

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta
za gradbeništvo
in geodezijo



Jamova cesta 2
1000 Ljubljana, Slovenija
<http://www3.fgg.uni-lj.si/>

DRUGG – Digitalni repozitorij UL FGG
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

To je izvirna različica zaključnega dela.

Prosimo, da se pri navajanju sklicujete na bibliografske podatke, kot je navedeno:

Košir, J., 2016. Vgradnja gradbenih elementov v cesto. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Rijavec, R.): 72 str.

<http://drugg.fgg.uni-lj.si/5770/>

Datum arhiviranja: 10-10-2016

University
of Ljubljana

Faculty of
Civil and Geodetic
Engineering



Jamova cesta 2
SI – 1000 Ljubljana, Slovenia
<http://www3.fgg.uni-lj.si/en/>

DRUGG – The Digital Repository
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

This is original version of final thesis.

When citing, please refer to the publisher's bibliographic information as follows:

Košir, J., 2016. Vgradnja gradbenih elementov v cesto. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Rijavec, R.): 72 pp.

<http://drugg.fgg.uni-lj.si/5770/>

Archiving Date: 10-10-2016

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta za
*gradbeništvo in
geodezijo*



Jamova 2
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon (01) 47 68 500
faks (01) 42 50 681
fgg@fgg.uni-lj.si

**VISOKOŠOLSKI ŠTUDIJSKI
PROGRAM GRADBENIŠTVO
PROMETNOTEHNIČNA
SMER**

Kandidat:

JURE KOŠIR

VGRADNJA GRADBENIH ELEMENTOV V CESTO

Diplomska naloga št.: 566/PTS

BUILDING OF CONSTRUCTION ELEMENTS INTO A ROAD

Graduation thesis No.: 566/PTS

Mentor:

viš. pred. mag. Robert Rijavec

Ljubljana, 12. 09. 2016

STRAN ZA POPRAVKE

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

IZJAVE

Spodaj podpisani študent Jure Košir, vpisna številka 26108706, avtor pisnega zaključnega dela študija z naslovom: Vgradnja gradbenih elementov v cesto.

IZJAVLJAM

1. *Obkrožite eno od variant a) ali b)*

a.) da je pisno zaključno delo študija rezultat mojega samostojnega dela;

b.) da je pisno zaključno delo študija rezultat lastnega dela več kandidatov in izpolnjuje pogoje, ki jih Statut UL določa za skupna zaključna dela študija ter je v zahtevanem deležu rezultat mojega samostojnega dela;

2. da je tiskana oblika pisnega zaključnega dela študija istovetna elektronski obliki pisnega zaključnega dela študija;

3. da sem pridobil/-a vsa potrebna dovoljenja za uporabo podatkov in avtorskih del v pisnem zaključnem delu študija in jih v pisnem zaključnem delu študija jasno označil/-a;

4. da sem pri pripravi pisnega zaključnega dela študija ravnal/-a v skladu z etičnimi načeli in, kjer je to potrebno, za raziskavo pridobil/-a soglasje etične komisije;

5. soglašam, da se elektronska oblika pisnega zaključnega dela študija uporabi za preverjanje podobnosti vsebine z drugimi deli s programsko opremo za preverjanje podobnosti vsebine, ki je povezana s študijskim informacijskim sistemom članice;

6. da na UL neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravico shranitve avtorskega dela v elektronski obliki, pravico reproduciranja ter pravico dajanja pisnega zaključnega dela študija na voljo javnosti na svetovnem spletu preko Repozitorija UL;

7. da dovoljujem objavo svojih osebnih podatkov, ki so navedeni v pisnem zaključnem delu študija in tej izjavi, skupaj z objavo pisnega zaključnega dela študija.

V: Škofji Loki

Datum:25.8.2016

Podpis študenta:

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK:	625.7/.8(497.4)(043.2)
Avtor:	Jure Košir
Mentor:	viš. pred. mag. Robert Rijavec
Naslov:	Vgradnja gradbenih elementov v cesto
Tip dokumenta:	diplomska naloga – visokošolski študij
Obseg in oprema:	72 str., 8 tabel, 65 slik
Ključne besede:	vgradnja, gradbeni element, cestišče, obrabna plast, odvodnjavanje, posteljica, cementni beton

Izvleček:

Vgradnja gradbenih elementov je širok pojem, s katerim se v gradbeništvo srečujemo na vsakem koraku. V tej diplomski nalogi so opisani samo gradbeni elementi za vgradnjo v ceste. Gradnja cest spada med bolj zahtevne in kompleksne projekte, kjer je potrebno veliko pozornosti nameniti izbiri pravih materialov, načinov vgrajevanja ter pravih gradbenih elementov, ki ustrezajo osnovnim gradbenim zahtevam. Zavedati se moramo, da sta pravilna izbira in pravilna vgradnja gradbenih elementov osnovna pogoja za varno vožnjo po cestah.

V diplomski nalogi so opisani določeni gradbeni elementi za vgradnjo v cesto in pravilni načini vgradnje le- teh. Vgradnja je prikazana tudi z video vsebinami. Za večino gradbenih elementov že proizvajalci zagotovijo ustrezno dokumentacijo v pisani obliki ali v obliki kratkih filmčkov.

Namen moje diplomske naloge je zbrati dokumentacijo za vgradnjo gradbenih elementov na spletu in omogočiti vpogled v zbrano gradivo s strani uporabnikov te internetne strani. Ker so video vsebine posnete na gradbiščih v različnih okoliščinah, je razumljivo, da vse vgradnje ne potekajo po določilih, ki jih predpišejo proizvajalci. Slovenski rek pravi: »Na napakah se učimo«, zato so kot rezultat diplomske naloge podane tudi določene napake, ki se najpogosteje zgodijo ob vgradnjah. Upam, da bo tudi to pripomoglo k pravilnemu vgrajevanju gradbenih elementov.

«BILIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT

UDC	625.7/.8(497.4)(043.2)
Author:	Jure Košir
Supervisor:	Sen.Lec. Robert Rijavec, M. Sc., B. C. E.
Title:	Building of construction elements into a road
Document type:	Graduation Thesis- Higher professional studies
Notes	72 p., 8 tab., 65 fig.
Key words:	Building in, construction element, roadway, wearing course, drainage, road bed, concrete

Abstract

Building in of construction elements is a broad term in the civil engineering that we come up against at every turn. In this thesis, we are only describing construction elements for building into the roads. Road construction is considered as one of the more challenging and complex projects where it is necessary to pay a lot of attention to choosing the suitable materials, methods of building in and proper construction elements that meet the project requirements. We must be aware of the fact that the right selection and correct building of construction elements represent basic conditions for safe driving on the roads.

In the thesis, we are describing specific construction elements for building as well as the right methods of construction. In addition to that, the construction is shown with videos. For the majority of the construction elements manufacturers already provide adequate documentation in written form or in the form of short video clips.

The aim of my thesis is to collect and publish documentation for building in the construction elements on the internet and therefore unable updating the material collected by the users of the website. Due to the fact that the video clips are recorded at building sites in different circumstances, it is understandable that all the works are not going according to provisions prescribed by the manufacturers. A Slovenian saying goes: "We learn from our mistakes." As a result of this thesis, we have introduced certain errors that commonly occur while building in the elements. I hope that my work will contribute to the right building in of construction elements.

ZAHVALA

Zahvaljujem se viš. pred. mag. Robertu Rijavcu za mentorstvo in strokovno pomoč pri izdelavi diplomske naloge. Zahvaljujem se tudi mojim družinskim članom, ki so me podpirali pri študiju in so veliko pripomogli k uspešnemu zaključku.

Posebno bi se rad zahvalil vsem posameznikom in podjetjem, ki so mi omogočili ogled in snemanja na gradbiščih ter mojemu delodajalcu, ki je veliko pripomogel k nemotenemu študiju.

KAZALO

1	Uvod.....	1
1.1	Namen diplomske naloge	3
1.2	Struktura diplomskega dela	3
1.3	Osnovni pojmi	4
2	Gradbeni elementi	5
2.1	Gradbeni elementi za izdelavo tlakovane obrabne plasti	6
2.1.1	Splošno	6
2.1.2	Granitne kocke.....	7
2.1.3	Tlakovci iz cementnega betona.....	8
2.1.4	Kremenov pesek za zapolnitev stikov.....	10
2.1.5	Cementno elastična zmes za zapolnitev stikov	11
2.2	Robniki.....	12
2.2.1	Robniki iz cementnega betona	12
2.2.2	Granitni robniki	14
2.3	Gradbeni elementi za odvodnjavanje.....	16
2.3.1	Splošno	16
2.3.2	Drenažne in drenažno-kanalizacijske cevi iz umetnih materialov.....	19
2.3.3	Revizijski jašek.....	22
2.3.4	Pokrov jaška ali rešetka iz duktilne litine	27
2.3.5	Linijska kanaleta z rešetko.....	31
2.3.6	Perforirana cev iz cementnega betona krožnega prereza.....	34
3	Vgradnja gradbenih elementov.....	35
3.1	Granitne kocke na betonski podlagi, stiki zapolnjeni s cementno elastično zmesjo.....	35
3.2	Cementno betonski tlakovci, stiki zapolnjeni s kremenovim peskom.....	37
3.3	Cestni robnik iz cementnega betona	39
3.4	Polietilenska (PE-HD) cev za globinsko odvodnjavanje	41
3.5	Jašek iz cementnega betona krožnega prereza	44
3.6	Jašek iz umetne mase krožnega prereza.....	48
3.7	Rešetka iz duktilne litine za betonski jašek	50
3.8	Linijska kanaleta.....	51

3.9	Ponikovalnica iz cementnega betona krožnega prereza	54
4	Vgradnja gradbenih elementov – video	56
5	Zaključek.....	59
6	Viri.....	60
	Internetni viri:	60
	Ostali viri:	61

KAZALO SLIK

Slika 1: Tlakovano cestišče.	1
Slika 2: Makadamsko cestišče.	1
Slika 3: Asfaltno cestišče.	1
Slika 4: Primer izjave o lastnostih (Tržni inšpektorat RS).	2
Slika 5: Utrditve sodobnih vozišč (Slokan, 2005).	4
Slika 6: Primeri granitov (VIR: Marnit d.o.o.).	7
Slika 7: Granitne kocke.	8
Slika 8: Prvi primer pravokotnih tlakovcev.	9
Slika 9: Drugi primer pravokotnih tlakovcev.	9
Slika 10: Primer cementno - betonskih tlakovcev Y.	9
Slika 11: Vrtni robnik 8/20/100 cm.	13
Slika 12: Vrtni robnik 5,5/25/100 cm.	13
Slika 13: Cestni robnik.	14
Slika 14: Rezan vrtni granitni robnik.	14
Slika 15: Klan granitni robnik.	15
Slika 16: Rezan cestni robnik.	15
Slika 17: Granitni robnik za neravne linije.	16
Slika 18: Površinsko odvodnjavanje.	16
Slika 19: Globinsko odvodnjavanje.	17
Slika 20: PE-HD gibljiva drenažna cev.	20
Slika 21: Cev Todren.	21
Slika 22: Polivinil-kloridna (PVC-U) drenažna cev.	21
Slika 23: Tipski jašek s konusom (NIVO Gradnje in ekologija d.d. Celje, 2016).	23
Slika 24: Tipski betonski jašek z vtokom in iztokom (NIVO Gradnje in ekologija d.d. Celje, 2016).	24
Slika 25: Primer PE jaškov (ALPRO d.o.o., 2014).	25
Slika 26: Umirjevalni jašek (REGENERACIJA d.o.o., 2007).	25
Slika 27: Kaskadni jašek iz poliestra.	26
Slika 28: Sedlast jašek (REGENERACIJA d.o.o., 2007).	26
Slika 29: Jašek iz poliestra z obbetoniranim pokrovom.	27
Slika 30: Oznake na LTŽ pokrovu (ACO Gradbeni elementi, 2015).	28
Slika 31: Tabela okroglih LTŽ pokrovov (LIVAR d.d., 2016).	28
Slika 32: Tabela kvadratnih LTŽ pokrovov (LIVAR d.d., 2016).	29
Slika 33: Tabela LTŽ rešetk (LIVAR d.d., 2016).	29
Slika 34: LTŽ rešetka 40/40 cm, D 400.	30
Slika 35: LTŽ rešetka 30/30 cm.	30
Slika 36: Sestava sistema kanalet (ACO Gradbeni elementi, 2015).	31
Slika 37: Razred obremenitev za kanalete (HAURATON, 2013).	32
Slika 38: Kanalete glede na njihovo dimenzije. (ACO Gradbeni elementi, 2015).	32
Slika 39: Betonska kanaleta z LTŽ pokrovom.	33
Slika 40: PVC kanaleta z rego.	33

Slika 41: Perforirana betonska cev.	34
Slika 42: Polaganje in fugiranje granitnih kock z elastično-cementno maso.	37
Slika 43: Pravilno polaganje tlakovcev (SEMMEYROCK).....	38
Slika 44: Strojno polaganje robnikov. (YOUTUBE).....	39
Slika 45: Postopek polaganja cestnih robnikov.	40
Slika 46: Vzdržna in prečna plitva drenaža na podložni plasti iz cementnega betona z gibljivimi plastičnimi cevmi (doc.dr. Jože Panjan, 1998).	42
Slika 47: Polaganje PE-HD gibljivih cevi na betonsko posteljico.	43
Slika 48: Izkopan jarek z nasuto posteljico.	44
Slika 49: Vgrajen betonski tipski jašek.	45
Slika 50: Sistem jaškov in cevi.....	45
Slika 51: Detajl jaška iz cementnega betona prereza 80 cm (doc.dr. Jože Panjan, 1998).	46
Slika 52: Jaška iz cementnega betona prereza 100 cm s konusom (doc.dr. Jože Panjan, 1998).....	47
Slika 53: Vgradnja jaška iz umetne mase z obbetoniranim LTŽ-pokrovom.....	48
Slika 54: Vgradnja jaška iz polietilena (ZAGOŽEN D.O.O., 2016).....	49
Slika 55: Obbetoniran LTŽ-pokrov.....	50
Slika 56: Vgradnja LTŽ rešetke na betonski jašek.	51
Slika 57: Podatki za širino in globino izkopa za kanaletu (2pr, 2012).	51
Slika 58: Vgradnja linijske kanalete.	53
Slika 59: Pravilno vgrajena kanaleta ob asfaltnem cestišču (HAURATON, 2013).	53
Slika 60: Pravilno vgrajena kanaleta ob tlakovanem cestišču (HAURATON, 2013).	54
Slika 61: Izdelava ponikovalnice iz perforiranih betonskih cevi krožnega prereza.	55
Slika 62: Naslovna stran in kazalo DVD-ja.....	56
Slika 63: Grafika DVD-ja.....	56
Slika 64: Video prikaz vgrajevanja gradbenih elementov – primer.	57
Slika 65: Spletna stran: Vgradnja gradbenih elementov v cesto.	58

KAZALO TABEL

Tabela 1: Minimalni nagibi obrabnih plasti (Vir: Juvanc, A, GEOMETRIJSKI ELEMENTI CESTNE OSI IN CESTIŠČA, 2005).	6
Tabela 2: Osnovni podatki za granitne kocke (Vir: GRADBENI PRIROČNIK, 2008).....	8
Tabela 3: Primer kremenovega peska (Vir: Tehnični list Fuga sand 80, 2015), (SLOVENSKI INŠTITUT ZA STANDARDIZACIJO, 2016).	10
Tabela 4: Primerjava lastnosti elastičnih cementnih mas (BAUMIT, 2011), (MAPEI, 2013), (WEBER, 2014), (JUB, 2016).....	12
Tabela 5: Primerjava debelin nosilnega sloja in frakcij za polaganje tlakovcev.	37
Tabela 6: Širina jarka v odvisnosti od premera cevovoda (STIGMA d.o.o., 2006)	41
Tabela 7: Tehnični podatki za vgrajevanje kanalet (2pr, 2012).	52
Tabela 8: Podatki o lokaciji in času snemanja ter spletne povezave.	57

1 UVOD

Skozi zgodovino se je potovalo iz kraja v kraj na različne načine in po različnih poteh. Z razvojem gradbeništva in transportnih sredstev so se shojene poti in ozke poti razvile v široke asfaltirane in urejene ceste.



