza je narejena iz prakse na terenu oziroma po dejanski časovni in cenovni količini izvedbe. Obračunska enota je m2. Pri izvedbi analize cene so se upoštevale interne KSG norme in ceniki delovnih strojev iz podjetja Komunala Slovenske Gorice d. o. o.

Tabela 7: Prikaz analize cene za izvedbo hladne reciklaže.

IZRAČUN CENE HLADNA RECIKLAŽA							
30	debelina	2360	proctor				
	delež %	kg/m3		kg/m2	cena/enoto	cena na m3	cena na m2
frakcija 0-2					24,00 €	0,00 €	0,00 €
bitumen B 70/100	2	47,2		14,16	0,38 €	17,94 €	5,38 €
CEMENT III/B 32,5 N - LH/SR der violette	1	23,6		7,08	0,08 €	1,89 €	0,57 €
voda	6,1	143,96		43,19	0,0010 €	0,14 €	0,04 €
stroji predvideno 2 cisterni bitumna/dan		3500	m2	1.050,00	m3		
posipalec		10	ur		65,00 €	0,62 €	0,15 €
cisterna z vodo		10	ur		65,00 €	0,62 €	0,15 €
valjar		10	ur		45,00 €	0,43 €	0,11 €
valjar - jež		10	ur		45,00 €	0,43 €	0,11 €
greder		10	ur		60,00 €	0,57 €	0,14 €
freza		10	ur		335,00 €	3,19 €	0,80 €
cisterna bitumen vgrajevanje		8	ur		80,00 €	0,61 €	0,15 €
cisterna cement vgrajevanje		8	ur		80,00 €	0,61 €	0,15 €
					skupaj cena	27,04 €	7,76 €
pobrizg z bitumensko emulzijo	m2						0,50 €
fina izravnavo delavci							0,75 €
				skupaj cena reciklaža + pobrizg m2			9,01 €

Vir: Lasten vir.

(Komunala Slovenske Gorice d.o.o., 2024) (GNG gradbene norme / GIPOSS, 1979)

5.6 *Finančna opredelitev obeh metod*

Po opravljenih analizah cen, katere se po metodah razlikujejo, lahko sestavimo popis del, v katerem bo prikazana razlika v metodah in končna cena za izvedbo teh dveh metod. Popis del sem sestavil na podlagi popisa del, katerega smo uporabljali na projektu s klasično metodo. Sestavil sem dva različna popisa del, ki sta namenjena izvedbi rekonstrukcije ceste, pri čemer je prvi popis zasnovan za izvedbo po klasični metodi, drugi pa za izvedbo po hladnem postopku oziroma reciklaži. Oba popisa sem oblikoval na podlagi obstoječega popisa del, ki smo ga uporabljali na prejšnjem projektu za izvedbo rekonstrukcije ceste po klasični metodi. Vendar pa je pri sestavi novih popisov potrebno, da se jih prilagodi specifičnim potrebam in zahtevam obeh postopkov, kar je vključevalo tako dodajanje novih postavk kot tudi urejanje obstoječih.

Pri prvem popisu del, namenjenem izvedbi rekonstrukcije po klasični metodi, sem sledil ustaljenim praksam in standardom za gradnjo cest, kot so odstranjevanje starega asfalta, priprava podlage, polaganje novega asfaltnega sloja, itd. To je temeljilo na obstoječem popisu, ki smo ga uporabljali pri prejšnjem projektu.

Pri drugem popisu, ki se nanaša na izvedbo rekonstrukcije ceste po hladnem postopku oziroma reciklaži, sem vključil vse potrebne postavke, specifične za ta postopek. Pri tem sem moral natančno določiti vrste del, ki vključujejo čiščenje površine, mletje in mešanje materialov ter ponovno asfaltiranje. V tem popisu sem dodal nove postavke, kot je postopki za izvedbo reciklaže.

Seveda sem pri obeh popisih upošteval tehnične zahteve in specifične značilnosti vsake metode, kar pomeni, da sem za vsak postopek izbral ustrezne materiale in opremo. To je vključevalo tako različne vrste asfaltov, kot tudi posebne vrste mešanic za reciklažo, ki so potrebne za hladni postopek.

