



B&B
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA

Diplomsko delo višješolskega strokovnega študija
Program: Logistično inženirstvo
Modul: Cestni promet

ŠTUDIJA IZDELAVE SPODNJEGA USTROJA TRASE HC Razdrto–Vipava

Mentorica: mag. Franka Rebec Tomšič
Lektorica: Polona Otoničar Pajk, univ. dipl. ped. in prof. slov.

Kandidat: Dragan Cvijić

Kranj, april 2022

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorici mag. Franki Rebec Tomšič za strokovno pomoč in usmerjanje pri izdelavi diplomskega dela.

Hvaležnost izrekam tudi svoji družini, prijateljem in vsem, ki so me med študijem spodbujali in mi pomagali.

IZJAVA

Študent Dragan Cvijić izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom mag. Franke Rebec Tomšič.

Skladno s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorski in sorodnih pravicah dovoljujem objavo tega diplomskega dela na spletni strani šole.

Dne _____

Podpis: _____

POVZETEK

Diplomsko delo obravnava preddela in zemeljska dela. Ta dela so za področje cestne gradnje zelo pomembna, saj njihova napačna izvedba lahko povzroči zelo hude posledice.

V diplomskem delu je predstavljena pomembnost glede na sledenje navodil, sledenje faz ter sledenje uporabe materialov. Poleg tega opisujemo tudi izbiro strojev.

Prikazujemo pomembnost samega časa oziroma roka izdelave in katere so lahko posledice, če navedenega ne upoštevamo.

Eno poglavje je namenjeno razlagi in opisu oseb, ki sodelujejo pri gradnji. To se nam je zdelo zelo pomembno, saj brez teh oseb gradnje sploh ne bi bilo oziroma pravilna izvedba ne bi bila mogoča.

V empiričnem delu smo s pomočjo literature ponazorili teoretični zapis v tretjem in četrtem poglavju. S tem smo želeli prikazati, kako teorijo prenesemo v prakso.

KLJUČNE BESEDE

- gradnja
- investitor
- projektant
- cestogradnje
- nadzornik

ABSTRACT

This degree paper is going to show former work and terrestrial work. These works are very important for the field of road construction, while the incorrect performance of previously mentioned works might cause very bad consequences.

With this assignment I wish to emphasize how important it is to follow the rules, to perform the right stages of construction, to use the right materials, and also the proper machines.

Furthermore, I am going to point out the importance of time limit of construction works and the consequences of not abiding it.

One of the chapters is dedicated to the description of all the people who participate in construction works. I find this important, while there would be no final construction products without the right collaboration of construction workers.

I used the second source in a fifth chapter, where I explained everything theoretically described in chapters three and four. With this, I wanted to show how to transfer theory into practice.

KEYWORDS

- Areas on the route
- Earthworks on the route
- Construction works on the route
- Road construction materials
- Construction machinery

KAZALO

1	UVOD	1
1.1	Predstavitev problema	1
1.2	Cilji dela	1
1.3	Metode dela	1
2	OSEBE, KI SODELUJEJO PRI GRADNJI, IN NJIHOVE NALOGE	2
2.1	Gradnja	2
2.2	Investitor	2
2.2.1	Naloge investitorja	2
2.3	Projektant	3
2.3.1	Priprava projektne dokumentacije	3
2.3.2	Podatki iz projektne dokumentacije	4
2.4	Revident	5
2.5	Nadzornik	5
2.6	Izvajalec gradbenih del	5
2.6.1	Dolžnosti izvajalca pred gradnjo	6
2.6.2	Dolžnost izvajalca med gradnjo	6
2.6.3	Faze gradnje	7
3	OBRAVNAVANJE VRSTE DEL V CESTOGRADNJI	8
3.1	Preddela	8
3.1.1	Čiščenje terena	9
3.1.2	Geodetska dela – zakoličba terase	10
3.1.3	Predvidene težave pri preddelih	11
3.2	Zemeljska dela	11
3.2.1	Izkopi	11
3.2.2	Planum temeljnih tal	13
3.2.3	Drenažne in filtrske plasti, povozni plato	14
3.2.4	Nasipi, zasipi, klini, posteljice in glineni naboj	14
3.2.5	Brežine in zelenice	16
3.2.6	Armiranje zemljin	16
3.2.7	Koli in vodnjaki	17
3.2.8	Zagatne stene	17
3.2.9	Razprostiranje odvečnega materiala	18
3.2.10	Predvidene težave pri zemeljskih delih	18
4	MEHANIZACIJA IN OPREMA	18
4.1	Vrsta mehanizacije	20
4.1.1	Dozer ali buldožer	20
4.1.2	Strgalnik (scraper)	22
4.1.3	Bager	22

4.1.4	Stroj za nakladanje materiala	23
4.1.5	Greder.....	24
4.1.6	Transportna mehanizacija	25
4.2	Podatki za pravilno izbiro gradbene mehanizacije.....	27
4.2.1	F (korekcijski faktor)	27
4.2.2	Teoretična kapaciteta – K _{teo}	29
4.2.3	Praktična kapaciteta – K _{pra}	30
5	PREDSTAVITEV ŠTUDIJE PRIMERA HC RAZDRTO–VIPAVA	31
5.1	Preddela na HC Razdrto–Vipava	31
5.1.1	Geodetska dela – zakoličba trase	31
5.1.2	Čiščenje terena	31
5.1.3	Težave pri gradnji, ki bi jih izvajalec del z ustrežnejšim načrtovanjem lahko preprečil.....	33
5.2	Zemeljska dela.....	33
5.2.1	Površinski odkop plodne zemlje – humusa.....	33
5.2.2	Gradnja vkopa.....	34
5.2.3	Planum temeljnih tal nasipa	39
5.2.4	Drenažne in filtrske plasti	40
5.2.5	Gradnja nasipa.....	41
5.2.6	Brežine.....	42
5.2.7	Težave, ki bi jih izvajalec del z ustrežnejšim načrtovanjem lahko preprečil	42
6	ZAKLJUČEK	43
7	LITERATURA IN VIRI	44

KAZALO SLIK

Slika 1: Primer izkopa vodnjaka za steber viadukta	17
Slika 2: Vrste dozerskih desk	21
Slika 3: Dozer	22
Slika 4: Strgalnik.	22
Slika 5: Bager	23
Slika 6: Stroj za nakladanje	24
Slika 7: Greder	25
Slika 8: Primer gradnje cest.....	26
Slika 9: Primer mulčerja RT400.	32
Slika 10: Površje, ki ostane po delovanju mulčerjev.	32
Slika 11: Bivalni objekti, ki so bili porušeni.....	33
Slika 12: Odriv humusa z grederjem CAT G12.	34
Slika 13: Pregledno stanje vkopa Polance in gradbiščnega priključka.	36
Slika 14: Začetek zemeljskih del na gradbišču.	36
Slika 15: Del končane brežine, v ozadju posekano območje vkopa Polance.	37
Slika 16: Pogled z vrha vkopa Polance na glavno cesto G1/12.	38
Slika 17: Transportna pot z vrha vkopa Polance.....	38
Slika 18: Meritev nosilnosti planuma temeljnih tal.....	40

KAZALO TABEL

Tabela 1: Razvrstitev zemljin in kamnin.....	13
Tabela 2: Delitev gradbene mehanizacije glede na področje rabe v gradbeništvu..	20
Tabela 3: Vrednosti za faktor organizacije del.	27
Tabela 4: Vrednosti za faktor koriščenja dnevnega delovnega časa.....	27
Tabela 5: Vrednosti za faktor težavnosti dela	28
Tabela 6: Vrednosti za faktor redukcije zaradi nadmorske višine in temperature	28
Tabela 7: Koeficient razrahljivosti K_v za posamezno vrsto materiala	29
Tabela 8: Računska razrahljivost k_r	30
Tabela 9: Težave pri izvajanju.	42

1 UVOD

1.1 PREDSTAVITEV PROBLEMA

Ključni del pri gradnji cest je vsekakor dober in pravilen načrt dela, še zlasti pri zemeljskih delih. Pravilna organizacija in priprava nam omogočita prihranek tako pri času kot pri stroških. Z dobro organizacijo in pripravo se lahko izognemo poznejšim zapletom ter dodatnim stroškom in preprečimo pomakanje mehanizacije, materiala in tudi časa. Pri časovnem načrtovanju je nujno poudariti roke, ki jih zahtevajo investitorji, saj so pogosto skrajno kratki in neizvedljivi. Naročniki se pogosto ne zavedajo, da hitenje in pomanjkanje časa vplivata na kakovost izdelka. Pozornost je treba nameniti tudi izkopanemu materialu, kje in kako ga deponirati. Ta težava nastane pri izkopih, ki so ena od faz izvedbe del. Pri preučevanju izgradnje ceste smo se osredotočili na plazovito pobočje.

1.2 CILJI DELA

Namen diplomskega dela je predstaviti potek gradnje, dokumentacije za potrebe gradnje, kdo je vse vključen v projekt izgradnje ceste. Poleg tega je predstavljena in opisana mehanizacija, ki jo potrebujemo za izgradnjo ceste. Cilj diplomskega dela je proučiti izdelavo spodnjega ustroja na primeru terase HC Razdrto–Vipava in narediti primer dobrega načrtovanja, s katerim bi se lahko izognili težavam.

1.3 METODE DELA

Metoda dela je predstaviti, kaj vse je potrebno za izgradnjo ceste. Želimo raziskati, katera dokumentacija je potrebna in kaj vse ta zajema. Opisali bomo načine same gradnje ter katera mehanizacija je potrebna za izgradnjo ceste. Mehanizacija ima pri izgradnji cest pomembno vlogo, kajti pri napačni izbiri te se lahko srečujemo z različnimi tako tehničnimi kot tudi finančnimi težavami. V pričujoči razpravi bomo predstavili izgradnjo spodnjega ustroja trase HC Razdrto–Vipava ter težave, s katerimi so se izvajalci srečevali.

V okviru diplomskega dela smo postavili naslednjo hipotezo: Z dobrim načrtom ceste se izognemo morebitnim težavam.

2 OSEBE, KI SODELUJEJO PRI GRADNJI, IN NJIHOVE NALOGE

2.1 GRADNJA

Pomen pojma gradnje objektov opisuje Gradbeni zakon (2021; v nadaljevanju GZ), in sicer navaja, da so v graditev objektov vključeni »projektiranje, dovoljevanje in gradnja«. Navezuje se na graditev stavb, gradbenoinženirskih objektov ali drugih gradbenih posegov. Pri tem GZ opredeljuje, da je objekt: »narejen z gradbenimi, zaključnimi gradbenimi ali inštalacijskimi deli in je sestavljen iz gradbenih proizvodov, proizvodov ali naravnih materialov, skupaj s trajno vgrajenimi inštalacijami in napravami«. Kot navaja GZ v nadaljevanju, morajo biti zaradi zaščite interesa javnega značaja vsi objekti skladni s prostorskimi izvedbenimi akti in s predpisi o urejanju prostora; izpolnjevati morajo zahteve gradbenih, tehničnih in drugih predpisov in biti evidentirani. Navedeno je dolžnost investitorjev, projektantov, pristojnih upravnih organov, nadzornikov in izvajalcev (Gradbeni zakon, 2021).

Splošne zahteve za udeležence pri gradnji objektov natančneje opredeljuje GZ, in sicer navaja, da so udeleženci pri gradnji objektov investitor, projektant, nadzornik in izvajalec. V času izvajanja storitev mora biti med investitorjem in projektantom ter nadzornikom ali izvajalcem sklenjen dogovor v pisni obliki (Gradbeni zakon, 2021).

2.2 INVESTITOR

Investitor je pravna ali fizična oseba. Natančneje pojem investitorja opredeljuje GZ, in sicer navaja, da je investitor »udeleženelec pri gradnji objektov, ki vloži zahtevo za pridobitev gradbenega dovoljenja ali prijavi gradnjo, jo naroči ali jo za lastne potrebe izvaja sam« (Gradbeni zakon, 2021).

2.2.1 Naloge investitorja

Naloge in obveznosti investitorja so natančno opredeljene in določene. Natančno jih določa GZ iz leta 2017 in so naslednje: pridobitev vseh podpisanih dovoljenj, potrjenih vlog, naročil in prijav ter dokumentacije, določene z zakonom; zagotovitev, da objekt ni v nasprotju s prostorskim izvedbenim aktom, gradbenimi in drugimi predpisi; določitev vodilnega pogodbenika, ki ima obveznosti projektanta, nadzornika ali izvajalca – skladno z GZ; ter po končani gradnji zagotovitev evidentiranja objekta (Gradbeni zakon, 2021).

2.3 PROJEKTANT

Projektant je pravna ali fizična oseba, ki izvaja projektantska dela. Kot je opredeljeno v GZ, je odgovoren za »izdelavo, celovitost in medsebojno usklajenost vseh delov projektne dokumentacije, ki jo prevzame v izdelavo tako, da je ta v skladu s predpisi in zahtevami po zakonu. Če projektant za izdelavo projektne dokumentacije ne razpolaga s svojimi pooblaščenimi arhitekti in inženirji ustreznih strok s primernim strokovnim znanjem in izkušnjami, mora skleniti pogodbo z drugim projektantom, ki takšne pooblaščenih arhitekta in inženirje ima. Če projektant ne razpolaga s svojimi strokovnjaki, s primernim strokovnim znanjem in izkušnjami, mora zagotoviti njihovo sodelovanje. Ti posamezniki pa odgovarjajo za strokovne rešitve, ki so sestavni del dokumentacije« (Gradbeni zakon, 2021).

V nadaljevanju je v GZ zapisano še, da mora projektant »v skladu stroke zagotoviti izdelavo projektne dokumentacije tako, da je skladna z zahtevami prostorskega izvedbenega akta, gradbenih in drugih predpisov, da omogoča kakovostno izvedbo objekta in racionalnost rešitev v času same gradnje in vzdrževanja objekta«. Obveznost projektanta je tudi zagotavljanje tehničnih rešitev, ki pa ne smejo biti v nasprotju z zakonom in drugimi predpisi, tehničnimi smernicami in pravili stroke. Prav tako mora zagotoviti koordinacijo pooblaščenih arhitektov in inženirjev ter strokovnjakov (Gradbeni zakon, 2021).

