

VIŠJA STROKOVNA ŠOLA ACADEMIA,

MARIBOR

DIPLOMSKO DELO

**PODPORNA KONSTRUKCIJA MALEČNIK 1,
PLINOVOD M1/1 CERŠAK - KIDRIČEVO, SANACIJE
IN ZAŠČITA PRED PLAZOVI**

Kandidat: Vlasta FIŠINGER

Študentka izrednega študija

Številka indeksa: 11190060037

Program: Gradbeništvo

Mentor v šoli: Bojan DAPČEVIČ, univ. dipl. inž. gra.

Mentor v podjetju: Franc SELIŠEK, inž. gra.

Maribor, julij 2012

IZJAVA O AVTORSTVU DIPLOMSKEGA DELA

Podpisana Vlasta Fišinger, z vpisno št. 11190060037, sem avtorica diplomskega dela z naslovom

PODPORNA KONSTRUKCIJA MALEČNIK 1, PLINOVOD M1/1 CERŠAK - KIDRIČEVO, SANACIJE IN ZAŠČITA PRED PLAZOVI

ki sem ga napisala pod mentorstvom g. Bojana Dapčeviča, univ. dipl. inž. gra.

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- je predloženo diplomsko delo izključno rezultat mojega dela;
- sem poskrbela, da so dela in mnenja drugih avtorjev, ki jih uporabljam v predloženem delu, navedena oz. citirana skladno s pravili Višje strokovne šole Academia;
- se zavedam, da je plagiatorstvo – predstavljanje tujih del oz. misli, kot moje lastne – kaznivo po Zakonu o avtorskih in sorodnih pravicah; UL št. 16/2007; (v nadaljevanju ZASP), prekršek pa podleže tudi ukrepom VSŠ Academia skladno z njenimi pravili;
- skladno z 32. členom ZASP dovoljujem VSŠ Academia objavo diplomskega dela na spletnem portalu šole.

Maribor, julij 2012

Podpis študenta:

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju Višje strokovne šole Academia Maribor Bojanu Dapčeviću za strokovno pomoč, usmerjanje in nasvete pri izdelavi diplomskega dela. Prav tako se zahvaljujem mentorju v podjetju za strokovno pomoč Francu Selišku in gradbenemu Podjetju SGP POMGRAD GNG d.o.o.

Za tehnično ureditev in prevajanje diplomskega dela se zahvaljujem Dejanu in Vesni Burič.

Prav tako gre zahvala celotnemu osebju Višje strokovne šole Academia za pridobljeno znanje in izkušnje.

Največjo zahvalo pa si zasluži moja družina, ki mi je omogočila študij, ter vsi prijatelji in sošolci, ki so bili potrpežljivi in me moralno podpirali med študijem.

POVZETEK

Potreba po pokritju povečane porabe zemeljskega plina v Sloveniji je pognala gradnjo za povečanje pretočnih zmogljivosti plinovoda. Najzahtevnejši del odseka gradnje plinovoda je potekal po geološko plazovitem in reliefno razgibanem področju na območju Malečnika. Na tej lokaciji je bilo potrebno labilen teren stabilizirati. Na podlagi izvedljivosti in optimalni ekonomičnosti je bila izbrana podporna pilotna stena, ki je bila na določenih odsekih sidrana z prednapetimi trajnimi sidri.

V diplomski nalogi smo preučili možne tehnologije izdelave armirano betonskih pilotov z benotto tehnologijo ter dvojnimi rotacijskim pogonom in polžastim drogovanjem CFA za izdelavo podporne pilotne konstrukcije. Diplomski naloga temelji na opisu izdelave veznih in sidranih gred, izdelavi delovnega platoja, geostatični analizi posameznega pilota, ter tehničnem opisu strojev in opreme za izdelavo armirano betonskih pilotov.

Ključne besede: podporna pilotna konstrukcija, armirano betonski piloti, prednapeta trajna sidra, benotto tehnologija, tehnologija z polžastim drogovanjem CFA, geostatična analiza.

SUMMARY

Supporting construction Malečnik 1, gas pipeline M1 / 1 Ceršak-Kidričevo, restoration and protection against avalanches

The need to cover the increased natural gas consumption in Slovenia has urged building branch to increase the flow capacity of the pipeline. The most difficult section of the pipeline construction runs on geological and avalanche rugged relief in the area Malečnik. On this location it was necessary to stabilize the labile terrain. Based on the most optional execution and economic the supporting pilot wall was selected, which was in certain sections anchored with permanent prestained anchors.

In this thesis I have studied possible technologies of production of steel reinforced concrete pilots with benotto technology and dual rotary drive and worm rods CFA for production of supporting pilot construction.

The thesis is based on the description of manufacturing the bound and anchored beam, the manufacturing of the working plateau, geostatic analysis of particular pilot and technical description of machinery and equipment for production of steel reinforced concrete pilots.

Keywords: supporting pilot construction, steel reinforced concrete pilots, permanent prestained anchors, benotto technology, technology of worm rods CFA and geostatic analysis.

KAZALO VSEBINE

1. UVOD	10
1.1 Naslov diplomskega dela	10
1.2 Opredelitev obravnavane zadeve	10
1.3 Namen, cilji in osnovne trditve	11
1.4 Predpostavke in omejitve	11
1.5 Predvidene metode raziskovanja	11
2 SPLOŠNO O PODPORNİ PILOTNI KONSTRUKCIJI	12
2.1 Tehnologija izdelave (AB) pilotov	13
2.1.1 Tehnologija izdelave kopanih pilotov (Benotto)	15
2.1.2 Tehnologija z dvojnim rotacijskim pogonom	17
2.1.3 Tehnologija s Kelly drogovjem	19
2.2 Vgradnja armaturnih košev in betona z razcevitvijo	21
2.3 Premier pilotov	23
2.4 Razmak med piloti	24
3 OPIS IZVEDBE PODPORNE PILOTNE STENE MALEČNIK 1	25
3.1 Tehnični podatki za izvedbo podporne pilotne konstrukcije	27
3.1.1 Vezna greda	29
3.1.2 Sidrna greda	30
3.1.3 Priprava delovnega platoja	33
3.1.4 Izvedba meritev na pilotih	35
3.1.5 Geotehnično poročilo	36
3.1.7 Stroški projekta	40
4 OPREMA ZA IZDELAVO VRTANIH PILOTOV	41
4.1 Hidravlični lafetni vrtni stroj B-155E Casagrande	41
4.2 Hidravlični oscilator (lavirka) GCLL 1300 Casagrande	43
4.2.1 Dvoplastne cevi in krona	44
4.2.2 Kelly-drog	44
4.2.3 Špirale	45
4.2.4 Košare	45
4.2.5 Prenosnik rotacije	46
4.2.6 Kontraktorske cevi	46
4.2.7 Opažne cevi	47

4.3 Oprema za izdelavo benotto pilotov	49
4.3.1 Bager Link Belt LS78 in LS108	49
4.3.2 Hidravlični oscilator cevi ("lavirka") tipa GC 72	52
4.3.3 Hidravlični agregat MGC 1000/SR za pogon oscilatorja	54
4.3.4 Enovrvni grabilniki	55
4.3.5 Sekači	56
5 NADZOROVANJE OBJEKTA IN PROJEKTNÁ DOKUMENTACIJA	57
5.1 Vodenje in popisovanje dokumentacije	57
5.2 Predaja dokumentacije	58
6 ZAKLJUČEK	59
7 SEZNAM UPORABLJENE LITERATURE IN VIROV	62
7.1 Literatura	62
7.2 Viri	62
7.3 Internetni viri	62

KAZALO TABEL

Tabela 1: Stroški projekta	40
Tabela 2: Tehnični podatki košar	46
Tabela 3: Tehnični podatki opažnih cevi	47
Tabela 4: Tehnični podatki bagra Link-Belt	51
Tabela 5: Karakteristike naprav	53
Tabela 6: Tehnični podatki agregata	54
Tabela 7: Karakteristike modelov	55

KAZALO SLIK

Slika 1: Skica plinovodnega omrežja v Sloveniji.....	10
Slika 2: Primer pilotne konstrukcije pred betoniranjem vezne grede.....	13
Slika 3: Različne postavitve pilotov.....	14
Slika 4: Primer izdelave AB pilotov s tehnologijo Benotto	16
Slika 5: Primer izdelave AB pilotov s tehnologijo vrtanih pilotov	18
Slika 6: Primer izdelave AB pilotov s tehnologijo Kelly drogovja.....	19
Slika 7: Primer izdelave AB pilotov s tehnologijo polžastega drogovja CFA	20
Slika 8: Primer armaturnih košev	22
Slika 9: Situacija podporne konstrukcije.....	25
Slika 10: Primer pilota z AB gredo	29

Slika 11: Primer pilota s sidrano AB gredo.....	30
Slika 12: Primer vgrajenih tulcev sidrane AB grede pred betoniranjem.....	31
Slika 13: Primer vgrajenih tulcev sidrane AB grede pred betoniranjem.....	32
Slika 14: Primer betonirane AB grede	32
Slika 15: Primer delovnega platoja	34
Slika 16: Primer izvedbe PIT testa na pilotu.....	35
Slika 17: Primer rojstnega lista pilota	37
Slika 18: Primer terminskega plana	38
Slika 19: Casagrande B 155	41
Slika 20: Casagrande B 155E pri transportu	42
Slika 21: Opažne cevi.....	48
Slika 22: Bager Link Belt LS78	49
Slika 23: Hidravlični oscilator cevi ("lavirka") tipa GC 72	52
Slika 24: Enovrvna grabilnika: prvi tip BELR in drugi tip BEL.....	56
Slika 25: Slika Pilotne stene.....	59
Slika 26: Slika po končanju del.....	60

1. UVOD

1.1 Naslov diplomskega dela

Podporna konstrukcija Malečnik 1, plinovod M1/1 Ceršak-Kidričevo, sanacije in zaščita pred plazovi

1.2 Opredelitev obravnavane zadeve

Plinovod M1 je bil zgrajen leta 1978 in je namenjen oskrbi energetskega trga osrednje in zahodne Slovenije z zemeljskim plinom ter za njegov transport preko slovenskega ozemlja. Plinovod je ena od temeljnih vej slovenskega plinovodnega omrežja, saj se nanj navezuje mreža magistralnih plinovodov, ki predstavlja osnovno ogrodje omrežja: plinovod Rogatec - Vodice pri Ljubljani - Miren pri Gorici, plinovod Rogaška Slatina - Novo mesto, plinovod Podlog - Ravne.



Slika 1: Plinovodno omrežje slovenije

Vir: <http://www.geoplin.si/trzenje-zemeljskega-plina/zagotavljanje-oskrbe> - z dne 12. 1. 2012

Za potrebe pokritja povečanih potreb po zemeljskem plinu v Sloveniji je investitor Geoplin plinovod d. o. o. tako načrtoval povečanje pretočnih zmogljivosti obstoječega plinovoda M1 DN500 50 bar z izgradnjo novega vzporednega plinovoda M1/1 DN800 70 bar.

(<http://www.geoplin.si/trzenje-zemeljskega-plina/zagotavljanje-oskrbe> - z dne 12. 1. 2012)

Najzahtevnejši del gradnje plinovoda, ki je bil zgrajen v letih 2009/2010, je Malečnik - Zrkovci v dolžini 3 km. Trasa poteka po reliefno zelo razgibanem terenu ter geološko zahtevnem in plazovitem področju. Na dveh lokacijah je bilo potrebno labilen teren stabilizirati s podpornimi konstrukcijami. Na prvi lokaciji »Malečnik 1« je bila zgrajena pilotna stena dolžine 70 m in nad cesto podporna zidova dolžine 44 m in 20 m. Poudarek v diplomski nalogi bom popolnoma namenila lokaciji »Malečnik 1/1«, kjer je bila zgrajena podporna pilotna stena dolžine 356 m, od tega je v dolžini 175 m sidrana s trajnimi geomehanskimi sidri.

1.3 Namen, cilji in osnovne trditve

Namen projekta je zasnova projektnih rešitev plinovodne in energetske infrastrukture ter trajnostne rabe naravnih dobrin. Zasnova projektnih rešitev za ukrepe varovanje okolja ter urbanistično, krajinsko in arhitekturno oblikovanje na ureditvenem območju.

Cilj projekta je sanacija, ki je zaradi potencialne nestabilnosti potrebna, in zaščita pred plazovi z izgradnjo podporne pilotne konstrukcije na trasi načrtovanega plinovoda M1/1 - Malečnik .

1.4 Predpostavke in omejitve

Celotno diplomsko nalogo je bilo potrebno najprej obdelati ter opredeliti teoretično in jo prikazati na praktičnem primeru. Izvedli smo stroškovno analizo in na koncu dodali subjektivno oceno. Raziskavo smo omejili na geološke razmere na terenu in gradbena dela, ki predstavljajo glavne stroške pri izvedbi podporne pilotne konstrukcije.

1.5 Predvidene metode raziskovanja

Pri diplomski nalogi mi bo v pomoč vsa strokovna literatura, delovne izkušnje, ki sem jih dobila pri opravljanju prakse med samo gradnjo na objektu, ter internetna in druga literatura. Podatke bom črpala iz pridobljene dokumentacije PGD-ja in PZI-ja ter drugih virov. V pomoč mi bo tudi znanje, ki sem ga pridobila na VVŠ Academia.

2 SPLOŠNO O PODPORNİ PILOTNI KONSTRUKCIJI

Pilotna stena je upogibna podporna konstrukcija iz armiranobetonskih pilotov okroglega prereza od $\varnothing$ 80 do $\varnothing$ 150 cm. Povezana je z veznimi gredami ter z geotehničnimi sidri ali brez njih. Pilotne stene spadajo v skupino konstrukcij, ki z upogibno odpornostjo in vpetostjo v tla izpolnjujejo svoj namen – varovanje v kopnih ali nasipnih brežin.