V popisih sem tudi uredil določene postavke, ki so se izkazale za nejasne ali so bile potrebne boljše definicije. Nekatere postavke so bile podrobneje razdelane, da bi bil postopek izvajanja del jasnejši in bolj natančen.

5.7 *Zaključek*

Na podlagi izvedenih analiz in primerjav sem opisoval:

H2: Zgornji ustroj s hladnim postopkom je dražji za 30 %.

Ugotovil sem, da je izvedba rekonstrukcije ceste z uporabo hladnega postopka oziroma reciklaže cenejša od izvedbe po klasični metodi. Rezultati so pokazali, da je razlika v izvedbi kar 13,41 %.

Glede na predpostavljeno hipotezo, za katero sem predpostavil, da bo izvedba rekonstrukcije po hladnem postopku dražja za kar 30 %, **ovržem**. Z vsemi ugotovitvami in primerjavami izdelanih popisov del je prišlo do izida, pri katerem so se rezultati pokazali zelo drugačni. Ugotovitve so pokazale, da je izvedba rekonstrukcije s hladnim postopkom cenejša in to za 13,41 % od izvedbe rekonstrukcije po PZI dokumentaciji oziroma klasični metodi.

6 VNOS IZPUŠNIH PLINOV V OKOLJE

6.1 *Splošno*

Gradbeništvo je eden izmed sektorjev, ki ima pomemben vpliv na okolje, še posebej z vidika emisij izpušnih plinov, ki nastajajo pri uporabi težke gradbene mehanizacije. Gradbeni sektor, ki vključuje gradnjo, obnovo, rušenje in transport gradbenih materialov, pogosto uporablja različne stroje in naprave, ki sproščajo izpušne pline v ozračje.

Glavni viri izpušnih plinov v gradbeništvu:

- **Gradbeni stroji:** težka gradbena oprema, kot so bagri, buldožerji, viličarji, valjarji in betonske mešalnice pogosto delujejo na dizelske motorje, ki so glavni vir emisij izpušnih plinov. Ti stroji med delovanjem sproščajo visoke količine ogljikovega dioksida, dušikovih oksidov, trdnih delcev in drugih škodljivih plinov.
- **Transport gradbenih materialov:** dvigalo tovara, kamioni in druge transportne naprave, ki prevažajo materiale (cement, pesek, apno, plošče itd.) na gradbišča, prav tako proizvajajo izpušne pline.

6.2 *Analiza izpušnih plinov po PZI dokumentaciji*

Metoda rekonstrukcije po PZI dokumentaciji oziroma rekonstrukcija ceste po klasični metodi je običajno bolj intenziven in energetsko potratnejši postopek, ki zahteva uporabo obsežne gradbene mehanizacije. Ta metoda vključuje uporabo bagrov, tovornjakov, demperjev, valjev, asfalterjev in drugih težkih vozil, ki opravljajo različne naloge na gradbišču. Rekonstrukcija po PZI dokumentaciji vključuje odstranjevanje starega cestišča, pripravo novih podlag, izgradnjo prometne podlage in zaključek z asfaltiranjem. V tem procesu se uporablja veliko število vozil, kar pomeni, da se izpušni plini v okolje vnašajo v velikih količinah. Bagri, ki odstranjujejo staro cestišče, tovornjaki in demperji, ki premikajo zemljo in material, pa tudi asfaltirane naprave, vse prispevajo k povečanju emisij izpušnih plinov. Vsako vozilo v tem procesu uporablja dizelske motorje, katerih izpuhi vsebujejo predvsem ogljikov dioksid (CO₂), dušikove okside (NO_x), ogljikov monoksid (CO) in trdne delce, ki so škodljivi za zdravje ljudi in okolje.

Zaradi intenzivnega premikanja materialov, velikih količin betonskih in asfaltnih odpadkov ter dolgotrajnega delovanja težke mehanizacije so emisije izpušnih plinov v tej metodi znatne. Še posebej med odstranjevanjem in pripravo terena, ko se uporablja veliko število tovornjakov, se v zrak sprošča precejšnja količina trdnih delcev in CO₂, kar lahko povzroči dolgotrajne okoljske vplive.