2.3.1 Priprava projektne dokumentacije

Priprava projektne dokumentacije je izjemnega pomena za nemoten nadaljnji potek projekta, od same kakovosti in natančnosti priprave projektne dokumentacije pa je odvisen tudi končni izid samega projekta. Kot navaja Glavan (2005, str. 2) v svojem prispevku, poznamo naslednje projektne dokumentacije: »za pridobitev gradbenega dovoljenja, za izvedbo dela, za prikaz izvedenih del ter za obratovanje in vzdrževanje. Vsaka izmed njih mora biti izdelana v skladu z veljavnimi predpisi.« Pomen natančne priprave projektne dokumentacije navaja GZ: »priprava projektne dokumentacije je izjemnega pomena za nemoten nadaljnji potek projekta. Ta mora biti skladna z veljavnimi predpisi (tistimi, ki veljajo v času gradnje na ravni države in občine), prav tako pa je treba slediti tudi zahtevam projektne naloge, javnega interesa in samih uporabnikov.« (Gradbeni zakon, 2021) Dokument Uredba o enotni metodologiji za pripravo in obravnavo investicijske dokumentacije na področju javnih financ pa projektno dokumentacijo opredeli natančneje in podrobneje kot: »sistematično urejen sestav načrtov oziroma tehničnih opisov in poročil, izračunov, risb in drugih prilog, s katerimi se določajo lokacijske, funkcionalne, oblikovne in tehnične značilnosti nameravanega in izvedbenega projekta; pri gradnji obsega dokumentacijo, določeno z zakonom, ki ureja graditev objektov (idejna zasnova, idejni projekt, projekt za pridobitev gradbenega dovoljenja, projekt za izvedbo in projekt izvedbenih del). Je ena ključnih podlag za pripravo investicijske dokumentacije« (Uredba o enotni

metodologiji ..., 2006). V projektno dokumentacijo je torej vključeno (Glavan, 2005, str. 3):

- »Sekcijska karta ali njena kopija z vrisano odobreno traso (M 1 : 50.000, 1 : 25.000 ali večje).
- Situacijski načrt s plastnicami, dobljenimi s pomočjo na terenu merjenih prečnih profilov z vrisano traso ceste.
- Vzdolžni profil, napravljen na osnovi niveliranja zakoličene trase (dolžine so risane v merilu situacije, višine pa so desetkrat večje).
- Pisan vzdolžni profil.
- Prečni profili.
- Spisek razširjenj vozišča v krivinah.
- Karakteristični prečni profil ceste in detajlni vozišča.
- Inženirsko-geološki vzdolžni profil z geološkim in geotehničnim mnenjem.
- Spisek in grafični razpored volumnov zemeljskih del in spodnjega ustroja in spisek volumnov humusa.
- Glavni projekti objektov (manjši mostovi; podporni, oporni in obložni zidovi prepusti ...).
- Tehnično poročilo.
- Detajlne predizmere, ki obsegajo vse vrste del.
- Analiza cen.
- Podrobni predračun.
- Poročilo in načrt razlastitve oz. prenosa zemljišča.«

2.3.2 Podatki iz projektne dokumentacije

Iz projektne dokumentacije pridobimo vse podatke za prenos projekta v naravo. Glavni namen projektne dokumentacije je v določitvi lokacijskih, funkcionalnih, tehničnih in oblikovnih značilnosti gradnje, in sicer tako, da se upoštevajo naročila investitorja, da se zagotovi skladnost s prostorskimi akti, hkrati pa sta potrebna tudi zanesljivost in evidentiranje samega procesa. Pri tem so glavne sestavine projektne dokumentacije vodilna mapa, načrti in elaborati (Pravilnik o projektne dokumentaciji, 2008).

Sestavni deli so (Glavan, 2005, str. 3):

- »karta območja z vrisano traso;
- situacijski načrt s plastnicami, vrisano traso ceste in prečnimi profili;
- vzdolžni profil zakoličene trase;
- vzdolžni profil;
- prečni profil;
- seznam razširitev vozišča v krivinah;
- karakteristični prečni profil ceste;
- inženirsko-geološki vzdolžni profil z geološkim in geotehničnim mnenjem;

- grafični raspored volumnov zemeljskih del spodnjega ustroja in seznam volumnov humusa;
- glavni projekti objektov;
- detajli;
- tehnično poročilo;
- projektantske izmere oziroma predizmere, ki obsegajo vse vrste del;
- analiza cen;
- podrobnosti predračuna;
- poročilo in načrt razlastitve oziroma prenosa zemljišč;
- masni profil.«

2.4 REVIDENT

Pojem revidenta opredeljuje Zakon o graditvi objektov (2003), ki navaja, da je revident »pravna ali fizična oseba, ki kot gospodarsko dejavnost opravlja storitve pri reviziji projektne dokumentacije«. V nadaljevanju isti zakon navaja, da je revident posameznik, ki odgovarja, da so načrti, ki jih revidira, v skladu z gradbenimi predpisi, da bo projekt zgrajen ali rekonstruiran na podlagi teh načrtov ter da bo objekt izpolnjeval predpisane zahteve.

2.5 NADZORNIK

Naloge in dolžnosti nadzornika prav tako kot naloge investitorja in projektanta natančneje opisuje GZ. Ta navaja, da je nadzornik pravna ali fizična oseba, ki izvaja storitve pri opravljanju gradbenega nadzora. Torej pri opravljanju strokovnega nadzorstva na gradbišču, s katerim se ugotavlja skladnost del z gradbenim dovoljenjem, kakovostjo in časom izvedenih del. Nadzornik je posameznik, ki odgovarja za skladnost gradnje s pogoji iz gradbenega dovoljenja in za kakovost izvedenih del v skladu z gradbenimi predpisi (Gradbeni zakon, 2021).

2.6 IZVAJALEC GRADBENIH DEL

Izvajalec je ena ključnih oseb, ki skrbi za samo izvedbo gradbenih del. Kot navaja Priročnik za gradbene izvajalce za pripravo gradnje, gradnjo in predajo objekta (Velkovrh, 2007, str. 5), sme objekt »graditi, rekonstruirati ali odstranjevati pravna ali fizična oseba, ki ima kot gospodarska družba ali zadruga dejavnost gradbeništva vpisano v sodni register oziroma ima kot samostojni podjetnik posameznik takšno dejavnost priglaseno pri pristojni davčni upravi (s. p.)«. V nadaljevanju še navaja (prav tam), da je izvajalec »pravna ali fizična oseba, ki kot gospodarsko dejavnost opravlja storitve pri izvajanju pripravljenih del na gradbišču, izvajanju gradbenih del, montažah in vgrajevanju strojnih in električnih inštalacij ter izvajanju zaključnih

gradbenih del«. Pri tem je treba upoštevati, da mora imeti izvajalec na zakonit način zagotovljeno naslednje (prav ta):

- osebo, ki izpolnjuje pogoje za odgovornega vodjo del, ko gre za izvajanje vseh del na gradbišču,
- osebo, ki izpolnjuje pogoje za odgovornega vodjo posameznih del, kadar gre za izvajanje le posameznih del na gradbišču.

Glavni funkciji vodje del sta zagotavljanje in odgovarjanje za skladnost vseh del, ki so določena z gradbenim dovoljenjem in gradbenimi predpisi, prav tako pa tudi s predpisi s področja zagotavljanja varnosti in zdravja pri delu na gradbiščih. Pogoji za pridobitev naziva vodja del so opravljen strokovni izpit, ustrezna izobrazba ter delovne izkušnje (Velkoverh, 2007).

Lahko se zgodi, da na enem gradbišču gradnjo izvaja več izvajalcev. Takrat je investitor dolžan izmed odgovornih vodij del izbrati še odgovornega vodjo gradbišča. Kot navaja Velkoverh (2007, str. 6), odgovorni vodja odgovarja za »usklajevanje dela vseh odgovornih vodij del in odgovornih vodij posameznih del«. Pri tem mora izpolnjevati enake pogoje kot odgovorni vodja del (Velkoverh, 2007).

2.6.1 Dolžnosti izvajalca pred gradnjo

Dolžnosti izvajalca pred začetkom same gradnje navaja Zakon o graditvi objektov (2003); to so:

- prijava gradbišča inšpekcijski službi za delo najpozneje 15 dni pred začetkom del;
- imenovanje odgovornega vodje del;
- izdelava načrta organizacije gradbišča in varnostnega načrta ter označitev gradbišča s tablo, na kateri so navedeni vsi odgovorni udeleženci pri gradnji z imeni, priimki, nazivi in funkcijami, številke pooblastil odgovornih oseb ter podatki o gradbenem dovoljenju;
- izdelava terminskega načrta napredovanja del, vključno z izdelavo masnega profila, če ga v projektni dokumentaciji ni;
- obnova zakoličbe osi ceste, ki jo opravi pooblaščen geodet v skladu s predpisi.

2.6.2 Dolžnost izvajalca med gradnjo

Zakon o graditvi objektov prav tako opredeljuje tudi dolžnosti izvajalca med samo gradnjo objekta, in sicer mora izvajalec zagotoviti naslednje pogoje (Zakon o graditvi objektov, 2003):

- zagotavljati varnost delavcem, mimoidočim, prometu, sosednjim objektom ...;
- izvajati dela po projektu;
- voditi dnevnik o izvajanju gradbenih del – Gradbeni dnevnik;

- voditi Knjigo obračunskih izmer, če so cene v gradbeni pogodbi določene za mersko enoto;
- sproti voditi vso potrebno dokumentacijo za izdelavo projekta izvedenih del;
- izvajati dela v skladu s predpisi in pravili gradbene stroke in drugih v gradnjo vključenih strok;
- vgrajevati samo tiste gradbene proizvode in materiale, ki ustrezajo nameravani uporabi in imajo ustrezno potrdilo o skladnosti (atest);
- nadzoru sprotno izročati vso dokumentacijo, ateste in dokazila o pregledih in meritvah kakovosti izvedenih del, ki se nanašajo na vgrajene materiale in proizvode;
- omogočati sprotno kontrolo nadzornemu organu;
- z lastno kontrolo zagotoviti zahtevano kakovost izvedenih del;
- stalno ali na poziv sodelovati s pristojnimi službami za zaščito in varovanje prostora (kulturna dediščina, arheologija, naravovarstvo ...);
- v sodelovanju z nadzornim organom, projektantom in investitorjem sproti odpravljati morebitne pomanjkljivosti v projektni dokumentaciji;
- izvajati vse druge z gradbeno pogodbo določene obveznosti.

2.6.3 Faze gradnje

Gradnja vsakega objekta zajema pet faz, znotraj katerih so opredeljena posamezna dela, ki se izvajajo. Faze gradnje so povzete iz faz gradnje stanovanjskih objektov ter prilagojene specifikam specifikam cestogradnje. Dela po fazah delimo (Gradbene faze, 2021):

- **Prva gradbena faza** zajema predhodna dela (formiranje gradbišča, postavitve gradbiščne infrastrukture, postavitve potrebnih obvozov, zaščitnih ograj in označb) in pred dela (čiščenje terena, postavitve gradbenih profilov, zakoličba premostitvenih objektov, prestavitve vodov – začasne in trajne).
- **Druga gradbena faza** zajema zemeljska dela, izdelavo posteljice, humusiranje in zatavljanje brežin, izdelavo in ureditev jarkov.
- **Tretja gradbena faza** zajema izvedbo naprav za odvodnjavanje skozi cestno telo (prepusti), vgradnjo vzdolžnih drenaž, gradnjo zidov (podporni, oporni), deviacije, regulacije ter gradnjo premostitvenih objektov (mostovi, viadukti, predori).
- **Četrta faza gradnje** zajema vgradnjo temeljev za postavitve prometne opreme (portalov), izdelavo zgornjega ustroja (robniki, voziščna konstrukcija – spodnja nevezana nosilna plast, zgornja vezana nosilna plast, obrabna plast, naprave za odvodnjavanje), postavitve prometne signalizacije in montaža opreme (table, ograje) ter zaris horizontalne signalizacije.
- **Peta faza gradnje** zajema zaključno čiščenje, izdelavo projekta izvedenih del (PID) – tehnična dokumentacija, tehnični pregled (atesti, dokazila o specifikacijah vgrajenih materialov in konstrukcij, dokazila o izvedenih laboratorijskih preiskavah, obremenilni preizkus) ter predajo ceste v promet.

3 OBRAVNAVANJE VRSTE DEL V CESTOGRADNJI

Dela za gradnjo cest predstavljajo (Glavan, 2005, str. 10):

- »trasa;
- deviacija;
- priključki;
- regulacije;
- premostitveni objekti in zidovi;
- predori.«

Pri vsakem področju pa lahko nastopajo naslednje skupine del (Glavan, 2005, str. 10):

- »preddela;
- zemeljska dela in temeljenje;
- voziščna konstrukcija;
- odvodnjavanje;
- gradbena in obrtniška dela;
- oprema cest;
- tuje storitve«.

Pričujoča razprava daje poudarek predvsem preddelom in zemeljskim delom, njihovem izvajanju in za to potrebni mehanizaciji. Preddela in zemeljska dela imajo zaradi svojega obsega in lastnosti zelo pomembno fazo pri izvedbi gradnje.