Vse te konstrukcije so lahko, če ne morejo izključno z vpetostjo v tla in upogibno odpornostjo opravljati svoje funkcije, tudi sidrane z geotehničnimi sidri. Obravnavan je tip pilotne stene, ki se je pokazal kot najustreznejši in je v naši praksi največkrat uporabljen. V ta sklop konstrukcij med drugim spada obravnavana konstrukcija diplomske naloge oziroma pilotna stena s podpornim zidom iznad vezne grede, ki podpira nasip. Seveda pa se s tem ne omejujejo drugi tipi pilotnih sten, ki so pogojeni z morfologijo terena in geološko sestavo tal.

(Logar, 2007, 6–10)

Stabilnost in varnost pilotnih sten morata biti zagotovljeni z odporom zemljin, z geotehničnimi sidri v primeru sidranja in z upogibno togostjo, ki igra najpomembnejšo vlogo pri zagotavljanju zanesljivosti takšne konstrukcije. Da so vsi elementi pilotne stene optimalno vključeni in uporabljeni v konstrukcijo, je potrebno vsem konstrukcijskim delom in geološko-geotehničnim pogojem posvetiti posebne izkušnje in znanje. (Logar, 2007, 6–10)

Pilotne stene se uporabljajo za varovanje v kopnih brežinah, nasipnih brežinah, globokih gradbenih jamah in v primerih, ko je zaradi potencialne nestabilnosti terena potrebno v tla najprej vgraditi podporno konstrukcijo in šele nato izvršiti izkop. Pilotne stene so pogosto sidrane. (Logar, 2007, 6–10)

Največja tehnična slabost teh konstrukcij je slaba izkoriščenost armature v okroglih prerezih, zaradi česar postane gradnja pilotne stene precej draga. (Logar, 2007, 10)

2.1 Tehnologija izdelave (AB) pilotov

Piloti predstavljajo najstarejšo metodo globokega temeljenja različnih vrst konstrukcij in so danes najbolj razširjena metoda globokega temeljenja.

V splošnem lahko razdelimo pilote v dve skupini, glede na to ali je pri vgradnji pilota potrebno odstraniti volumen zemljine, ki ga zavzame pilot v tleh, ali pa je ta zemljina potisnjena na stran v okolico pilota med njegovo vgradnjo.

Najpogostejše izvajani piloti v Republiki Sloveniji so vrtani piloti, ki predstavljajo tipični primer pilotov. To je predvsem zaradi njihove univerzalne uporabnosti v zelo različnih geotehničnih razmerah.

Vrtani piloti so večinoma projektirani kot globoki temelji, ki so sposobni prenašati koncentrirane osne (posebno tlačne) kot tudi bočne obremenitve. Zaradi njihove velike nosilnosti, ki jo lahko dosežemo s primerno izbranim premerom in zadostnim vpetjem pilota v bolj nosilne, globlje plasti zemljin.

Glave pilotov so lahko oblikovane kot monolitni temelji z nastavki za montažo prefabriciranih armirano betonskih stebrov ali s povezovalno armaturo za povezavo z ostalo konstrukcijo. Postavitev pilotov je lahko razmaknjena ali pa zaporedna. Vmesni prostor med piloti lahko zapolnimo z betonom ali brizganim betonom, lahko pa ostane tudi nezapolnjen. (Logar, 2007, 10–35)

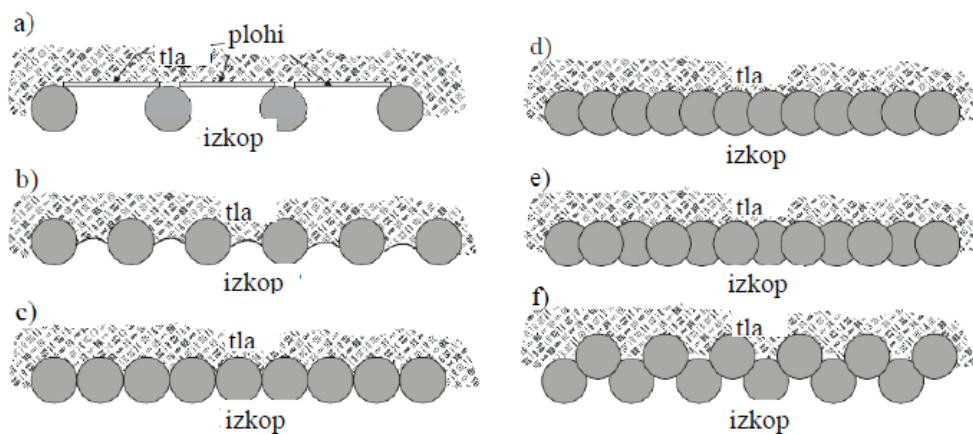


Slika 2: Primer pilotne konstrukcije pred betoniranjem vezne grede

Vir: Lasten

Glede na postavitev ločimo:

- pilotne stene z dotikajočimi se koli,
- pilotne stene s prekrivajočimi se koli,
- prekinjene pilotne stene. (Logar, 2007, 12)



Slika 3: Različne postavitve pilotov

Vir: Logar, 2007, 13

Obstaja več vrst tehnologij za izvedbo pilotne stene. Glede na način in vrsto izkopa poznamo:

- tehnologija Benotto,
- tehnologija z dvojnimi rotacijskim pogonom,
- tehnologija s Kelly drogovjem,
- tehnologija s polžastim drogovjem CFA. (Logar, 2007, 14)

2.1.1 Tehnologija izdelave kopanih pilotov (Benotto)

Za zemljišča, ki zahtevajo podpiranje sten vrtin, ker nimajo kohezivnih lastnosti (pesek, prod, melj, židka glina, blato), je nujno uporabljati sistem vrtanja s sprotno zaščito ostenja cevi ("cevitev" vrtine). Pri nas obstajajo že uveljavljeni premeri, in sicer 600 mm, 800 mm, 1000 mm, 1250 mm in 1500 mm.

Osnovni princip delovanja oz. posamezne faze izdelave pilotov so prikazane v nadaljevanju.

Postavitev prve dvoplastne cevi v lavirni agregat na mikro lokaciji pilotov (ta se zakoliči). Prva cev oz. uvodna kolona je nazobčana, kar omogoča napredovanje pri osciliranju.

Kontrola natančnosti postavitve glede na varovalne količke in zakoličbo.

Potiskanje cevi v tla s hidravličnimi cilindri na oscilatorju z istočasnim vrtenjem (osciliranjem); rezanje poteka s krono, nazobčanim delom uvodne cevi.

Hkrati s potiskanjem obložnih cevi poteka izkop z eno-vravnimi grabilniki ustreznega premera. Pri tem opozarjam, da se izkop izvaja samo znotraj zaščitne dvoplastne cevi, brez spodkopavanja pod dnom obložne cevi – kolone. To je pomembno zato, ker je potrebno preprečiti morebitno razširitev pilotov in povečanje porabe betona zaradi zloma oz. porušitve sten vrtine.

Delovne dvoplastne cevi se medsebojno spajajo s posebnimi spoji (zagozde), ki zagotavljajo tesnost ter prenos navpičnih in torzijskih sil.

Ko se doseže kompaktna podlaga, je v primeru, da ni možno napredovati z obložnimi cevmi in ni možen izkop z grabilnikom, potrebno izkop nadaljevati s sekačem ustreznega premera.

Izkop v podlago (vpetje), se izvede v dolžini, ki je zahtevana v projektu, ali pa jo v soglasju s projektantom določi geomehanski nadzor.

Izkop na prvih pilotih se izvede ob obveznem kontinuiranem spremstvu geologa ali geomehanika oziroma njegovega pooblaščenca.

Izkop za pilote lahko poteka kljub prisotnosti talne vode. Opozarjamo, da je v teh primerih potrebno čiščenje dna vrtine pred vgradnjo armature zaradi boljšega neposrednega stika podlage in betona. V težjih pogojih (prisotnost vode) je možno čiščenje dna pilotov s komprimiranim zrakom (airlift).

Po izvršenem armiranju in betonaži posameznega pilota je potrebno odstraniti izkopani material z nalaganjem in odvozom z delovnega platoja gradbišča. (Logar, 2007, 15 – 20)

Sočasno z izkopom se spremlja geološka sestava tal, ki se evidentira v vrtalno-gradbeni dnevnik. Evidentira se tudi prehod v podlago ter začetek in konec izkopa z uporabo sekača.

Vgradnja armature in betona sta obdelani v nadaljevanju in se glede uporabljene tehnologije ne razlikujeta bistveno.

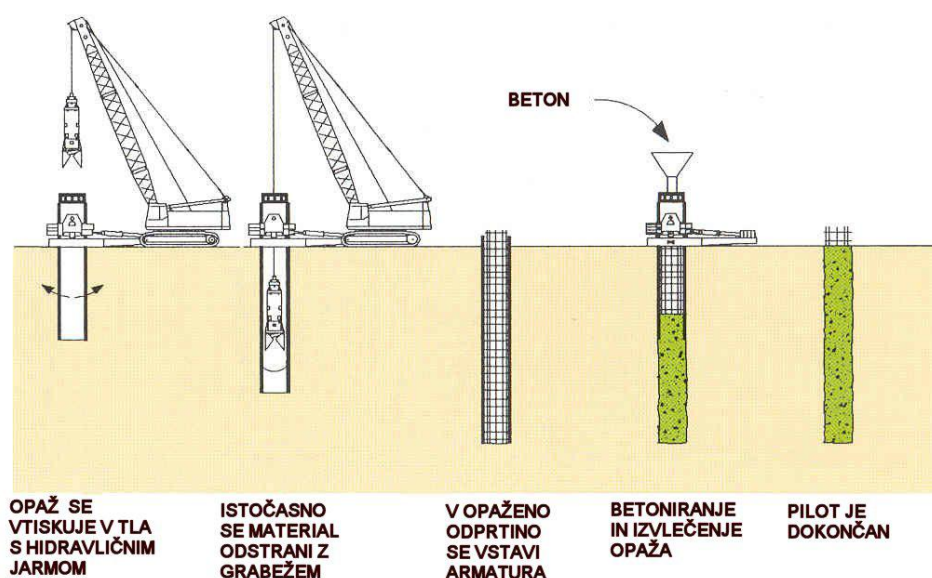
TEHNOLOGIJA "BENOTTO"

UPORABA:

- V ZEMLJINAH, KJER JE ZAHTEVNO OPAŽEVANJE (PESKI IN GRAMOZI)
- KJER JE UPORABA SEKAČEV TEHNOLOŠKO IZVEDLJIVA IN EKONOMSKO UPRAVIČENA

POSEBNOSTI:

- ZARADI VIBRACIJ MORA SISTEM DELOVATI NA MINIMALNI RAZDALJI OD BLIŽNJIH KONSTRUKCIJ
- PREMERI PILOTOV OBIČAJNO 620 DO 2000 mm
- GLOBINE VRTANJA DO 50 m



Slika 4: Primer izdelave AB pilotov s tehnologijo Benotto

Vir: http://www.gi-zrmk.si/knjiznica/Gr_1-08%2031-34%28geotehnika.pdf - z dne 14. 1.

2012

2.1.2 Tehnologija z dvojnimi rotacijskim pogonom

Izvedba pilotne stene z dvojnimi rotacijskim pogonom se uporablja tam, kjer je delovni prostor omejen, saj se lahko piloti izdelajo zelo blizu obstoječe konstrukcije. Pri tej tehnologiji ne prihaja do vibracij in izrivanja zemljine. Vrtanje vrtin izvajamo s hkratno cevitvijo. Zacevitev vrtin izvedemo s pomočjo rotiranja obložnih cevi, in sicer na naslednja dva načina.

Rotiranje cevi izvedemo z isto rotacijsko glavo, s katero se izvaja vrtanje. Postopek je zelo enostaven in hiter. Za cevitev uporabljamo dvoplaščne cevi, iste kot pri Benotto tehnologiji. Iste se rotira preko posebnega prelaza iz rotacijske glave. Vrtanje poteka kot pri že prej omenjeni tehnologiji s spiralo ali košaro, odvisno od geologije terena, kar pomeni bistveno večji napredek kot s klasičnimi enovravnimi grabilniki. Tehnologija ni primerna za težke pogoje dela (velike globine, veliki torzijski moment), omogoča pa da se izognemo morebitnemu čakanju na beton ali armaturo. (Logar, 2007, 20–27)

Rotiranje cevi se izvaja s posebnim hidravličnim oscilatorjem – lavirko, ki je prilagojena za vsak vrtni stroj oz. bager. Ta tehnologija se uporablja v najtežjih pogojih dela (velike globine, visok torzijski moment). Lavirka dobiva pogon od osnovnega stroja oz. bagra tako, da ni potreben poseben hidravlični agregat. Vrtanje se lahko izvaja tudi s spiralami in košarami. (Velkovrh, 2007, 11)

Pri podjetju kjer sem opravljala prakso obstajajo že uveljavljeni premeri, in sicer 600 mm (470 mm), 800 mm (670 mm), 1000 mm (870 mm) in 1200 mm (1070 mm).