6.3 *Analiza izpušnih plinov po hladnem postopku*

Rekonstrukcija ceste s hladnim postopkom oziroma reciklaža cestišča, je metoda, ki se vse bolj uveljavlja kot okolju prijaznejša alternativa klasičnemu pristopu. Pri tej metodi se uporabljajo bager, reciklator in tovornjaki, vendar se postopek izvaja z minimalnim vnosom novih materialov. Staro asfaltno cestišče se reciklira in ponovno uporabi, kar pomeni, da je manj potrebno novih gradbenih materialov, kot so asfalt, beton ali pesek in posledično tudi manj intenzivne transportne poti za dovoz materialov. V reciklažnem procesu se uporablja reciklator, ki predela star asfalt in ga pripravlja za ponovno uporabo v gradbeništvu, kar zmanjša potrebo po nabavi novih surovin in zmanjšuje količino odpadkov, ki bi jih bilo treba odložiti na odlagališčih ali deponijah. To pomeni, da je potreba po prevozu materialov, kot so pesek, gramoz in asfalt, manjša, kar pripomore k zmanjšanju izpustov CO₂ in drugih izpušnih plinov. Kljub temu pa je tudi reciklažni postopek povezan z emisijami izpušnih plinov, saj se uporablja težka mehanizacija, ki deluje na dizelske motorje. Vendar pa je skupni vpliv teh emisij manjši, saj so transportne razdalje krajše, ker se uporablja večinoma reciklirani material. Bagerji in reciklatorske naprave so prav tako energetsko manj zahtevni od nekaterih drugih vrst gradbenih mehanizacij, kot so asfaltirane naprave, ki zahtevajo visoke temperature za pripravo asfalta. Ker je pri hladnem postopku asfaltni material predelan pri nižjih temperaturah, so emisije, povezane s tem postopkom, bistveno manjše.

6.4 Primerjava izpušnih plinov

Klasična rekonstrukcija ceste s pomočjo gradbene mehanizacije prinaša večji vnos izpušnih plinov v okolje v primerjavi z reciklažnim postopkom. Glavni razlog za to je intenzivna uporaba težke mehanizacije, dolgotrajna potreba po transportu materialov in procesih, ki zahtevajo visokotemperaturne postopke.

Rekonstrukcija s hladnim postopkom ima prihranek v emisijah predvsem zaradi uporabe recikliranega materiala, kar zmanjša potrebo po prevozu novih surovin in toplotnem predelovanju materialov. Poleg tega so pri tej metodi pogosto krajše transportne poti, saj se material reciklira na samem gradbišču, kar zmanjša število vozil na cesti. Kljub temu pa je treba poudariti, da tudi ta metoda ni brez vpliva na okolje, saj še vedno vključuje delovanje težke gradbene mehanizacije na dizelski pogon.

6.5 Zaključek

Skozi analize in ugotovitev sem v tem poglavju opisoval:

H3: Vnos izpušnih plinov v okolje je po PZI večji za 20 %:

Obe metodi rekonstrukcije ceste imata vpliv na okolje, vendar pa je rekonstrukcija s hladnim postopkom okolju prijaznejša izbira v primerjavi s klasično rekonstrukcijo. Z zmanjšanjem potrebe po prevozu novih materialov in toplotnem predelovanju asfalta reciklažni postopek zmanjšuje izpuste izpušnih plinov in drugih onesnaževal v zrak. Klasična rekonstrukcija ceste zaradi večje potrebe po težki gradbeni mehanizaciji in daljših transportnih poteh povzroča večje emisije, ki so lahko škodljive za kakovost zraka in zdravje ljudi. Za trajnostno gradbeništvo je zato priporočljivo, da se v čim večji meri uporablja metoda hladnega postopka, kjer je mogoče ponovno uporabiti obstoječe materiale in s tem zmanjšati negativni vpliv na okolje.