3.1 PREDELA

Študija primera izdelave spodnjega ustroja trase HC Razdrto–Vipava, ki jo obravnava to diplomsko delo, za potrebe projektiranja vključuje tehnične standarde, ki jih je treba upoštevati pri pripravi projektne dokumentacije. Te specifikacije so natančno določene s strani Direkcije Republike Slovenije za infrastrukturo. Za naš projekt smo upoštevali predpise naslednjih dokumentov, ki urejajo standarde za preddela (Tehnične specifikacije za ceste, 2022):

- »TSC 02 203 2009 Naprave in ukrepi za umirjanje prometa v nivojskih nesemaforiziranih križiščih;
- TSC 02 210 2010 Varnostne ograje;
- TSC 02 401 2010 Označbe na vozišču;
- TSC 03 800 2009 Naprave in ukrepi za umirjanje prometa;
- TSC 04 100 2000 Prezemanje gradbenih proizvodov pri gradnji javnih cest v RS;
- TSC 06 320 2001 Vezane spodnje nosilne plasti s hidravličnimi vezivi;
- TSC 06 200 Nevezane nosilne in obrabne plasti;
- TSC 06 300 410 2009 Smernice in tehnični pogoji za graditev asfaltnih plasti;

- TSC 06 100 Kamnita posteljica in povozni plato;
- TSC 06 330 Vezane spodnje nosilne plasti z bitumenskimi vezivi po vročem postopku;
- TSC 06 416 Vezane asfaltne obrabne in zaporne plasti tankoplastne prevleke;
- TSC 06 417 2001 Vezane obrabne in zaporne plasti površinske prevleke;
- TSC 06 420 Vezane obrabnonosilne plasti, cementni beton;
- TSC 06 450 2005 Krovne plasti iz asfaltnih zmesi na diletacijah;
- TSC 06 541 2008 Projektiranje, dimenzioniranje, ojačitev obstoječih asfaltnih voziščnih konstrukcij;
- TSC 06 530 2008 Projektiranje, dimenzioniranje novih cementnobetonskih voziščnih konstrukcij;
- TSC 06 520 2009 Projektiranje, dimenzioniranje novih asfaltnih voziščnih konstrukcij;
- TSC 06 512 2003 Projektiranje, klimatski in hidrološki pogoji;
- TSC 06 511 2009 Prometne obremenitve; določitev in razvrstitev« (Ministrstvo za promet, tehnična specifikacija za javne ceste).

3.1.1 Čiščenje terena

Čiščenje oziroma priprava terena je ena najpomembnejših faz, ki jih vključujejo predдела. Pomeni dejavnosti, ki vključujejo pripravo in čiščenje zemljišča, na katerem se bo pozneje gradil objekt, prav tako pa tudi postavljanje objektov in odstranjevanje opreme z gradbišča med opravljanjem dela. Za čiščenje in pripravo gradbišča je odgovoren izvajalec. V ta dela sta zajeta tudi podiranje vseh obstoječih objektov in stavb ter odstranjevanje grmovja in dreves, ki bi ovirala gradnjo, itd. Pri tem izvajalec lahko odstrani objekte oziroma grmovje in drevesa le ob pisnem soglasju inženirja (Sanacija pregrade Vogršček s pripadajočimi objekti, 2019).

Posek dreves in grmovja

Kot navaja dokument Sanacija pregrade Vogršček s pripadajočimi objekti (2019, str. 21), mora »izvajalec za posek in odstranitev drevesa z gradbišča (tudi gradbišča, ki nastane zaradi cestogradnje, op. a.) pridobiti pisno dovoljenje inženirja. Če izkopavanje in kopanje potekata v bližini korenin drevesa, mora pri tem paziti, da jih čim manj poškoduje. Prav tako ne sme sekati korenin in poganjkov dreves, če to ni nujno potrebno. Posek korenin in poganjkov je dovoljen le ročno, vendar ne brez pisnega dovoljenja inženirja. Vse odsekane konice je izvajalec dolžan premazati z ustreznim voskom (vosek, ki preprečuje trohnenje korenin in poganjkov ter vsebuje fungicid)« (Sanacija pregrade Vogršček s pripadajočimi objekti, 2019, str. 21).

Druge odstranitve

Med druge odstranitve spadajo:

- demontaže in odstranitve prometnih znakov in varnostnih ograj;
- rušenje obstoječega vozišča, robnikov in ograj;
- rušenje stavb.

Če so objekti na bodoči trasi ceste, jih je treba na primeren način porušiti. Treba je tudi sortirati material in ga transportirati na primerno odlagališče. Še bolje ga je zmleti in uporabiti pri gradnji. Postopki rušenja so različni in so odvisni od stanja na terenu. Lahko se uporabi miniranje, rušenje z bagrom ali pa z buldožerjem.

3.1.2 Geodetska dela – zakoličba terase

Pred začetkom vsake gradnje (tudi v cestogradnji) je potrebna zakoličba trase. Gre za prenos dimenzij na teren, s čimer se omogoči tudi začetek gradnje. Kot navaja Leskovšek (2017, str. 4) v svojem prispevku, je zakoličba ena centralnih nalog inženirske geodezije. V nadaljevanju Leskovšek opredeli zakoličbe, in sicer: »Zakoličba ali zakoličenje je proces, pri katerem prenašamo točke iz projekta v naravo in jih nato označimo. Te točke so lahko vogali že zgrajenih objektov, točke na oseh cest, železnic. Vendar pa moramo pred samo zakoličbo najprej izračunati zakoličbene elemente, ki pa so odvisni od metode zakoličbe, izbire danih izhodiščnih geodetskih točk ter načina določitve koordinat zakoličbenih točk (prav tam). Postopek zakoličenja sestoji iz različnih mersko-tehničnih nalog (Breznikar in Koler v Leskovšek, 2017, str. 4):

- »izračun ustreznih zakoličbenih elementov;
- kontrola podlag za zakoličenje;
- izbor metode zakoličevanja vključno z izborom instrumentarija ob upoštevanju zahtevane natančnosti naročnika;
- kontrola navezovalnih točk geodetske mreže, iz katerih izvajamo zakoličevanje;
- zakoličba in označevanje točk;
- zavarovalne meritve;
- neodvisna kontrola vseh zakoličenih in označenih točk;
- predaja horizontalno in višinsko zakoličenih točk skupaj z zakoličbenimi podlagami izvajalcu gradbenih del.«

Pri cestogradnji zakoličenje poteka z lesenimi količki ob robu cestnega telesa.

3.1.3 Predvidene težave pri preddelih

Predvidene težave pri preddelih so lahko poraščenost, nagibi oz. nakloni, dostopnost itd. Ko je rob cestnega telesa s strani geodeta zakoličen, je treba poskrbeti tudi za zavarovanje vseh točk, in sicer s trikotnikom iz letev in obstojno barvo, ki naj bo dobro vidna. Opozoriti je treba vse delavce, predvsem pa strojnike, da pazijo in po nepotrebnem ne uničujejo poligonskih in višinskih točk ter gradbenih profilov, ker je ponovna postavitve draga in za izvajalca pomeni strošek (Interno gradivo SCT, 2010).

3.2 ZEMELJSKA DELA

Zemeljska dela predstavljajo začetno fazo fizične gradnje objekta. Pomembno je, da so izvedena kakovostno, saj s tem zagotovimo minimalno posedanje in preprečevanje razpoke (Popis del pri gradnji cest, 2006). Hkrati pa zemeljska dela predstavljajo tudi najboljše dela v strojništvu, ki jih izvajamo strojno. Sem sodijo dela, kot so: izkopavanje, nasipanje, planiranje, škarpiranje in vrtanje. Z najboljše zemeljskimi deli se srečujemo pri gradnji inženirskih objektov, kamor sodita tudi izgradnja in vzdrževanje cest s pripadajočimi objekti (Jurček, 2015). Zemeljska dela pa delimo v več podskupin. Kot navaja Glavan (2005, str. 20) v svojem prispevku, se zemeljska dela delijo na naslednje faze:

- »izkopi (gre za najboljše dela);
- planum temeljnih tal (gre za eno najpomembnejših faz);
- drenaže in filtrske plasti, povozni plato;
- nasipi, zasipi, klini, posteljice in glineni naboj;
- brežine in zelenice;
- armirane zemljine;
- koli in vodnjaki;
- zagatne stene;
- razprostiranje odvečnega materiala«.

Pri izvajanju zemeljskih del je izvajalec dolžan izvesti izkope in zasipe v skladu s predpisi, standardi in zakonskimi zahtevami (Sanacija pregrade Vogršček s pripadajočimi objekti, 2019).

3.2.1 Izkopi

Ko govorimo o izkopih, dela obsegajo vsa dela, ki se navezujejo na izkope plodne zemlje (tj. humusa), ki so potrebni za pripravo temeljnih tal za temeljne pregrade in oporne zidove; izkope za drenažno plast, izkope odvodnih jarkov, izkope sidrskih jarkov ter na vse ostale vrste izkopov, ki se navezujejo na dela na sami trasi ali njenih stranskih predelih (Gradnja po pogodbenih določilih FIDIC, 2021). Izkopi torej

obsegajo več vrst del, ki jih mora izvajalec opraviti. Obseg izkopov navajata tudi dokumenta Popis del pri gradnji cest, ki ga je izdala Direkcija Republike Slovenije za ceste ter Zemeljska dela – Plitvo temeljenje in nasipi, v nadaljevanju pa so predstavljena le nekatera dela s tega področja (Popis del pri gradnji cest, 2006; Zemeljska dela ..., 2010):

- površinski izkop plodne zemljine (humusa) do ustrezne debeline (do globine največ 40 cm) z odvozom ali odrivom na odlagališče;
- široki izkopi vseh kategorij zemljin in kamnin, ki so predvideni po projektu, vključno z odrivom, odvozom, nakladanjem in z vračanjem izkopanega materiala v nasipe, kline ali odlagališča;
- izkopi za temelje objektov ter kanalske in druge rove (prepusti, jaški, drenaže) v vseh kategorijah zemljine in v vseh globinah;
- izkopi gradbenih jam za objekte, širše od 2 m, v vseh kategorijah materiala ter v vseh globinah (odvoz odvečnega materiala na odlagališča ali na mesta za vgraditev v nasipe, zasipe ...);
- vsi izkopi za kanale melioracij in regulacij ter podobnih del;
- izkopi za odvodne jarke in koritnice poleg cestnega telesa, gotovega planuma ali obstoječe poti (odvoz odvečnega materiala v odlagališče ali pa odmetavanje).

Pri izkopih mora izvajalec paziti, da svojo dejavnost opravlja tako, da ne povzroča škode, prav tako pa tudi ne sme pokvariti zgornjega sloja pri izkopavanjih. Izvajalec je prav tako odgovoren tudi za odstranjevanje odvečnega izkopanega materiala, vendar pa je pri tem treba upoštevati, da se na delovišču ohranijo vsi materiali, ki so ustrezni za ponovno uporabo pri izvedbi del. Odstopanja so možna le, če si izvajalec pridobi pisni nalog in dovoljenje inženirja (Sanacija pregrade Vogršček s pripadajočimi objekti, 2019).

Pridobljeni osnovni materiali

Materiali, ki jih izvajalec pridobi v izkopih in se uporabljajo pri gradbenih delih, so zemljine in kamnine. Kot navaja dokument Zemeljska dela – Plitvo temeljenje in nasip, so glavno merilo za razvrščanje kamnin in zemljin različne lastnosti, ki vplivajo na posamezna gradbena dela. Glede na sodobno gradbeno mehanizacijo, ki jo uporabljamo pri gradbenih delih, ta dela obsegajo predvsem izkop, prevoz in vgrajevanje (Ravnikar Turk et al, 2010).

V splošnem je treba pravilno odstraniti in deponirati ves material, ki je neuporaben za gradnjo, pri tem pa je pomembna kategorizacija zemljin in kamnin. V dokumentu Zemeljska dela – Plitvo temeljenje in nasip so zemljine in kamnine razdeljene v naslednjih pet kategorij (Ravnikar Turk et al, 2010):

Zemljine in kamnine razvrščamo v naslednje kategorije:

- | | |
|--|--------------|
| – PLODNA ZEMLJINA | kategorija 1 |
| – SLABO NOSILNA ZEMLJINA | kategorija 2 |
| – VEZLJIVA IN NEVEZLJIVA ZRNATA ZEMLJINA | kategorija 3 |
| – MEHKA KAMNINA | kategorija 4 |
| – TRDNA KAMNINA | kategorija 5 |

V nadaljevanju je razvrstitev kamnin in zemljin podrobneje prikazana v Tabeli 1:

Kat.	Naziv kategorije	Opis materiala	Zrnavost materiala	Način izkopa	Ocena uporabnosti
1	Plodna zemlja	Nahaja se na površini terena: humus in ruša, s primesmi gramoza, peska, melja ali gline.	/	Buldožer Bager	Primerna samo kot osnova za ozelenitve; ni nosilna niti stabilna niti odporna proti eroziji.
2	Slabo nosilna zemljina	Je lahko v gnetni do židki konsistenci, lahko vsebuje organske snovi (šoto, preperine).	> 15 % N < 0,063 mm	Bager Buldožer	V naravnem stanju ni uporabna.
3	Vežljiva in nevezljiva zemljina	Nahaja se pod plodno zemljino v: – srednje gnetni do trdni konsistenci (zemljine), – zbitem stanju (pesek, grušč, jalovina).	> 15 % N < 0,063 mm < 15 % N > 0,063 mm < 30 % N > 63 mm N < 300 mm	Buldožer bager Buldožer z riperjem (občasno)	V naravnem stanju in ustreznem vremenu uporabna za nasipe; nosilnost in stabilnost sta odvisni od zunanjih vplivov.
4	Mehka kamnina	Lapor, fliš, skrilavec, tuf, konglomerat, breča ter razpokani, drobljivi in prepereli peščenjak, dolomit in apnenec	> 30 % N > 63 mm > 30 % N > 300 mm N < 600 mm	Buldožer z riperjem, bager s konico, rezkanje, miniranje (občasno)	Praviloma dobro nosilna in stabilna; ustrezne zrnavosti. Je primerna za nasipe in posteljico.
5	Trdna kamnina	Kompaktni dolomit in apnenec ali material z nad 50 % zrn premera N > 600 mm, ki jih je treba minirati.	Raščena kamnina N > 600 mm (pretežno)	Miniranje, rezkanje (izjemoma)	Ustrezne zrnavosti je zelo dobro nosilna in stabilna ter primerna za nasipe ali predelavo.