Slika 1: Tlakovano cestišče.



Slika 2: Makadamsko cestišče.



Slika 3: Asfaltno cestišče.

Začetki cest, ki so omogočale hitrejšo in učinkovitejšo izmenjavo blaga, segajo v čase Grkov, Feničanov, Etruščanov. Med bolj prepoznavne graditelje cest štejemo Rimljane, katerih ceste so še danes ohranjene v dokaj dobrem stanju. Prve tlakovane ceste, ki so pomenile velik napredek v gradnji cest, so izdelovali v Indiji. Dreniranje tlakovanih površin so izvajali z nasutim lomljencem pod plastjo tlakovane ceste. Tlakovane ceste so se izdelovale samo v mestih in na glavnih dovoznih poteh v mesto (slika 1). Zelo pomembno vlogo pri gradnji cest je imela tudi vojska, kateri so tlakovane poti omogočale hitrejšo in učinkovitejšo napredovanje. Za največji korak pri gradnji cest je poskrbel Škot


John Loudon Macadam, ki je v gradnjo cest vpeljal mešanico zemlje in drobljenca prelita s katranom. Cestišče je naredil v obliki parabole, kar je omogočalo učinkovito odvodnjavanje vode iz cestišča. Z razvojem in številom prometnih sredstev ter potreb po hitrem transportu se razvoj cest ni ustavil. Z različnimi dodatki in materiali se izdeluje prometne površine čim bolj varne ter trajne (Hanželič, 2007).

Pri gradnji cest se danes pretežno uporabljajo naravne in drobljene zmesi iz apnenca in dolomita. Z različnimi dodatki (cementi, apno, silikatne kamnine, bitumen) se doseže izboljšanje obrabnih in nosilnih plasti. Za manj obremenjene prometne površine, pešpoti ali urejanje trgov se še vedno izdelujejo tlakovane obrabne plasti (granitne kocke, plošče in kocke iz cementnega betona).

Pri gradnji cest je potrebno velik pomen dati učinkovitemu sistemu odvodnjavanja. Z izboljšanimi materiali in pravilno vgradnjo le-teh lahko precej zmanjšamo stroške vzdrževanja ter možnosti večjih poškodb na vozišču.

Vgrajeni materiali morajo biti določeni s projektom in v skladu s tehničnimi pogoji. Za skoraj vse gradbene proizvode mora proizvajalec zagotoviti izjavo o lastnostih (DOP), s katero prevzame odgovornost za skladnost gradbenega proizvoda (slika 4). Proizvodi morajo izpolnjevati naslednje zahteve:

- mehanska odpornost in stabilnost,
- varnosti pri požaru,
- higiena, zdravje in okolje,
- varnost pri uporabi,
- zaščita pred hrupom,
- varčevanje z energijo in ohranjanje toplote.

 (zadnji dve št. prvega leta, ko je bila oznaka nameščena) 13
Ime in prijavljeni naslov proizvajalca ali identifikacijska oznaka, iz katere je mogoče zlahka in nedvoumno razbrati ime in naslov proizvajalca KAMNAR d.o.o., Kamniška 11, Kamnik
Enotna identifikacijska oznaka tipa proizvoda Tlakovec iz naravnega kamna tip MARS 20x25cm
Predvidena uporaba, kot je določena v veljavni harmonizirani tehnični specifikaciji Za oblaganje pohodnih in povoznih površin
Referenčna številka izjave o lastnostih Št. izjave o lastnostih: 11/2013
Identifikacijska številka pripravljenega organa (po potrebi) 0123
Veljavna harmonizirana tehnična specifikacija SIST EN 1342:2002
Deklarirane lastnosti proizvoda lastnosti po ravnih ali razredih: Tlačna trdnost: __ Mpa Tlačna trdnost ob zmrzovanju: izguba trdnosti ne presega __% Vpojnost vode: __% Gostota: __ g/cm³ Poroznost: __% Upogibna trdnost: __ Mpa

Slika 4: Primer izjave o lastnostih (Tržni inšpektorat RS).

1.1 Namen diplomske naloge

Naslov diplomske naloge »Vgradnja gradbenih elementov v cesto« že sam po sebi pove, da osnovo diplomske naloge predstavljajo gradbeni elementi. Gradbeni elementi so osnova za izdelavo gradbenih objektov, zato je še toliko bolj pomembno, da poznamo vsaj osnovne značilnosti teh materialov in pravičen način vgradnje le-teh. Če izhajamo iz dejstva, da imajo gradbeni delavci na gradbiščih nizko izobrazbo o svoji stroki ali pa so sploh brez osnovne izobrazbe, lahko osnovno nepoznavanje materialov postane velik problem. Za večino od teh delavcev je zaposlitev v gradbeništvu nekaj povsem novega in od njih delodajalec ne more pričakovati veliko znanja. Ker sem tudi sam udeležen v procesu vgradnje gradbenih elementov, in sicer kot zaposleni v trgovini z gradbenim materialom, se velikokrat znajdem v zagati pri svetovanju in priporočanju pravih materialov.

Namen tega diplomskega dela je poenostaviti način pridobivanja informacij na enem mestu na spletu. V času, ko ima možnost dostopa do interneta skoraj vsak človek na vsakem koraku, lahko tovrsten dostop povzroči večje zanimanje za ogled. Veliko prednost vidim prav v hitrem dostopu do uporabnih dokumentov, skoraj brez dodatnih stroškov in vsakem trenutku. Uporabniki so lahko gradbeni delavci, vodje del, projektanti, prodajalci, študenti in celo učitelji.

Primer uporabe: Delavec na gradbišču ima nalogo položiti granitne kocke in stike zapolniti s cementno maso. Ker je morda začetnik na tem področju in mu vodja del ni dal dovolj informacij za pravilno vgradnjo, mu delo ne gre od rok. S pametnim telefonom lahko na internetni strani najde video posnetek za pravilno vgradnjo granitnih kock, hkrati pa mu ta stran prikaže tudi povezave do proizvajalcev teh izdelkov.

1.2 Struktura diplomskega dela

Diplomska naloga je razdeljena na teoretični in praktični del. V prvem delu smo predstavili osnovne pojme, povezane z mojo diplomsko nalogo, značilnosti izbranih gradbenih elementov in pravilno vgradnjo le-teh. Največ informacij smo poskušali pridobiti neposredno od proizvajalcev, ker prav oni najboljše poznajo lastnosti svojih izdelkov. Izdelke smo poskušali čim manj reklamirati. Predstavili smo osnovne informacije, ki so pomembne za vgradnjo. Besedilu smo dodali slike gradbenih elementov, tabele in grafe.

V drugem delu smo pravilno vgradnjo poskušali čim bolj natančno prikazati z video posnetki. V ta namen smo obiskali več gradbišč in posneli postopke vgrajevanja elementov. Posnetke smo uredili v smiselno celoto, jim dodali pomembnejše informacije in jih pripravili za objavo na spletu. Na koncu smo poskušali primerjati pravilno vgradnjo gradbenih elementov, ki jo zagovarjajo proizvajalci, in dejansko vgradnjo na gradbiščih. S tem nismo nikogar kritizirali, ampak smo poskušali zgolj opozoriti na napake, ki se pojavljajo pri vgrajevanju.

Rezultat moje diplomske naloge je tudi spletna stran, ki obsega video vsebine o vgrajevanju gradbenih elementov, nekaj teoretičnih osnov in možnost povezave s proizvajalci na enem mestu.

1.3 Osnovni pojmi

V SSKJ pod geselsko iztočnico »cesta« piše, da je to »širša, načrtno speljana pot, zlasti za promet z vozili« (SAZU, 2000).

Celotna konstrukcija ceste je sestavljena iz:

- spodnjega ustroja,
- voziščne konstrukcije,
- osnovnega odvodnjavanja,
- objektov (mostovi, viadukti, predori).

V tej diplomski nalogi smo opisovali elemente za izdelavo voziščne konstrukcije in elemente osnovnega odvodnjavanja.

Spodnji ustroj je skupno ime za nasipe in vkope in omogoča prenos obtežbe na nosilna tla. Zgornja površina spodnjega ustroja mora ustrezati po nosilnosti, zgoščenosti, nagibu, ravnosti. Le dobro pripravljen spodnji ustroj omogoča ustrezno in pravilno vgradnjo gradbenih elementov.

Na nasipu ali vkopu je nasuta posteljica debeline do 50 cm, ki je bolj zgoščena in manj občutljiva na zmrzovanje od vkopa ali nasipa.

Na spodnjem ustroju je zgrajen zgornji ustroj, in sicer cestišče z obcestjem, kamor spadajo naprave za odvodnjavanje, prometna oprema in servisne površine.



Slika 5: Utrditve sodobnih vozišč (Slokan, 2005).

Cestišče je del cestnega sveta med obema notranjima robovoma brežin vkopa ali nasipa in ga sestavljajo:

- vozišče,
- prometni pasovi za nemotorizirane udeležence,
- neprometni pasovi (razdelilni pasovi med smernima voziščema oziroma drugi ločilni pasovi),
- vzdolžne površine za zaščito vozišča (bankine),
- vzdolžne površine za zaščito in zagotavljanje funkcionalnosti cestišča (Iztok, 2005).

Vozišče sestavljajo prometni pasovi za vozila in robni pasovi z zadostnim zračnim prostorom za zagotavljanje gibanja vozil in varnosti prometa.

Voziščne konstrukcije se med seboj razlikujejo po številu in vrstah plasti. Te so odvisne od prometne obremenitve, klimatskih in hidroloških razmer, kakovosti vgrajenih materialov. Zgornje plasti so obrabno-zaporne plasti in služijo prenosu obtežbe na spodnje plasti ter zagotavljajo ustrezno torno sposobnost ter vidnost in ravnost. Spodnje plasti pa večinomaslužijo prenosu obtežbe na spodnje nosilne plasti.

2 GRADBENI ELEMENTI

V diplomski nalogi smo največji poudarek dali opisu gradbenih elementov za izdelavo obrabne plasti, robnikom in elementom za odvodnjavanje. Menim, da smo izbrali elemente, ki jih najboljše poznam in so tudi zelo pomembni pri gradnji cest. Za izdelavo obrabne plasti smo se v diplomski nalogi omejili na elemente za izdelavo tlakovanih obrabnih plasti. Opisali smo tlakovce iz cementnega betona, granitne kocke ter kremenov pesek in cementno-elastično maso za zapolnitev stikov.

Za izdelavo obrob se pogosto uporabljajo robniki iz cementnega betona in granitni robniki. V diplomski nalogi smo se omejili na opis zgolj teh dveh vrst robnikov, na tržišču pa se v ta namen uporablja še mnogo več podobnih izdelkov.

Elementi odvodnjavanja, ki smo jih opisali v diplomski nalogi, so: gibljive PE-HD drenažne cevi, revizijski jašek, rešetka iz duktilne kovine, linijske kanalete in perforirana cev iz cementnega betona.

2.1 Gradbeni elementi za izdelavo tlakovane obrabne plasti

2.1.1 Splošno

Obrabne plasti voziščnih konstrukcij so deli cestišča, ki prenašajo neposredno obremenitev prometa na cestno telo. Delimo jih na vezane in nevezane obrabne plasti.

Nevezane obrabne plasti se uporabljajo za manj obremenjene prometne površine ali pa zgolj za začasno utrditev vozne površine. Kamniti material je zgolj zgoščen na način, da omogoča prevzemanje osne obremenitve in je odporen na vremenske vplive. Za učinkovito nevezano obrabno plast je potrebno uporabiti ustrezno mešanico grobega in finega materiala. Med nevezane obrabne plasti štejemo:

- »telford«,
- klasični makadam,
- sodobnejša nevezana vozišča.

Vezane obrabne plasti se uporabljajo za bolj obremenjene prometne površine, ker so sposobne prenašati večje pritiske oziroma osne obremenitve. Zagotavljajo večjo obstojnost voziščne konstrukcije, zagotavljajo večjo prometno varnost. Za vezane obrabne plasti se uporabljajo:

- bitumizirane (asfaltne) zmesi,
- cementnobetonske zmesi,
- tlakovci, kocke, plošče ...

Pri izdelavi obrabne plasti je potrebno biti pozoren na ustrezen prečni nagib vozišča, ki omogoča zadostno odvodnjavanje in varno vožnjo.

Tabela 1: Minimalni nagibi obrabnih plasti (Vir: Juvanc, A, GEOMETRIJSKI ELEMENTI CESTNE OSI IN CESTIŠČA, 2005).