Poleg vseh ugotovitev sem naredil še analizo, katera pokaže analizo vnosa izpušnih plinov v okolje glede na procent. Računal sem vnos plinov v okolje na podlagi svojih izračunov. Rezultat je vnos v okolje v enem dnevu.

Tabela 8: Prikaz vnosa izpušnih plinov v okolje na dan.

Po PZI			
Vrsta stroja	Količina	Emisij	Skupaj
bager	3,00	3,00	9,00
demper	1,00	1,00	1,00
valjar	2,00	1,00	2,00
tovornjak	4,00	3,00	12,00
			24,00

Vir: Lasten vir.

Tabela 9: Vnos izpušnih plinov v okolje na dan.

Po hladnem postopku			
Vrsta stroja	Količina	Emisij	Skupaj
reciklator	1,00	3,00	3,00
tovornjak	3,00	4,00	12,00
valjar	2,00	1,00	2,00
			17,00

Vir: Lasten vir.

Iz rezultatov lahko razberemo, da je skupna količina vnosa po hladnem postopku manjša. Če ta dva rezultata opredelimo, dobimo rezultat, da je vnos izpušnih plinov po PZI večji za 29,20 %.

Hipotezo sem v dispoziciji opredelil, da je vnos izpušnih plinov v okolje po PZI večji za 20,00 %, kar pomeni, da sem hipotezo ovrednotil z napako 9,2 % in lahko rečem, da je hipoteza **ovržena**.

7 H4: OMOGOČANJE UČINKOVITOSTI V PROCESU GRADNJE Z VKLJUČITVIJO DRUGIH NASTAJAJOČIH TEHNOLOGIJ V GRADBENIŠTVU

Izvedba rekonstrukcije ceste z metodo hladnega postopka oziroma reciklaže predstavlja napredek v gradbeni industriji, predvsem v sektorju vzdrževanja in obnove cestne infrastrukture. Ima pa takšna metoda številne prednosti, katere lahko pozitivno vplivajo na prihodnost, in nekaj slabosti.

7.1 *Prednosti*

1. **Ekološki in okoljski vplivi:** Ena od najbolj očitnih prednosti hladnega postopka reciklaže je njegova izjemna pozitivna lastnost okoljske narave. Z reciklažo obstoječih asfaltnih materialov se zmanjšuje potreba po proizvodnji novih asfaltnih zmesi, kar pomeni manjšo porabo naravnih virov, kot so agregati in bitumen. To vodi tudi do zmanjšanja emisij ogljikovega dioksida (CO₂) in drugih toplogrednih plinov, ki nastajajo pri transportu in proizvodnji novih materialov. Reciklaža tako pripomore k zmanjšanju ekološkega odtisa, kar je ključno za doseg trajnostnih ciljev, predvsem v luči povečane osredotočenosti na okolje in podnebne spremembe.
2. **Zmanjšanje stroškov:** Hladen postopek reciklaže je cenejši od metode odstranjevanja starega asfalta in nalaganja novega. Ker ni potrebno odstranjevati starega materiala in prevažati novih surovin, so transportni in delovni stroški pogosto nižji. Poleg tega ni potrebe po dolgotrajni proizvodnji novih asfaltnih mešanic, kar dodatno zmanjša stroške gradnje in vzdrževanja. Zaradi teh finančnih prednosti je reciklaža še posebej privlačna za dolgotrajno vzdrževanje cestnih površin, še posebej v primerih, ko je potrebno pogosto obnavljati cestne površine z minimalnimi stroški.
3. **Časovna izvedba:** V primerjavi s klasičnim postopkom, kjer je potrebno odstraniti obstoječi asfalt, izvesti izkope, nasipe in nato nanesti novo plast asfalta, hladna reciklaža poteka veliko hitreje. Postopek reciklaže se lahko izvede direktno na terenu, brez potrebe po dolgotrajnem transportu materialov. Hladni postopek omogoča hitro obnovo cestnih površin, saj je postopek ponovne uporabe materialov skoraj takojšen, kar pripomore k manjšim motnjam v prometu in večji učinkovitosti izvedbe.