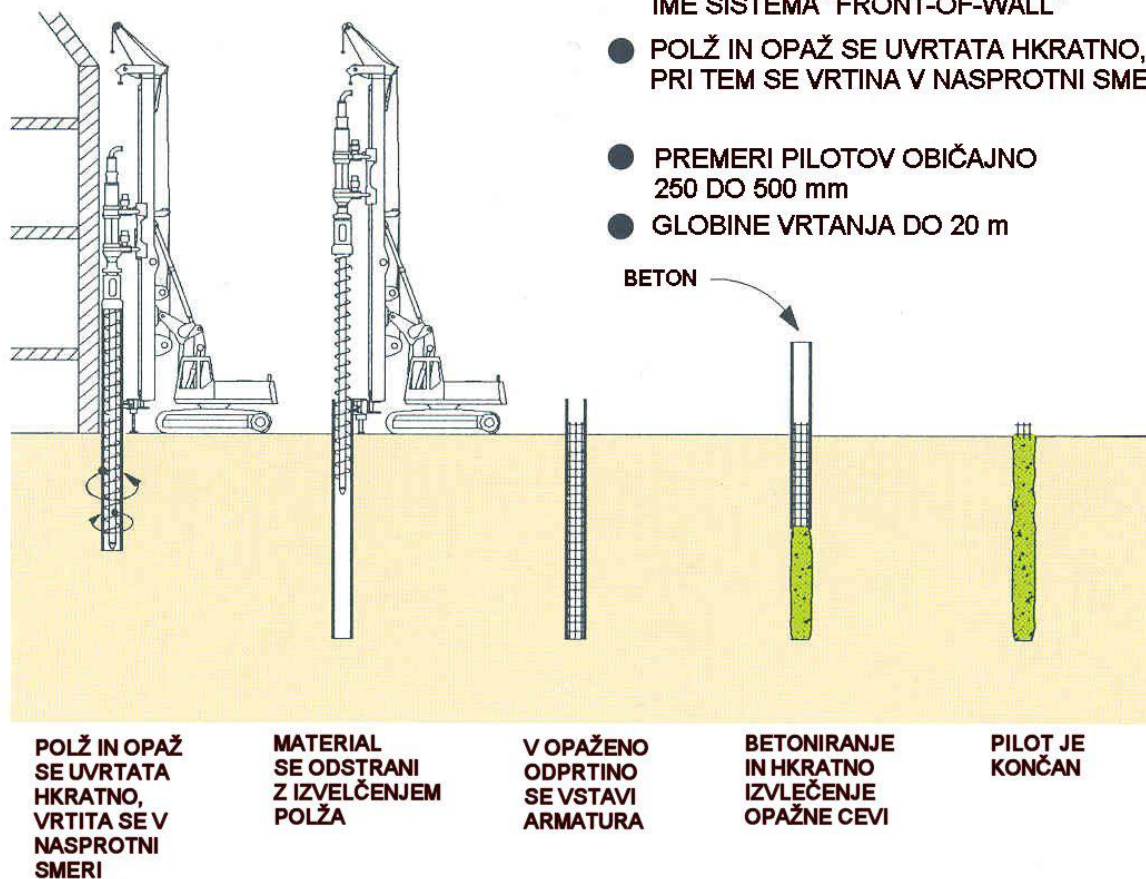
GARNITURE Z DVOJNIM ROTACIJSKIM POGONOM

UPORABA:

- V VSEH ZEMLJINAH
- KJER JE DELOVNI PROSTOR OMEJEN

POSEBNOSTI:

- BREZ VIBRACIJ IN IZRIVANJA ZEMLJINE
- PILOTI SE LAHKO IZDELAJO ZELO BLIZU OBSTOJEČE KONSTRUKCIJE, OD TOD IME SISTEMA "FRONT-OF-WALL"
- POLŽ IN OPAŽ SE UVRTATA HKRATNO, PRI TEM SE VRTINA V NASPROTNI SMERI
- PREMERI PILOTOV OBIČAJNO 250 DO 500 mm
- GLOBINE VRTANJA DO 20 m



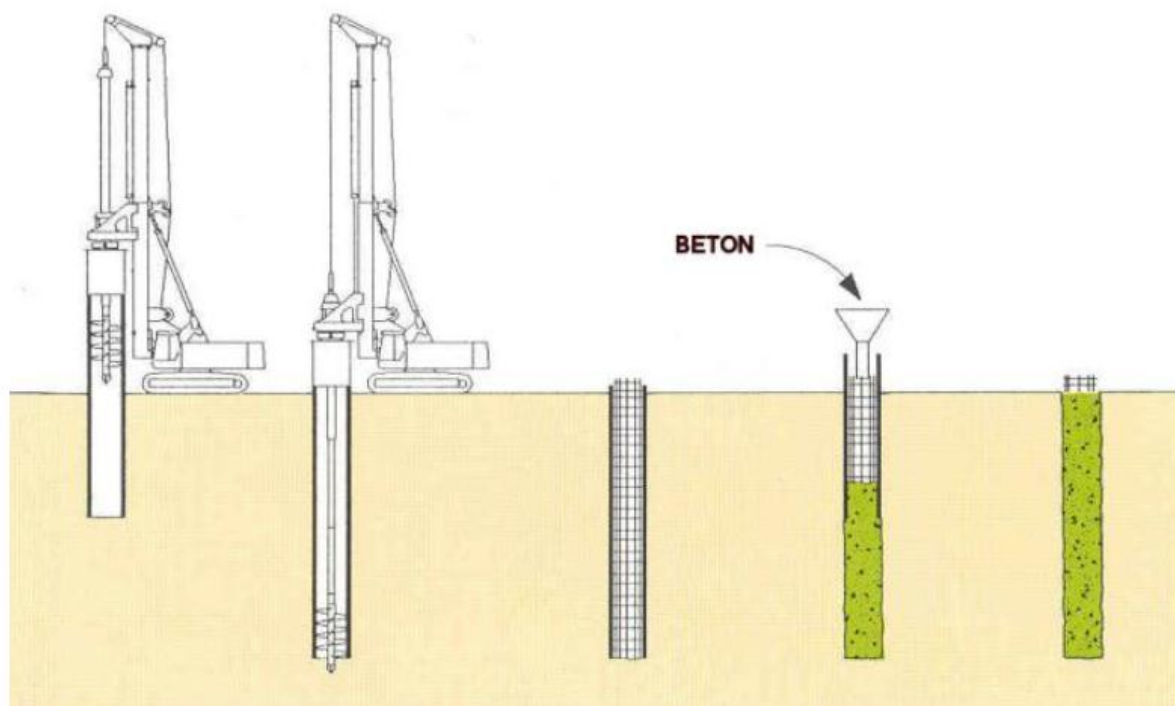
Slika 5: Primer izdelave AB pilotov s tehnologijo vrtanih pilotov

Vir: http://www.gi-zrmk.si/knjiznica/Gr_1-08%2031-34%28geotehnika.pdf - z dne 14. 1.

2012

2.1.3 Tehnologija s Kelly drogovjem

Postopek izvedbe je podoben postopku z dvojnim rotacijskim pogonom, le da je postopek hitrejši, ker celoten opaž uvrstamo v zemljino ločeno od polža. (Logar, 2007, 29–33)

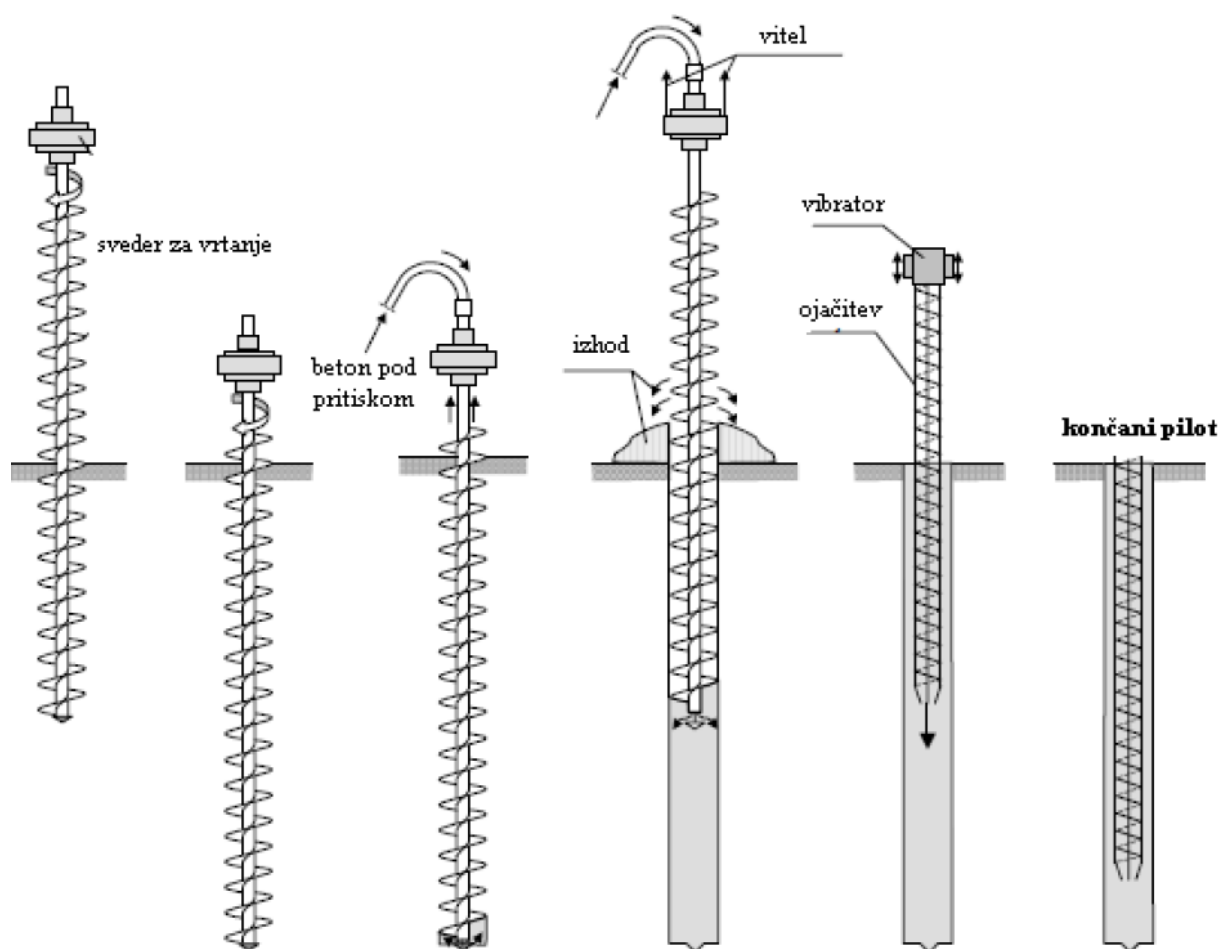


Slika 6: Primer izdelave AB pilotov s tehnologijo Kelly drogovja

Vir.: http://www.gi-zrmk.si/knjiznica/Gr_1-08%2031-34%28geotehnika.pdf- z dne 14. 1.012

2.1.4 Tehnologija s polžastim drogovjem CFA

Posebnost tega postopka je, da armaturo vtisnemo ali zavibriramo v svež beton. Polž najprej uvrtnemo do želene globine, nato ga izvlečemo in sproti odstranjujemo material, skozi konico polža pa črpamo beton. Po končanem betoniranju vtisnemo armaturni koš v svež beton. (Logar, 2007, 33–37).



Slika 7: Primer izdelave AB pilotov s tehnologijo polžastega drogovja CFA

Vir: <http://www.pg.gda.pe/~tbrza/pliki/Tehnologie-pilo.pdf> - z dne 14. 1. 2012

2.2 Vgradnja armaturnih košev in betona z razcevitvijo

Armaturne koše, izdelane po projektu, mora za vsak pilot v delovno območje – doseg bagra – dostaviti dobavitelj armature. Pred gradnjo armaturnih košev je potreben pregled izdelane armature, ki ga izvede nadzor.

Armaturne koše daljše od 12.00 m je treba izdelati iz več delov, z ustreznim preklopom in možnostjo spajanja z varjenjem. Naj opozorimo, da je največji zunanji premer spirale armaturnega koša za pilote fi 120 102 cm, za fi 100 82 cm, za fi 80 72 cm za fi 48 32 cm. (SPLOŠNO: zunanji premer armaturnega koša mora biti vsaj 80 mm manjši od notranjega premera obložene cevi. V nasprotnem primeru obstaja nevarnost, da se med potekom betoniranja pilota najdebelejše frakcije v betonu zaklinijo med armaturnim košem in obloženo cevjo, kar lahko povzroči izvlek koša pri razcevitvi vrtine.) Znotraj armaturnega koša se do dna vrtine vstavi kontraktorska cev z lijakom na ustju vrtine. Vgradnja betona skozi kontraktor zagotavlja zahtevano projektirano kvaliteto betona in homogenost pilota po celotni dolžini. V pilote se lahko vgrajuje le črpni beton MB 30 oz. črpni beton po projektu. Posedek betona po SLUM testu mora biti med 160 in 120 mm. Projekt betona pripravi dobavitelj betona. (Logar, 2007, 39–51)

Za zagotovitev zahtevane kvalitete betona in za zagotovitev kvalitete izdelanih pilotov se je nujno pridrževati še navodil, ki so zapisane spodaj.

Pred vgradnjo armaturnih košev, takoj po izkopu, je treba ugotoviti končno globino izkopa.

Po vgradnji armature in kontraktorskih cevi se moštvo pripravi za betoniranje (vizualni pregled kontraktorskih cevi med vgradnjo betona, pregled in morebitno popravilo hidravličnih spojev in sklopov na lavirki, da se zagotovi varno in kvalitetno betoniranje, izvlačenje obložnih cevi, ki je predpogoj za uspešno betoniranje). (SIST EN: Eurocode 7, 1997)

Iz vsakega avto mešalca se obvezno vzame en vzorec betona za meritev konsistence po sistemu Slump test. V kolikor je posedek v zahtevanih mejah, se beton vgrajuje skozi kontraktor v vrtino. V nasprotnem se beton zavrne proizvajalcu oz. se beton korigira v skladu s projektom betona. Dodatke betonu lahko dodaja samo laborant notranje kontrole.

Iz enega od avto mešalcev se obvezno vzame en vzorec betona za preizkusno kocko, za vsak pilot. (Velkovrh, 2007, 21)

Vgradnja betona mora potekati tako, da se beton iz avto mešalca strese direktno v lijak kontraktorskih cevi. Pred vgradnjo prve količine betona se v dno lijaka kontraktorja postavi čep, ki prepreči mešanje in izpiranje betona s strani talne vode. (Velkovrh, 2007, 63)



Slika 8: Primer armaturnih košev

Vir: Lasten

Po zapolnitvi približno pol vrtine se izvrši skrajšanje zaščitne kolone in kontraktorja za dolžino ene cevi. Pri tem kontraktor ostane potopljen v betonu vsaj 2.00 m. Velja, da vsaj 2.00 m betona ostaja znotraj zaščitne cevi po skrajševanju. Vodotesnost kontraktorja mora biti zagotovljena. Izvlečenje kolone mora potekati z laviranjem do površine. Direktni izvlek zadnje cevi brez laviranja lahko povzroči prekinitev pilota ali morebitno zmanjšanje premera pilota zaradi vtoka tekočega blata v pilot (vakuum). Betoniranje se izvaja izključno preko kontraktorja. (Velkovrh, 2007, 25), (TSC O7)

Izkustveno se na gradbišču vedno ugotovi potrebna višina betona, da tudi ob izvleku zaščitne cevi in kontraktorja pilot ostane zabetoniran približno 0,5 nad projektirano koto pilota.