Tabela 1: Razvrstitev zemljin in kamnin
(Vir: Ravnikar Turk et al, 2010)

3.2.2 Planum temeljnih tal

Planum temeljnih tal moramo pripraviti za vgrajevanje nasipov, zasipov, klinov po izvršenem površinskem izkopu plodne zemljine ali širokem izkopu v zemljini oziroma kamenini. Obsega naslednje faze (Gradnja po pogodbenih določilih FIDIC, 2021, str. 69):

- »grobo planiranje;

- zgoščevanje površinske plasti temeljnih tal in
- vzdrževanje planuma temeljnih tal do nadgradnje.«

Kot navaja isti dokument v nadaljevanju: »Planum naravnih, izboljšanih in kemično stabiliziranih tal je mogoče urediti v zemljinah, ki ne vsebujejo materialov, ki bi sčasoma zaradi biokemičnih procesov spremenili svoje mehansko-fizikalne lastnosti v tolikšni meri, da bi škodljivo vplivali na stabilnost, ali v zemljinah, ki so zelo občutljive na notranjo erozijo« (Gradnja po pogodbenih določilih FIDIC, str. 69–70). Omogočena mora biti takšna zgotitev temeljnih tal, da bodo sposobna prevzeti vse predvidene obremenitve (prav tam, str. 69). Kot navaja Ravnikar Turk s soavtorji (2010, str. 13), pa je »za izboljšanje in kemično stabiliziranje mogoče uporabiti predvsem žgano in hidratizirano apno, pucolanski ali metalurški cement ter elektrofiltrski pepel ali elektrofiltrsko malto. Za ureditev planuma temeljnih tal so praviloma primerne vse kamenine, ki ne vsebujejo preveč humusnih in organskih primesi. Pri tem je treba za uporabo zemljin predhodno preveriti:

- vlažnost;
- optimalno vlažnost in največjo gostoto (Proctorjev postopek);
- konsistenčne meje;
- vsebovanost humusnih in organskih primesi » (Ravnikar Turk idr., 2010, str. 13).

3.2.3 Drenažne in filtrske plasti, povozni plato

Dela v tem razdelku vsebujejo dobavo in vgraditev materiala za drenažne in filtrske plasti ter povozni plato na mestih, zahtevanih v projektu; dobavo in vgradnjo nekamnitih materialov (npr. polipropilenske polsti), ki se uporabljajo kot drenažne in filtrske plasti.

Kot navaja dokument Gradnja po pogodbenih določilih FIDIC (2021, str. 76), se »pri drenažah, filtrskih plasteh in povoznem platu uporabljajo predvsem naravni, separirani in/ali drobljeni kamniti materiali, ki pa morajo ustrezati določilom in tehničnim pogojem. Vendar pa se poleg kamnitih materialov lahko uporablja tudi nekamnite materiale. Prav tako morajo tudi ti ustrezati predpisanim določilom in tehničnim pogojem«.

3.2.4 Nasipi, zasipi, klini, posteljice in glineni naboj

»Nasip je gradbeni objekt, zgrajen iz plasti zemeljskih ali kamnitih materialov, ki prevzemajo prenos obtežbe na temeljna tla. Vrhinja, zaključna plast nasipa mora zagotavljati potrebno nosilnost in vremensko obstojnost« (Pravilnik o spodnjem ustroju železniških prog, 2013). V nadaljevanju Pravilnik o spodnjem ustroju železniških prog opredeljuje (2013) še načela, ki jih mora projektant upoštevati pri načrtovanju novih ali pri sanaciji obstoječih nasipov, in sicer:

- »stabilnost oziroma potrebno varnost nasipa proti porušitvi;
- stabilnost in nosilnost temeljnih tal pod nasipom;
- predvidene posedke in njihovo časovno napredovanje;
- lastnosti zemljin ali kamnin, ki se uporabijo za gradnjo nasipa;
- način gradnje nasipa;
- način zaščite nasipnih brežin;
- vzdrževanje brežin na visokih nasipih;
- varnost nasipa pred erozijo tekočih in poplavnih voda in
- druge, za posamezen primer značilne pogoje (na primer nasipi na območju akumulacijskih jezer).«

Glavni cilj izgradnje nasipa je ustvariti varno pregrado rečnih korit, ki učinkovito služi v primeru dviga ravni vode v vodotoku in akumulacije vode za pridobivanje energije, gradnje namakalnih sistemov, reguliranje rečnih korit, za zaščito pred poplavami in v morebitnih drugih primerih.

Dela na nasipih natančneje opisuje dokument Gradnja po pogodbenih določilih FIDIC (2021, str. 84):

- »dobava nasipnih materialov za pregrade, nasipe, zasipe in kline;
- strojno razprostiranje materialov za pregrade/nasipe;
- strojno in/ali ročno razprostiranje materialov v zasipih temeljev, kanalskih rovov, gradbenih jam, kanalov melioracij in regulacij ter odvodnih jarkov in koritnic;
- strojno in/ali ročno razprostiranje materialov v klinih za objekti ali na prehodih z območja objekta na nasip;
- strojno in/ali ročno razprostiranje materialov na kroni pregrade/nasipa, vse skladno z zahtevami projekta in/ali nadzornega organa in v soglasju s temi tehničnimi pogoji;
- močenje, mešanje, grobo planiranje in zgoščevanje materialov v pregradi/nasipih, zasipih in klinih v merah in kakovosti, določeni s projektom in s temi tehničnimi pogoji.«

Pri izdelavi nasipov lahko uporabimo ustrezne lahke in težke zemljine, mehke in trde kamnine ter elektrofiltrski pepel iz termoelektrarn in toplarn. Ne smejo pa biti vgrajene slabo nosilne zemljine in drugi materiali, ki bi sčasoma spremenili svoje mehansko-fizikalne lastnosti. Materiale lahko pridobimo iz izkopov v trasi in (ali) pri stranskih odvzemih. Za glinasti naboj so uporabne samo vezljive zemljine (Ravnikar Turk et al, 2010).

Za izboljšanje lastnosti materialov v nasipih je mogoče uporabiti predvsem hidravlična veziva, in sicer mleto žgano ali hidratizirano apno, pucolanski ali metalurški cement ter elektrofiltrski pepel, ki mu po potrebi dodamo ustrezno količino apna za spodbuditev in zagotovitev vezanja (Ravnikar Turk et al, 2010).

3.2.5 Brežine in zelenice

Delo v tej rubriki vključuje ureditev in erozijsko zaščito površin pobočij, vkopov, nasipov in zelenic. Kot navaja dokument Sanacija pregrade Vogršček s pripadajočimi objekti (2019, str. 22), je treba »brežine in druga območja zasuti in oblikovati iz ustreznih zemljin. Te je treba ustrezno utrditi in oblikovati, saj morajo biti stabilne in utrjene. Treba je paziti tudi na ustrezen naklon in prečni padec, da je mogoč takojšen odtok padavinskih vod. Za zasipanje in urejanje krajine je treba v čim večji meri uporabiti materiale, ki so se na tem območju nahajali pred začetkom del. Če so ustrezni, jih je treba ponovno uporabiti, medtem ko neustrezne materiale s pisnim dovoljenjem inženirja lahko izvajalec odstrani iz okolja (Sanacija pregrade Vogršček s pripadajočimi objekti, str. 17).

Za izvedbo teh del se uporabljajo materiali za vegetacijsko zaščito. Njihov namen sta predvsem ureditev in erozijska zaščita brežin. Poznamo različne vrste zaščite, in sicer (Ravnikar Turk et al, 2010, str. 7):

- »vegetacijske zaščite (humus, nastil, popleti, zasaditev okrasnih dreves in grmov),
- druge zaščite (mreže, roliranje, torkretiranje),
- montažni elementi (kašte, plošče, tlakovci ...)«.

3.2.6 Armiranje zemljin

V sodobni gradnji se vse pogosteje uporabljajo ozeleneli nasipi iz armiranih zemljin, ki v prostoru nadomeščajo klasične betonske zidove (»škarpe«). Pri tem upoštevamo, da če zemljina zadostuje zahtevanim parametrom gradnje, lahko s t. i. gradnjo »po plasteh« izvedemo nasipe ali podporne konstrukcije. Armirane zemljine se uporabljajo pri izgradnji nasipov na mehki podlagi, pri izdelavi transportnih poti, temeljnih blazinah, pri pripravi in izboljšanju tal, zadrževalnih – podpornih strukturah, utrjevanju odlagališč, vertikalnih stolpov itd. (Volf, 2016)

Glavan (2005, str. 25) v svojem prispevku navaja, da so za armiranje »primerne vse zemljine in kamnine, ki so uporabne za nasipe. Uporabljajo se lahko naslednji materiali: cementni beton za temeljenje, obloženi elementi iz cementnega betona, mozniki in sidra, kamniti materiali za drenažno plast, trakovi za armiranje in polipropilenska plast«.

3.2.7 Koli in vodnjaki

Koli in vodnjaki so primerni za gradnjo večjih in zahtevnejših objektov na nosilnih tleh, ki so premalo nosilna za težo objekta. Gre za kole velikih premerov (več metrov), ki jih običajno vgrajujemo s posebno tehnologijo.

Glavan (2005, str. 35) opredeli glavne elemente, ki jih moramo predvideti za temeljenje na kolih ali vodnjakih:

- »Dovoz, postavitve, vzdrževanje, demontiranje in odvoz potrebne mehanizacije.
- Izkop in odstranitev izvrtane in (ali) izkopane zemljine ali kamenine ter morebitno črpanje vode.
- Dobavo in vgraditev vseh potrebnih materialov za popolno končanje dela.
- Dela za dokončanje glav kolov in vodnjakov.
- Dela za izdelavo zunanjih sten, razpor, pregrad in nožev vodnjakov.«

Pri tem se za izdelavo kolov in vodnjakov uporabljajo le tisti materiali, ki so predvideni s projektom. V glavnem so to (Glavan, 2005, str. 35):

- »Cementni beton in jeklo normirane sestave (za uvtane, zabite in pogreznjene kole).
- Ustrezna vrsta lesa (leseni koli).
- Žgano in hidratizirano apno, elektrofiltrski pepel in mavec (koli iz kemično stabiliziranih zemljin).
- Zmes drobljenih kamnitih zrn (koli iz zmesi kamnitih zrn).«



Slika 1: Primer izkopa vodnjaka za steber viadukta
(Vir: Interno gradivo SCT, 2010)

3.2.8 Zagatne stene

»Zagatne stene so sestavljene iz posameznih jeklenih profiliranih plošč, ki jih strojno vtisnemo v mehka tla« (Jurček, 2015, str. 38). V nadaljevanju Jurček zapiše, da so plošče izdelane iz enega kosa, med seboj pa se vežejo po širini, in sicer z utori

(spajanje po dolžini ni mogoče). Tako spojene plošče tvorijo vkopano jekleno steno, ki omogoča na strani jame tudi izkopavanje do predvidene globine. V Sloveniji je uporaba zagatnih sten omejena zaradi neugodne in kompleksne sestave tal.

Materiali, ki jih lahko uporabljamo za gradnjo zagatnih sten, so opredeljeni v projektu. Pri delih je treba narediti naslednje (Glavan, 2005, str. 36):

- »Dobaviti in vgraditi zagatne elemente (tj. deske), kotne in odcepne elemente, opore, opasnice in ostali pribor za razpiranje gradbene jame.
- V času vgradnje zagatne stene je potrebno vzdrževanje.
- Na koncu sledi še demontaža zagatne stene«.

3.2.9 Razprostiranje odvečnega materiala

Glavan (2005, str. 36) zapiše: »Razprostirati je treba vse materiale, ki niso uporabni in (ali) potrebni za zasipe, nasipe in kline. Materiali nimajo določene kakovosti, lahko so suhi ali vlažni, namočeni ali zmrznjeni. Delo zajema vse vrste razprostiranja in nasipavanja odvečnega ter izkopanega nasipnega materiala iz izkopov vseh vrst in kategorij. Odlagamo ga na odlagališčih ali pa ob trasi po končanem delu. Upoštevati moramo ustrezno estetsko ter tehnično pravilno oblikovanje razprostrtega materiala in pravilno namensko plastovitost za razne vrste zemljin.«

3.2.10 Predvidene težave pri zemeljskih delih

Predvidene težave pri zemeljskih delih so podtalnica, dostop, bližina objektov, varovanje gradbene jame zaradi vdorov z zagatnicami, pilotiranjem, diafragma, črpanje podtalnice, vodnjaki, brežine in utrjevanje brežin, zelenice, omejeni zasipi, izkopi po kampadah, utrjevanje planoma, deponije – začasne in stalne.

4 MEHANIZACIJA IN OPREMA

Cestogradnja se ukvarja z izgradnjo cestne konstrukcije, ki velja za večji linijski objekt. Za tovrsten objekt potrebujemo večje količine gradbenega materiala, te pa se na gradbišče dovažajo kot surovine, polizdelki in končni izdelki, ki so potrebni za samo gradnjo. Za prevoz tovrstnega materiala uporabljamo težko gradbeno mehanizacijo, saj z običajno človeško delovno silo težko dosežemo predpisane pogoje in standarde (Perš, 2014). Pri cestogradnji se tako največkrat srečujemo z deli, ki obsegajo izkop, prenos, predelovanje in vgradnjo velike količine različnih materialov. Pomembno je, da pri tem čim bolj ekonomično in optimalno izberemo kombinacijo gradbene mehanizacije za tovrstna dela. Vsa mehanizacija oz. stroji, ki jih uporabljamo, morajo imeti potrdilo, ki dokazuje, da ustrezajo zahtevam za varno delo, poleg tega pa morajo biti tudi ustrezno atestirani in imeti izjavo o skladnosti s standardi in predpisi (Sanacija

pregrade Vogršček s pripadajočimi objekti, 2019). Pri izbiri ustrezne mehanizacije moramo upoštevati več dejavnikov, npr. lastnosti materiala, ki ga bomo izkopali in transportirali.

Za uspešno načrtovanje potrebne mehanizacije pri cestogradnji je treba upoštevati tri parametre, in sicer:

- skupno količino materiala (izračunamo potrebno število mehanizacije, na kar vplivata količina materiala in čas oziroma izvedbe del);
- velikost posameznih kosov (npr. skala);
- vrsto materiala (trdna kamnina, mehke kamnine itd.)