4. **Manjša potreba po odlagališčih:** Z reciklažo obstoječih asfaltnih materialov se zmanjšuje količina odpadnega asfalta, ki bi sicer pristal na odlagališčih. To je še posebej pomembno v luči problematike odpadkov in trajnostne rabe virov. S tem ko recikliramo obstoječe materiale, prispevamo k zmanjšanju potrebščin za nova odlagališča in s tem zmanjšamo pritisk na okolje.

7.2 Slabosti

1. **Kakovost materiala:** Eden od glavnih izzivov hladne reciklaže je, da kakovost recikliranega materiala ni vedno enaka novemu materialu. Kljub temu da so sodobne tehnologije sposobne obvladovati reciklirane materiale na visokem nivoju, lahko včasih reciklirani asfalt ne doseže enakih kakovostnih standardov kot novo proizvedeni asfalt. Reciklirani material se lahko slabše obnaša pod določenimi obremenitvami ali ekstremnimi vremenskimi razmerami, če niso pravilno uporabljena ustrezna veziva ali če je bil prejšnji asfalt slabše kakovosti.
2. **Omejitev uporabe pri vrstah cest:** Hladna reciklaža ni vedno primerna za vse vrste cest. Na primer: za visoko obremenjene avtoceste ali ceste s posebno zahtevnimi pogoji uporabe (npr. pri ekstremnih temperaturah ali pri stalnem obremenjevanju s težkimi vozili) bo morda potrebno uporabiti specifične tehnike in materiale, ki presegajo možnosti hladne reciklaže. Takšni projekti bodo morda zahtevali uporabo novega materiala, ker reciklirani asfalt v teh pogojih ne bo nudil enake stopnje trajnosti.
3. **Nadzor in strokovna izvedba:** Da bi zagotovili kakovost izvedbe, je pomembno, da postopek reciklaže izvedejo strokovnjaki z izkušnjami pri tej metodi. Nepravilna izvedba lahko privede do slabše kakovosti končne površine, kar lahko vpliva na dolgoročno trajnost ceste. Zato je ključnega pomena, da se ves postopek temeljito spremlja in nadzoruje, kar pa pomeni dodatne stroške in potrebo po kvalificiranem osebju.

7.3 Vpliv na prihodnost

Izvedba rekonstrukcije z metodo hladnega postopka reciklaže ima potencial, da postane pomembna sestavina trajnostnih praks v gradbeni industriji. Glede na naraščajočo zaskrbljenost zaradi podnebnih sprememb, iskanja načinov za zmanjšanje ogljičnega odtisa in bolj racionalne uporabe naravnih virov bo reciklaža postala še pomembnejša. Tehnologija se stalno izboljšuje, kar pomeni, da bomo v prihodnosti morda pričali še večji učinkovitosti te metode. Na dolgi rok bo hladni postopek reciklaže omogočil trajnostno gradnjo cestnih površin, saj omogoča nižje stroške, manjšo obremenitev okolja in večjo fleksibilnost pri obnovah. Kljub temu pa je pomembno, da se s to metodo ravna odgovorno in s strokovnim nadzorom, saj le tako lahko zagotovimo dolgo življenjsko dobo cestne infrastrukture.

7.4 Zaključek

V zaključku sem prišel do ugotovitve, da hipoteze ni mogoče niti potrditi niti zavrniti, saj ne obstaja objektivno merilo, s katerim bi lahko podprl svojo trditev.

8 SKLEP

V diplomskem delu z naslovom "Primerjava izvedbe zgornjega ustroja po PZI dokumentaciji in hladnim postopkom" sem podrobno odgovoril na vsa postavljena vprašanja, ki sem si jih zastavil ob začetku raziskave. Na začetku sem se osredotočil na temeljito razumevanje izvedbe reciklaže oziroma hladnega postopka, saj sem želel pridobiti globoko razumevanje tega pristopa, ki se v zadnjem času vse bolj uveljavlja zaradi svojih prednosti v smislu trajnosti in okoljske odgovornosti.