Obrabna plast	Minimalni prečni nagib (%)	Minimalni nagib za površinski odtok (%)
Asfalt	2,5 %	0,3 %
Makadam	4 %	
Cementnobetonska	2 %	0,2%
Tlakovana		0,3 %

Za tlakovana vozišča se uporabljajo različni naravni materiali in materiali iz cementnega betona:

- tlakovci iz naravnega materiala (granitne kocke),
- tlakovci iz cementnega betona,
- travne plošče iz cementnega betona,
- plošče iz naravnega kamna.

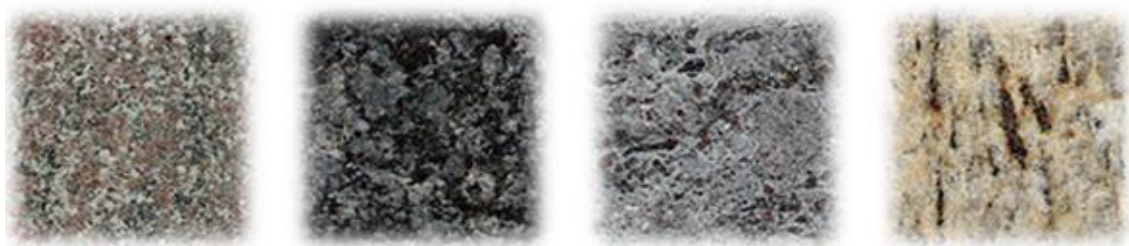
Ti materiali služijo samo kot obrabna plast, zato je potrebno veliko pozornost posvetiti izdelavi nosilne plasti. Nosilna plast je lahko vezana (cementni beton) ali nevezana (peščeno nasutje).

Glede na nosilno plast je pogojena tudi izbira tesnilnih mas. Če polagamo obrabno plast na vezani nosilni plasti, je potrebno stike zapolniti z bitumizirano ali cementno maso. Stike tlakovcev ali plošč, položenih na peščeni podlagi, pa zapolnimo s peskom ali elastično zalivno maso.

Pomembno je, da tlakovane površine ob robovih zaključimo z robnikom, da se ne morejo razmikati.

2.1.2 Granitne kocke

Granit je pogosto uporabljena kamnina v gradbeništvu. Spada v skupino magmatskih kamnin, ki jih delimo na globočnine in predornine. Uvrščamo ga v podskupino globočnine, kamor spadajo še manj znani tonalit, gabro, diorit. Za te vrste kamnin je značilna enakomerna razporeditev večjih ali manjših mineralov, ki so v 90 % silikati (spojine silicija, kisika, aluminija, natrija, kalija). Zaradi primesi je različnih barv: rožnate, rumenkaste, sive, zelenkaste barve. Največja nahajališča granita v svetu so v državah Skandinavije (Finska, Norveška, Švedska), v Španiji, Braziliji, Indiji in na Kitajskem.



Slika 6: Primeri granitov (VIR: Marnit d.o.o.).

Zaradi velike trdnosti in odpornosti na različne vremenske vplive ter kemikalije se granit večinoma uporablja v gradbeništvu. Majhna poroznost je pomembna lastnost granita, saj preprečuje pronicanje vode v notranjost in posledično zmrzovanje ter razpadanje.

Kocke različnih dimenzij se uporabljajo za tlakovanje voziščnih konstrukcij za lažje prometne obremenitve. Granit se v naravi nahaja v obliki večjih blokov nepravilnih oblik. S klanjem, sekanjem, rezanjem teh blokov na manjše dele se oblikujejo manjši bloki, plošče, kocke. Standardne dimenzije kock so 10 x 10 cm ali 8 x 8 cm, po potrebi pa se uporabijo tudi večje ali manjše dimenzije kock. Kocke so lahko klane (površina ni gladka, je neravna), rezane (rezana površina je ravna in gladka). Z

brušenjem in poliranjem se doseže fina gladka površina. Kocke polagamo glede na določen vzorec. Kocke so lahko položene v ravne linije, v obliki krožnega segmenta ali v obliki konjskega repa.



Slika 7: Granitne kocke.

Tabela 2: Osnovni podatki za granitne kocke (Vir: GRADBENI PRIROČNIK, 2008).

Dimenzije kock (cm)	Število kock za 1 m ² tlaka	Masa 1 kocke (kg)
5 x 5 x 5	331	0,34
6 x 6 x 6	237	0,58
7 x 7 x 7	177	0,93
8 x 8 x 8	137	1,38
10 x 10 x 10	91	2,7

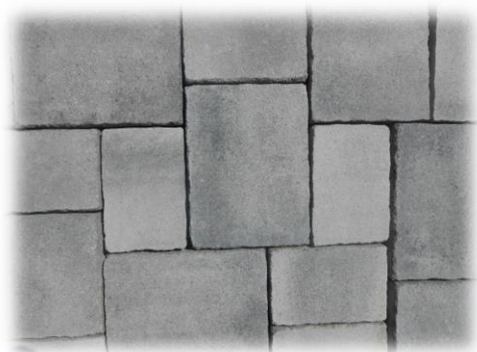
2.1.3 Tlakovci iz cementnega betona

Tlakovci iz cementnega betona so prefabricirani elementi za tlakovanje manj obremenjenih voziščnih konstrukcij, dvorišč, dovozov, pešpoti, parkov. Ker so običajno majhnega formata, so zelo uporabni za polaganje po neravnih površinah. Enostavno jih odstranimo in položimo v prvotno obliko.

Zaradi svoje sestave in oblike ne prenesejo zelo velikih točkovnih obremenitev. Glede na namen uporabe so tlakovci različnih debelin, in sicer od 5,5 do 7 cm. Stalno in močnejše obremenjevanje lahko povzročijo posedanje in dvigovanje tlakovcev, krušenje ali lomljenje. Za dobro tlakovano površino je najpomembnejša pravilna struktura in debelina spodnjih nosilnih plasti, v debelini od 20 do 40 cm.

Tlakovane površine zagotavljajo večjo prepustnost tal kot lite podlage. Njihova sestava omogoča večjo odpornost na višje temperature.

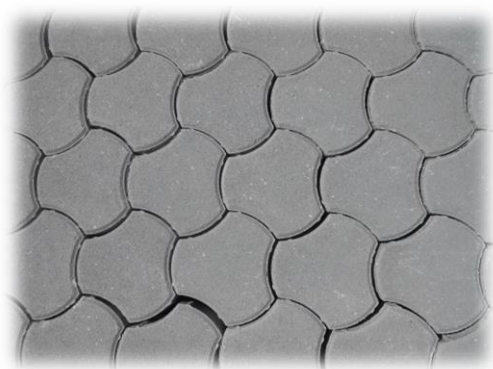
So dvoslojni, izdelani iz cementnega betona. Z različnimi dodatki in pigmenti proizvajalci omogočajo tlakovcem večjo zmrzlinško odpornost, odpornost proti soli, raznim oljem in raznobarvnost. S ščetkanjem, pranjem, peskanjem, cepljenjem se določijo strukture zgornje površine. Na tržišču obstaja mnogo različnih vrst tlakovcev. Ločimo jih po obliki, barvi, velikosti, debelini, po obliki robov.



Slika 8: Prvi primer pravokotnih tlakovcev.



Slika 9: Drugi primer pravokotnih tlakovcev.



Slika 10: Primer cementno - betonskih tlakovcev Y.

2.1.4 Kremenov pesek za zapolnitev stikov

Kremenov pesek je značilen silicijev oksid, ki se v naravi nahaja v obliki belega prahu. Kemijska formula je SiO_2 . Določeni kremenovi peski se v naravi nahajajo tudi v rumenkasti, sivkasti, rjavkasti, rožnati barvi. Barva peska je pogojena od kemične sestave, od vsebnosti železovih oksidov, titana. V kristalni obliki silicijev oksid poznamo kot kameno strelo. Najbolj značilna silicijeva oksida sta še silicijev dioksid in kvarc. Gostota kremenovega peska je $2,2 \text{ g/cm}^3$, njegovo tališče je pri $1650 \pm 65 \text{ }^\circ\text{C}$. Največja nahajališča kremenovega peska pri nas so v okolici Novega mesta, Bizeljskega, Puconcev, Moravcev. Pakiran je v vreče ali pa se transportira v razsutem stanju (WIKIPEDIJA).

Uporaba kremenovega peska je zelo široka, in sicer se uporablja v livarstvu, vrtnarstvu, v gradbeništvu, za izdelavo športnih površin. V gradbeništvu se uporablja za izdelavo tlakovcev, betona, malte, epoksi tlakov, fugiranje tlakovanih površin, gradbenih lepil, peskanje. Uporaba v gradbeništvu je pogojena z granulacijo peska.

Največja prednost fugiranja s kremenovim peskom je enostavna vgradnja. Tlakovana površina je sposobna večjega dreniranja kot pri uporabi drugih fugirnih mas. Prav ta zračnost in omogočanje pronicanja vode pa povzroča tudi obraščanje s plevelom. To rešimo z različnimi tkaninami v spodnjih plasteh podlage (t.i. filc).

Tabela 3: Primer kremenovega peska (Vir: Tehnični list Fuga sand 80, 2015), (SLOVENSKI INŠTITUT ZA STANDARDIZACIJO, 2016).

Bistvene značilnosti	Lastnost	Harmonizirana tehnična specifikacija
Nazivna velikost delcev	0,1 – 0,8 mm	
Zrnavostna sestava	Presevek skozi sito	<u>EN 933-1: 2012</u> ; preizkusi geometričnih lastnosti agregatov, 1. del: ugotavljanje zrnivosti – metoda sejanja
1,6 mm	100 %	
1,25 mm	97–100 %	
0,8 mm	75–85 %	
0,5 mm	40–50 %	
0,1 mm	0–5 %	
0,063 mm	0–3 %	
Prostorninska masa zrn	$2,6 \text{ Mg/m}^3$	<u>EN 1097-6: 2013</u> ; preizkusi mehanskih in fizikalnih lastnosti agregatov, 6. del: določanje prostorninske mase in vpijanja vode
Vpijanje vode	0,6 %	
Ekvivalent peska	72 %	<u>EN 933-8: 2012</u> ; preizkusi geometričnih lastnosti agregatov, 8. del: ugotavljanje finih delcev – ekvivalent peska
Preizkus z metilen-modrim	MB = 0,2 g/kg	<u>EN 933-9: 2009</u> ; preizkusi geometričnih lastnosti agregatov, 9. del: ugotavljanje

Bistvene značilnosti	Lastnost	Harmonizirana tehnična specifikacija
		finih delcev – preizkus z metilen-modrim
Vsebnost kloridov	0,009 %	EN 1744-1: 2010; preizkus kemičnih lastnosti agregatov, 1. del: kemijska analiza - določitev vsebnosti kloridov
Vsebnost žvepla	0,6268 %	EN 1744-1, 11.: 2010; preizkus kemičnih lastnosti agregatov, 11. del: kemijska analiza – določitev skupnega žvepla

2.1.5 Cementno- elastična zmes za zapolnitev stikov

Cementno elastične zmesi so mešanice cementa, določenega agregata drobne zrnivosti, umetnih smol in raznih dodatkov (barvil, dodatkov proti plesni, soli ...). Uporabljamo jih za fugiranje cementno betonskih tlakovcev, naravnega kamna, robnikov.

Zapolnitev stikov z elastičnimi zmesmi je potrebno izvesti na mestih, kjer so predvideni večji pomiki obrabne plasti zaradi toge povezave s cementno malto.

Zelo pomembno je, da na površinah, kjer je mogoče pričakovati večje vplive vode, olja, goriva, uporabimo elastične zmesi iz cementne malte.

Za zapolnitev stikov med kockami in tlakovci se uporabljajo razne fugirne mase. Te se v osnovi razlikujejo po sestavi oziroma osnovni komponenti. Najbolj uporabljene so:

- cementne fugirne mase,
- epoksidne fugirne mase,
- silikonske fugirne mase,
- poliuretanske fugirne mase.

Za boljšo sprejemljivost fugirne mase s tlakovci se uporabljajo prednamazi. Večina nazivov elastičnih fugirnih mas se konča z besedo »flex«, kar v angleškem jeziku pomeni elastičen (npr. Mapeflex, Sikaflex ...). Ker jih uporabljamo na zunanjih površinah, so vse te mase zmrzlinško odporne. Pomembno je, da jih skladiščimo v suhih prostorih.

Za uporabo teh mas je potrebno natančno upoštevati navodila proizvajalca. Minimalna debelina fuge je običajno od 3 do 5 mm, maksimalna pa od 30 do 50 mm. Stiki med tlakovci ali kockami morajo biti pred zalitjem očiščeni.

Tabela 4: Primerjava lastnosti elastičnih cementnih mas (BAUMIT, 2011), (MAPEI, 2013), (WEBER, 2014), (JUB, 2016).

	Baunit Pflasterfugenmortel	Mapei Keracolor GG	Weber Color perfekt	Jub akrinol fugalux 1–10
Gostota (kg/m ³)	2000	2000	ni podatka	1800
Zagotovljena pohodnost	3 dni	24 ur	24 ur	12 ur
Dovoljena maks. obremenitev	21 dni	7 dni	Ni podatka	7 dni
Krčenje (mm)	< 2	< 2	< 2	< 2

2.2 Robniki

Robniki so elementi za višinsko ločitev vzdolžnih površin na cestišču ali pa elementi za ločevanje dveh različnih nasipnih materialov. Element robnik sestavljata robnik in širina zaščitnega pasu ob robniku (Rijavec, 2005).

Robniki so lahko iz različnih umetnih in naravnih materilov, npr. iz:

- cementnega betona,
- bitumiziranega betona,
- naravnega kamna (granit, apnenec ...),
- umetnih materialov.

2.2.1 Robniki iz cementnega betona

Robniki iz cementnega betona so narejeni iz točno določene betonske mešanice, ki zagotavlja ustrezno trdnost in odpornost na vremenske vplive. Zgornji sloj je izdelan iz čistega kremenčevega peska, zato so odporni proti zmrzovanju in solem.

Betonski robniki so cenovno ugodni, izdelani so iz naravi neškodljivih materialov, so enostavni za vgradnjo in brez težav kljubujejo vremenskih vplivom.

Glede na namen uporabe ločimo vrtno in cestne robnike, in sicer po obliki in dimenzijah.

Vrtni robniki se uporabljajo za razmejevanje pohodnih od ostalih površin na dvoriščih, vrtovih, terasah, parkih. Kolesarski robniki so namenjeni zaključevanju tlakovanih ali asfaltiranih površin pri kolesarskih stezah. So pravokotne oblike, na vrhu so lahko zaokroženi ali pa imajo prstrižene vogale.