Višina betona in poraba se evidentira v gradbeni dnevnik. Povečana poraba betona je računski količina teoretičnega volumna pilota, povečana za 5–10 %, odvisno od materialov, v katerih se piloti izvajajo. V kolikor bi bila poraba betona večja, je potrebno razjasniti vzrok.

2.3 *Premier pilotov*

Za pilotne stene, pa naj bodo konzolne ali sidrane, je najbolje uporabljati pilote od $\varnothing$ 100 do $\varnothing$ 150 cm. V našem primeru se uporabljajo piloti do premera $\varnothing$ 120. Krogelni presek pilotov v statičnem pogledu ni najustrežnejši za upogibne obremenitve, saj je armatura v prerezu slabo izkoriščena. Zaradi izvedbe in morebitnih kasnejših dodatnih sider se priporoča simetrično armiranje pilotov. Pri izbiri premera pilotov se mora projektant odločiti, kateri premer pilotov bo izbral za konstrukcijo. V večini primerov je to odvisno od geološko geomehanskih karakteristik zemljine, hidroloških razmer in višine pilotne stene. Izbor premera pilotov je odvisen od obremenitev in dolžine pilotov. (Logar, 2007, 12), (Žitnik, idr., 2008, 442)

2.4 Razmik med piloti

Razmik med piloti je odvisen od obremenitve stene in od karakteristik zemljine v zaledju stene, saj je potrebno vmesne prostore med piloti začasno "odpreti" in nato z vmesno oblogo zapolniti prostor med njimi. Izbranemu premeru se določi razmik med piloti. Najmanjši razmik je lahko teoretično enak premeru pilotov, vendar je priporočljivo, da je ta razdalja minimalno 10 cm zaradi problemov natančnosti pri vrtanju. Največji dopustni razmik pa je odvisen od premera pilota in sicer:

- za pilot Ø 100 cm: $e = 2,00$ m
- za pilot Ø 125 cm: $e = 2,50$ m
- za pilot Ø 150 cm: $e = 3,00$ m.

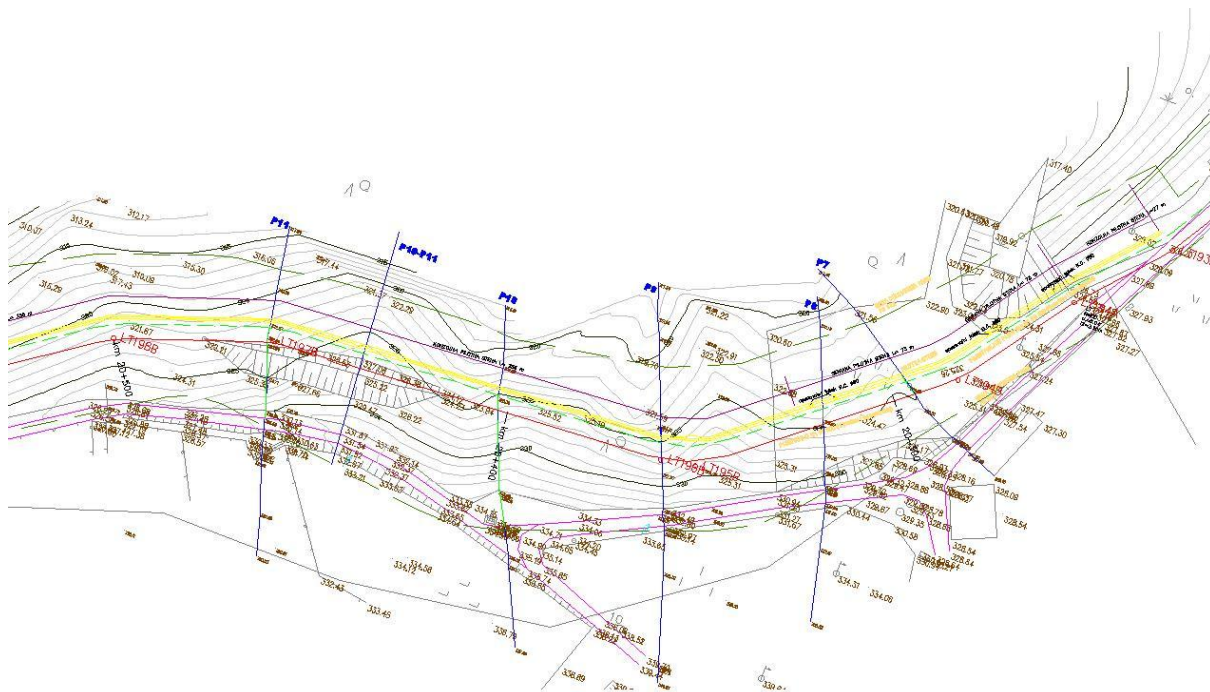
Medosna razdalja med pilotoma mora biti manjša od trikratnega premera pilotov, da lahko tako steno računamo kot kontinuirano. (Logar, 2007, 13)

3 OPIS IZVEDBE PODPORNE PILOTNE STENE

MALEČNIK 1

V geotehničnem poročilu je kot varnostni ukrep predvidena podporna konstrukcija iz armirano betonskih (AB) pilotov, ki so med seboj povezani z armirano betonsko (AB) gredo višine 50 cm, na območju sidranja pa b/h 130/100 cm. Glede na geomehanske razmere je projektirana pilotna stena konzolna ali sidrana s trajnimi (izoliranimi) sidri.

Za izvedbo podporne pilotne konstrukcije je rezerviran pas (v DLN) širine 10 m pod pilotno steno in 14 m nad pilotno steno za izvedbo plinovodov skupaj 24 m.



Slika 9: Situacija podporne konstrukcije

Vir: IBE d.d. projektiranje, inženiring in svetovanje, 2009

Najprej se zgradi podporna pilotna konstrukcija in nato se na zgornji strani položita oba plinovoda (opomba: plinovoda nista predmet tega projekta). V območju gozda (cca 200 m) je potrebno v širini delovnega pasu naprej odstraniti drevesa in grmovje s panji z odvozom na stalno deponijo. Rodovitno zemljo je potrebno odstraniti in začasno shraniti na robu delovnega pasu ločeno od ostalega izkopa. Nato se izdelata začasna transportna pot v širini 7 m, ki istočasno služi tudi kot delovna površina za izvedbo pilotne stene. Transportna pot se izdelata s prečno in vzdolžno izravnavo zemeljskih mas.

Material od izkopa se začasno deponira na robu delovnega pasu in po končanju del razplanira v okviru delovnega pasu nad pilotno steno ali odpelje na stalno urejeno deponijo. Po izvedbi pilotov se med piloti izvede izkop za vezno gredo. Odvečen in nekvaliteten beton na vrhu pilotov se odstrani do dna betonske grede.

Na steni so predvideni reperji za opazovanje pomikov stene. V primeru, da je betonska greda pod nivojem, se reperji namestijo v betonske jaške.

Po izvedbi pilotne stene se teren na obeh straneh razplanira in postavi v prvotno stanje.

(PGD, PZI, Projekt, IBE d.d. pod št. projekta P4M11C-B114/125A, 2009)

3.1 Tehnični podatki za izvedbo podporne pilotne konstrukcije

- začetek pilotne stene: pri stacionaži plinovoda M1/1 km 20 + 221,5
- konec pilotne stene: pri stacionaži plinovoda M1/1 km 20 + 579
- dolžina : 355,9 m

Odsek 1:

- dolžina odseka od začetka stene v dolžini 27 m (od stacionaže plinovoda M1/1 km 20 + 221.5 do 20 + 248.5)
- konzolni piloti
- 9 pilotov premera 80 cm dolžine 9,0 m na medsebojni oddaljenosti 2,0 m
- 6 pilotov premera 100 cm dolžine 11,50 m na medsebojni oddaljenosti 1,5 m

Odsek 2:

- dolžina odseka: 73 m (od stacionaže plinovoda M1/1 km 20 + 248.5 do 20 + 321.5)
- sidrani piloti
- 7 pilotov premera 100 cm dolžine 11,50 m na medsebojni oddaljenosti 1,50 m
- 29 pilotov premera 120 cm dolžine 17,80 m na medsebojni oddaljenosti 1,20 m
- 19 pilotov premera 100 cm dolžine 11,50 m na medsebojni oddaljenosti 1,50 m

Odsek 3:

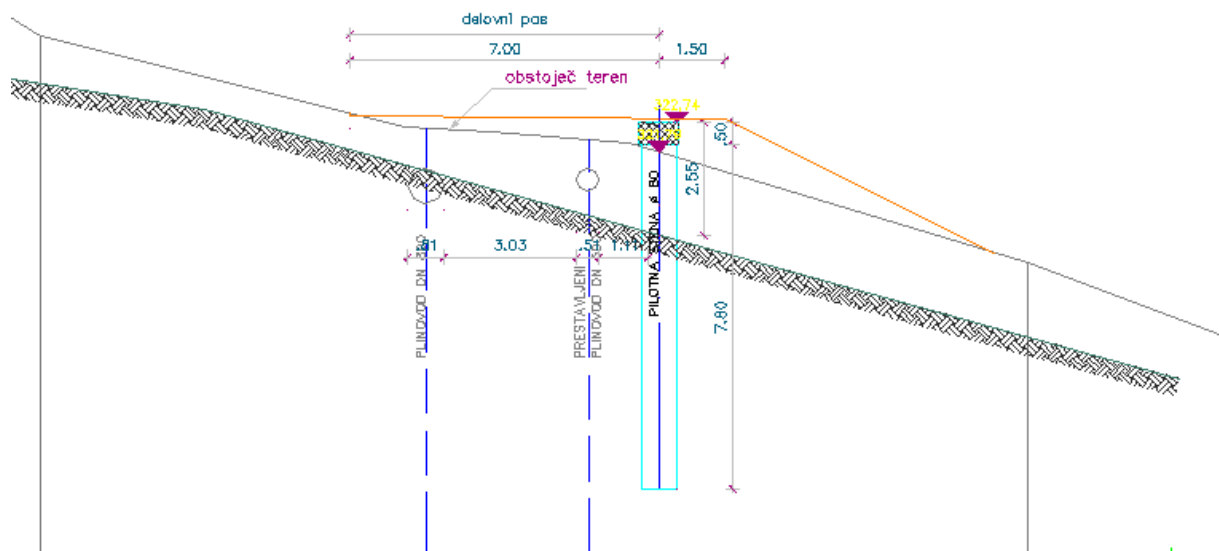
- dolžina odseka: 256 m (od stacionaže plinovoda M1/1 km 20 + 321.5 do 20 + 577.5)
 - konzolni piloti
 - 19 pilotov premera 100 cm dolžine 11,50 m na medsebojni oddaljenosti 1,50 m
 - 36 pilotov premera 80 cm dolžine 9,0 m na medsebojni oddaljenosti 2,0 m
 - 17 pilotov premera 100 cm dolžine 11,50 m na medsebojni oddaljenosti 1,50 m
 - 65 pilotov premera 80 cm dolžine 9,0 m na medsebojni oddaljenosti 2,0 m
- (PGD, PZI, Projekt, IBE d.d. pod št. projekta P4M11C-B114/125A, 2009)

3.1.1 Vezna greda

Vezna greda povezuje vrhove pilotov in predstavlja zaključek in enega najbolj izpostavljenih delov konstrukcije. Ker je vidna, jo je treba kolikor se le da oblikovati (posneti robovi, beton ustrezne kvalitete, kvaliteten opazh).

Greda je razdeljena na dilatirane segmente dolžine 30 m. Izvede se iz betona C25/30, ki je odporen na vremenske vplive razred XF3 po standardu EN 206-1 (beton izpostavljen zmrzovanju). Armaturni koši so izdelani iz železa S400 (RA400/500-2).

(PGD, PZI, Projekt, IBE d.d. pod št. projekta P4M11C-B114/125A, 2009)

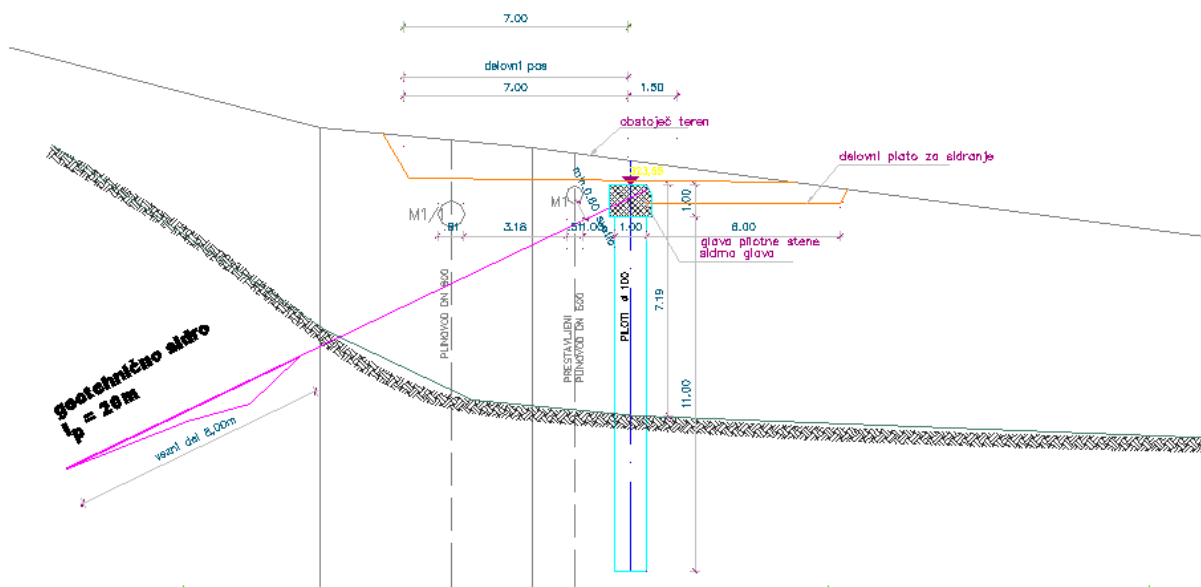


Slika 10: Primer pilota z AB gredo

Vir: IBE d.d. projektiranje, inženiring in svetovanje, 2009

3.1.2 Sidrna greda

Po zabetoniranju pilotov se na odseku 3, kakor je določeno v geotehničnem poročilu, piloti zasidrajo z geotehničnimi prednapetimi trajnimi sidri. Sidra so na najbolj kritičnem plazovitem območju (stacionaže plinovoda od 20+265 do 20+290).