Poleg težke gradbene mehanizacije, ki se uporablja predvsem za prevoz in odvoz težkega materiala in večjih količin tega, pa se v cestogradnji za manjša dela in na težje dostopnih območjih uporabljata tudi lažja gradbena mehanizacija ter fizična delovna sila (Perš, 2014). Kot navaja Perš (str. 58) med lahko gradbeno mehanizacijo štejemo »manjša dela, kot so košnja, ročni izkopi, planiranje dna pri izkopu drenaže, utrjevanje zasutega jarka drenaže, pobrizg stikov pri asfaltiranju«. Glavna značilnost lahke gradbene mehanizacije je njeno upravljanje – upravlja jo delavec s svojo silo, medtem ko je za težko gradbeno mehanizacijo značilno, da jo upravlja ustrezno usposobljen strojnik.

Celotno izbiro težke in lahke gradbene mehanizacije ter fizične delovne sile je treba skrbno načrtovati, saj je potrebna medsebojna kompatibilnost. Le na tak način lahko dosežemo, da ne prihaja do nepotrebnih zastojev mehanizacije, prav tako pa lahko mehanizacijo čim optimalneje uporabimo pri samih delih (Jurček, 2015). V nadaljevanju prispevka Jurček (2015) še natančneje razdeli gradbene stroje, ki jih uporabljamo pri gradnji, in sicer:

Stroji za zemeljska dela	Stroji za zaključna gradbena dela	Stroji za utrjevanje oz. zgoščevanje materiala
dozerji bagri kombinirani stroji verižni rezkalniki skreperji stroji za vrtanje stroji za zabijanje pilotov in zagatnic	grederji rezkalniki za asfalt in beton finišerji	vibracijski nabijaki in vibracijske plošče valjarji
Stroji za transport	Obrati za pridobivanje gradbenih proizvodov	Pomožni stroji in naprave na gradbišču
nakladalniki tovornjaki gradbiščni prekucniki dvigala žerjavi transporterji	stroji za predelavo materiala v kamnolomih in separacijah betonarna asfaltna baza	črpalke kompresorji agregati

*Tabela 2: Delitev gradbene mehanizacije glede na področje rabe v gradbeništvu
(Vir: Jurček, 2015)*

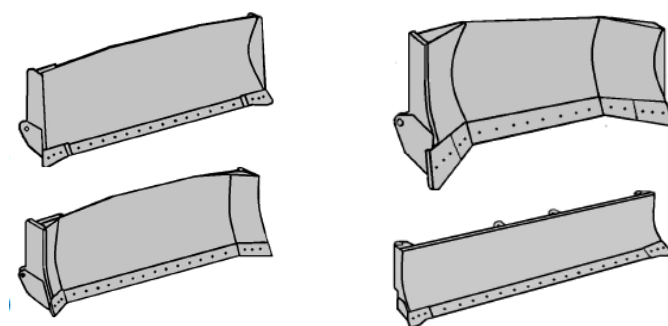
V nadaljevanju poglavja bomo natančneje predstavili nekatere od zgoraj naštetih gradbenih strojev, ki so najbolj ključni in najpogosteje uporabljeni v cestogradnji.

4.1 VRSTA MEHANIZACIJE

4.1.1 Dozer ali buldožer

Dozer (lahko tudi buldožer) uvrščamo med najpogostejše gradbene stroje, ki so namenjeni potiskanju materiala (zemlje ali kamenja). Primerni pa so tudi za kopanje in odstranjevanje humusa in kamnitih plasti, zasipanje jarkov, podiranje dreves, lahko pa tudi za planiranje in utrjevanje terena. Najpogosteje se uporabljajo pri izdelavi cest, železnic, nasipov, pa tudi za zbiranje raztresenega materiala (Jurček, 2015). Kot navaja Jurček (str. 21) v nadaljevanju, je »glavno orodje dozerja odzivna ali dozerska deska, ki je konkavno ukrivljena, na spodnjem robu pa ima večdelni nož. Širina in višina deske sta v največji meri odvisni od moči motorja dozerja, pa tudi od vrste zemlje in vrste del, ki se izvajajo s strojem«. Poznamo naslednje deske (Jurček 2015, str. 41):

- »visoka ravna deska: uporablja se za splošno kopanje trših materialov in za transport kamnitih materialov v kamnolomih;
- polukrivljena dozerska deska (ukrivljena pod kotom 15–30°): ima večjo zmogljivost kopanja in omogoča tudi trganje korenin in izkopavanje večjih kamnov;
- visoka ukrivljena deska: je največja med vsemi in je namenjena težjim dozerjem za delo na deponijah, lahko pa tudi za transport premoga, smeti in drugih lažjih materialov;
- nizka deska: uporablja se za delo na močvirnatem terenu in za izdelavo gozdnih poti«.



Slika 2: Vrste dozerskih desk: visoka ravna in visoka ukrivljena dozerska deska (zgoraj) ter polukrivljena in nizka dozerska deska (spodaj)
(Vir: Jurček, 2015)

Mirković (2005, str. 139) v svojem prispevku natančneje opredeli samo področje rabe dozerja, in sicer zapiše, da gre za »izkopno-transportni mobilni gradbeni delovni stroj, ki se uporablja predvsem za masovne izkope. Uporablja se predvsem za izkope zemeljskega materiala v slojih od višin 0,10 do 0,50 metra, izjemoma pa tudi do 1,25 metra. Poleg izkopa se uporablja tudi za transport materiala do nasipov prometnic ali deponij na razdaljah 30–200 metrov. V cestogradnji se uporablja še za: razstiranje in planiranje materiala, umik humusa ter podiranje dreves brez sekanja«. Šestan (2014, str. 38) zapiše, da sta osnovna sestavna dela dozerja traktor goseničar (redkeje traktor na kolesih) ter dozerski plug z nožem.



Slika 1: Dozer

(Vir: Machinery line, 2022)

4.1.2 Strgalnik (scraper)

Strgalnik je gradbeni stroj, ki združuje štiri funkcije: rezanje zemljine, nakladanje, transport in vgrajevanje. Njegova največja prednost je večnamembnost. Uporabljamo ga lahko za delo z različnimi zemljinami, s katerimi se srečujemo pri gradnji. Glavni nameni strgalnika so transport, nalaganje in vgrajevanje. Strgalnik tako lahko na gradbišču zamenja tudi katerega od drugih gradbenih strojev (Glavan, 2005).



Slika 4: Strgalnik

(Vir: Glavan, 2005)

4.1.3 Bager

Bagri (lahko tudi kopači) so eni najpogosteje uporabljenih mobilnih gradbenih delovnih strojev pri gradnji cest. Slovar slovenskega knjižnega jezika (Fran, 2022) bager opredeli kot: »stroj za izkopavanje in nakladanje zemeljskega materiala«. Grah

(2021) pa v svojem delu zapiše, da je »bager gradbeni stroj, katerega osnovni namen je kopanje in nakladanje gradbenega materiala do IV. Kategorije«. Bagri so namenjeni predvsem izkopavanju, nakladanju in razkladanju. Poznamo različne vrste in velikosti, pri izboru ustreznega bagra pa izhajamo predvsem iz analize tega, kakšne količine in vrste dela bomo z njim opravljali (Perš, 2014). Bager je v osnovi sestavljen iz dveh osnovnih delov, in sicer iz podvozja (kolesa ali gosenice in dodatnega orodja, kot je npr. odzivna deska) in zgornjega – vrtljivega – dela, ki ga sestavljajo kabina, motor, hidravlični sistem in dvodelna roka z orodjem (Grah, 2021). Z bagrom je mogoče kopati zemeljske materiale, omogoča pa tudi prenašanje materialov ter njihovo odlaganje na transportno mehanizacijo (Šestan, 2014). Bager se uporablja predvsem pri izkopavanju gradbenega materiala, njegova prednost je velika moč kopanja materiala, primeren pa je za kopanje v vseh vrstah zemljine.



Slika 2: Bager

(Vir: Machinery line, 2022)

4.1.4 Stroj za nakladanje materiala

Stroj za nakladanje materiala oziroma nakladalnik se uporablja za nakladanje razsutega ali kosovnega materiala. Gre za nalaganje na vozila, v drobilnike ali na sita. Največkrat so nakladalniki uporabni v kamnolomih, pa tudi na deponijah gradbenega materiala, v betonarnah in asfaltnih bazah. Z menjavo sprednjega orodja so ti stroji uporabni tudi za druga dela (kot viličarji, plug, za pometanje ceste ...). V grobem se delijo na goseničarje in kolesnike, njihovo podvozje pa je pogosto zgibno (Jurček, 2015, str. 62). Glavno orodje nakladalnika je čelna nakladalna žlica. Kot navaja Jurček (prav tam), »običajne velikosti žlic znašajo od 0,60 do 5 m³ in se med seboj razlikujejo glede vrste materiala, ki ga stroj naklada«. Poleg čelnih obstajajo še druge žlice (prav tam):

- žlica za transport lahkih materialov (sneg, premog, žagovina, sekanci, briketi itd.);
- žlica za visok iztres (do 7 metrov);

- žlica s prijemalom za razsuti material;
- nagibna žlica s stranskim iztresanjem;
- grabežna žlica za hlodovino.



*Slika 3: Stroj za nakladanje
(Vir: Machinery line, 2022)*

4.1.5 Greder

Greder ali planirni plug je stroj z gibljivo ploščo v sredi za planiranje (Fran, 2022). Njegovo glavno orodje je planirna deska konkavne oblike z večdelnim nožem na spodnji strani deske (Jurček, 2015, str. 79). Šestan (2014, str. 10) piše, da greder »spada v skupino izkopno-transportnih mobilnih gradbenih delovnih strojev oziroma natančneje strojev za nasip, zasip, planiranje in utrjevanje tal«. Dodaja (prav tam), da so predvsem »koristni za fino planiranje in razstiranje, profilacijo nasipov, izkop humusa«. Perš (2014) zapiše, da se greder v cestogradnji uporablja predvsem pri razprostiranju nasutega gramoznega materiala, izdelavi posameznih plasti konstrukcije vozišča, pa tudi pri izdelavi prečnih naklonov posameznih plasti vozišča. Odlikuje ga izjemna natančnost. Poudariti pa je treba, da ti stroji niso primerni za velike in težke izkope. Premikajo lahko majhne količine, zato niso primerni za premikanje in odrivanje večje količine materiala.

V splošnem lahko grederje delimo na dvoosne in triosne. Kot jih natančneje v svojem prispevku razčleni Jurček (2015), so dvoosni grederji v osnovi manjši in imajo pogon na vsa štiri kolesa. Za triosne grederje je značilen predvsem pogon na obeh zadnjih oseh (tj. tandemski pogon). Tandemski pogon grederju omogoča boljši oprijem s podlago, hkrati pa tudi kompenzira bočne sile, ki so rezultat poševno postavljenih planirnih desk (Jurček, 2015).



Slika 4: Greder
(Vir: Machinery line, 2022)

4.1.6 Transportna mehanizacija

Transportna mehanizacija je namenjena transportu materiala. Ustrezno mehanizacijo za transport izberemo na podlagi količine materiala, ki ga je treba odpeljati (v okviru enega odvoza in skupno), ter glede na število odvozov, predvidenih v eni uri. Ko govorimo o transportni mehanizaciji, imamo v mislih predvsem različne tovornjake. Kot navaja Jurček (2015, str. 65) v svojem prispevku, »tovornjaki omogočajo prevoz materiala po javnih cestah zunaj gradbišč«. Prav zaradi tega morajo biti tudi ustrezno opremljeni (skladno s predpisi o varnosti cestnega prometa). Za tovornjake je značilno predvsem to, da imajo manjša kolesa, vzmetenje, dosegajo pa tudi večje hitrosti v primerjavi z vozili, ki jih srečamo na samih gradbiščih (do 80 km/h). V grobem tovornjake delimo na prekucnike in ostale tovornjake (Jurček, 2015).

V nadaljevanju poglavja bomo natančneje opisali tovornjake prekucnike, katerih glavna funkcija je prevoz razsutih materialov ter asfalta, mogoč pa je tudi prevoz kosovnega materiala in manjših gradbenih strojev. So posebej oblikovani, saj imajo keson in hidravlično napravo za dvig tega (dvig je možen vzvratno ali bočno). Kadar se prekucnik uporablja za transport skal ali trdega kamnitega materiala, imajo običajno keson obložen s posebno jekleno plato, ki je odporna na udarce. Glede na število osi prekucnike delimo na: dvoosne (do 10 ton tovora)¹, triosne

¹ Dvoosni prekucniki se uporabljajo predvsem na manjših gradbiščih ter za prevoz manjših strojev. Keson ima možnost stranskega in vzvratnega odlaganja tovora (Jurček, 2015, str. 64).

(do 24 ton tovora)², štiriosne (do 40 ton tovora)³ ter polpriklopne prekucnike⁴ (Jurček, 2015, str. 64).



Slika 8: Primer gradnje cest
(Vir: Interno gradivo SCT, 2010)

² Triosni prekucniki so namenjeni predvsem prevozu materiala na manjših gradbiščih. Pogosto imajo tudi tandemsko prekucno prikolico (Jurček, 2015, str. 64).

³ Štiriosni prekucniki se uporabljajo za transport razsutega materiala, kjer je prisotna kombinacija javne ceste in gradbiščne poti. Primerni pa so tudi za transport asfalta (v tem primeru je obvezna tudi prekrivna ponjava) (Jurček, 2015, str. 64).

⁴ Polpriklopni prekucniki so namenjeni predvsem prevozu razsutega materiala na daljših razdaljah – pri tem gre za uporabo javnih cest (Jurček, 2015, str. 64).