V nadaljevanju sem analiziral ključne razlike med obema pristopoma za izvedbo zgornjega ustroja železniških tirov, pri čemer sem upošteval številne dejavnike, ki lahko vplivajo na izbiro ustrezne metode. Poudarek sem dal predvsem na časovni učinkovitosti obeh postopkov, saj je hitrost izvedbe lahko ključnega pomena, zlasti pri obnovah infrastrukture, kjer so običajno prisotni tudi strogi časovni okviri. Prav tako sem izvedel podrobno stroškovno analizo, kjer sem primerjal vse stroške, povezane z obema metodama – od začetnih investicij do stroškov, ki nastanejo med samo izvedbo, vključno z morebitnimi dolgotrajnimi vplivi na vzdrževanje in delovanje zgornjega ustroja.

Poseben poudarek sem namenil tudi analizi vpliva na okolje, predvsem z vidika emisij izpušnih plinov, saj se danes vse bolj zavedamo pomembnosti trajnostnih pristopov v gradbeništvu in infrastrukturnih projektih. Preučil sem, kako različni materiali in postopki vplivajo na onesnaževanje ter ugotavljal, kateri pristop ponuja boljše rešitve v smislu zmanjšanja negativnih vplivov na okolje.

Skozi proces pisanja in raziskovanja diplomskega dela sem se naučil številnih novih stvari, tako na področju tehničnih pristopov k rekonstrukciji zgornjega ustroja kot tudi na področju metodoloških pristopov raziskovanja in analize podatkov. Posebej dragoceno je bilo pridobljeno znanje o tem, kako pomembno je temeljito raziskovanje različnih možnosti izvedbe in primerjava njihovih prednosti ter slabosti. To znanje mi bo v prihodnosti zagotovo pomagalo pri soočanju z različnimi izzivi na področju gradbeništva in infrastrukture, saj bom lahko sprejemal boljše informirane odločitve, ki bodo temeljile na analizi različnih dejavnikov, kot so čas, stroški in trajnost. Za primerjavo izvedbe zgornjega ustroja po PZI dokumentaciji in hladnim postopkom sem si na začetku diplomskega dela predpostavil hipoteze, katere sem jih skozi pisanje potrdil oziroma zavrgel:

H1 – Terminski plan je za 40 % daljši po PZI. Hipotezo **ovržem**, ker sem iz primerjave terminskih planov obeh metod ugotovil, da je terminski plan po metodi PZI dokumentacije daljši za 21 dni in ne za predvidenih 32, kar predstavlja 26,25 % daljše izvajanje in ne 40 %.

H2 – Zgornji ustroj s hladnim postopkom je dražji za 30 %. Hipotezo **ovržem**, ker sem iz izdelave popisov del obeh metod ugotovil, da je izvedba rekonstrukcije po hladnem postopku cenejša za 13,41 % od PZI dokumentacije. Izvedba rekonstrukcije po PZI dokumentaciji stane 544.898,77 €, po hladnem postopku pa 471.809,72 €, kar znaša 13,41 %.

H3 – Vnos izpušnih plinov v okolje je po PZI večji za 20 %. Hipotezo **ovržem**, ker sem iz analiz in primerjav obeh postopkov prišel do ugotovitve, da je vnos izpušnih plinov v okolje po PZI večji za 29,2 % in ne za 20 % predvidenih.

H4 – Omogočanje učinkovitosti v procesu gradnje z vključitvijo drugih nastajajočih tehnologij v gradbeništvu. Hipoteze ni mogoče niti potrditi niti zavrniti, saj ne obstaja objektivno merilo, s katerim bi lahko podprl svojo trditev.

Izvedba rekonstrukcije z metodo hladnega postopka reciklaže se zdi obetavna možnost za trajnostno gradnjo v industriji, saj ponuja številne prednosti, ki so v skladu z vedno večjimi zahtevami po ekološki in energetski učinkovitosti. S povečanjem zaskrbljenosti zaradi podnebnih sprememb ter naraščajočo potrebo po zmanjšanju ogljičnega odtisa postaja reciklaža kot gradbeni postopek vse bolj pomembna. Hladni postopek reciklaže omogoča ponovno uporabo obstoječih materialov, kar zmanjšuje potrebo po pridobivanju novih surovin in pripomore k zmanjšanju emisij, ki nastanejo pri proizvodnji ter transportu novih materialov. Zaradi teh lastnosti reciklaža predstavlja pomemben korak k bolj trajnostni in okolju prijazni gradnji.