Slika 11: Primer pilota s sidrano AB gredo

Vir: IBE d.d. projektiranje, inženiring in svetovanje, 2009

Za sidranje pilotne stene se uporabijo trajna (izolirana) prednapeta geotehnična sidra s kvaliteto sproti korozijsko zaščito po standardu SIA V 191 nosilnost 750kN (uporabna sila v sidru po opravljeni relaksaciji ter odštetimi izgubami).

Razdalja med sidri je odvisna od nosilnosti posameznega sidra in obremenitve pilotne stene. Razdalja med sidri na vezni gredi ne sme biti v isti ravnini manjša od 50 cm. Pri razdalji med sidri manj kot 1.5 m je potrebno predvideti sidra dveh različnih dolžin, ki se vgrajujejo izmenično, in izmenično uporabo naklonskega kota sider. Razlika v dolžini mora biti enaka dolžini veznega dela plus 2 m, naklonski kot pa naj ima razliko 10°.

Dolžina prostega sidra je 20 m, dolžina veznega dela sidra pa predstavlja 7 m. Pred izvedbo sider je potrebno izdelati vsaj tri testna sidra (oziroma vsaj 2 % skupnega števila predvidenih

sider) s popolnim napenjanjem sidra, ki mora biti v skladu s priporočili v standardu. Sidrišče je dodatno armirano s spiralno armaturo.

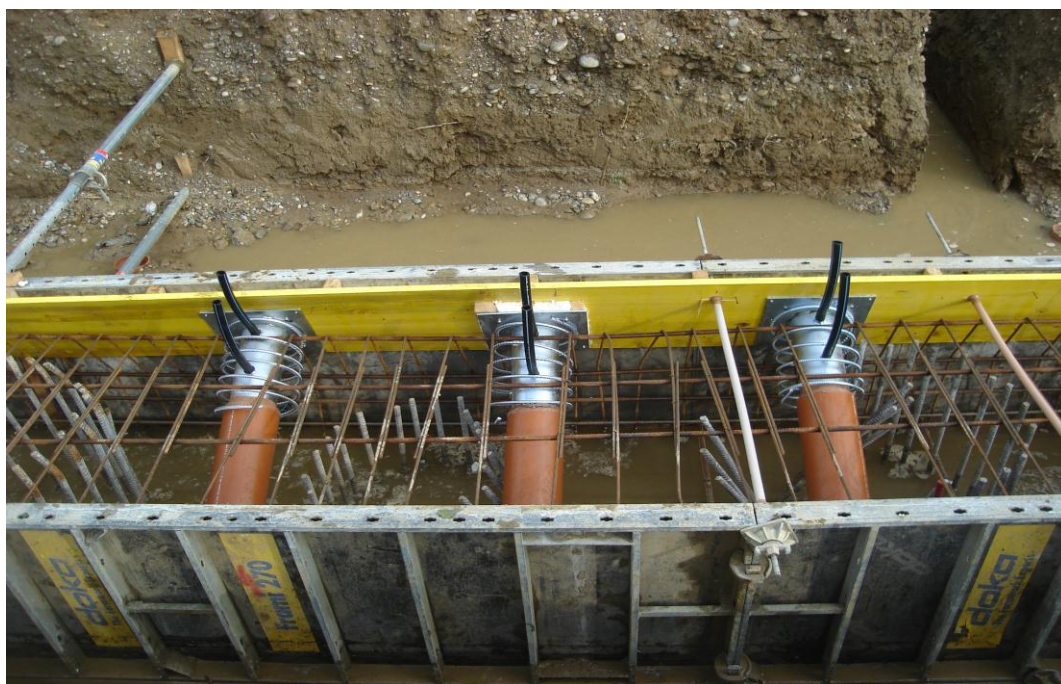
V primeru sidranja v kompaktno, kvalitetno hribino se omenjeni pogoji uporabijo pri razdalji med sidri manj kot 1 m.

Posebno pozornost na gredi je potrebno posvetiti namestitvi sidrnih glav geotehničnih sider. Za vgradnjo sider v gredo se prehodno vgradi v sidrno gredo tulce premera 160 mm v predpisanem naklonu. Zaradi ustreznega vzdrževanja se nad kontrolnimi ali merilnimi sidri izvede betonski jašek premera 80 cm, v katerem so priključki na kable za opazovanje sidra in geodetski reper za opazovanje pomikov podporne stene.

Ker so sidrne glave podzemne izvedbe, se vse glave poleg običajne zaščite in zatesnitve še dodatno obbetonirajo.

Vezna greda mora imeti takšne dimenzije in togost, da ne prevzame morebitnih poškodb nosilnih elementov pilotne stene (lokalno večji zemeljski pritisk, popuščanje pilota, popuščanje sidra ...) in prenese obtežbo na sosednje pilote oz. sidra.

(PGD, PZI, Projekt, IBE d.d. pod št. projekta P4M11C-B114/125A, 2009)



Slika 12: Primer vgrajenih tulcev sidrane AB grede pred betoniranjem

Vir: Lasten



Slika 13: Primer vgrajenih tulcev sidrane AB grede pred betoniranjem

Vir: Lasten



Slika 14: Primer betonirane AB grede

Vir: Lasten

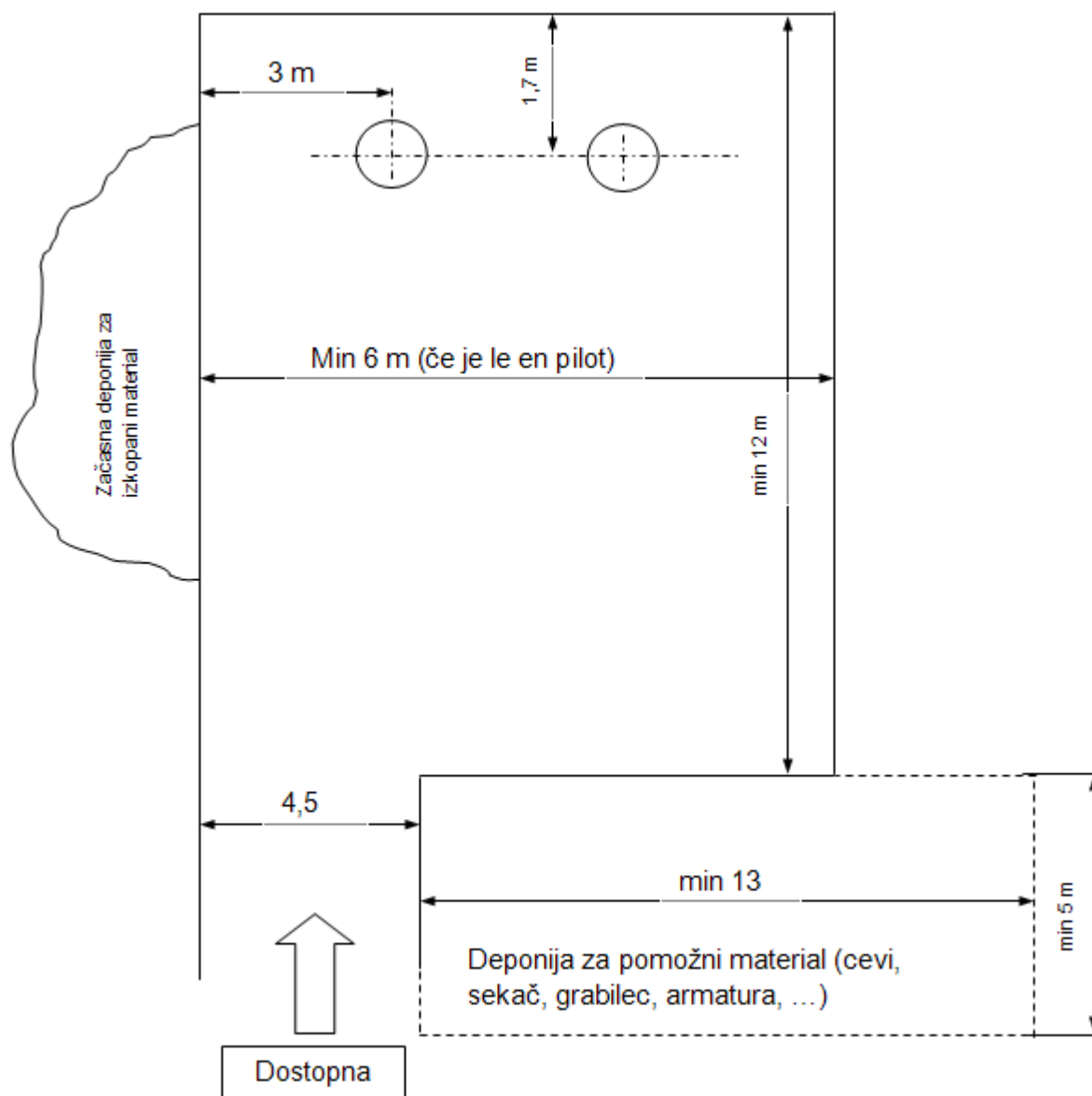
3.1.3 Priprava delovnega platoja

Na mestu izgradnje pilotov je potrebno urediti delovni plato iz gramoznega materiala debeline cca 80 cm. V primeru slabe podlage (plato na glini) je potrebno pod nasutje položiti geotekstil. Posamezni kosi v nasipu ne smejo biti večji od 20 cm. Delovni plato mora biti raven oziroma največji nagib je lahko 2° . Tako izdelan plato mora zadostovati specifičnemu pritisku strojev, ki pod gosenicami znašajo do 70 MPa (7000 kg/m^2). Delovni plato mora biti izveden najmanj 3.00 m izven zunanjih osi pilotov, za postavitev stroja pa je potreben plato min. dimenzij $8.00 \text{ m} \times 25.00 \text{ m}$. Os pilotov je lahko oddaljena min. 100 cm od sosednjega objekta, odvisno od načina izvedbe (z oscilatorjem min. 170 cm).

Izkopani material je potrebno sproti odstranjevati iz območja vrtnega stroja.

V primeru poškodb delovnega platoja, zaradi transportov betona, armature in drugih gradbiščnih potreb, je istega potrebno sproti popravljati na zahtevo delovodje.

Za neoviran potek del brez zastojev mora naročnik poskrbeti za sprotno čiščenje izkopanega materiala iz območja vrtnega stroja ter sprotno popravljati plato in dostopne poti. (Tehnološko ekonomski elaborat SGP Pomgrad GNG, 2009)



Slika 15: Primer delovnega platoja

Vir: Tehnološko ekonomski elaborat SGP Pomgrad GNG, 2009

3.1.4 Izvedba meritev na pilotih

Na pilotih, ki so izvedeni za temelje objekta, se v dokaz kvalitetne izvedbe in nosilnosti izvaja preiskava zveznosti pilotov (PIT testi). Ta preiskava se izvaja na 50 % izdelanih pilotih, od tega 75 % notranja kontrola in 25 % zunanja kontrola. Pilote, ki naj se jih testira pa določa nadzorni geomehanik ali nadzor. Za nemoteno izvedbo testa je potrebno omogočiti dostop do kvalitetnega betona pilota ter na pilotu izbrusiti mersko višino dimenzij 10×10 cm za pritrditev senzorjev. Metoda testiranja zveznosti s PIT deluje na osnovi napetostnega valovanja po elementu z izrazito večjo dolžino kot je njegov premer. Meritev se izvaja tako, da na vrhu pilota pritrdimo s plastelinom ali z voskom zelo občutljiv merilec pospeškov, ki je vezan na računalnik. Ko kladivo povzroči udarni val, merilec pospeškov zazna udarec in trenutek za tem njegov odboj od konice elementa oz. eventuelne poškodbe ali prekinitev elementa. Rezultati preiskav se dostavijo s končnim poročilom. Dinamični obremenilni test, metoda dokazovanja nosilnosti pilotov pa se izvaja po izrecnem naročilo projektanta ali naročnika. (PGD, PZI, Projekt, IBE d.d. pod št. projekta P4M11C-B114/125A, 2009)