4.2 PODATKI ZA PRAVILNO IZBIRO GRADBENE MEHANIZACIJE

4.2.1 F (korekcijski faktor)

Korekcijski faktor sestavlja več faktorjev (Vučković v Glavan, 2005, str. 33):

- »Faktor organizacije dela na gradbišču F_{org} .
- Faktor koriščenja dnevnega delovnega časa $F_{kdč}$.
- Faktor težavnosti dela F_{tde} .
- Faktor redukcije zaradi vpliva nadmorske višine in temperature F_{nmt} .
- Faktor zmanjšanja ali povečanja kapacitete zaradi vzpona ali padca F_{vsp} .

Glavan (2005, str. 33) še zapiše: »Faktor organizacije dela na gradbišču vključuje uspešnost vodenja del, usposobljenost strojnikov, stanje mehanizacije, delovno disciplino ter vremenske vplive«.

F_{org}	Uspešnost vodenja del	Usposobljenost strojnikov	Stanje mehanizacije	Delovna disciplina	Vremenski vplivi
Ocena uspešnosti	VOD	US	SM	DD	VV
Odlična	0,01	0,01	0,05	0,01	0,07
Dobra	0,03	0,03	0,10	0,03	0,09
Slaba	0,06	0,06	0,15	0,08	0,12
Neprimerna	0,10	0,10	0,20	0,13	0,16

Tabela 3: Vrednosti za faktor organizacije del
(Vir: Interno gradivo SCT, 2008)

Faktor organizacije dela na gradbišču: $F_{org} = VOD + US + SM + DD + VV$

Faktor koriščenja delovnega časa izberemo na podlagi dolžine delovnika s prekinitvijo.

Dnevne prekinitve	Dnevno delo 8 ur	Dnevno delo 9 ur	Dnevno delo 10 ur	Dnevno delo 11 ur	Dnevno delo 12 ur
30 min	0,062	0,055	0,050	0,045	0,042
60 min	0,125	0,111	0,100	0,091	0,083
90 min	0,187	0,167	0,150	0,136	0,125

Tabela 4: Vrednosti za faktor koriščenja dnevnega delovnega časa
(Vir: Interno gradivo SCT, 2008)

Faktor koriščenja dnevnega delovnega časa: $F_{kdč} = \text{prekinitvev/dnevni delovni čas}$

Faktor težavnosti dela je odvisen od razmer, v katerih se delo odvija.

Vrsta ovire	Normalno delo	Delo pri umetni luči	Delo v prahu	Zelo moker material	Material v vodi	Material s koreninami
Ni ovir	0,000	0,040	0,016	0,066	0,100	0,083
Delne ovire	0,020	0,080	0,033	0,133	0,200	0,166
Ovire	0,030	0,160	0,050	0,200	0,300	0,250

Tabela 5: Vrednosti za faktor težavnosti dela
(Vir: Interno gradivo SCT, 2008)

Faktor težavnosti dela F_{tde} odčitamo iz preglednice.

Faktor redukcije zaradi vpliva nadmorske višine in temperature.

F_{nmt}	Temperatura								
	25 °C	20 °C	15 °C	10 °C	5 °C	0 °C	-5 °C	-10 °C	-15 °C
Nadmorska višina									
0 m	0,982	0,991	1,000	1,009	1,017	1,026	1,035	1,044	1,053
100 m	0,969	0,978	0,987	0,996	1,005	1,014	1,023	1,032	1,041
200 m	0,956	0,965	0,974	0,983	0,992	0,001	1,010	1,019	0,028
300 m	0,944	0,953	0,962	0,970	0,980	0,988	0,997	1,006	0,015
400 m	0,931	0,940	0,949	0,958	0,966	0,975	0,984	0,994	1,002

Tabela 6: Vrednosti za faktor redukcije zaradi nadmorske višine in temperature
(Vir: Interno gradivo SCT, 2008)

Faktor redukcije nam predstavlja vpliv nadmorske višine in temperature.

Faktorja zmanjšanja ali povečanja kapacitete zaradi vzpona ali padca običajno ne upoštevamo, ker je običajno teren na gradbišču ceste ali avtoceste precej razgiban in se vpliv zmanjšanja ali povečanja kapacitete mehanizacije za zemeljska dela izenači.

Korekcijski faktor: $F = F_{org} + F_{kdč} + F_{tde}$

4.2.2 Teoretična kapaciteta – Kteo

Glavan (2005, str. 33) pravi, da se teoretično kapaciteto se izračuna za vsako vrsto in tip stroja na podlagi podatkov o posameznem stroju. Najprej se izračuna ali odčita iz preglednice za posamezni stroj osnovni čas, ki je odvisen od vrste stroja (bager, buldožer, nakladalnik), tipa stroja (CAT 330 CL, Volvo EC 360 BNLC, Liebherr 934, CAT D5H, CAT D6R, CAT D8T, CAT D9L, Liebherr 734, Liebherr 744, Volvo 150 e, CAT 966, CAT 980), vrste izkopnega materiala (lahka zemljina, težka zemljina, mehka kamnina, trda kamnina) in načina dela (širok izkop brez nakladanja, izkop jarkov do 2 m globine brez nakladanja ali z nakladanjem, izkop jarkov do 4 m globine brez nakladanja ali z nakladanjem, izkop jarkov do 6 m globine brez nakladanja ali z nakladanjem, izkop odprtih jarkov s profiliranim orodjem).

Sledi izračun trajanja cikla na podlagi osnovnega časa, kota obračanja bagra pri izkopu in nakladanju na transportno sredstvo, razdalje nakladanja v metrih in časa dviga orodja pri nakladalniku, razdalje izkopa s prerivanjem ali razdalje razgrinjanja pri buldožerju.

Teoretično kapaciteto izračunamo na podlagi dolžine cikla, kapacitete orodja za posamezno vrsto zemljine oziroma kamnine in vrste stroja, preračunano v raščnem stanju, koeficienta polnjenja ali razrahljivosti zemljine oziroma kamnine. Pri razgrinjanju z buldožerjem izračunamo teoretično kapaciteto iz dolžine cikla, debeline nasutega sloja, širine pluga, reduciranega zaradi razrahljivosti, razdalje razgrinjanja in števila potrebnih prehodov (Vučković v Glavan, 2005).

Vrsta materiala	Suha mivka, sipek suh material	Glinovit pesek, humus	Pesek, gramoz, lahka glina	Srednje težka glina	Težka glina, lapor, škrlj	Drobno razstreljena skala	Grobo razstreljena skala
Koeficient razrahljivosti K_v	1,10	1,20	1,12	1,25	1,33	1,35	1,50

Tabela 7: Koeficient razrahljivosti K_v za posamezno vrsto materiala
(Vir: Interno gradivo SCT, 2008)

Način izračuna teoretične kapacitete K_{teo} pri nakladalnikih

Račun je osnovan na metodologiji SCT; *Hitri izračun strojnih kapacitet. (Interno gradivo SCT, 2008)*

Račun teoretične kapacitete temelji na trajanju enega cikla:

$$CIKL = (T * 2 * L) + N + 10 \text{ sek} \quad [\text{sek}]$$

Izračun kapacitete:

$$K_{\text{teo}} = 3600/\text{CIKL} * Q * k_r \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

- T – osnovni čas za posamezen material in stroj v [sek]
 N – dvig orodja
 L – razdalja nakladanja v [m]
 Q – kapaciteta orodja v raščenem stanju [m³]
 k_r – računska razrahljivost

Vrsta materiala	Suha mivka, sipek, suh material	Glinovit pesek, humus	Pesek, gramoz, lahka glina	Srednje težka glina	Težka glina, lapor, škrlj	Drobno razstreljena skala	Grobo razstreljena skala
Računska razrahljivost k _r	0,92	0,83	0,88	0,80	0,75	0,74	0,67

Tabela 8: Računska razrahljivost k_r, ki jo upoštevamo pri računu teoretične kapacitete

(Vir: Interno gradivo SCT, 2008)

Pri izračunu teoretične kapacitete valjarjev se dobi potrebno število prehodov iz potrebne energije za zbitost zemljin oziroma kamnin (standardni ali modificirani), iz debeline nasutega sloja pred valjanjem, širine valjanja in nabijalne sposobnosti valjarja. Maksimalna hitrost valjarja se izračuna iz koeficienta trenja zemljine, ki se jo utrjuje, vlečne moči in teže valjarja. Teoretična kapaciteta valjarja se izračuna iz maksimalne hitrosti valjarja, širine valjanja, debeline nasutega sloja pred valjanjem in števila prehodov valjarja (Vučković v Glavan, 2005).

4.2.3 Praktična kapaciteta – K_{pra}

Praktična kapaciteta v [m³/h] je kapaciteta stroja, ki jo stroj doseže pri določenih – predvidenih pogojih dela. Izračun temelji na podlagi teoretične kapacitete, ki jo zmanjšamo s korekcijskim faktorjem. Teoretično kapaciteto izračunamo iz podatkov o vrsti in tipu stroja, vrsti izkopnega materiala in načinu dela (Glavan, 2005).

$$\text{Praktična kapaciteta: } K_{\text{pra}} = K_{\text{teo}} * [F_{\text{nmt}} * F_{\text{vsp}} * (1 - F)]$$

- K_{teo} – teoretična kapaciteta v [m³/h]
 F_{nmt} – faktor redukcije zaradi nadmorske višine in temperature
 F_{vsp} – faktor zmanjšanja ali povečanja kapacitete zaradi vzpona ali padca
 F – korekcijski faktor

5 PREDSTAVITEV ŠTUDIJE PRIMERA HC RAZDRTO–VIPAVA

Na podlagi teoretičnih izhodišč, pripravljene dokumentacije ipd. je gradbeno podjetje SCT, d. d., v letu 2005 začelo gradnjo odseka hitre ceste Razdrto–Vipava, pododsek hitre ceste Razdrto–meja Italija. V nadaljevanju diplomskega dela bomo opravili študijo primera gradnje HC Razdrto–Vipava. Podatki, na podlagi katerih smo opravili študijo primera, so pridobljeni iz Dokumentacije gradbišča HC Razdrto–Vipava iz leta 2005 (Interno gradivo podjetja SCT).

Zgoraj trasa poteka po ozkem grebenu, ki se pozneje v močnem (6-%) enakomernem padcu spušča proti ravnini. Do Mlak se razteza po precej razgibanem terenu, za katerega je predvsem značilna plazovitost. Trasa tu poteka izmenično po vkopih in nasipih, viaduktih in predorih in se z zaključnim nasipom spusti na dno Vipavske doline, prek katere poteka do konca odseka.

Za ponazoritev izvajanja zemeljskih del sta v pričujoče delo vključena dva odseka te trase, ki ju je izvajalec SCT, d. d., Ljubljana, gradil istočasno, saj je v hribovitem delu trase na kilometru 10 izvajal globok vkop, iz katerega je material transportiral v ravninski del trase na kilometer 12. Tu je gradil nasip.

Problem pri izgradnji vkopa je bila njegova nedostopnost, saj se nahaja med dvema dolinama, ki bosta premoščeni z viaduktoma.

5.1 PREDDELA NA HC RAZDRTO–VIPAVA

5.1.1 Geodetska dela – zakoličba trase

Zakoličbo trase je opravil projektant oziroma od njega izbran geodet. Izvajalec je imel na gradbišču svojega geodeta, ki je izvajal vsa geodetska dela za potrebe izvajalca in je bil na gradbišču stalno prisoten.

Geodeti so na osnovi zakoličene osi ceste in prečnih profilov iz projekta najprej zakoličili robove nasipa in tako določili obseg zemljišča, na katerem je bilo treba opraviti čiščenje terena in odriv plodne zemlje.

5.1.2 Čiščenje terena

Posek dreves in grmovja

Posek in mletje je opravilo gozdarsko podjetje, ki je drevje posekalo in odpeljalo uporabna debela z gradbišča. Veje, grmovje, debela do premera 15 cm in izkopane

panje dreves je zmlelo na licu mesta s posebnim strojem, ki se imenuje mulčer. Na njegovi sprednji strani je valj, ki ima ostre diamantne konice. Te zmeljejo les. Stroj brez težav zdrobi tudi kamenje.



Slika 9: Primer mulčerja RT400.
(Vir: Interno gradivo SCT, 2005)

Mulčer za seboj pusti plast sesekljanih delcev, ki so v taki obliki precej primernejši za strojno nakladanje in transport na deponijo.



Slika 50: Površje, ki ostane po delovanju mulčerjev.
(Vir: Interno gradivo SCT, 2005)

Druge odstranitve

V trasi hitre ceste, ki poteka prek območja nekdanjega vojaškega strelišča, so se znašli tudi opuščeni vojaški objekti, kot so bivalni objekti, razgledni stolp, betonski in kamniti zidovi, razni jarki in vojaške prepreke. Izvedba rušenja se je začela z demontažo kovinskih in lesenih materialov, ki so bili odpeljani na izbrana odlagališča. Betonske in kamnite dele so porušili z buldožerjem CAT D8 in bagrom LIEBHER 914. Ruševine so prepeljali na deponijo odpadnega materiala.



*Slika 11: Bivalni objekti, ki so bili porušeni
(Vir: Interno gradivo SCT, 2005)*

5.1.3 Težave pri gradnji, ki bi jih izvajalec del z ustrežnejšim načrtovanjem lahko preprečil

Pri ureditvi dostopne poti so se pojavile težave, saj je bila ta zaradi samega terena zapletena. Na podlagi težke dostopnosti so bile tudi težave z odstranjevanjem rastja in čiščenjem terena. Zapleti so bili tudi s samo traso, pojavljali so se pri odkupu zemljišč in pri sami izbiri poteka trase. Vendar pa bi podjetje le stežka našlo boljši način od izbranega, saj pri sami obliki terena nima veliko izbire.

5.2 ZEMELJSKA DELA

5.2.1 Površinski odkop plodne zemlje – humusa

Na ravninskem delu trase, kjer se je gradil nasip, so površinski odziv humusa zaradi sušnega obdobja in šibke plodne zemlje izvajali z grederjem CAT G12. Humus je greder odrival na kup, od koder ga je bager LIEBHERR 914 nakladal na prevozna sredstva – demperje. Humus je bil najprej odpeljan na začasno deponijo ob trasi HC, pozneje pa so ga porabili za humusiranje brežin nasipov in vkopov.