Robniki so običajno dolgi 1 m, široki od 5 do 8 cm in visoki med 20–30 cm. Na vrhu so lahko zaokroženi ali ravni (slika 11 in slika 12). Upogibna trdnost vrtnih robnikov je 3,5 MPa.



Slika 11: Vrtni robnik 8/20/100 cm.



Slika 12: Vrtni robnik 5,5/25/100 cm.

Cestni robniki se uporabljajo predvsem na javnih cestah, dovoznih cestah, za izdelavo pločnikov, cestnih otokov. Imajo značilno obliko z eno poševno stranico, kar pomeni, da so na vrhu vedno ožji kot spodaj. Širina robnika se vedno izmeri spodaj, kjer je robnik širši. Cestni robniki imajo upogibno trdnost večjo kot vrtni robniki in znaša 5 MPa. Pri gradnji cest se najpogosteje uporabljajo robniki širine 10, 12 ali 15 cm. Robniki širine 6 ali 8 cm pa se uporabljajo manj. Visoki so 25 cm. Za polaganje krivin se uporabljajo krajši robniki dolžine 25, 33 ali 50 cm. Za izdelavo odtokov se uporabljajo odtočni robniki 15/25/1000 cm z že izrezano iztočno odprtino. Če robnik (12/25/100 ali 15/25/100) položimo na ploskev, ga lahko uporabimo kot povozni robnik. Cestni robniki so lahko brez utorov za spajanje ali pa z utorom. Utor še dodatno zmanjša možnost, da bi se robnik prevrnil.



Slika 13: Cestni robnik.

Robniki morajo biti izdelani in preizkušeni po evropskem standardu SIST EN 1340:2003, Betonski robniki – Zahteve in preizkusne metode (SLOVENSKI INŠTITUT ZA STANDARDIZACIJO, 2016).

2.2.2 Granitni robniki

Granitni robniki so elementi za ločevanje različnih vrst prometnih in drugih površin. Granit je naraven material in je zelo odporen na vremenske vplive. Zelo dobro prenaša delovanje raznih kemičnih snovi, soli. Zaradi naravnega videza in velike tlačne trdosti se granitni robniki vedno več uporabljajo za izgradnjo pločnikov, mostov, kolesarskih poti. Ker gre za naraven material, so granitni robniki lahko v različnih barvnih odtenkih (svetlo siva, temno siva, zelenkasta ...).

Robnike pridobivajo iz večjih kosov granita, z rezanjem ali klanjem. Glede na način pridobivanja ločimo:

- rezane (slika 14),
- klane (slika 15).



Slika 14: Rezan vrtni granitni robnik.



Slika 15: Klan granitni robnik.

Glede na namen uporabe ločimo:

- vrtno granitne robnike,
- cestne granitne robnike.

Vrtni granitni robniki se uporabljajo za urejanje dvorišč, parkov. Dimenzije vrtnih robnikov so 7/18, 5/15, 3/15 cm. Lahko so klani ali pa rezani.

Cestni granitni robniki se uporabljajo za izdelavo pločnikov, mostov. Tudi cestni robniki so lahko klani ali rezani. Najbolj pogosto uporabljene dimenzije cestnih robnikov so: 25/15/100, 11/13/20/100, 16/20/23/100 cm. Podobno kot pri cementno betonskih robnikih si tudi pri granitnih robnikih lahko pomagamo s krajšimi robniki (četrtinke, polovičke). Za izdelavo neravnih linij ali krožnih zaključkov se uporabljajo posebni granitni robniki s krožnim lokom.



Slika 16: Rezan cestni robnik.



Slika 17: Granitni robnik za neravne linije.

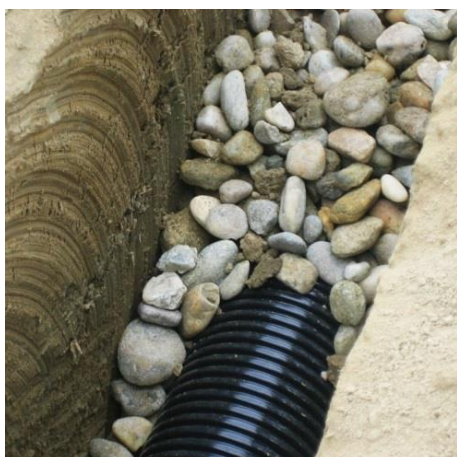
2.3 Gradbeni elementi za odvodnjavanje

2.3.1 Splošno

Odvodnjavanje je sistem rešitev za odvajanje odvečne vode oziroma druge tekočine iz objekta. V primeru ceste gre za odvajanje padavinske vode ali t.i. komunalne odpadne vode iz cestnega telesa in zaščito ceste pred t.i. tujimi vodami. V osnovi ločimo površinsko in globinsko odvodnjavanje (slika 18 in slika 19).



Slika 18: Površinsko odvodnjavanje.



Slika 19: Globinsko odvodnjavanje.

Površinsko odvodnjavanje varuje cestno telo pred vodami, ki v obliki padavin padejo na cestno telo ali bližnjo okolico in ogrozijo njegovo trajnost. V ta namen se izdelujejo:

- jarki (segmenti, trapezni, trikotni ...),
- vtočni jaški,
- koritnice (robna, trikotna),
- mulde,
- zadrževalniki,
- kanalete.

Jarki so zelo enostaven gradbeni objekt za zbiranje in odtekanje vode iz cestišča. Lahko se obložijo z lomljencem, ploščami iz cementnega betona, kockami iz silikatnih kamnin, tlakovci iz cementnega betona ali pa uporabijo kanalete iz cementnega betona.

Vtočni jaški se uporabljajo za zbiranje oziroma sprejemanje vode, ki se iz cestišča zbira v muldah, koritnicah, jarkih in odvajanje te vode iz cestnega telesa. Ločimo več oblik vtočnih jaškov, in sicer:

- vtočni jašek z vtokom pod vtočnim robnikom,
- vtočni jašek z rešetko,
- vtočni jašek s čelnim vtokom,
- vtočni jašek s stranskim vtokom,
- linijski vtočni jašek oziroma kanaleta.

Koritnice so lahko izdelane iz prefabriciranih betonskih elementov ali pa se naredijo na licu mesta. Koritnice se uporabljajo v vkopih, na avtocestah in cestah v naseljih. Voda se izteka neposredno iz cestišča in se skozi vtočni jašek ali kanalete spelje iz cestnega telesa.

Mulda je zelo enostavna rešitev za odvajanje vode iz cestišča na cestah izven naselij, npr. na parkiriščih in vkopih. Običajno se izdeluje s specialnim valjarjem, skupaj z asfaltiranjem cestišča. Glede na načine izvedbe ločimo:

- asfaltne mulde,
- betonske mulde,
- tlakovane mulde.

Kanaleta je prefabriciran betonski element za odvodnjavanje površinske vode na strmih pobočjih. Za odvodnjavanje prometnih površin in površin umirjenega prometa se uporabljajo tudi sistemi linijskih kanalet iz drugih materialov (polimerni beton, umetne PVC mase, lito železo ...). Rešetke na kanaletah tik ob ali na vozišču omogočajo nemoteno vožnjo vozil.

Globinsko odvodnjavanje je namenjeno izboljšanju hidroloških razmer v območju cestnega telesa. Z njimi se preprečuje dotok vode v cestno telo ter zagotavlja znižanje gladine in odvajanje podzemne vode. S tem pa se tudi pospeši konsolidacija ter stabiliziranje in izboljšanje nosilnosti zelo stisljivih, malo prepustnih ter slabo nosilnih vezljivih zemljin (STIGMA d.o.o., 2006).

Za globinsko odvodnjavanje se uporabljajo:

- drenaže (plitve, globoke, prečne, vzdolžne),
- razni cevovodi,
- kanalizacija (mešan ali ločen sistem) .

Kanalizacija: kanalizacijski sistem odvaja padavinske vode, ki se zbirajo v vtočnih jaških iz muld, koritnic, kanalet v sprejemnike (tekoče vode, stoječe vode). Kanalizacijske cevi in jaški so iz različnih vrst betona, umetnih materialov: PVC, CPE (centrifugirani poliester), PP (polipropilen), PE (polietilena), nodularne litine ... Na splošno ločimo mešani in ločeni sistem, in sicer pri mešanem sistemu odvajamo fekalno in meteorno vodo skupaj, pri ločenem pa po ločenih cevovodih.

Revizijski jaški so del sistema globinskega odvodnjavanja in omogočajo:

- združevanje cevovodov,
- čiščenje in pregledovanje cevovodov,
- vzdrževanje cevovodov.

Prepust je element odvodnjavanja, s katerim omogočamo prehajanje vode skozi cestno telo prečno na os cestnega telesa. Ločimo:

- cevni prepust,
- škatlast prepust,
- obokani prepust.

Velikost prepusta in oblika sta odvisna od pretoka vode, ki jo želimo odvajati skozi prepust. Materiali, ki se uporabljajo za prepust, so: armiran beton, jeklo, umetni materiali, ... Prepust pa omogoča tudi prehod živali, ljudi in vozil, če je dovolj velik.

Globinsko odvodnjavanje z drenažami je namenjeno izboljšanju hidroloških razmer v območju cestnega telesa. Z njimi se preprečuje dotok vode v cestno telo ter zagotavlja znižanje gladine in odvajanje podzemne vode. S tem se pospeši konsolidacija ter stabiliziranje in izboljšanje nosilnosti slabo nosilnih tal. Drenažni sistem mora delovati pravilno, ker so posledice ob nepravilnem delovanju lahko še slabše. V osnovi ločimo:

- vzdolžne in prečne drenaže,
- vertikalne drenaže in kole.

Za dreniranje se uporabljajo sledeči materiali:

- perforirane armirane ali nearmirane betonske cevi,
- drenažne cevi iz umetnih materialov (PE, PEHD, PVC cevi),
- prodec, drobir oziroma lomljenec večjih frakcij.

Izbira materiala in dimenzije cevi so odvisne od količine vode, ki jo je potrebno odvesti iz cestnega telesa.

2.3.2 Drenažne in drenažno-kanalizacijske cevi iz umetnih materialov

Gibljive cevi iz umetnih materialov so element za izdelavo globinskih drenaž. Osnovne funkcije drenažnih cevi so zbiranje, kanaliziranje in transport odvečne vode. Drenažne cevi imajo zgolj funkcijo zbiranja vode, medtem ko drenažno-kanalizacijske omogočajo tudi odvajanje te vode izven cestnega telesa. Drenažno-kanalizacijske cevi so delno perforirane (220° ali 120° po obsegu cevi), drenažne pa so perforirane po celem obsegu. Cevi se razlikujemo glede na obodno togost in sicer SN 4 (4 KN/m²), SN 8 (8 KN/m²), SN 16 (16 KN/m²) ter glede na nazivni premer (DN). Ločimo več vrst drenažnih cevi glede na namen uporabe in obliko cevi:

- gibljive polietilenske (PE-HD) drenažne cevi (npr. tip Stidren),
- toge (trde) PVC drenažne (D) in drenažno-kanalizacijske (DK) cevi (npr. tip Todren),
- gibljive polivinil-kloridne (PVC-U) drenažna cev v kolutu.

Polietilenske (PE-HD) cevi so dvoplastne, izdelane iz polietilena (PE-HD). Zunanost cevi je narebrčena, notranost pa je gladka (slika 20). Glede na razporeditev odprtin za vstop vode v cev ločimo, npr. cevi proizvajalca Stigma d.o.o.:

- Stidren D: odprtine za dotok vode so po celem obodu cevi in so namenjene zgolj dreniranju vode.

- Stidren DD: odprtine za dotok vode so razporejene samo po zgornjem krožnem 220 ° obodu cevi in poleg dreniranja omogočajo tudi varovanje in odvajanje vode po cevi.
- Stidren DK: odprtine za dotok vode so razporejen po zgornjem 120° obodu cevi. Imenujemo jih drenažno-kanalizacijske cevi in poleg dreniranja omogočajo tudi zbiranje in odvajanje vode. Spoji pri DK-ceveh so zatesnjeni s tesnilnimi obroči.

Običajno jih spoznamo po črni barvi in zeleni označbi v obliki ravne črte. Pri položeni cevi mora biti označba na vrhu. Stidren cevi so namenjene odvajanju večjih količin vode iz večjih površin (avtoceste, predori, območja letališč). Zaradi dobre odpornosti na razne dinamične in statične vplive so cevi primerne za vgradnjo v bolj zahtevne drenažne sisteme na večjih bolj obremenjenih prometnih površinah. Cevi so enostavne za vgradnjo, so lahke, spajamo jih s spojkami.



Slika 20: PE-HD gibljiva drenažna cev.

Toge drenažne cevi, npr. Todren (proizvajalec TOTRA PLASTIKA d.o.o.) cevi so lahko drenažne (oznaka D) ali kanalizacijsko-drenažne (DK). Drenažne cevi se uporabljajo za drenažno odvajanje vode iz vseh vrst prometnih površin. Izdelujejo se 5 m dolge cevi nazivnega premera DN 80, DN 100, DN 125 in DN 160. Drenažno-kanalizacijske cevi se ločijo samo glede na nazivni premer cevi, in sicer so premera DN 200, DN 250 in DN 355. Poleg funkcije površinskega odvajanja prometnih površin imajo tudi funkcijo drenažnega odvodnjavanja. Izdelane so iz trde plastike in so zato zelo toge. Za njih je značilna posebna oblika z ravnim dnom. Zgornji del cevi je prav tako perforiran, spodnji del pa je poln. So značilno modre barve, namesto spojke pa imajo končni del cevi dodatno razširjen v t.i. »mufno«.



Slika 21: Cev Todren

Polivinil-kloridne (PVC-U) drenažne cevi v kolutu so izdelane iz polivinil klorida (PVC-U) in zato delujejo zelo plastično. Običajno so rumene barve in so navite na kolutu. Cevi so narebričene znotraj in zunaj. Ker so izdelane iz bolj krhkega materiala, so bolj občutljive na udarce, težje pa jih je tudi oblikovati po neravninah. Na kolutu je običajno navite 50 m cevi z eno spojko premera od DN 80 do DN 160 mm. Spajajo se z ustreznimi spojkami (STIGMA d.o.o., 2006).



Slika 22: Polivinil-kloridna (PVC-U) drenažna cev

2.3.3 Revizijski jašek

2.3.3.1 Splošno

Revizijski jašek je gradbeni element, ki se uporablja za:

- menjavo smeri cevovoda,
- združevanje kanalskih vej,
- redna vzdrževalna dela, zračenje, čiščenje cevovoda,
- zračenje (Žitnik, 2008).