Slika 16: Primer izvedbe PIT testa na pilotu

Vir: Lasten

3.1.5 Geotehnično poročilo

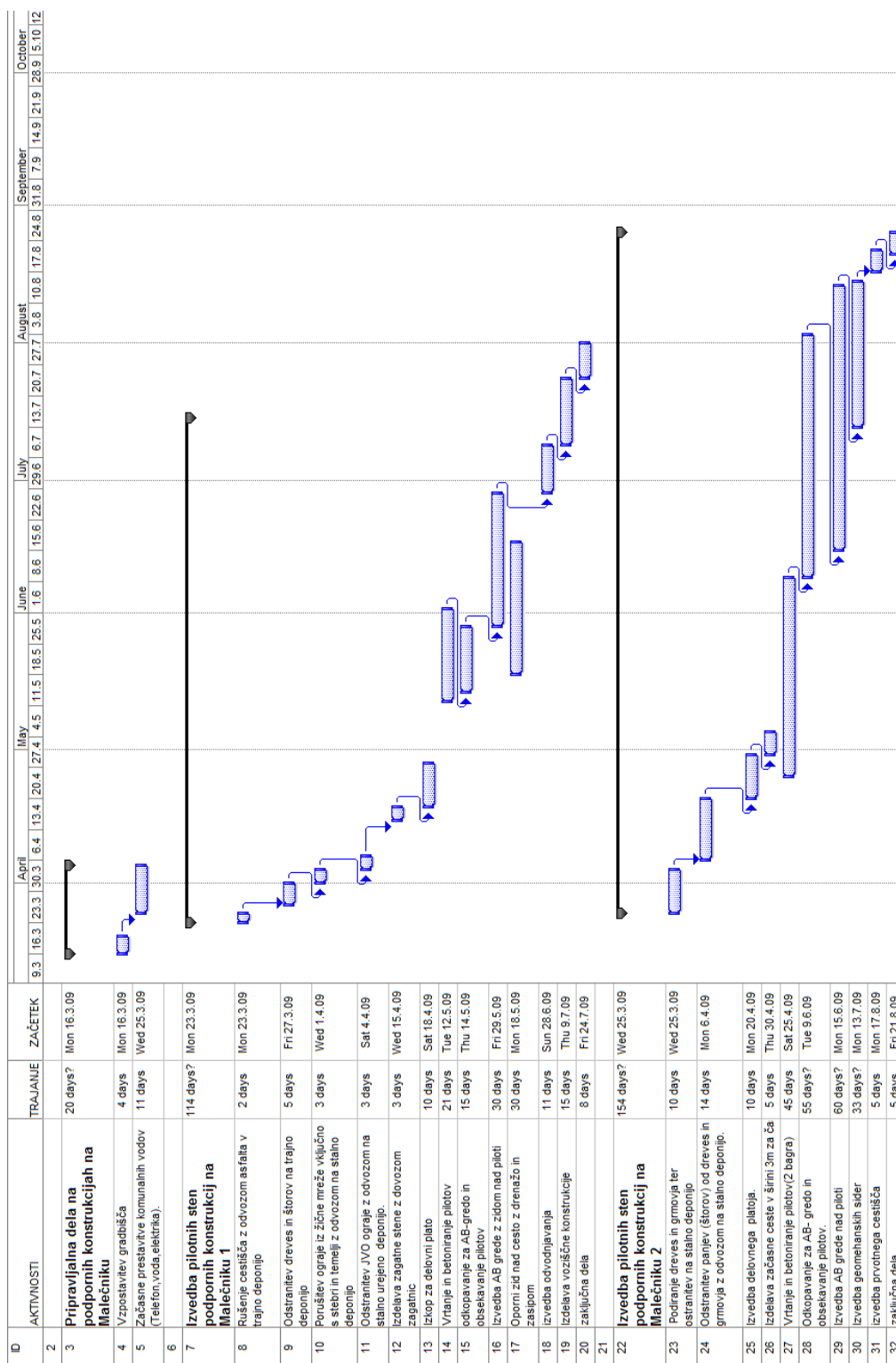
Pri izdelavi geotehničnega poročila in rojstnega lista pilota so upoštevani podatki o strukturi in mehansko fizikalnih lastnostih temeljnih tal, pridobljenih v sklopu terenskih raziskovalnih del in laboratorijskih preiskav vzorcev zemljin, odvzetih neposredno na lokaciji za posamezen pilot.

APROS Maribor		INVESTITOR: GEOPIN PLINOVODI d.o.o. GRADBIŠČE: PLINOVOD M1/1 Češak-Kidričevo OBJEKT: PK - Malečnik 2 LOKACIJA: Sidrana stena (S1 - 69 pilotov) OZNAKA PILOTA: P146 ŠT. PROJEKTA: PZI-P4M11C - B114/125A		APROS - gradbeni laboratorij in storitve d.o.o. Občinska cesta 10 2000 Maribor		POROČILO O IZDELAVI BETONSKEGA PILOTA DN: 2519	
PROJEKTANT: IBE d.d. / GEOINŽENIRING d.o.o. IZVAJALEC: SGP POMGRAD - GNG d.o.o. DATUM: 29.6.2009		PROJEKTANT: IBE d.d. / GEOINŽENIRING d.o.o. IZVAJALEC: SGP POMGRAD - GNG d.o.o. DATUM: 29.6.2009		GRAFIČNI PRIKAZ BETONIRANJA PILOTOV		GRAFIČNI PRIKAZ BETONIRANJA PILOTOV	
I. PODATKI O PILOTU premer pilota (cm): 100 kota terena (m): 323,21 kota vrha pilota (m): 321,91 kota kontakta (m): 315,21 kota dna pilota (m): 310,41 razširitev noge pilota (m): a) D= b) h= globina vpetosti (m): 4,80 končna dolžina pilota (m): 11,50		IV. BETON št. recepture: 13A trdnostni razred betona: C 25/30 cement (vrsta): CEM II/B-M(P-S-L) 42,5 cement (količina-kg): agregat (Dmax-mm): 31,5 V/C faktor: dodatki: stopnja poseda (mm): 200 - S4(160-210)					
II. IZKOP PILOTA fi kolone - zun./notr. (cm) globina izkopa: a) v mehlem (m) b) v trdem (m) količina izkop. materiala (m³): način izkopa: uporaba sekača: čistjenje dna:		V. BETONIRANJE PILOTA avtočrpalka: kontraktor: nivo vode v koloni (m): način prevoza: število vozil: količina betona (rač.) (m³): količina betona (del.) (m³): zabetonirana dolžina pilota:		VI. ČAS IZDELAVE Fazna Datum Ura Vsota ur Vreme T zraka		VII. OPOMBE	
24022 020 12,00 0,84 1 s preklopi / brez priklopa:		12,80 8,00 4,80 10,05 9,35 10,0 11,9		23.6.09 9:00 29.6.09 9:00 29.6.09 9:15 29.6.09 9:45		dež oblačno dež oblačno dež	
12,80		PREVZEM NADZORNEGA ORGANA:		ZA IZVAJALCA: Vladko Mešec l.geot.		ODGOVORNI PROJEKTANT: Anton Kastelic u.d.l.g.	
12,80		TESTNA KONTROLA: GEOINŽENIRING d.o.o. Ksenja Štern u.d.l.g.		ZA IZVAJALCA: Vladko Mešec l.geot.		ODGOVORNI PROJEKTANT: Anton Kastelic u.d.l.g.	
12,80		GEOTEHNIČNI NADZOR/TEKOČA KONTROLA: APROS d.o.o. Milha Lubi u.d.l.geol.		ZA IZVAJALCA: Vladko Mešec l.geot.		ODGOVORNI PROJEKTANT: Anton Kastelic u.d.l.g.	

Slika 17: Primer rojstnega lista pilota

Vir: APROS – gradbeni laboratorij in storitve

3.1.6 Terminski plan



Slika 18: Primer terminskega plana

Vir: IBE d.d. projektiranje, inženiring in svetovanje, 2009

Terminski plan je najpomembnejši plan operativnega planiranja. Osnovni cilj je opredeljen s terminskim potekom gradnje, dodatni cilj pa je zmanjševanje stroškov z racionalno in kontinuirano rabo delovnih sredstev, predmetov dela in delavcev ter možnosti učinkovitega usklajevanja tehnoloških procesov. Z izdelavo teh planov želimo grafično, lahko tudi številčno, prikazati časovni potek aktivnosti. Služijo kot osnova za izdelavo spremljajočih planov ter kot osnova za vodenje pravočasnega izvajanja del in služijo kot sredstvo časovne kontrole izvajanja del.

Glavna prednost terminskega plana je v tem, da je s pomočjo določenih tehnik možno ugotoviti tista dela (aktivnosti), od katerih je odvisen rok izgradnje objektov oziroma je odvisna realizacija projekta na splošno. Imenujemo jih kritična dela, njihov tok izvajanja pa kritična pot.

To so tiste medsebojno povezane aktivnosti, katerih seštevek trajanj je najdaljši. Kritične aktivnosti moramo poznati, da vemo, katere aktivnosti krajšati, da bi skrajšali projekt ter da damo večji poudarek tveganjem na kritični poti. Poleg tega pa je v fazi izvedbe pomembno vedeti, da zamujanje kritične aktivnosti pomeni neposredno tudi zamujanje projekta. Npr. aktivnost, ki naj bi se sicer začela takoj po zaključku predhodne, začnemo izvajati nekaj časa prej in tako obe povezani aktivnosti krajši čas potekata vzporedno. Seveda se aktivnosti in s tem projekt krajšajo tudi tako, da na neko aktivnost razporedimo več ljudi ali pa aktivnost zaupamo pogodbenim izvajalcem.

3.1.7 Stroški projekta

Osebni dohodki:	23,90 %
Prevozi:	10,91 %
Kooperanti:	5,87 %
Nepredvidena dela:	5,82 %
Mehanizacija:	23,47 %
Materialni stroški:	30,03 %

Tabela 1: Stroški projekta

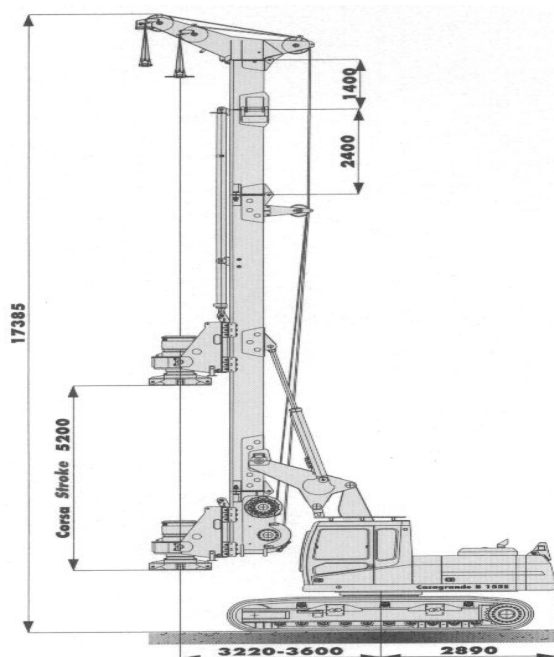
Vir: Tehnološko ekonomski elaborat SGP Pomgrad GNG, 2009

4 OPREMA ZA IZDELAVO VRTANIH PILOTOV

Mehanizacijo za izdelavo vrtanih pilotov predstavljajo naslednji sklopi opreme.

4.1 Hidravlični lafetni vrtalni stroj B-155E Casagrande

Hidravlični lafetni vrtalni stroj B-155 E z rotacijsko glavo H 18.10 je možno uspešno uporabiti pri vrtanju vrtin za pilote do premera Φ 1300 mm.



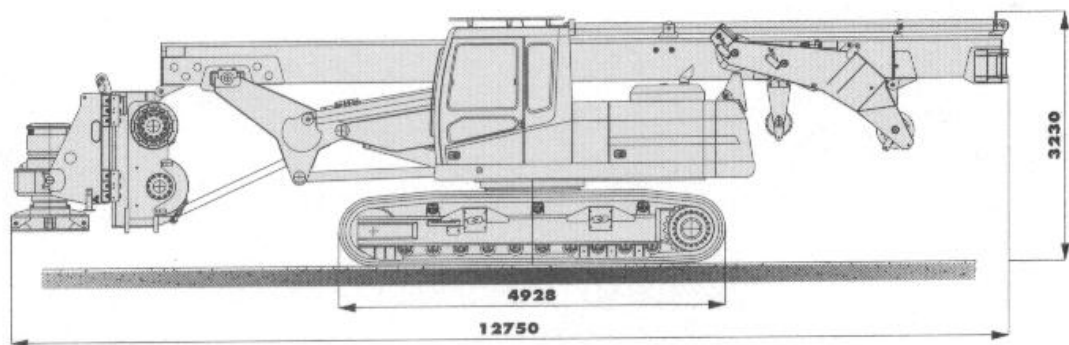
Slika 19: Casagrande B 155

Vir: Tehnološko ekonomski elaborat SGP Pomgrad GNG, 2009

Osnovni tehnični podatki:

- podvozje z 800 mm širokimi gosenicami;
- pogon z motorjem Caterpillar 3126 B moči 151kW/205KM;
- hidravlični izvodi za pogon rot. glave in lavirke;
- rotacijska glava H18.10, ki razvija 150 kNm momenta;
- glavni boben s kontroliranim padom, nosilnosti do 140 kN;

- servisni boben s prostim kontroliranim padcem, nosilnosti 70 kN;
- kabina operaterja s kontrolo nivojev in ogrevanjem kabine;
- lafeta višine 19.10 m, z možnostjo avtomatskega pozicioniranja lafete, kontrole vertikalnosti in kontrole globine; lafeta je nameščena na paralelogram podstavku;
- zvočna izolacija;
- hidravlični elementi hidromatic-rexroth;
- električna napeljava 24 V (2 x 12 V);
- na glavnem bobnu vrv premera Φ 24 mm, na servisnem Φ 18 mm;
- transportni podatki: 12.75 m $\times$ 2.50 m $\times$ 3.32 m;
- transportna teža 44,5 t. (Tehnološko ekonomski elaborat SGP Pomgrad GNG, 2009)



Slika 20: Casagrande B 155E pri transportu

Vir: Tehnološko ekonomski elaborat SGP Pomgrad GNG, 2009

4.2 Hidravlični oscilator (lavirka) GCLL 1300 Casagrande

Hidravlični oscilator - lavirka GCLL 1300 je posebej konstruirana za laviranje, potiskanje in izvlačenje cevi od premera 600 do premera 1300 mm s strojem – bagrom B 155 E. Hidravlični pogon namreč lavirka dobiva od bagra in ne potrebuje posebnega agregata.

Osnovni tehnični podatki lavirke – oscilatorja so:

- največji premer cevi 1300 mm;
- največji torzijski moment 1250 kNm;
- sila zapiranja 1120 kN;
- kot osciliranja 25°;
- višina izvleka 0.30 m;
- sila izvlačenja 1,210.00 kN;
- teža 7.00 t.