Slika 12: Odriv humusa z grederjem CAT G12
(Vir: Interno gradivo SCT, 2005)

5.2.2 Gradnja vkopa

Projekt priključka in dovoljenja

Izvajalec je moral naročiti projektno dokumentacijo, ki je bila postavljena v investicijskem programu oziroma obdelana v idejnem projektu. Na začetku je bilo treba pridobiti gradbeno dovoljenje.

Projekt gradbiščnega priključka

Iz tehničnega poročila je razvidno, da je bilo za levo zavijanje s ceste G1-12 na gradbiščni priključek treba urediti dodatni pas. Širina tega pasu je 2,75 m, dolžina 18 m, polmer zavijanja pa 10 m. Na območju priključka je hitrost omejena na 40 km/h. Zaradi omogočanja odvijanja prometa in prometne varnosti obratovanja na cesti in priključku je bilo treba zagotoviti preglednost, katere dolžina je odvisna od te hitrosti. Cesta G1/12 ima v območju umestitve priključka vzdolžni nagib 5,5 % in poteka v krivini s polmerom okoli 100 m. Razširitev se je izvedla v dolžini 80 m. Zaradi razširitve je bilo treba podaljšati cevni prepust pod G1-12 za 4 m, urediti nov vtočni jašek, urediti odvodni jarek v dolžini 40 m in zgraditi nov cevni prepust Φ 40 cm, dolžine 22 m pod cestiščem gradbiščnega priključka.

Gradbiščna cesta dolžine 130 m in s 15-% vzdolžnim nagibom se s serpentino naveže na obstoječo gozdno pot, po kateri je bila urejena gradbiščna pot v nadaljevanju. Gradbiščna cesta je imela širino vozišča 6 m, odvod vode pa je urejen z 1 m široko plitvo kadunjo.

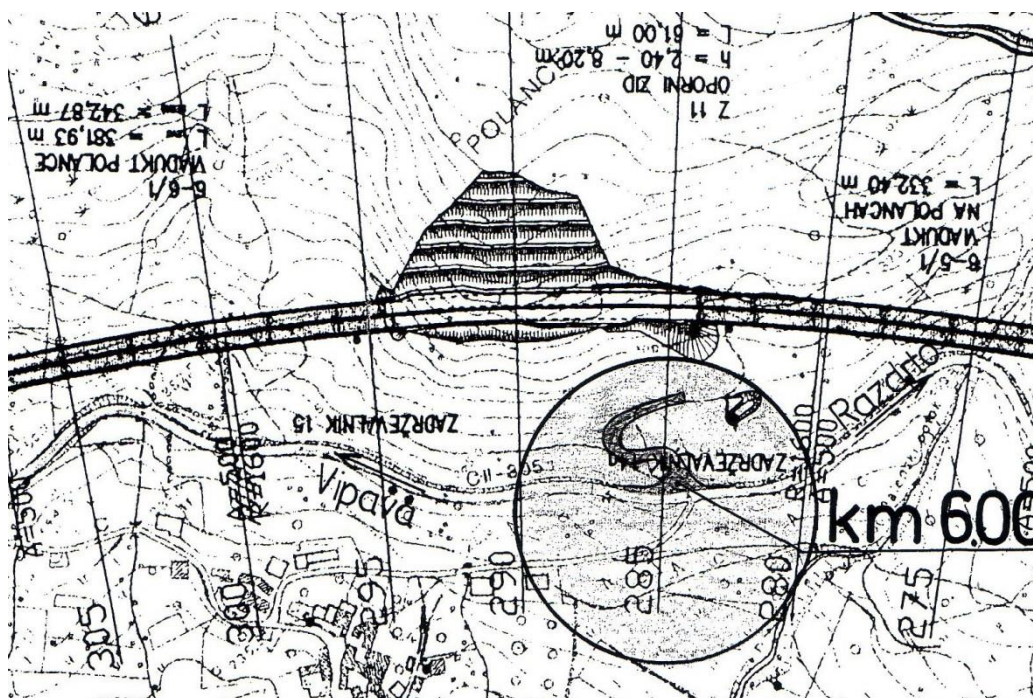
Sledila je pridobitev soglasja Ministrstva za promet, Direkcije Republike Slovenije za ceste (DRSC) za ureditev začasnega priključka na glavno cesto G1/12, odsek 344 Razdrto–Manče v km 6,0 desno, za dostop do gradbišč objektov hitre ceste H4 Razdrto–Vipava. Soglasje je izvajalec pridobil po naslednjih pogojih (Dokumentacije gradbišča HC Razdrto–Vipava, 2005):

- priključki so morali biti zgrajeni in opremljeni skladno s projektom;

- preprečiti je bilo treba dotekanje meteornih voda s priključka na cesto G1/12;
- priključek je bilo treba asfaltirati v dolžini najmanj 20 m od roba vozišča ceste G1/12;
- priključek se je lahko uporabljal do končanja gradnje hitre ceste H4;
- pridobiti je bilo treba soglasje k postavitvi prometne signalizacije;
- ob onesnaženju ceste je moral izvajalec to takoj počistiti;
- pridobitev elaborata začasne prometne ureditve za čas izvajanja gradbenih del;
- za vse poškodbe in škodo na vozišču in mejnikih je odgovarjal investitor;
- priključek se je začel uporabljati potem, ko ga je pregledala komisija za prometno varnost in so bile morebitne pomanjkljivosti odpravljene.

Za fazo izgradnje priključka je bilo treba izdelati še Elaborat začasne prometne ureditve, v katerem je opisan potek prometa v pogojih polovične zapore vozišča ceste G1-12 na dolžini 235 m, ki je bil postavljen samo v delovnem času med 7. in 19. uro. V elaboratu je bilo predvideno, da naj bi enosmerni promet potekal po preostali širini vozišča v širini 3,5 m in bil urejan z gradbiščnim semaforjem. Interval semaforja je bil izračunan na podlagi PLDP-ja, dolžine zapore, vzdolžnega naklona in še nekaterih vplivnih parametrov, delovišče pa zavarovano s tablam pokončne zapore in trakom. Obveščanje javnosti o zapori se je uredilo prek sredstev javnega obveščanja. Promet je potekal normalno, v konicah pa je prihajalo do dolgih kolon pred obema semaforjema, saj so se dela izvajala v mesecu avgustu, ko je promet še posebno zgoščen. Težave so se pojavljale tudi pri vključevanju tovornih vozil z gradbišča na glavno cesto G 1-12. Vozniki na glavni cesti so le s težavo odstopili prednost vozilom z gradbišča (Dokumentacije gradbišča HC Razdrto–Vipava, 2005).

Gradnja priključka in dostopne poti do vkopa Polance



Slika 13: Pregledno stanje vkopa Polance in gradbišnega priključka
(Vir: Interno gradivo SCT, 2005)



Slika 14: Začetek zemeljskih del na gradbišču
(Vir: Interno gradivo SCT, 2005)

Že takoj ko je bilo drevje na območju priključka posekano, teren očiščen in postavljeni gradbeni prečni profili z naklonom brežine, je bilo jasno, da bo gradnja predvsem zaradi bližine zelo prometne ceste zelo zahtevna. Pa ne zaradi gradnje same, saj je geološka zgradba terena tam ugodna (zemljina III. kategorije s posameznimi večjimi skalami v globini), ampak zaradi vključevanja gradbiščnih tovornih vozil v promet na G1-12, ker je bilo treba izkopani material po tej cesti voziti na deponijo oziroma v nasip.



*Slika 15: Del končane brežine, v ozadju posekano območje vkopa Polance
(Vir: Interno gradivo SCT, 2005)*

Medtem ko se je bager Volvo EC360B počasi pomikal proti vrhu gradbiščne transportne ceste, so se v območju vkopa Polance vršile še zadnje faze geoloških raziskav. Vrtalna garnitura je vrtala še zadnjo preiskovalno vrtino. Na zgornji sliki (16) vidimo omenjeno vrtalno garnituro, medtem ko buldožer CAT D8 urezuje transportno pot proti vrhu vkopa, kjer se je pozneje začel proces gradnje globokega vkopa s terasasto brežino. Na desni strani slike se jasno vidi tudi priključek na glavno cesto G1/12, po kateri se je izvajal transport izkopanega materiala v ravninski del trase hitre ceste.



Slika 16: Pogled z vrha vkopa Polance na glavno cesto G1/12.
(Vir: Interno gradivo SCT, 2005)

Vzporedno z izdelavo transportne poti do vrha vkopa sta potekala priprava zgornjega ustroja in asfaltiranje razširitve glavne ceste G1/12 ter prvih 130 metrov gradbiščne ceste. Ker je teren zelo strm, je bilo treba transportno cesto speljati tako, da bodo običajna tovorna vozila premagala vzpone. Transportna pot je morala biti tudi dovolj široka za srečevanje vozil, saj je bila frekvenca prevozov zaradi zelo kratkega roka izgradnje nasipa v ravninskem delu trase precej velika. Širina transportne poti je bila 5 metrov, kar zadostuje za srečevanje tovornih vozil pri zelo počasni vožnji. Pot je bila dobro utrjena, za boljšo površinsko zaprtost in gladkost pa so uporabili tamponski drobljenec, ki so ga dobro uvaljali.



Slika 17: Transportna pot z vrha vkopa Polance
(Vir: Interno gradivo SCT, 2005)

Gradnja globokega vkopa Polance

Ko je bila pripravljena transportna pot; glavna cesta G1/12 razširjena za pas za levo zavijanje in površina vkopa očiščena vej ter gozdnih tal, so se po mesecu dni pripravljanih del le začela odvijati zemeljska dela na samem vkopu. Plodne zemlje tu skoraj ni bilo, ker je območje zelo izpostavljeno burji.

Izkop se je izvajal v plasteh, kar je omogočalo, da so se dela hkrati izvajala na velikem območju. Z odvodnjavanjem ni bilo težav, ker so pobočja strma, dela pa so se izvajala v sušnem obdobju.

Ker je bil material VI. kategorije, je izkop potekal brez vrtanja in minerskih del. Buldožer CAT D8 je z zarezanim nožem rahljajal ta material in ga prerival do nakladalnih mest, kjer sta dva 30-tonska bagra VOLVO EC360B material nakladala na tovorna vozila, ki so dober nasipni material vozila v nasip na ravninskem delu trase.

Za razbijanje čezmerno velikih skal je »skrbel« bager CAT 320, ki je imel nameščeno hidravlično kladio. Kadar se je pojavilo preveč nadmernih zrn in samic, je v dnevni izmeni še eden od obeh bagrov, ki sta sicer služila kot nakladalnika, zamenjal zajemalko z 2,5-tonskim hidravličnim kladivom in pripravljajal delovni prostor ter material za nočno izmeno. Del tovornih vozil so v tem času preusmerili na drugo relacijo. Iz stranskega odvzema v Senožeah so namreč v ravninski del na začasno deponijo vozili frakcijo 0–4, ki so jo potrebovali za posteljico in obsipanje vodovodnih cevi pri gradnji prestavitve vodovoda.

Dela pri vkopu so potekala hitro in brez posebnih zapletov. V eni dnevni in nočni izmeni je bilo ob ugodnem vremenu, ugodnem materialu in ob delovanju vse razpoložljive gradbene mehanizacije in transportnih sredstev, kar jih je premoglo gradbišče, v vkopu izkopanih in prepeljanih v nasip tudi do 5000 m³ materiala. Celotna količina izkopenega materiala v vkopu Polance je znašala 127.000 m³. Dela so bila, vključno z izdelavo dostopne poti, izvedena v treh mesecih.

Sočasno s pripravo in nakladanjem materiala v vkopu so potekali škarpiranje in humusiranje brežine ter izvedba vmesnih berm. To delo bi bilo, če bi ga izvajali naknadno, zaradi globine vkopa zelo oteženo.

5.2.3 Planum temeljnih tal nasipa

Predhodne geomehanske raziskave so pokazale, da je pretežni del planuma temeljnih tal pod predvidenim nasipom sposoben za nadgradnjo z nasipom, krajši del (150 m) pa ne, saj se tam na površini nahaja plast slabo nosilnega materiala.

Nosilna temeljna tla

Na delu trase HC, kjer je bil v projektu predviden nasip, so plodno zemljo odrinili z grederjem. Zato je bila ravnost planuma temeljnih tal tam več kot zadovoljiva in dodatni posegi s stroji niso bili potrebni. Sledila je komprimacija temeljnih tal z 12-tonskimi gladkimi valjarji. Meritve nosilnosti planuma po metodi s krožno ploščo so pokazale, da so temeljna tla zadostno nosilna, in nadzorni inženir je izdal dovolilnico za izvedbo prve plasti nasipa.



Slika 18: Meritev nosilnosti planuma temeljnih tal s krožno ploščo, poleg je valjar HAMM 3412.

(Vir: Interno gradivo SCT, 2005)

Zamenjava slabo nosilnih temeljnih tal

Na odseku, kjer je bilo pri preiskavah tal ugotovljeno, da se materiala, ki je tam, ne bo moglo kompaktirati, je bila v projektu ceste predvidena zamenjava temeljnih tal. Dolžina tega odseka HC je 150 metrov, zamenjati pa je bilo treba slabo nosilen material do globine 1 metra. Zaradi razgibanosti terena zamenjava materiala temeljnih tal ni bila potrebna v celotni širini na vsej dolžini 150 m, ampak različno, glede na teren.

5.2.4 Drenažne in filtrske plasti

Kot zamenjava za slabo nosilni izkopani material je bil predviden drenažni kamniti material. Zmesi kamnitih zrn za drenažne in filtrske plasti so morale ustrezati zahtevani zrnivosti, tlačni trdnosti (najmanj 80 MPa), obstojnosti samih zrn in vsebnosti organskih primesi. Ker takega materiala v trasi ni bilo mogoče pridobiti, so ga vozili iz 20 kilometrov oddaljenega kamnoloma. Tam so osnovnemu, z miniranjem pridobljenemu materialu odsejali drobne frakcije in odstranili največja zrna, saj mora

ta plast zagotavljati vodoprepustnost, premer največjega zrna v njej pa ne sme biti večji od dveh tretjin debeline plasti.