Glede na material, iz katerega so narejeni, ločimo jaške iz:

- cementnega betona,
- armiranega cementnega betona,
- polietilena (PE),
- polipropilena (PP),
- poliestra,
- iz drugih umetnih mas.

V osnovi jašek delimo na:

- bazo jaška,
- nastavek jaška,
- konus,
- nastavek pokrova,
- pokrov.

Jaški morajo biti dovolj veliki za normalna vzdrževalna dela. Jaški višine od 1,5 do 2 m morajo imeti notranji premer v spodnjem delu vsaj 100 cm. Za globine do 1,8 m zadošča notranji premer jaška 80 cm. V zgornjem delu so jaški ožji. Minimalna širina mora biti 80 cm.

Dno jaška je betonirano in oblikovano tako, da omogoča nemoten pretok. Jašek mora ležati na podloženem betonu debeline vsaj 10 cm.

Največja razdalja med zaporednimi jaški znaša 100 notranjih premerov cevi cevovoda, oziroma ne več kot 50 m za neprehodne kanale in 100 m za prehodne kanale.

Predvsem pri kanalizacijskih vodih morajo biti jaški in priključki kanalov vodotesni.

2.3.3.2 Jašek iz cementnega betona krožnega prereza

Jašek iz cementnega betona krožnega premera je sestavljen iz :

- baze jaška,
- nastavka jaška,
- konusa,
- nastavka pokrova iz armiranega betona,
- AB obroča z LTŽ pokrovom (litoželezni).

Bazo jaška in nastavka jaška predstavlja betonska cev, ki je lahko višine 100 cm ali 50 cm. Po potrebi se lahko tudi odreže na potrebno višino. Lahko je armirana ali nearmirana. Običajno so armirani jaški nazivnega premera DN 100 in več. Ker se jaški uporabljajo za različne namene (hišni jašek, revizijski jašek), je tudi potreba po velikosti jaška različna. Za hišne jaške se uporabljajo jaški nazivnega premera DN 40, DN 50 ali DN 60. Za večje jaške pa se uporabljajo cevi premera DN 80, DN 100, DN 120 in večje cevi. V pomoč pri določanju prave višine jaška so nam tudi izdelane cevi višine 50 ali 40 cm. Debelina stene jaškov je različna in je odvisna od nazivnega premera jaška. Jašek je na vrhu zreduciran s konusom, na katerega položimo še pokrov (slika 23).

V osnovi je betonska cev brez vtočnih in iztočnih odprtin. Vtočne in iztočne glave pripravimo na mestu vgrajevanja z rezanjem. Tipski betonski jaški imajo vtočne in iztočne glave že predpripravljene glede na zahteve v projektu. Manjši problem pri betonskih jaških je zagotavljanje vodotesnosti na vtočnih in iztočnih glavah.

Montaža betonskih jaškov ima prednosti in slabosti. Prednost je v tem, da je jašek masiven in je zelo stabilen, ko ga položimo na posteljico. Slabost pa je prav v njegovi teži. Vgrajevanje je potrebno z gradbenih strojem ali dvigalom. Kasnejše manipulacije z njim so skoraj nemogoče.



Slika 23: Tipski jašek s konusom (NIVO Gradnje in ekologija d.d. Celje, 2016).



Slika 24: Tipični betonski jašek z vtokom in iztokom (NIVO Gradnje in ekologija d.d. Celje, 2016).

2.3.3.3 Jašek iz umetne mase krožnega prereza

Jaški so narejeni iz umetne mase, kar jim zagotavlja:

- dolgo življenjsko dobo,
- odpornost na razne kemikalije, odpadne vode,
- odpornost proti obrabi,
- vodotesnost,
- enostavno vgradnjo z možnostjo prilagajanja višine,
- enostavno sestavljanje jaškov in priklop priključkov,
- enostaven transport,
- lahko manipulacijo (ročna manipulacija).

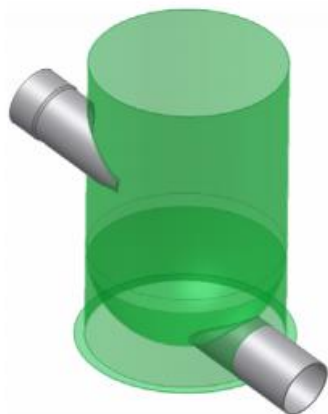
Izdelani so lahko iz poliestra, polietilena (PE) in polipropilena (PP). Glede na funkcije, ki jih revizijski jašek opravlja, ločimo:

- umirjevalni jašek,
- kaskadni jašek,
- sedlasti jašek,
- hišni jašek.



Slika 25: Primer PE jaškov (ALPRO d.o.o., 2014).

Umirjevalni jašek (slika 26) je namenjen umirjanju pretoka predvsem na strmih pobočjih. Specifična oblika dna ter tangencialni vstopni priključek nevtralizirata udar vodne mase in zmanjšata hitrost pretoka. Izdelani so iz polipropilena ali polietilena. Notranji premer jaška je od 400 do 1100 mm in več. Vstopni in izstopni priključek je pod standardnim naklonom. Na jašek je možno priklopiti PVC, PE in PP cevi, betonske cevi ...



Slika 26: Umirjevalni jašek (REGENERACIJA d.o.o., 2007).

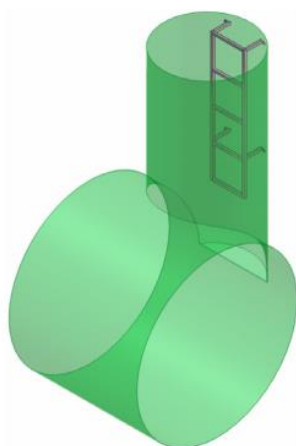
Hišni jaški so namenjeni manjšim hišnim priključkom. Običajno so premera 400 mm, 500 mm ali 600 mm.

Kaskadni jašek (slika 27) je posebna oblika revizijskega jaška. Osnovna funkcija kaskadnega jaška je podobna funkciji vseh revizijskih jaškov. Omogoča združevanje cevovodov, spreminjanje smeri, premera cevi, vzdrževalna dela na cevovodu. Najpomembnejša funkcija kaskadnega jaška pa je premoščanje večjih višinskih razlik med vtočno in iztočno cevjo. Posebnost tega jaška je v tem, da zgornjo dovodno cev dodatno povežemo z dnom jaška z dodatno cevjo. Ta dodatna cev odvaja sušni odtok in delno razbremeni preliv. Dno jaška je potrebno ustrezno zavarovati pred erozijo.



Slika 27: Kaskadni jašek iz poliestra.

Sedlast jašek (slika 28) je jašek, ki omogoča večje pretoke. Spodnji del jaška predstavlja neprekinjena pretočna cev (PVC, PE, betonska) premera od 300 do 2400 mm. Jaški se uporabljajo v večjih sistemih za lažje vzdrževanje cevovoda.



Slika 28: Sedlast jašek (REGENERACIJA d.o.o., 2007).

Glavna prednost jaškov iz umetnih mas je njihova majhna teža. Jaški krožnega prereza so deklarirani po notranjem premeru jaška (DN 400, DN 625, DN 800, DN 1000 ...). Višina jaška je določena v projektu. Določeni jaški imajo že izdelane vtoke in iztoke, kar omogoča hiter in enostaven priklop na omrežje. Število vtokov, iztokov, usmerjenost in velikosti so podani v projektu.

Jašek je pokrit s pokrovom iz polietilena ali iz duktilne litine v primeru večjih obremenitev. Pokrov iz duktilne litine je obbetoniran v armiranem betonskem vencu(slika 29).



Slika 29: Jašek iz poliestra z obbetoniranim pokrovom.

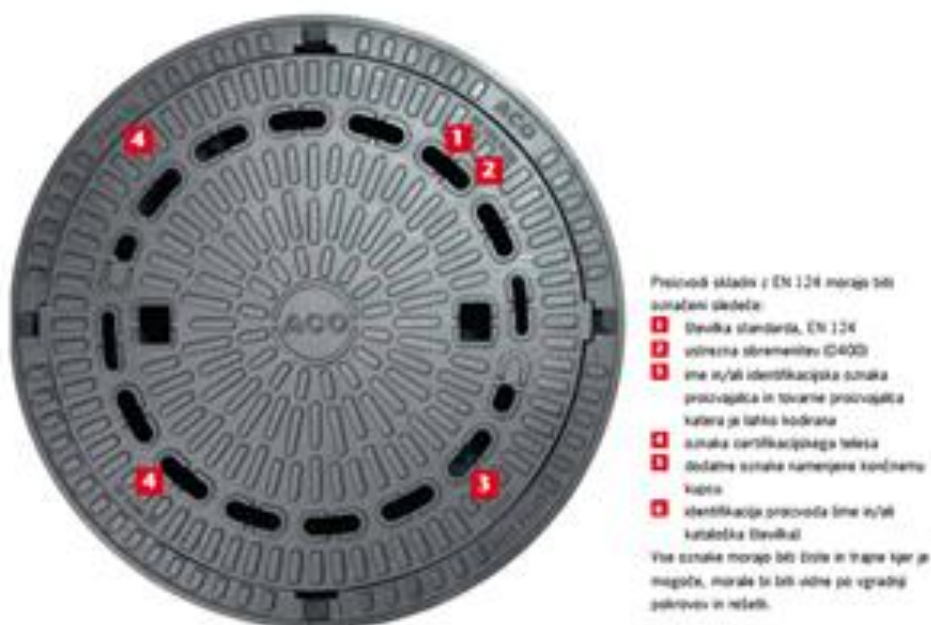
2.3.4 Pokrov jaška ali rešetka iz duktilne litine

Duktilna ali nodularna litina spada v skupino železovih litin. Železove litine ali lito železo so zlitine železa z ogljikom in dodatkom silicija. Duktilna litina nastane s postopki cepljenja, ki povzročijo tvorbo grafita v obliki drobnih kroglic. Nodularna litina ima odlične mehanske lastnosti, odporna je na zunanje vplive in je cenovno dokaj ugodna (WIKIPEDIJA, 2016).

V gradbeništvu se uporabljajo številni izdelki iz duktilne litine. V cestogradnji so nepogrešljivi pokrovi in rešetke iz te litine. Ti pokrovi so sposobni prenašati velike osne obremenitve, so zelo odporni proti obrabi in drugim zunanjim vplivom. Pokrovi so lahko okrogli, kvadratni ali pravokotni, rešetke pa so običajno kvadratne oblike. V spodnjih tabelah so podane dimenzije pokrovov in rešetk, njihova nosilnost in oznaka artikla, ki označuje različne tipe. (slika 30-33)

Vsaka rešetka ali pokrov mora imeti ustrezne označbe za:

- razred obremenitev (2),
- številko standarda (1),
- oznako proizvajalca in tovarne proizvajalca (3),
- dodatne oznake za kupca (kanalizacija, elektrika,...) (4).



Slika 30: Oznake na LTŽ pokrovu (ACO Gradbeni elementi, 2015).

	NOSILNOST	DIMENZIJE	ARTIKEL	ZAKLEP	PROTIHRUPNI VLOŽEK	TESNILNA GUMA	VIJACEN POKROV	BETONSKI VENEC	POSEBNOSTVVTI	STRAN
	CAPACITY	DIMENSIONS	ARTICLE	LOCKING SYSTEM	NOISE BARRIER INPUT	TIGHTENING	SCREW COVER	CONCRETE RING	SPECIALITIES	PAGE
OKROGLI/ROUND	B 125 kN	Ø 600	600	x	x	x	x	✓		22
	B 125 kN	Ø 600	601	x	x	x	x	✓		23
	B 125 kN	Ø 450	610	x	x	x	x	x		24
	B 125 kN	Ø 600	611	x	x	x	x	x		25
	B 125 kN	Ø 500	621	x	x	✓	✓	x	PREČKA Z VIJAKOM / BOLTED CROSSBAR	26
	B 125 kN	Ø 500	622	x	x	x	x	x		27
	C 250 kN	Ø 600	603	✓	✓	x	x	✓		34
	C 250 kN	Ø 600	603 B.L.	✓	✓	x	x	✓		35
	D 400 kN	Ø 600	602	x	x	x	x	x		49
	D 400 kN	Ø 600	604	✓	✓	x	x	✓	OPOLJA VIJAČENJA/ BOLT OPTICNA	50
	D 400 kN	Ø 600	605	✓	✓	x	x	✓	OPOLJA VIJAČENJA/ BOLT OPTICNA	51
	D 400 kN	Ø 600	607	x	x	✓	✓	✓	VODOTESEN/ WATER TIGHT	52
	D 400 kN	Ø 600	634	✓	✓	x	x	x		53
	D 400 kN	Ø 600	635	✓	✓	x	x	x		54
	D 400 kN	Ø 600	644	✓	✓	x	x	x		55
	D 400 kN	Ø 600	645	✓	✓	x	x	x		56
	D 400 kN	Ø 600	654	✓	✓	x	x	x		57
	D 400 kN	Ø 600	655	✓	✓	x	x	x		57
D 600 kN	Ø 600	606	x	x	✓	✓	✓		66	

Slika 31: Tabela okroglih LTŽ pokrovov (LIVAR d.d., 2016).

	NOSILNOST	DIMENZIJE	ARTIKEL	ZAKLEP	PROTIHRUPNI VLOŽEK	TESNILNA GUMA	VLAČEN POKROV	BETONSKI VENEC	POSEBNOSTI	STRAN
	CAPACITY	DIMENSIONS	ARTICLE	LOCKING SYSTEM	NOISE BARRIER INPUT	TIGHTENING	SCREW COVER	CONCRETE RING	SPECIALITIES	PAGE
KVADRATNI/SQUARE	A 15 kN	350 x 350	500 A	x	x	x	x	x		10
	A 15 kN	350 x 450	500 B	x	x	x	x	x		11
	A 15 kN	600 x 600	501	x	x	x	x	x		12
	B 125 kN	600 x 600	502	x	x	x	x	x		16
	B 125 kN	400 x 400	513	x	x	x	x	x	OLJNI ŽLEB / OIL GUTTER	17
	B 125 kN	500 x 500	520	x	x	x	x	x		18
	B 125 kN	600 x 600	803	✓	✓	✓	x	x		19
	B 125 kN	600 x 1300	811	✓	✓	✓	x	x	SNEMLJIVA PREČKA, VLAČEN OKVIR / DETACHABLE CROSSBAR, BOLTED FRAME	20
	B 125 kN	800 x 800	903	x	x	x	x	x	VLAČEN OKVIR / BOLTED FRAME	21
	C 250 kN	600 x 600	503	✓	✓	x	x	x		32
	C 250 kN	500 x 500	521	x	x	x	✓	x		33
	D 400 kN	600 x 600	504	✓	✓	✓	x	✓		44
	D 400 kN	600 x 600	802 A	✓	✓	✓	✓	x		45
	D 400 kN	600 x 600	804	✓	✓	✓	x	x		46
	D 400 kN	600 x 1300	812 A	✓	✓	✓	✓	x	POKROVA VLAČENA, SNEMLJIVA PREČKA, VLAČEN OKVIR / PROTECTED COVER, DETACHABLE CROSSBAR, BOLTED FRAME	47
D 400 kN	800 x 800	904	x	✓	x	✓	x	SNEMLJIVA PREČKA, VLAČEN OKVIR / DETACHABLE CROSSBAR, BOLTED FRAME	48	

Slika 32: Tabela kvadratnih LTŽ pokrovov (LIVAR d.d., 2016).