Z lavirko se lahko upravlja na sami lavirki, s posebno prenosno komandno ploščo in kabelsko elektro povezavo tako, da jo je možno upravljati iz kabine ali na varni oddaljenosti od bagra. (Tehnološko ekonomski elaborat SGP Pomgrad GNG, 2009)

4.2.1 Dvoplastne cevi in krona

Dvoplastne opažne cevi premerov 600, 800, 1000 in 1200 mm se medsebojno spaja z navojnimi insertnimi členi. Z navojnimi spoji je zagotovljena togost povezave med cevmi, kar nam omogoči kvalitetno izvedbo pri izvajanju t.i. sekanih pilotov. Debelina stene cevi pri premerih do 1800 mm je 40 mm. Napredovanje s cevmi omogoča specialna krona z widia vložki na zobeh.

Obložene cevi so naslednjih dolžin:

cevi 4 m,

cevi 2 m,

cevi 1 m,

krona na prvi cevi. (Tehnološko ekonomski elaborat SGP Pomgrad GNG, 2009)

4.2.2 Kelly-drog

V kompletu z bagrom B 155E in rotacijsko glavo H18.10 se rotacija prenaša preko mehanskega kelly - droga nominalne dimenzije 4×9.50 m (štirje teleskopski elementi dolžine 9.50 m).

Maksimalna dolžina izvlečenega droga je 34.780 m, teža droga je 4.20 t. (Tehnološko ekonomski elaborat SGP Pomgrad GNG, 2009)

4.2.3 Spirale

V primerih, ko se vrtine izdelujejo v kohezivnih materialih, se izredno dobri rezultati dosežajo z uporabo spirale za vrtanje.

V osnovi razlikujemo dva tipa spiral in sicer:

- spirale za vrtanje mehkih zemljin;
- spirale za vrtanje trdih zemljin.

Na voljo so naslednji tipi spiral:

premer 470 mm za cevi Φ 600 mm;

premer 670 mm za cevi Φ 800 mm;

premer 870 mm za cevi Φ 1000 mm;

premer 1070 mm za cevi 1200 mm.

Priključek na kelly - drogu in spiralah je usklajen in znaša vedno 130 x 130 mm. (Tehnološko ekonomski elaborat SGP Pomgrad GNG, 2009)

4.2.4 Košare

Za uspešno vrtanje v zemljinah, kjer je prisotna talna voda, kadar ni ustreznega napredka s spiralami, se uspešno uporabljajo ustrezne košare za vrtanje (t. i. šape). Imamo dva tipa košar: košare z ravnim dnom ter košare z rotirajočim dnom. Pri obeh tipih se izpraznitev izvrši z odpiranjem dna košare. Različne izvedbe dna košare preprečujejo praznjenje košare v času izvlačanja za različne vrste zemljin (gline za košaro z ravnim dnom ter peski in prodi z vodo za košaro z rotirajočim dnom).

Delovna višina košar je enaka pri vseh premerih in znaša 1090 mm.

V našem programu so vključene košare naslednjih premerov:

premer 470 mm za cevi premera 600 mm;

premer 670 mm za cevi premera 800 mm;

premer 870 mm za cevi premera 1000 mm;

premer 1070 mm za cevi premera 1200 mm. (Tehnološko ekonomski elaborat SGP Pomgrad GNG, 2009)

Tehnični podatki košar:

Premier cevi	Premier košare	Višina košare	Teža košare - ravno dno	Teža košare - rotirajoče dno
600 mm	470 mm	1060 mm	270 kg	460 kg
800 mm	670 mm	1060 mm	500 kg	670 kg
1000 mm	870 mm	1060 mm	850 kg	840 kg
1200 mm	1070 mm	1060 mm	950 kg	1010 kg

Tabela 2: Tehnični podatki košar

Vir: Tehnološko ekonomski elaborat SGP Pomgrad GNG, 2009

4.2.5 Prenosnik rotacije

Prenos rotacije iz rotacijske glave se opravlja z posebnim prelaznim elementom, vodilom cevi, ki se spreminja za vsak premer cevi.

4.2.6 Kontraktorske cevi

Za vgradnjo betona v pilote se uporabljajo kontraktorske cevi premera 250 mm, posamezne z dolžino 2.00 m, spajane z vrvnimi spoji. Deli sistema za kontraktorsko betoniranje so: kontraktorske cevi dolžine 2.00 m, uvodni element, uvodni lijak za beton, glava za izvlačanje cevi kontraktorja, ključ za izvlačanje vrvi, miza za cevi kontraktorja in zaboj – nosilec kontraktorskih cevi. (Tehnološko ekonomski elaborat SGP Pomgrad GNG, 2009)

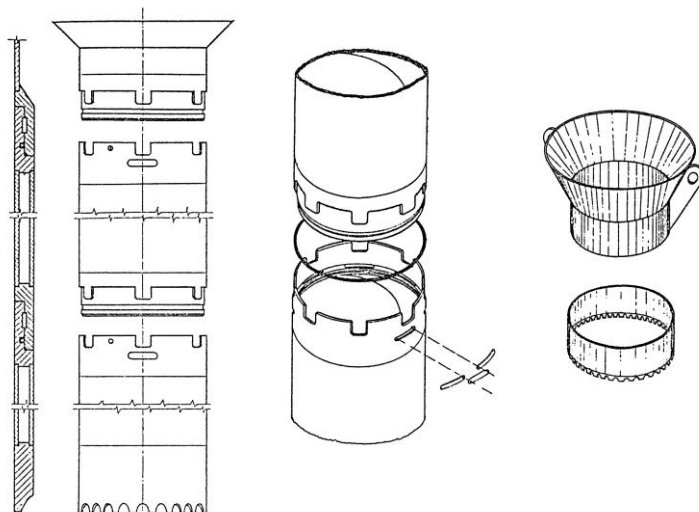
4.2.7 Opažne cevi

V standardni uporabi so v podjetju v uporabi dvostenske opažne cevi premerov 600, 800, 1000 in 1200 mm. Z dvostensko izvedbo je dosežena gladkost v različnih dolžinah. V uporabi so cevi dolžine 2.00 in 4.00 m, ki se med seboj spajajo z zagozdami. Karakteristike cevi glej v naslednji preglednici. (Tehnološko ekonomski elaborat SGP Pomgrad GNG, 2009)

Nominalni premer pilota v [mm]	600	800	1000	1200	1250	1500
Zunanji premer cevi v [mm]	600	800	1000	1200	1250	1500
Notranji premer cevi v [mm]	520	700	900	1100	1150	1400
Zunanji premer armature v [mm] - priporočeno	420	620	820	1020	1060	1320
Debelina stene cevi v [mm]	40	50	50	50	50	50
Teža spoja v [kg]	330	550	705	860	885	1070
Teža dvojne cevi v [kg/m]	230	375	525	650	675	885

Tabela 3: Tehnični podatki opažnih cevi

Vir: Tehnološko ekonomski elaborat SGP Pomgrad GNG, 2009



Slika 21: Opažne cevi

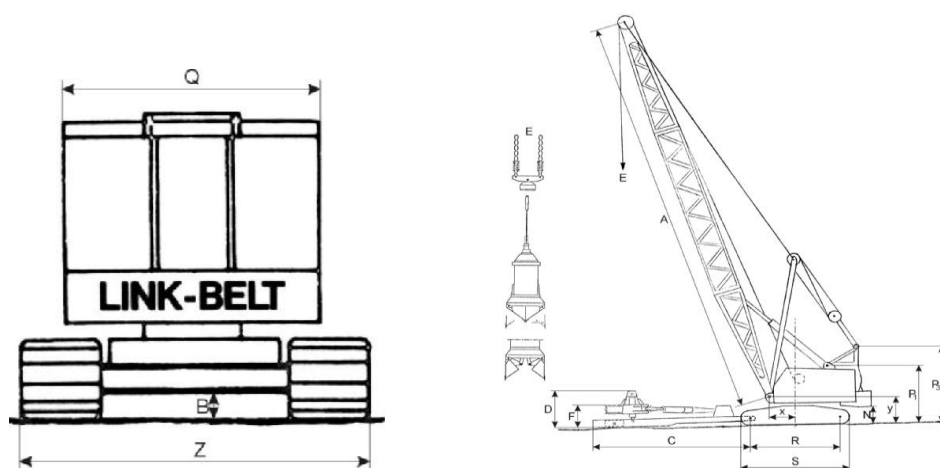
Vir: Tehnološko ekonomski elaborat SGP Pomgrad GNG, 2009

4.3 Oprema za izdelavo benotto pilotov

4.3.1 Bager Link Belt LS78 in LS108

Model LS 78 in LS108 se uporablja za izdelavo pilotov premera do 1500 mm. Karakteristike stroja so podane v naslednji preglednici.

Model LS 78 in LS108 se uporablja za izdelavo pilotov premera do 1500 mm. Karakteristike stroja so podane v spodnji preglednici. (Tehnološko ekonomski elaborat SGP Pomgrad GNG, 2009)



Slika 22: Bager Link Belt LS78

Vir: Tehnološko ekonomski elaborat SGP Pomgrad GNG, 2009

Tehnični podatki bagra Link-Belt

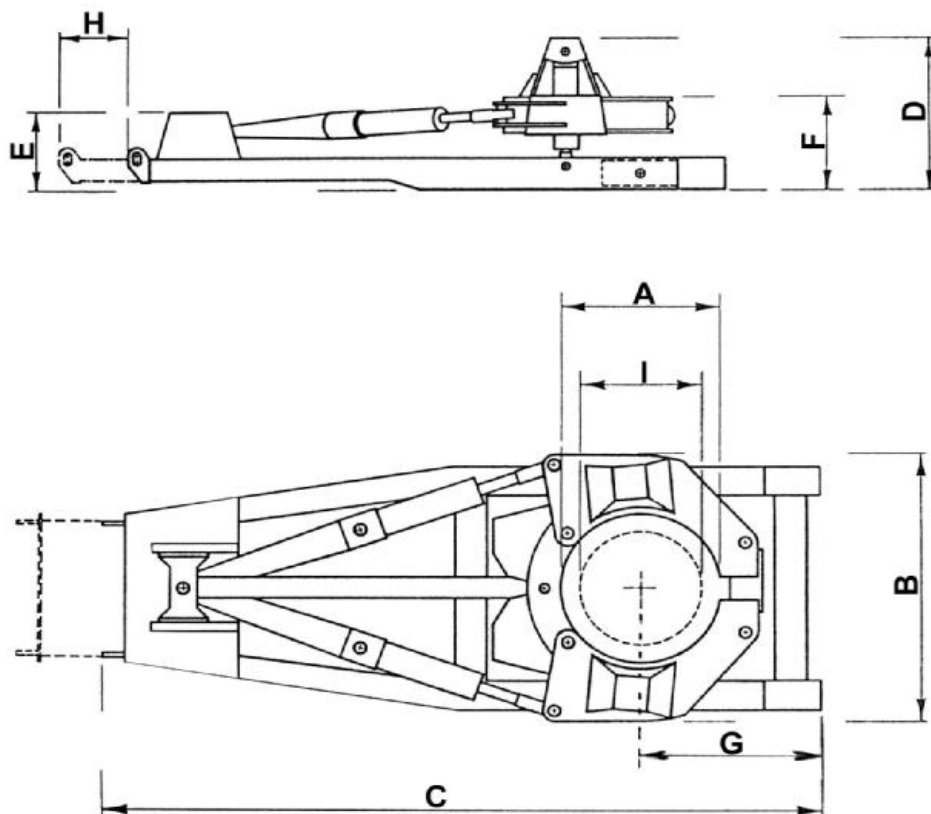
Model Link-Belt:		LS 78	LS 108 B
Dolžina ročice (min/max) v [m]	A	12.20/24.40	12.20/30.50
Delovna dolžina bagra in lavirke v [m]	L	9.00	10.80
Delovna širina v [m]	Z	3.15	4.16
Delovna teža z min. ročico in "A" v [kg]		20,500.00	29,500.00
Delovna teža z min. ročico in "AB" v [kg]		21,040.00	35,670.00
Največja nosilnost (min. ročica in min. polmer) v [kg]		16,000.00	41,000.00
Širina gosenic v [m]		0.762	0.914
Medosna razdalja v [m]	R	3.40	3.74
Tlorisna dolžina gosenic v [m]	S	4.15	4.74
Hitrost premikanja stroja, nizka/visoka v [km/h]		1.90/3.80	1.30/2.80
Hitrost obračanja v [obradi/min]		Do 4.20	Do 4.00
Tip motorja		GM 4 – 71 N	GM 4 – 71 N
Moč motorja v [kW] pri št. obratov		83.50 pri 1850	83.50 pri 1850
Akumulatorji in moč v [V/Ah]		2 kom, 12/135	2 kom, 12/135
Premer bobnov v [mm]		355/355	387/387

Vlečna sila bobnov v [kp]	6,960.00/6,750.0	8,620.00/8,370.0
Hitrost vrvi v [m/min]	53/53	47/52
Transportna dolžina z osnovno ročico v [m]	--	11.20
Transportna širina (brez gosenic) v [m]	2.40	2.44

Tabela 4: Tehnični podatki bagra Link-Belt

Vir: Tehnološko ekonomski elaborat SGP Pomgrad GNG, 2009

4.3.2 Hidravlični oscilator cevi (“lavirka”) tipa GC 72



Slika 23: Hidravlični oscilator cevi (“lavirka”) tipa GC 72

Vir: Tehnološko ekonomski elaborat SGP Pomgrad GNG, 2009

Ostala oprema, kot so opažne in kontraktorske cevi, je enaka kot pri Casagrande B155E. Tudi postopek vgradnje armature in betona je enak. Za sprotno ščitenje sten vrtine (“cevitev”) se uporabljajo posebne hidravlično gnane čeljusti, ki med izkopavanjem pilota potiskajo obložne cevi v vrtino. (Tehnološko ekonomski elaborat SGP Pomgrad GNG, 2009)

Karakteristike naprav so podane v preglednici:

Največji premer cevi v [mm]	1,000.00	1,500.00
Najmanjši premer cevi v [mm]	600.00	1,000.00
Dolžina v [mm]	5,600.00	6,530.00
Širina v [mm]	2,200.00	2,490.00
Višina v [mm]	1,400.00	1,620.00
Teža v [kg]	8,000.00	12,500.00
Delovni pritisk v [bar]	200.00	200.00
Največji pritisk v [bar]	300.00	300.00
Največja kapaciteta črpalke v [l/min]	270.00	270.00
Potezna sila pri 200 bar v [Mp]	120.00	188.00
Navorni moment v [Mpm]	106.00	210.00
Sila zapiranja pri 200 bar v [Mp]	56.00	75.00
Kot osciliranja v [°]	26.00	24.00
Manevrirna višina v [mm]	600.00	600.00
Normalna oscilacija v [ciklov/min]	6.20	6.00
Pospešena oscilacija v [ciklov/min]	12.40	8.10
Hitrost izvlačanja v [cm/min]	28.70	31.50
Pospešena hitrost izvlačanja v [cm/min]	57.40	63.00
Razdalja od osi pilota v [mm]	1,200.00	1,500.00

Tabela 5: Karakteristike naprav

Vir: Tehnološko ekonomski elaborat SGP Pomgrad GNG, 2009

4.3.3 Hidravlični agregat MGC 1000/SR za pogon oscilatorja

Hidravlični agregat tipa MGC 1000 se uporablja za pogon hidravličnih oscilatorjev obeh tipov. Za pretok hidravlične tekočine od agregata do lavirke služijo visokotlačne gumeno-armirane cevi.