Tehnologija hladnega postopka reciklaže se nenehno razvija in izboljšuje, kar pomeni, da bo v prihodnosti postajala še bolj učinkovita. Sodobni tehnološki napredek omogoča bolj natančno in optimizirano obdelavo materialov, kar pomeni, da bo metoda reciklaže v prihodnosti še bolj konkurenčna in dostopna. Tako se bodo zmanjšali stroški izvedbe, hkrati pa se bo povečala kakovost končnih izdelkov. Na dolgi rok bo ta metoda omogočila nižje stroške za investitorje, saj bo zmanjšala potrebo po dragih novih materialih in transportu, kar bo tudi prispevalo k večji finančni učinkovitosti projektov.

Poleg tega pa hladna reciklaža pomeni manjšo obremenitev okolja. S tem ko se obstoječi materiali reciklirajo in ponovno uporabljajo, se zmanjša količina odpadkov, ki bi sicer končali na odlagališčih, prav tako pa se zmanjšajo negativni vplivi na okolje, povezani s pridobivanjem

in obdelavo novih surovin. Ta metoda je tudi bolj energetsko učinkovita, saj poteka pri nižjih temperaturah in ne zahteva toliko energije kot tradicionalni postopki.

Kljub vsem prednostim pa je pomembno poudariti, da je za uspešno uporabo hladnega postopka reciklaže ključen odgovoren pristop in natančen strokovni nadzor skozi celoten postopek izvedbe. Kakovost in dolga življenjska doba cestne infrastrukture sta namreč v veliki meri odvisni od pravilne izvedbe reciklaže, ki mora biti izvedena v skladu z najvišjimi standardi. Samo z ustreznim nadzorom in strokovnim pristopom lahko zagotovimo, da bo infrastruktura dolgoletno funkcionalna in varna za uporabo, hkrati pa se bo ohranila okoljska trajnost celotnega projekta.

9 VIRI, LITERATURA

GNG gradbene norme / GIPOSS. (1979). Ljubljana.

GOV.SI. (2023). Prijava gradbišča pred začetkom dela. Slovenija.

Gradbeniški priročnik. (2012).

Janša, J. (1. september 2005). Uredba o zagotavljanju varnosti in zdravja pri delu na začasnih in premičnih gradbiščih. Ljubljana, Ljubljana, Slovenija.

Komunala Slovenske Gorice d.o.o. (2021). *Tehnično Poročilo RC Počehova - Zg. Kungota*. Nova Gorica.

Komunala Slovenske Gorice d.o.o. (november 2022). Tehnološki elaborat - Rekonstrukcije ceste Počehova - Zg. Kungota.

Komunala Slovenske Gorice d.o.o. (2024). Eksterni cenik 2024. Lenart.

Obrtna zbornica Slovenije. (2005). Sekcija gradbincev, Normativi za zunanje in notranje prevoze. Ljubljana, Ljubljana, Slovenija.

Obrtna zbornica Slovenije. (2024). Sekcija gradbincev, Normativi za zemeljska in kanalizacijska dela. Ljubljana, Ljubljana, Slovenija.

Rusbintardjo, G. (2014). *Reference Book, Asphalt Surface Pavment Recycled*. Englad.

TSC 06.520:2009 - *Projektiranje: Dimenzioniranje novih asfaltnih voziščnih konstrukcij*. (brez datuma).

Varnostni načrt Kungota (2019).

Zakon o cestah (ZCes -1). (brez datuma).

ZAS. (2006). *Asfalt*. Ljubljana.

10 PRILOGE

Priloga št. 1: Gradbena situacija objekta "Rekonstrukcija Počehova-Zg. Kungota"

Priloga št. 2: Prva stran Varnostnega načrta Kungota

Priloga št. 3: Situacija Varnostnega načrta Kungota