	NOSILNOST	DIMENZIJE	ARTIKEL	ZAKLEP	PROTIHRUPNI VLOŽEK	TESNILNA GUMA	VLAČEN POKROV	POSEBNOSTI	STRAN
	CAPACITY	DIMENSIONS	ARTICLE	LOCKING SYSTEM	NOISE BARRIER INPUT	TIGHTENING	SCREW COVER	SPECIALITIES	PAGE
REŠETKE / GRATINGS	B 125 kN	Ø 600	703	x	x	x	x		28
	C 250 kN	300 x 300	700	✓	x	x	x	MOŽEN PESKOLOV / OPTION DIRT CATCHER	36
	C 250 kN	400 x 400	705	x	x	x	x		37
	C 250 kN	400 x 400	706	x	x	x	x		38
	C 250 kN	500 x 200	711	✓	x	x	x		39
	C 250 kN	500 x 100	721	✓	x	x	x	S KANALET / WITH CHANNEL	40
	C 250 kN	500 x 200	723	✓	x	x	x	S KANALET / WITH CHANNEL	41
	D 400 kN	400 x 400	701	✓	x	x	x	MOŽEN PESKOLOV / OPTION DIRT CATCHER	58
	D 400 kN	400 x 400	701 B	✓	x	x	x		59
	D 400 kN	400 x 400	702	✓	x	x	x	MOŽEN PESKOLOV / OPTION DIRT CATCHER	60
	D 400 kN	400 x 400	702 B	✓	x	x	x		61
	D 400 kN	Ø 600	704	✓	x	x	x		62
	D 400 kN	500 x 300	724	✓	x	x	x	S KANALET / WITH CHANNEL	63

Slika 33: Tabela LTŽ rešetk (LIVAR d.d., 2016).

Rešetke so element površinskega odvodnjavanja za odtekanje vode iz cestnega telesa. Njihova funkcija je odvajanje vode, ki se pred tem zbere v muldah, koritnicah, kanalih v vtočni jašek in ob tem prenašati velike prometne obremenitve. Velikost rešetk je odvisna od izbire projektanta, ki jo določi glede na količino vode, ki se steka vanjo. Druga pomembna lastnost rešetk je njihova nosilnost oziroma sposobnost prenašanja osnih obremenitev. Oznaka za nosilnost je vlita na vidnem mestu na zgornjem delu rešetke. Ločimo tri razrede nosilnosti, in sicer: B 125 kN, C 250 kN in D 400 kN. Oznaka D 400 kN pomeni, da je rešetka sposobna prenesti obremenitev 40 ton osne obtežbe. (slika 34)



Slika 34: LTŽ rešetka 40/40 cm, D 400.



Slika 35: LTŽ rešetka 30/30 cm.

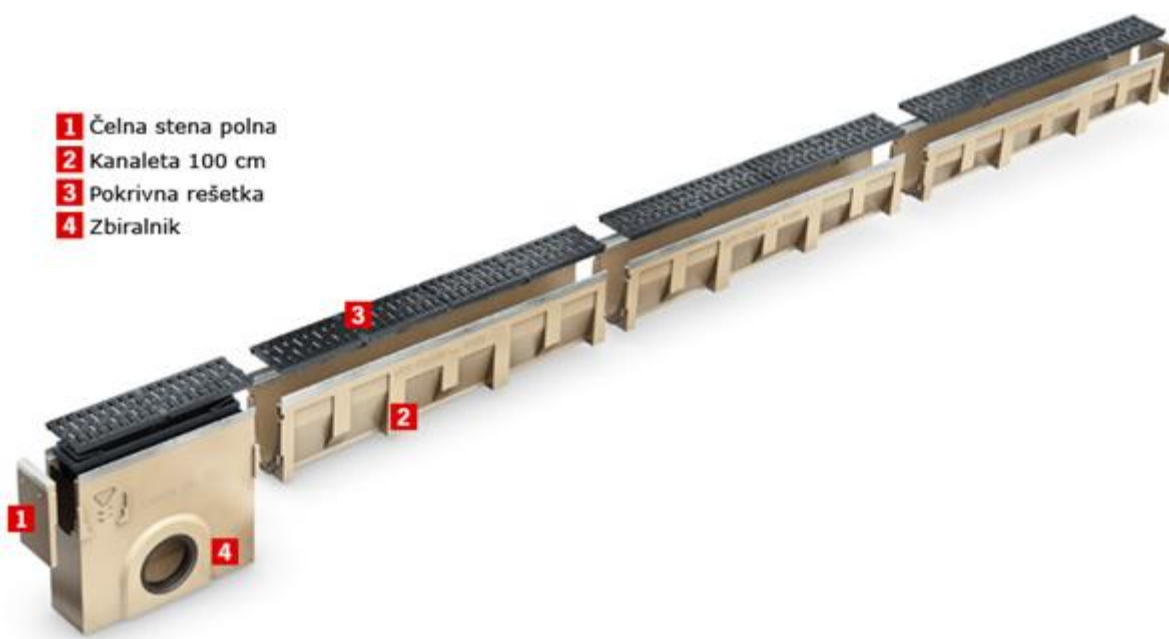
Vbočena rešetka je pritrjena na okvir, ki omogoča vgrajevanje in odpiranje rešetke. Izdelki iz duktilne litine so antikorozijsko zaščiteni s črno, vodno barvo.

Pokrovi in rešetke morajo biti izdelani in preizkušeni po evropskem standardu SIST EN124 – Pokrovi za odtoke in jaške na voznih površinah in površinah za pešce (SLOVENSKI INŠTITUT ZA STANDARDIZACIJO, 2016).

2.3.5 Linijska kanaleta z rešetko

Linijska kanaleta je gradbeni element za površinsko odvodnjavanje vode iz prometnih površin. Njihova značilnost je veliko nesorazmerje med dolžino in širino sistema, kar omogoča enakomerno in hitro odvajanje tekočin iz večje površine. Ker so ozke, so na večjih površinah zelo neopazne. Običajno se vgrajujejo vzporedno s smerjo prometa, zato ne vplivajo na vožnjo. Učinkovito delovanje sistema kanelet je pogojeno s pravilno vgradnjo, pravilno izbiro kanelet in pravilno izdelanim prečnim prerezmom ceste.

Celoten sistem za linijsko odvodnjavanje sestoji iz kanala s pokrovom oz. rešetko, zaključnih sten, peskolovov in jaškov (slika 36). V kanalete se lahko zlivajo voda, odplake, razna olja, nevarne tekočine. V odvisnosti od vrste tekočine, količine oziroma intenzivnosti odvodnjavanja in velikosti površine za odvodjavanje je odvisna izbira kanelete.



Slika 36: Sestava sistema kanelet (ACO Gradbeni elementi, 2015).

Kanelete z reškami ločimo glede na:

Nosilnost: nosilnost je lastnost kanelete, kako prenaša osno in prečno obrremenitev. Kanalete običajno prenesejo veliko večje osne kot prečne obremenitve. Razred obremenitev je podan na sliki 37.

RAZREDI OBREMNITEV IN UPORABA V SKLADU Z DIN EN 1433

- 
KATEGORIJA A 15, RAZRED OBREMNITVE 15 kN
 Prometne površine za izključno uporabo pešcev in kolesarjev.
- 
KATEGORIJA B 125, RAZRED OBREMNITVE 125 kN
 Pešpoti, območja za pešce in podobne površine, parkirišča in parkirne hiše za osebne avtomobile.
- 
KATEGORIJA C 250, RAZRED OBREMNITVE 250 kN
 Cestišča, utrjene bankine, ki niso izpostavljene prometu in podobno, kanalski robnik.
- 
KATEGORIJA D 400, RAZRED OBREMNITVE 400 kN
 Vozne površine cest, (tudi cest za pešce), utrjene bankine cest kot tudi parkirnih površin dostopnih z vsemi tipi cestnih vozil.
- 
KATEGORIJA E 600, RAZRED OBREMNITVE 600 kN
 Območja visokih kolesnih obremenitev, npr. pristanišča in industrijske površine.
- 
KATEGORIJA F 900, RAZRED OBREMNITVE 900 kN
 Področja, ki so še posebej izpostavljena velikim kolesnim obremenitvam, npr. površine z vozili zračnega prometa.

Slika 37: Razred obremenitev za kanalete (HAURATON, 2013).

Dimenzije: Kanalete so dobavljive svetlih širin od 100 do 500 mm. Dolžine so običajno 1000 mm ali 500 mm. Višine so pogojene s širino kanalete. Peskolov ali zbiralnik je iste širine kot uporabljene kanalete.



Slika 38: Kanalete glede na njihovo dimenzije. (ACO Gradbeni elementi, 2015).

Material: spodnji deli kanalete so izdelani iz:

- polimernega betona,
- cementnega betona, armiranega z vlakni,
- PE, PP,
- duktilnega jekla ...

Rešetke oz. pokrovi so izdelani iz:

- pocinkanega jekla,
- litega železa,
- nerjavečega jekla,
- PE, PP,
- kompozitov.



Slika 39: Betonska kanaleta z LTŽ pokrovom.



Slika 40: PVC kanaleta z rego.

Rešetke so na različne načine pritrjene na kanal. Poseben primer pokrova je pokrov z rego na sliki 40, ki se zaradi svojega videza in neopaznosti v prostoru uporablja za:

- površine za pešce in kolesarje,
- parkirne prostore za osebna vozila,
- terase,
- dvorišča (ACO Gradbeni elementi, 2015)

Glede na to ali imajo kanalete že vgrajen padec ali ne, ločimo kanalete z vgrajenim padcem in kanalete brez padca. Pri kanaletah, ki imajo vgrajen padec, je potrebno upoštevati maksimalno dolžino kanala, ki ga lahko postavimo brez dodatnega jaška. Ta dolžina je odvisna od vrste kanalete in je določena v tehničnem listu.

Betonske kanalete morajo biti izdelane in preizkušene po evropskem standardu SIST EN 1433: Padavinska kanalizacija na voznih površinah in na površinah za pešce – Klasifikacija projektiranje in zahteve za preskušanje, označevanje in kontrolo kakovosti (SLOVENSKI INŠTITUT ZA STANDARDIZACIJO, 2016).

2.3.6 Perforirana cev iz cementnega betona krožnega prereza

Perforirane drenažne cevi so namenjene ponikalnemu odvodnjavanju meteornih voda. Tako obliko odvajanja imenujemo ponikanje, napravo pa ponikovalnica ali ponikovališče.

Prefabricirane perforirane betonske cevi so v osnovi betonske cevi krožnega premera, v kateri so navrtane luknje za odtekanje vode. Cevi so običajno dolge en meter, ločimo pa jih po premeru. Perforirane cevi so običajno premera večjega od 50 cm, pa vse do premerov 200 cm. Premer cevi, na katerega se nanaša oznaka cevi, se vedno meri v notranjosti cevi. Cev premera 80 cm ima notranji premer 80 cm. Debeline stene cevi se razlikujejo in so odvisne od premera cevi ter tudi od proizvajalca. Cevi večjega premera so lahko tudi dodatno armirane.

Pravo funkcijo dobi drenažna cev šele ob pravilni vgradnji in uporabi pravilnih materialov. Za zasip cevi se uporablja material večjih granulacij, ker s tem preprečimo zamašitev drenažnih odprtin in večjo poroznost.

Cevi morajo biti izdelane skladno z evropskimi standardi in slovenskim tehničnim soglasjem.



Slika 41: Perforirana betonska cev.

Pokrovi in rešetke morajo biti izdelani in preizkušeni po evropskem standardu SIST EN124 – Pokrovi za odtoke in jaške na vozni površini in površini za pešce (SLOVENSKI INŠTITUT ZA STANDARDIZACIJO, 2016).

3 VGRADNJA GRADBENIH ELEMENTOV

Vgradnja gradbenih elementov je širok pojem, zato smo se v diplomski nalogi opredelili le na določene gradbene elemente, katerih vgradnjo smo opisali in posneli na mestu vgrajevanja.

3.1 Granitne kocke na betonski podlagi, stiki zapolnjeni s cementno elastično zmesjo

Na ustrezno pripravljeno, očiščeno podlago se nanese plast cementnega betona v enakomerni debelini 3–4 cm. V primeru, da je od izdelave podlage minilo že kar nekaj časa, jo je priporočljivo premazati s tekočino za boljšo sprejemljivost dveh betonov. Kocke je pred polaganjem potrebno očistiti in navlažiti. Na svežo betonsko plast se kocke polagajo posamično glede na izbran sistem oziroma vzorec. Z zidarsko vrstico si pomagamo določiti linijo in višino polaganja. Kocko rahlo vtisnemo v podlago, dodatno pa jo znižamo s pomočjo gumijastega kladiva. Tako nadaljujemo s polaganjem do konca (slika 42/2). Za rezanje kock uporabimo rezalko (slika 42/3).

Ko končamo s polaganjem, je potrebno počakati, da se podlaga dovolj strdi, da omogoča hojo po kockah. Fuge moramo pred zapolnjevanjem očistiti. V čisto posodo z vodo se ob mešanju z električnim mešalom dodaja masa. Voda, ki jo uporabljamo, ne sme biti umazana ali slana. Potrebno je upoštevati mešalno razmerje, ki je predpisano za vsako maso na vreči. Mešano počasi in pazimo, da nam v zmesi ne ostanejo grudice in zračni mehurčki (slika 42/6). Ko se masa začne vezati, ne dodajamo več vode.