Drenažna plast nad položeno polstjo se je izvajala tako, da so vozila stresala material na rob plasti, manjši buldožer CAT D5 pa je navoženi kup materiala razrnil v plast. Običajno pri tem predstavlja precejšen problem odpadanje zablatega materiala, ki se nahaja na kolesih tovornih vozil, na vgrajevano plast. Tokrat pa s tem izvajalci del niso imeli težav, saj so drenažni sloj vgrajevali v zelo sušnem obdobju.

Razgrinjanju materiala je sledilo zgoščevanje drenažne plasti z gladkimi valjarji. Zahtevana ravnost take drenažne plasti je ± 30 mm, merjeno z letvijo dolžine 4 m. Višina planuma drenažne plasti je bila v projektu določena, dopustna razlika med to višino in višino vgrajenega planuma pa je bila enaka kot za kontrolo ravnosti (± 30 mm).

Na tako pripravljenih temeljnih tleh nasipa je bilo treba opraviti geotehniške meritve in šele po pridobljenem soglasju geomehanikov in dovoljenju nadzornega inženirja je smel izvajalec nadaljevati gradnjo prve plasti nasipa.

5.2.5 Gradnja nasipa

Nasip je bilo treba vgrajevati v plasteh in pod splošno določenimi pogoji. V danem primeru je bila za vgrajevanje nasipa določena debelina plasti nasipa 40 cm, širina plasti pa okrog 25 metrov. Gradnja nasipa se je izvajala v dnevni in nočni izmeni, in sicer od 7.00 do 17.00 in od 17.00 do 2.30.

V nasip, ki ga je gradilo podjetje SCT, d. d., Ljubljana je bilo vgrajenih 123.000 m^3 materiala iz vkopa Polance in 30.000 m^3 materiala iz stranskega odvzema. Tu gre v pretežni meri za drenažni material, ki je bil vgrajen kot zamenjava slabo nosilnih temeljnih tal. Gradnja nasipa – do planuma spodnjega ustroja – je potekala tri mesece, do predaje prometu pa je preteklo pet mesecev.

Vzporedno z gradnjo nasipnih plasti je potekala tudi izgradnja odvodnih objektov, kot so jarki in prepusti. Jarke je kopal bager LIEBHERR 914, ki je imel nameščeno posebej za ta profil jarka izdelano zajemalko, oblikovano enako kot projektna oblika jarka. Cevni prepusti skozi telo nasipa so bili sestavljeni iz prefabriciranih betonskih cevi, ki so bile v celoti obetonirane in so imele na koncih s kamenjem obloženo vtočno in iztočno glavo.

Material je v nasip dovažalo petnajst štiriosnih tovornih vozil Man TGA 41.410 in dve triosni tovorni vozili Man 33-373. Štiriosna vozila imajo kapaciteto 14 m^3 , triosna pa 8 m^3 materiala. Dnevno je bilo izkopanih, prepeljanih in v nasip vgrajenih tudi do 5000 m^3 materiala, kar je pomenilo več kot 310 voženj tovornjakov.

Tovornjaki so vozili nasipni material iz 6,5 kilometra oddaljenega vkopa Polance. Zaradi sorazmerno kratke transportne razdalje in precejšnje količine tovornih vozil je bilo za sprotno in kakovostno načrtovanje nasipne plasti treba uporabiti dva buldožerja CAT D6R. Ta tip buldožerja sodi med manjše in se v večini primerov zaradi svoje sorazmerno majhne mase in velike okretnosti največ uporablja za odziv humusa in planiranje materiala na nasipih in v deponijah. Zaradi relativno majhne mase in zaradi namena uporabe ta model buldožerja ni opremljen z zareznimi noži – riperji.

Čezmerna zrna je na nasipu razbijal bager LIEBHERR 914, ki je imel nameščeno hidravlično kladivo.

Za komprimiranje nasipne plasti so uporabili dva 12-tonska gladka valjarja, in sicer HAMM 3412 in HAMM 2420. Za primerno zgoščenost je bilo potrebnih pet prehodov takega valjarja.

Zgoščenost vsake od nasipnih plasti je treba dokazati z izvajanjem tekočih preiskav, ki so morale na vseh merilnih mestih dosegati minimalne zahtevane vrednosti. Kontroliralo se je še vsebnost vlage v nasipnem materialu, nosilnost nasipne plasti (z merjenjem deformacijskih modulov) in ravnost planuma nasipne plasti (z mersko letvijo).

5.2.6 Brežine

Humusiranje brežine vkopa Polance je potekalo sprotno z dokončanjem brežine med dvema vmesnima bermama. Izvajalo se je tako, da je bager nametal humus, ki mu ga je pripeljalo tovorno vozilo, po brežini. Planiranje humusa se je zaradi dolžine brežine izvajalo ročno. Zatravitev je bila izvedena po končani prvi fazi izkopnih del. Humusiranje brežin nasipa je potekalo ravno tako z nametavanjem humusa po brežini. Planiranje pa je izvajal bager na kolesih s planirno zajemalko.

5.2.7 Težave, ki bi jih izvajalec del z ustrežnejšim načrtovanjem lahko preprečil

V spodnji tabeli lahko vidimo, s katerimi težavami so se srečevali delavci.

TEŽAVE	REŠITVE
Dostopnost	Dostop bi moral biti organiziran z druge strani gradbišča.
Ovira mehanizacije	Mehanizacija bi morala biti na drugi strani gradbišča.
Ovira pri prometu	Delo bi moralo biti izvedeno v večernih urah.
Režim v prometu	Promet bi moral biti urejen izmenično.

Tabela 9: Težave pri izvajanju.
(Vir: Interno gradivo SCT, 2005)

6 ZAKLJUČEK

V zaključku ponovno poudarjamo sam pomen začetnih del pri izgradnji cest, kot so preddela in zemeljska dela.

Kot ugotavljamo že v poglavjih 3.1.2 in 3.2.10, mora izvajalec pripravljanih del že pred začetkom gradnje upoštevati, da mora teren očistiti in da se tu sreča s poraščenostjo, nagibi oz. nakloni, dostopnostjo, podtalnico, bližino objektov, pilotiranjem, diafragmo, vodnjaki, problematiko deponij in podobno.

V obravnavanem primeru gradnje HC Razdrto–Vipava se je pomanjkljivo načrtovanje odražalo v težki dostopnosti terena, razgibanem področju, ureditvi začasnih prevoznih poti, na katerih so promet dodatno ovirali tovornjaki in ostala gradbena mehanizacija ...

V diplomskem delu smo predstavili tudi pomen izbire pravih materialov in gradbene mehanizacije ter na konkretnem primeru prikazali, kako sta pri večjih projektih pomembni dobra organizacija in priprava. S tem primerom smo tudi ponazorili povezavo med teorijo in prenosom teorije v naravo. Hkrati smo s primerom prikazali, kako pomembno je določiti izbor optimalnih enot mehanizacije glede na primernost uporabe in višino stroškov.

Že v pripravljalnem delu pa lahko s pravilno izbiro in količino strojne opreme poskrbimo za dober časovni potek gradnje in končni finančni rezultat izvajalca. K vsemu temu je treba dodati ugodne vremenske razmere oziroma opremo gradbišča z zadostnim obsegom začasnih naprav za odvodnjavanje.

Poudarili bi, da so napake pri izvajanju zemeljskih del vidne šele v dobi eksploatacije, ko po novozgrajeni cesti že poteka promet. Vendar pa so takrat sanacije zelo zahtevne in zelo drage.

7 LITERATURA IN VIRI

Dokumentacija gradbišča HC Razdrto–Vipava. Interno gradivo. (2005), Ljubljana: SCT, d. d.

Fran – spletni slovar slovenskega knjižnega jezika. (2022). Pridobljeno 20. 1. 2022 z naslova: <https://fran.si/iskanje?Query=greder&View=2>.

Glavan, P. (2005). *Operativno planiranje izvajanja zemeljskih del pri projektih v cestogradnji*. Diplomsko delo. Ljubljana: Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.

Gradbene faze: Kaj pomeni katera? (2021). Pridobljeno 20. 1. 2022 z naslova: <https://www.mojprihranek.si/gradnja/gradbene-faze-kaj-pomeni-katera/>.

Gradbeni zakon (2017). Ljubljana: Uradni list Republike Slovenije. Pridobljeno 12. 1. 2022 z naslova: <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ZAKO7108#>.

Gradnja po pogodbenih določilih FIDIC (rumena knjiga) v sklopu operacije »Zagotovitev poplavne varnosti porečja Drave – Območje Ptujске Drave« – Ragoznica, Ljudski vrt, Vičava, Čreta. Poglavlje 3: Tehnične specifikacije. Celje: Ministrstvo za okolje in prostor, Direkcija Republike Slovenije za vode. Pridobljeno 17. 1. 2022 z naslova: <https://www.gov.si/assets/organi-v-sestavi/DRSV/Dokumenti/JavnaNarocila/Ptujska-Drava/Gradnja-Ptujska-Drava/RD/1-spreme-mba-RD/Tehnicne-specifikacije-Sprememba-1.pdf>.

Grah, G (2021). *Gradbena mehanizacija pri gradnji stanovanjskega bloka Studenški razgledi*. Projektna naloga. Maribor: Fakulteta za gradbeništvo, prometno inženirstvo in arhitekturo.

Interno gradivo SCT (2008). Ljubljana: SCT.

Interno gradivo SCT (2010). Ljubljana: SCT.

Jurček, R. (2015). *Gradbena mehanizacija – Učbenik za module Upravljanje težke gradbene mehanizacije, Upravljanje lahke gradbene mehanizacije in Zemeljska dela*. Ljubljana: Center RS za poklicno izobraževanje.

Leskovšek, G. (2017). *Primerjava metod zakoličbe dolžinskih objektov in velikih površin*. Magistrsko delo. Maribor: Fakulteta za gradbeništvo, prometno inženirstvo in arhitekturo.

Lankin Holdings Private limited. (2022). Pridobljeno 17. 1. 2022 z naslova: <https://machinery.lankinholdings.com/product/lankin-holdings-cat-d6gc-dozers/>.

Machinery line – gradbena mehanizacija. (2022). Pridobljeno 20. 1. 2022 z naslova <https://machineryline.si/-/gradbena-mehanizacija--c85>.

Mirković, S. (2005). *Građevinska mehanizacija*. Beograd: Građevinska knjiga.

Perš, Ž. (2014). *Načrtovanje in izvedba rekonstrukcije maloprometne ceste*. Diplomsko delo. Maribor: Fakulteta za gradbeništvo.

Popis del pri gradnji cest. (2006). Ljubljana: Direkcija Republike Slovenije za ceste. Pridobljeno 12. 1. 2022 z naslova: https://www.gov.si/assets/organi-v-sestavi/DRSI/Dokumenti-DRSI/Tehnicne-specifikacije/TSC_09_000_Popisi_del_pri_gradnji_cest.doc.

Popis del in posebni tehnični pogoji za preddela. (1989). Ljubljana: Skupnost za ceste Slovenije, DO cestni inženiring.

Pravilnik o projektni dokumentaciji. (2008). Ljubljana: Uradni list Republike Slovenije. Pridobljeno 16. 1. 2022 z naslova: <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV8788>.

Pravilnik o spodnjem ustroju železniških prog. (2013). Ljubljana: Uradni list Republike Slovenije. Pridobljeno 17. 1. 2022 z naslova: <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV11268>

Ravnikar Turk, M., et. Al. (2010). *Tehnični pogoji za zagotavljanje kakovosti pri izvajanju objektov stanovanjske gradnje – TPSG*. Razvojni raziskovalni projekt, Ljubljana: Stanovanjski sklad Republike Slovenije. Pridobljeno 16. 1. 2022 z naslova: https://ssrs.si/wp-content/uploads/2019/04/2.2-zemeljska_dela_plitvo_temeljenje_in_nasipi_modul-II-2a-1.pdf.

Šestan, B. (2014). *Vrste in tipi mehanizacije za trasiranje in izdelovanje trase ceste*. Diplomsko delo. Ljubljana: Višja strokovna šola BB.

Tehnične specifikacije splošni del in objekti za: Sanacija pregrade Vogršček s pripadajočimi objekti. (2019). Pridobljeno 20. 1. 2022 z naslova <https://www.gov.si/assets/organi-v-sestavi/DRSV/Dokumenti/JavnaNarocila/Vogrscek-popravek-st.-2/Objava/P41TehnicneSpecifikacijeSplosniDel.pdf>.

Tehnične specifikacije za ceste. (2022). Ljubljana: Direkcija Republike Slovenije za ceste. Pridobljeno 16. 1. 2022 z naslova: <https://www.gov.si/zbirke/storitve/tehnice-specifikacije-za-cest/>.

Uredba o enotni metodologiji za pripravo in obravnavo investicijske dokumentacije na področju javnih financ. (2006). Ljubljana: Uradni list Republike Slovenije. Pridobljeno 16. 1. 2022 z naslova: <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED3708&d-49682-p=1&d-49683-s=1&d-49682-o=1&d-49683-p=1&d-49683-o=2&d-49682-s=3>.

Velkavrh, A. (2007). *Priročnik za gradbene izvajalce za pripravo gradnje, gradnjo in predajo objekta*. Ljubljana: Obrtna zbornica Slovenije.

Volf, A. (2016). *Primerjava sonaravnih težavnostnih podpornih konstrukcij in zadrževalnih konstrukcij iz armirane zemljine*. Diplomsko delo. Maribor: Fakulteta za gradbeništvo, prometno inženirstvo in arhitekturo.

Vučkovič, Z. (2009). *Prenova izvajanja zemeljskih del*. Magistrsko delo. Kranj: Univerza v Mariboru, FOV.

Zakon o graditvi objektov. (2003). Ljubljana: Uradni list Republike Slovenije. Pridobljeno 16. 1. 2022 z naslova: <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ZAKO3490>.