Tehnični podatki agregata so podani v spodnji preglednici.

Dolžina v [m]	4.40
Širina v [m]	1.30
Višina v [m]	1.70
Teža v [kg]	3,200.00
Tip motorja	Deutz F6L 912
Moč motorja v [kW] pri št. obratov	60/1,800.00
Hidravlična črpalka – tip	Linde B2PV 75
Max. pritisk črpalke [bar]	300.00
Delovni pritisk črpalke [bar]	200.00
Največja kapaciteta črpalke [l/min]	2 × 135
Akumulator [V/Ah]	12/135

Tabela 6: Tehnični podatki agregata

Vir: Tehnološko ekonomski elaborat SGP Pomgrad GNG, 2009

4.3.4 Enovrvni grabilniki

V podjetju so za izkop materiala z dna pilotov v uporabi enovrvni grabilniki izdelovalca Casagrande, naslednjih dveh tipov:

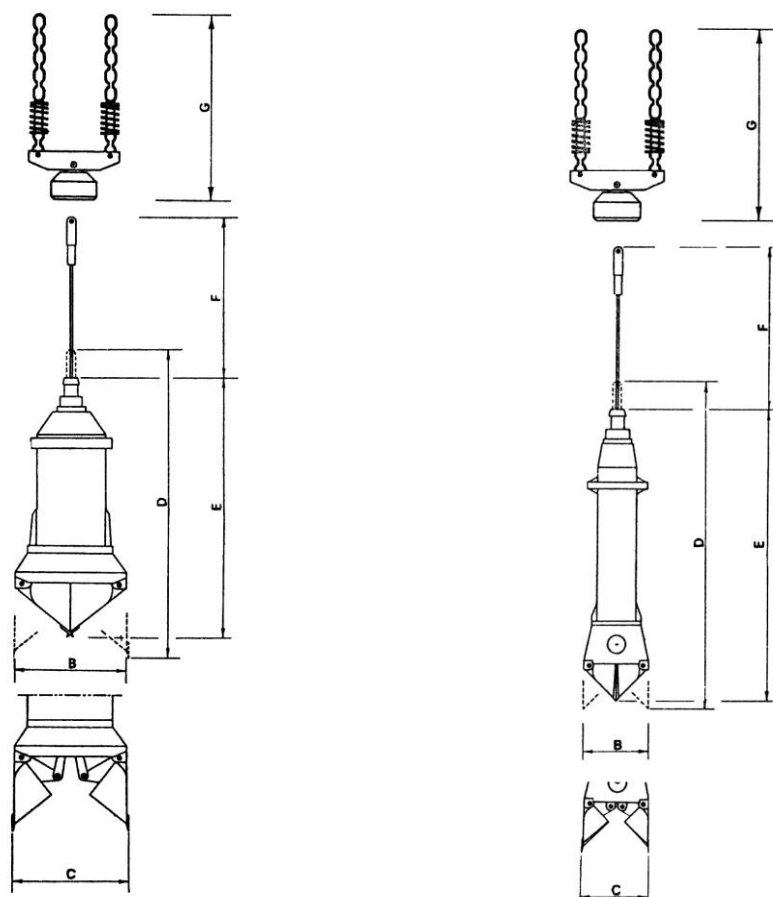
- model BELR, premera do 1,000.00 mm;
- model BEL, za premere od 1,000.00 do 1.500.00 mm.

Karakteristike obeh modelov so podane v naslednji preglednici:

	BELR			BEL		
Nominalni premer v [mm] A	600	800	1000	1000	1250	1500
Premmer grabilnika v [mm] B	520	730	850	850	1050	1250
Premmer z zobmi v [mm] C	--	--	910	910	1110	1310
Odprta višina v [mm] D	3150	3250	3250	2800	2900	3200
Zaprta višina v [mm] E	2870	3000	2965	2600	2550	2600
Največja izdolžitev v [mm] F	750	1250	1350	1450	1900	2750
Višina odpenj. komp. v [mm] G	1200	1200	1200	1200	1200	1200
Teža v [kg]	1780	1900	2150	2750	2800	2900
Kapaciteta v [dm ³]	20	45	80	80	130	200

Tabela 7: Karakteristike modelov

Vir: Tehnološko ekonomski elaborat SGP Pomgrad GNG, 2009



Slika 24: Enovrvna grabilnika: prvi tip BELR in drugi tip BEL

Vir: Tehnološko ekonomski elaborat SGP Pomgrad GNG, 2009

4.3.5 Sekači

Sekači so posebno konstruirana kladiva oz. dleta, ki se uporabljajo v kombinaciji z enovravnimi grabilniki. Z njimi se v višjih delih vrtnice razbijajo večji kosi kamnin ("samice") ali pa se z njimi na dnu pilotov izdelajo poglobitev oz. usek v trdno podlago iz laporjev, dolomitov, apnencev in podobnih kamnin, ki predstavljajo osnovo za temeljenje. Sekači so izdelani iz jekla, udarni deli (zobje) pa so zamenljivi, ojačani z nikelj-kromovimi legiranimi jekli. Prerez sekalne površine je križ oz. dleto, ki omogoča največjo moč udarca. (Tehnološko ekonomski elaborat SGP Pomgrad GNG, 2009)

5 NADZOROVANJE OBJEKTA IN PROJEKTN DOKUMENTACIJA

Gradbeni nadzor opravlja strokovni nadzor na gradbišču, s katerim nadzornik preverja ali gradnja poteka v skladu s projektno dokumentacijo, na podlagi katere je bilo izdano gradbeno dovoljenje. Odgovorni nadzornik nadzoruje tudi kakovost izvedenih del, kakovost gradbenih proizvodov, materialov, inštalacij in tehnoloških naprav, ki se vgrajujejo v objekt in v danih možnostih skrbi za to, da se pri izvajanju spoštujejo dogovorjeni roki izgradnje in dogovorjena finančna sredstva. Nadzor gradnje mora biti zagotovljen najkasneje z dnem, ko se na gradbišču začno pripravljala dela.

5.1 Vodenje in popisovanje dokumentacije

Izvajalec del bo na gradbišču vodil, poleg po zakonu o varstvu pri delu predvidene dokumentacije, tudi dokumentacijo vezano na izdelavo pilotov, in sicer:

- vrtalno-gradbeni dnevnik, v treh izvodih, od katerih je le eden za naročnika del;
- kontrolni list pilota, ki se po podpisu fotokopira za arhivsko dokumentacijo izvajalca.

Vrtalno-gradbeni dnevnik podpisuje dnevno ali najkasneje v treh dneh po izvršenem delu. Rojstni list pilota pripravi in podpiše delovodja izvajalca v sodelovanju z dobavitelji armature in betona. Vpisi vseh nadzorov se vršijo v gradbeni dnevnik naročnika. Pooblaščenec naročnika vpiše svoje zahteve v vrtalno-gradbeni dnevnik izvajalca.

5.2 *Predaja dokumentacije*

Izvajalec del bo po zaključku projekta pripravil skupno poročilo o izvedenih delih na objektu.

Sestavni deli poročila so:

- podpisani vrtno-gradbeni dnevniki;
- podpisani kontrolni listi pilotov;
- poročilo o rezultatih preiskave zveznosti;
- poročilo o rezultatu dinamičnega obremenilnega testa, če se naroči;
- izjava o zanesljivosti objekta.

6 ZAKLJUČEK

V skladu z odprtjem plinskega trga v Evropski Uniji je Geoplin plinovodi d.o.o. izvedel povečanje pretočnih zmogljivosti plinske infrastrukture po celotnem območju Slovenije. Najtežji odsek izgradnje plinovodnega omrežja je potekal na območju Malečnika, kjer so kot najustreznejšo zaščito pred plazom izbrali izgradnjo podporne pilotne konstrukcije.

Diplomska naloga je sestavljena iz teoretičnega in praktičnega dela. V teoretičnem delu je podrobneje opisana izgradnja podporne pilotne stene ter tehnologije izvedbe armiranobetonskih pilotov, ki so v praksi najbolj uporabljene. Opisana je tudi izvedba vezne grede, ki povezuje vrhe pilotov in je na določenih segmentih sidrana z prednapetimi geotehničnimi sidri.



Slika 25: Slika Pilotne stene

Vir: Lasten

V praktičnem delu je opisana tehnična specifikacija pilotne stene. Kot primer geotehničnega poročila za posamezni pilot sem navedla rojstni list pilota, kjer so opisani podatki o strukturi in mehansko fizikalnih lastnostih temeljnih tal, pridobljeni neposredno iz vzorcev izkopa zemljine. Kot dokaz za kvalitetno izvedbo in nosilnost pilotov sem opisala preiskavo zveznosti pilotov. Opisala sem terminski plan, kritično točko in kako jo je najlažje odpraviti, da lahko delo poteka tekoče.

V diplomskem delu sem navedla tudi tehnične podatke strojev za izdelavo pilotov ter opisala delovni plato, ki je bistvenega pomena za nemoteno izvedbo in transport pri izvedbi celotne konstrukcije.

Investitor gradnje je bil Geoplin Plinovodi d. o. o., projektno dokumentacijo je izdelal I.B.E. d. d. svetovanje, projektiranje in inženiring. Izvajalec gradbenih del je bil Pomgrad d. o. o.

Temeljna zahteva investitorja je bila, da gradnja poteka skladno z vso projektno dokumentacijo, strokovno in kvalitetno ter pravočasno.

Namen izgradnje podporne pilotne stene je bil uresničen. Ščiti novozgrajeno plinovodno infrastrukturo pred labilnim terenom, z najmanjšim možnim posegom v naravo in ogrožanjem okolja in ljudi.



Slika 26: Slika po končanju del

Vir: Lasten

Cilj projekta je bil dosežen, danes objekt služi namenu za katerega je bil zgrajen.

Pilotne stene so drage konstrukcije, zahtevne pri izvajanju in pri vzdrževanju zaradi omejene trajnosti geotehničnih sider. Zato mora biti odločitev o njihovi uporabi za varovanje nasipne ali kopne brežine utemeljena in upravičena v prvih fazah projekta. Izbira in utemeljitev uporabe pilotne stene morata nastati s sodelovanjem projektanta določenega objekta, geomehanika in projektanta konstrukcije. Izbira nastane na zadostnih cestnih in geomorfoloških podlogah, na osnovi katerih se izdelata najmanj dve variantni rešitvi.

7 SEZNAM UPORABLJENE LITERATURE IN VIROV

7.1 Literatura

1. Abdelrahman, G. E., Shaarawi, E. M., Abouzaid, K. S.: *Pile Load, Test Results for Continuous Flight Auger Piles*, Interpretation of Axial, Zürich, 2003.
2. Logar, J.: *Vrsta uporabnih podpornih konstrukcij*, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo, Ljubljana, 2007.
3. Velkovrh, A.: *Priročnik za gradbene izvajalce*, Obrtna zbornica Slovenije, Ljubljana, 2007.
4. Žitnik, J., Žitnik, D., Berdajs, A., Gruden, T., Jurček, R., Slokan, I., Petek, I., Jereb, S., Smolej, B., Štembal, Capuder, M., Galonja, S.: *Gradbeniški priročnik*, Tehniška založba Slovenije, Ljubljana, 2008.

7.2 Viri

5. PGD, PZI, Projekt: *Plinovod M1/I Ceršak- Kidričevo, sanacije in zaščite pred plazovi, podporna konstrukcija Malečnik*, IBE d. d. pod št. projekta P4M11C-B114/125A, 2009.
6. Tehnološko ekonomski elaborat SGP Pomgrad GNG, 2009.
7. SIST EN: Eurocode 7 – *Geotehnično projektiranje – 1 del: splošna pravila*. Slovenski inštitut za standardizacijo, 1997.
8. IBE d. d. projektiranje, inženiring in svetovanje, 2009.
9. APROS – gradbeni laboratorij in storitve.

7.3 Internetni viri

10. <http://www.fayoum.edu.eg/Engineering/civil/pdf/paper6GS.pdf>, dne 4. 12. 2011
11. <http://www.geoplin.si/trzenje-zemeljskega-plina/zagotavljanje-oskrbe>, dne 12. 1. 2012

12. <http://www.pg.gda.pe/~tbrza/pliki/Tehnologie-pilo.pdf>, dne 23. 3. 2012
13. http://primorje.si/mma_bin.hph?id=200904151126875, dne 22. 2. 2012
14. http://www.gi-zrmk.si/knjiznica/Gr_1-08%2031-34%28geotehnika.pdf, dne 22. 2. 2012