Maso se razlije po površini (slika 42/7). Z gumirano gladilko maso vtisnemo v fuge z diagonalnimi potegi. S krožnimi potegi dodatno vtisnemo maso in preprečimo nastanek zračnih prostorčkov.

Ko masa izgubi svojo elastično konsistenco in postane bolj trdna (poskusimo z dotikom prsta), lahko pričnemo s čiščenjem odvečne mase iz kock. S celulozno gobo čistimo maso v diagonalni smeri na smer fug (slika 42/8). Popolno očiščenje kock se lahko izvede po nekaj dneh (odvisno od uporabljene mase).

Tlakovana površina je sposobna prenašati večje obremenitve po nekaj dneh (odvisno od vrste uporabljene mase).

Ker cementna masa vsebuje cement, je potrebno pri uporabi uporabljati zaščitne rokavice in zaščitna očala.





Slika 42: Polaganje in fugiranje granitnih kock z elastično-cementno maso.

3.2 Cementno betonski tlakovci, stiki zapolnjeni s kremenovim peskom

Na utrjeno naravno podlago nanese nosilno plast iz gramoza (slika 43/1). Pri tem upoštevamo pravilne naklone za odvodnjavanje (0,5 % za vzdolžni in 2,5% za prečni nagib). Ustrezno debel sloj utrdimo z vibracijsko ploščo. Debelina sloja je odvisna od kasnejše obremenitve na tlakovano površino. Na nosilni sloj lahko položimo plast drenažne folije ali filca, ki preprečuje ponikanje peščenih zrn.

Na nosilni sloj enakomerno nasujemo tanjšo drenažno plast peska manjše granulacije. Površino uravnamo z lesenimi ali aluminijastimi vodili (slika 43/2). Pomembno je, da drenažne plasti ne utrjujemo in ne hodimo po njej. Debelina nasutih slojev in granulacija je podana v spodnji tabeli.

Tabela 5: Primerjava debelin nosilnega sloja in frakcij za polaganje tlakovcev.

Proizvajalec	Debelina nosilnega sloja (cm)	Frakcija za nosilno plast (mm)	Debelina drenažnega sloja (cm)	Frakcija za drenažni sloj (mm)
Proizvajalec A	> 20	0–63	4–6	2–5
Proizvajalec B	40–60	0–60	3–5	4–8 ali 2–4
Proizvajalec C	50–70	0–32	3–5	4–8
Proizvajalec D	25–45	32	3–4	4–8

S polaganjem tlakovcev začnemo v enem od vogalov (slika 43/3). Z napeto zidarsko vrvico si pomagamo pri določanju pravilne linije in višine polaganja. Pri polaganju pazimo, da ne postopamo po drenažnem sloju. Pri polaganju moramo paziti, da tlakovce ne stikamo in s tem preprečimo konične napetosti med njimi.

Po končanem polaganju tlakovcev sledi fugiranje tlakovcev. Na tlakovano površino nasujemo suh kremenov pesek, ga razporedimo in odstranimo odvečno količino. Z metlo vlečemo pesek po površini v smeri 45 stopinj na smer položenih tlakovcev (slika 43/5).

Na koncu tlakovce dodatno utrdimo z vibracijsko ploščo z gumijasto podlogo (slika 43/6). Po utrjevanju je priporočljivo tlakovano površino namočiti in še enkrat posuti s peskom(slika 43/7). Tako dokončno zapolnimo fuge.

Pri polaganju tlakovcev je potrebno upoštevati navodila proizvajalcev. Pri rezanju tlakovcev je potrebno uporabiti zaščitna očala.



Slika 43: Pravilno polaganje tlakovcev (SEMMELOCK).

3.3 Cestni robnik iz cementnega betona

Po projektni dokumentaciji določimo in označimo linijo polaganja robnikov. Odstranimo odvečen material ali zemljino in nasujemo ustrezen agregat (običajno tamponski drobir). Glede na višino položenih robnikov poravnamo nasuto plast agregata in ga ustrezno zgostimo z vibracijsko ploščo (slika 45/1). Podlaga mora biti utrjena, da onemogoča kasnejše posedanje robnikov.

Betonsko posteljico lahko naredimo točkovno (slika 45/2) ali linijsko (slika 45/3). Točkovno posteljico uporabljamo pri polaganju cestnih robnikov, ki zaradi svoje masivnosti ne potrebujejo temelja pod celotno površino robnika. Točkovne temelje na razdalji 1 m ustrezno uravnamo. Beton ne sme biti preveč viskozen (tekoč), ker bi robnik v takem betonu zaradi svoje teže potonil. Debelina temelja je odvisna od vrste objekta in robnikov, ki jih vgrajujemo. Običajno je debelina sloja od 5 do 10 cm, lahko pa tudi več. Robnike začnemo polagati na enem koncu in tako polagamo enega za drugim. Pazimo, da so robniki položeni v pravilni liniji in pravilni višini. Pomagamo si z gumijastim kladivom.

Zaradi velike lastne teže robnikov si pri polaganju robnikov pomagamo s kleščami za ročno in strojno uporabo (slika 45/5). Cestne robnike s kleščami polagata dva delavca.

Pazimo, da jih ne stiskamo skupaj, ker se tem povzročimo možnost kasnejših poškodb. Pri polaganju neravnih linij si pomagamo s krajšimi robniki dolžin 25 cm, 33 cm ali 50 cm.

Položene robnike obbetoniramo s cementnim betonom in preprečimo prevrnitev robnikov. Paziti moramo, da robnikov ne obbetoniramo do vrha. Pustiti moramo dovolj prostora za končno obdelavo z asfaltom ali tlakovci.

Na določenih odsekih avtocest so robniki izdelani z posebnim strojem, ki robnike na mestu vgraditve izdelava in jih polaga neprekinjeno po trasi. Robniku poljubne dimenzije in oblike je lahko dodana tudi mulda ali koritnica iz litega betona (slika 44).



Slika 44: Strojno polaganje robnikov. (YOUTUBE)



Slika 45: Postopek polaganja cestnih robnikov.

3.4 Polietilenska (PE-HD) cev za globinsko odvodnjavanje

Polaganje cevi za globinsko odvodnjavanje lahko razdelimo na več faz, in sicer:

- izkop jarka za cevovod,
- izvedba spodnje posteljice,
- polaganje cevovoda,
- obsipavanje cevovoda,
- glavno zasipanje cevovoda.

Jarek mora biti dimenzioniran in izkopen tako, da omogoča normalno vgrajevanje cevovoda. Širina jarka je običajno do trikrat večja od premera cevi. Dimenzije jarkov glede na premer cevi so podane v spodnji tabeli.

Tabela 6: Širina jarka v odvisnosti od premera cevovoda (STIGMA d.o.o., 2006)

DN	Najmanjša širina jarka D+x (m)		
	opažen iarek	neopazen iarek	
		3 > 60°	3 < 60°
<225	D + 0,40	D + 0,40	D + 0,40
>225<350	D+ 0,50	D+ 0,50	D+ 0,40
>350 <700	D+ 0,70	D+ 0,70	D+ 0,40

D - zunanji premer (m)

P - kot naklona nezaščitene stene jarka, merjen od vodoravnice

V vrednostih D+x, pomeni x/2 minimalni prostor med cevjo in steno jarka

Dno jarka mora biti poravnano in očiščeno večjih skal ter ustrezno utrjeno (slika 47/1). Stene jarka je potrebno izkopati pod naklonom ali pa jih dodatno zaščititi z opažem. Padec dna jarka in material na dnu morata ustrezati zahtevam iz projekta.

Dno utrdimo z vibracijsko ploščo, da pripravimo ustrezno utrjeno plast za posteljico. Polkrožno oblikovano ležišče za cev je lahko narejeno:

- v naravnih tleh (če so tla dovolj homogena in v tleh ni grobega materiala),
- v posteljici iz finega peska 4–8 mm,
- v betonski posteljici (v primeru nehomogenih, nenosilnih tal in večji verjetnosti delovanja vode).

Betonsko posteljico iz suhega betona 0–16 mm, debeline od 5 do 15 cm nasujemo in jo poravnamo, da dobimo ustrezen naklon za cevovod. Material za posteljico ne sme biti »pregrob« ali »preoster«, da ne poškodujemo cevi. V določenih okoliščinah je potrebna uporaba geosintetikov (geotekstil) zaradi varovanja posteljice, predvsem v primeru podtalne vode.

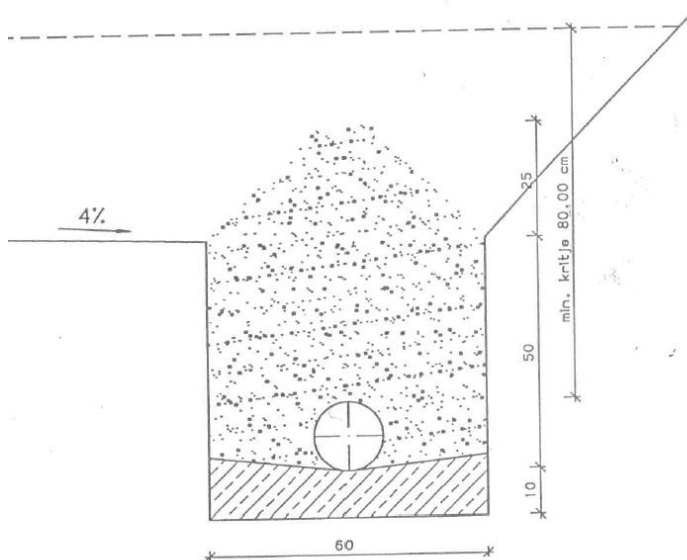
Cevi pred vgradnjo pregledamo, da med transportom ni prišlo do poškodb. Odstranimo morebitne nečistoče iz spojnih delov.

Cevi začnemo polagati na koncu cevovoda pri iztoku ali jašku. Del cevi zelene barve označuje, kako mora biti cev obrnjena. Pravilno položena cev mora imeti zeleno označbo na vrhu. Cevi se spajajo s spojkami. Cevi spajamo s postopnim potiskanjem v smeri cevovoda, pri tem pa pazimo, da ne pride do poškodb cevovoda.

Ko je cevovod položen, ga ob strani obsujemo z betonom in izoblikujemo muldo. Pri obbetoniranju moramo biti pazljivi, da nam beton ne zahaja v reže cevi. Pomagamo si s trakovi filca, ki jih namestimo pred obsutjem(slika 47/4 in 47/5). Cev vedno obbetoniramo tako, da je beton nagnjen proti cevi, ker s tem pospešimo dreniranje vode v cev.

Naslednja faza je zasipanje jarka z drenažnim materialom (slika 47/6). Običajno se za zasipanje uporabi okrogel agregat (prodec) 16–32 mm ali 32–64 mm. Nasipanje izvedemo iz primerne višine, da ne poškodujemo cevi. Iz istih razlogov mora biti agregat okrogel. Zasipanje izvajamo do višine, ki je določena v projektu.

Na koncu teren uredimo v prvotno stanje. (STIGMA d.o.o., 2006).



Slika 46: Vzdolžna in prečna plitva drenaža na podložni plasti iz cementnega betona z gibljivimi plastičnimi cevmi (doc.dr. Jože Panjan, 1998).



Slika 47: Polaganje PE-HD gibljivih cevi na betonsko posteljico.

3.5 Jašek iz cementnega betona krožnega prereza

Na trasi cevovoda glede na projektno dokumentacijo določimo položaj jaška in njegovo končno višino. Glede na velikost in obliko jaška izkopljemo luknjo. Izkopana luknja mora biti nekoliko večja od premera jaška. Stabilnost luknje mora biti zagotovljena s poševno izkopanimi stenami ali pa z opažem, ki preprečuje podor zemljine. Dno jarka mora dosegati predpisano nosilnost, ki jo lahko dosežemo z zamenjavo neustreznega materiala in utrjevanjem.

Izkopana luknja mora biti suha; brez deževnice in podtalnice.

Po celotnem dnu z ustreznih agregatom nasujemo posteljico in ga ustrezno utrdimo z vibracijsko ploščo (slika 48). Na utrjeno podlago nasujemo podložni beton v debelini 10 cm, MB 15. Podložni beton sme biti preveč moker, ker bi povzročil posedanje jaška med delom. Na podložni beton naredimo temeljno podlogo za jašek. Debelina temeljne podloge je od 15 do 20 cm. Temelj poravnamo na pravi višini.



Slika 48: Izkopan jarek z nasuto posteljico.

Prenos jaška krožnega prereza v luknjo je dokaj zahteven proces in zahteva izurjenega gradbenega strojnika. Jašek s posebnimi kleščami za prenos okroglih betonskih cevi položimo na temeljno podlago. Preverimo višino jaška in ga uravnamo. Ker betonski jaški krožnega prereza nimajo narejenih odprtih za dotočne in iztočne cevi, jih je potrebno narediti na gradbišču. Luknje izvrtamo ali izrežemo glede na velikost dotočnih in odtočnih cevi ter glede na višino priklopov in iztokov.



Slika 49: Vgrajen betonski tipski jašek.

Ko je jašek uravnan, nanj priklopimo dovodne iz odvodne cevi. Spojene cevi obsujemo z betonom, da zavarujemo stike in preprečimo poškodbe. Zasipanje jaška izvajamo s primernim materialom granulacije do 60 mm, s katerim lahko dosežemo zahtevano zbitost in nosilnost. Utrjujemo z lažjimi komprimacijskimi sredstvi (nabijalo, vibracijske plošče). Debelina posameznih nasutih slojev je od 20 do 30cm.

Pri jaških premera 80 cm ali 100 cm običajno zmanjšamo odprtino z reducirnim kosom 100/60 cm. (NIVO Gradnje in ekologija d.d. Celje, 2016).

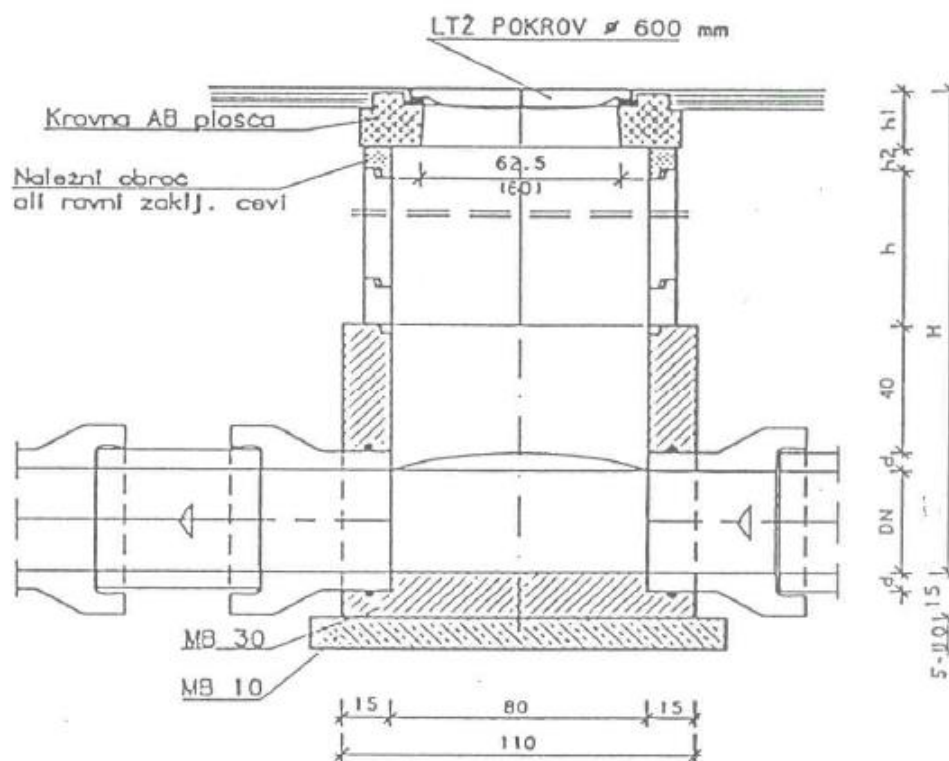
Jašek pokrijemo z LTŽ-pokrovom v armiranobetonskem vencu.



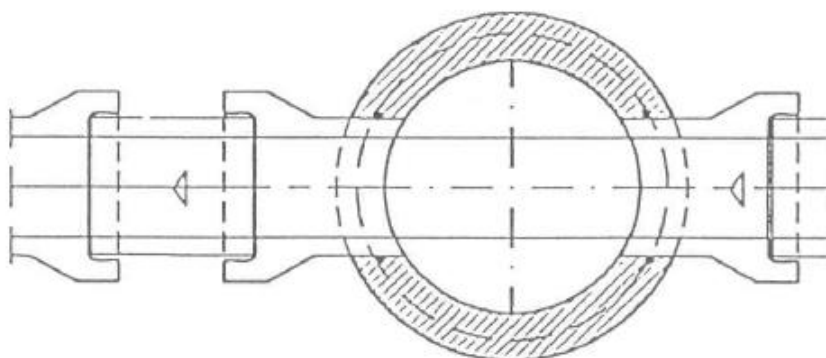
Slika 50: Sistem jaškov in cevi.

JASKI IZ CEMENTNEGA BETONA, krožnega prereza Φ 80 cm, globine:

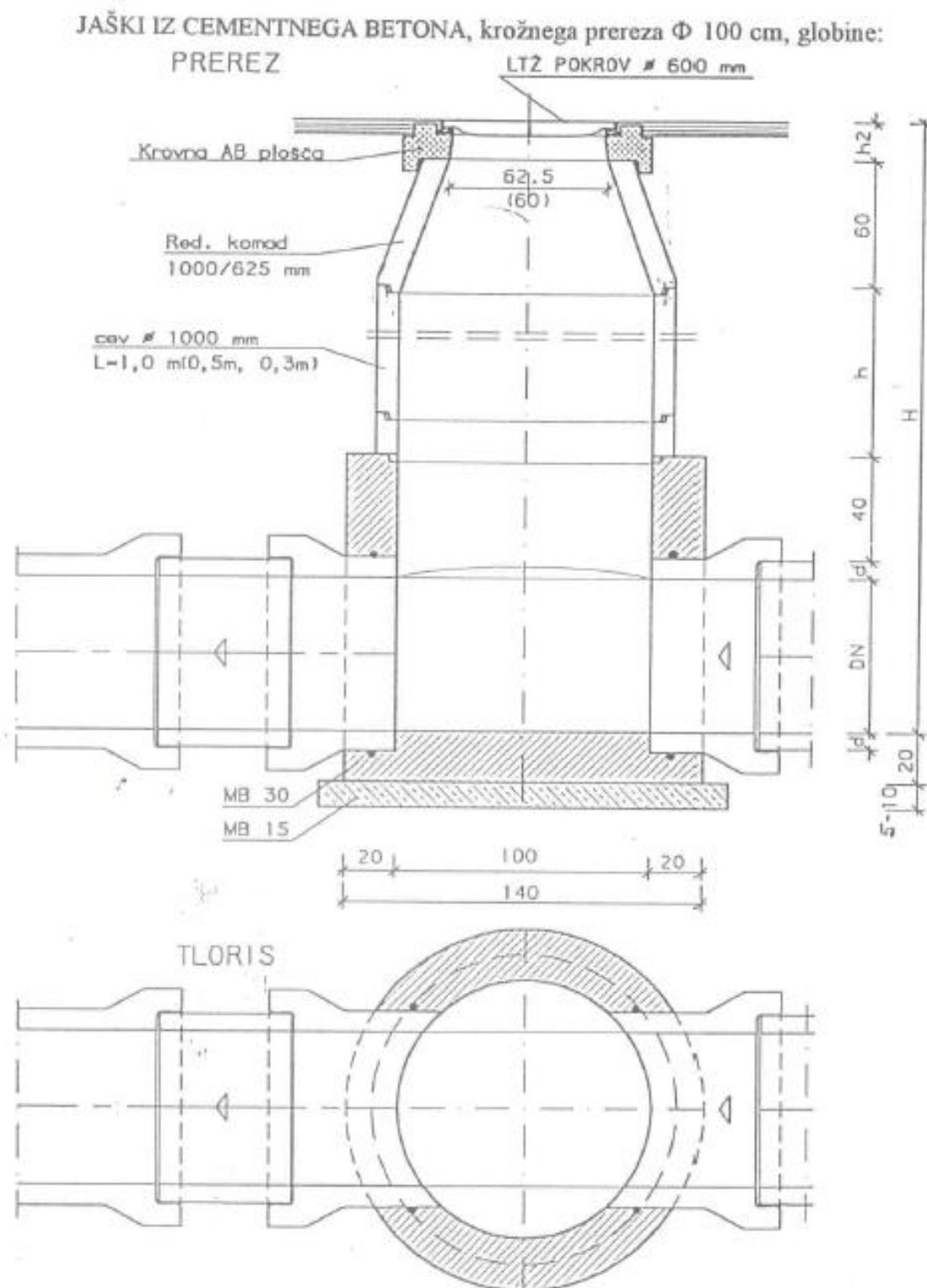
PREREZ



TLORIS



Slika 51: Detajl jaška iz cementnega betona prereza 80 cm (doc.dr. Jože Panjan, 1998).



Slika 52: Jaška iz cementnega betona prereza 100 cm s konusom (doc.dr. Jože Panjan, 1998).

3.6 Jašek iz umetne mase krožnega prereza

Jašek iz umetne mase lahko sestavimo sami na gradbišču iz PE modulov, lahko pa je na gradbišče dostavljen že sestavljen jašek. Če sami sestavljamo jašek, je potrebno sestavne dele najprej sestaviti, odrezati odprtine za priključke in izdelati priključke na jašek.

Že pripravljen jašek postavimo na posteljico (slika 53/2). Posteljica mora biti narejena v debelini od 15 do 20 cm in skomprimirana do zbitosti 97 % po Proctorju. Za to uporabimo vibracijsko ploščo. V primeru prisotnosti talne vode je potrebno posteljico narediti iz betona tlačne trdnosti C12/15. V primeru dobro nosilnih tal, je lahko posteljica tudi kamnita.

Jašek zaradi majhne teže lahko vgradimo ročno. Večje jaške pa vgradimo z gradbenim strojem. Jašek uravnamo, ga ustrezno zavrtimo v pravo smer in ga s pomočjo dvižnih trakov spustimo na posteljico. Pred spajanjem vtočnih in iztočnih cevi je potrebno vtočne in iztočne glave očistiti. Pri spajanju si pomagamo z ustreznimi mazivi (ZAGOŽEN D.O.O., 2016)

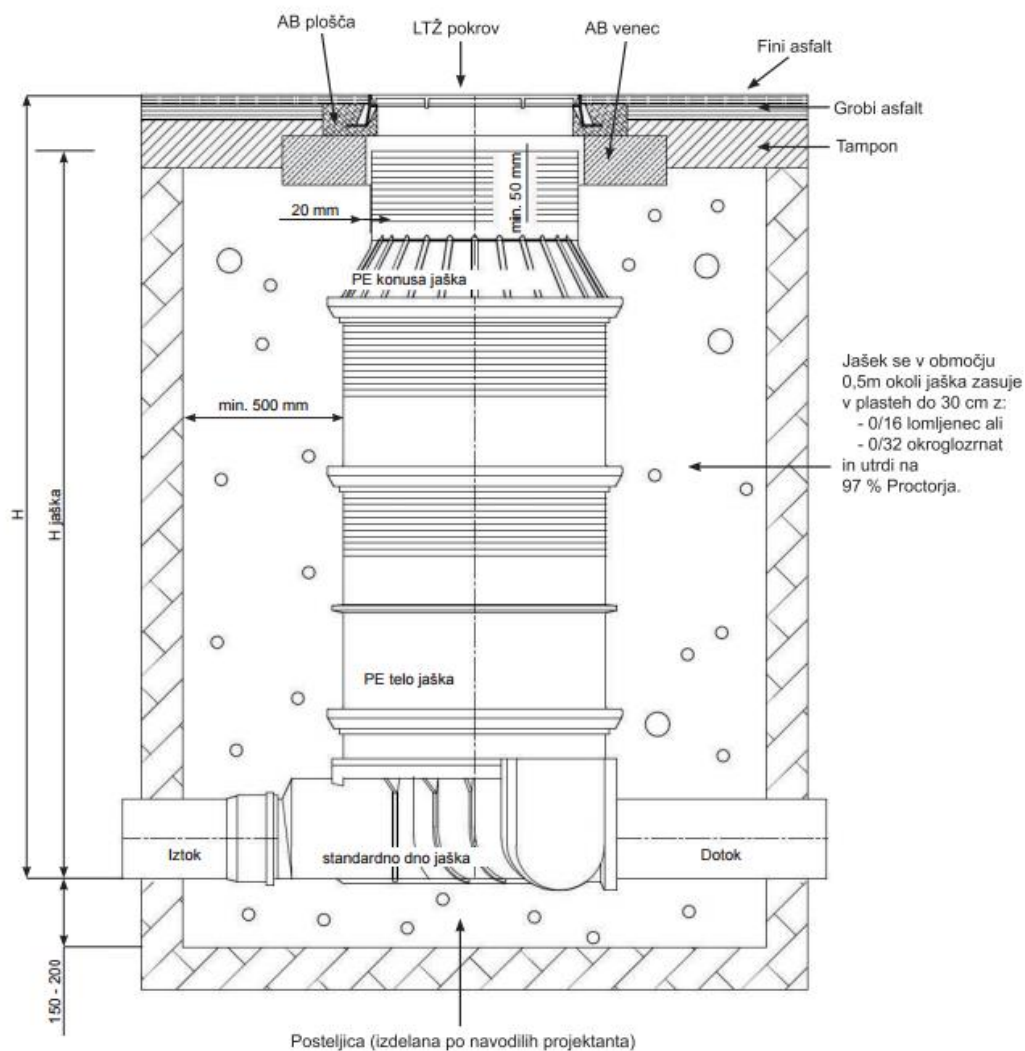
Zasipanje jaška izvajamo z istim materialom kot za izdelavo posteljice. Zasipamo in utrjujemo ga v plasteh po 30 cm. Zasipanje izvedemo najmanj v širini 50 cm od jaška (slika 53/3). Posebno pozorni moramo biti pri zasipanju spodnjega dela jaška pod dnom. Prostor pod dnom je potrebno z ročnimi pripomočki zapolniti, da preprečimo kasnejše deformacije dna jaška. V primeru podtalnice je potrebno jašek obbetonirati v debelini 30 cm nad pričakovano gladino podtalnice oziroma min. do višine 70 cm.



Slika 53: Vgradnja jaška iz umetne mase z obbetoniranim LTŽ-pokrovom.

Pri PE jaških moramo biti pozorni, da s težkimi gradbenimi stroji ne vozimo čez ali preblizu jaška, dokler ni vgradnja popolnoma zaključena.

Na vrhu jaška namestimo PE ali LTŽ-pokrov, ki je lahko obbetoniran in postavljen na betonski venec (slika 53/4).



Slika 54: Vgradnja jaška iz polietilena (ZAGOŽEN D.O.O., 2016).

3.7 Rešetka iz duktilne litine za betonski jašek

Rešetke in pokrovi iz duktilne litine se lahko vgrajujejo na dva načina:

- vgrajevanje rešetk in pokrovov brez betonskega venca,
- vgrajevanje rešetk in pokrovov z narejenim betonskih vencem (slika 55).

Za jaške večjih premerov (60, 80, 100, 120 cm) se vgrajujejo rešetke in pokrovi, ki so obbetonirani v armiranem betonskem vencu. Debelina armiranega betona je običajno 10–12 cm, premer pa je odvisen od velikosti jaška in je približno 20 cm večji od premera jaška. Vgrajevanje je zelo enostavno. Okolico jaška, na kateri bo ležala rešetka, dobro utrdimo z vibracijsko ploščo. Na utrjeni podlagi naredimo betonsko posteljico in ne preveč mokrega betona, da se le-ta ne bi posedel pod težo obbetonirane rešetke. Pomembno je, da posteljico natančno uravnamo na ustrezno višino (slika 56/1). Obbetonirano rešetko z gradbenim strojem postavimo na posteljico z verigami ali jeklenimi vrvmi. Rešetka ima že narejena prijemala za dvigovanje. Rešetko ustrezno obrnemo, jo umerimo na višino (pazimo, da za končno višino rešetke upoštevamo zunanji rob rešetke). Na koncu obbetoniran del dodatno obsujemo z betonom, da preprečimo prečne pomike. Tako je rešetka pripravljena za končno obdelavo cestišča.



Slika 55: Obbetoniran LTŽ-pokrov.

Rešetke za manjše jaške (40, 50 cm) vgrajujemo samostojno brez obbetoniranega venca. Princip vgrajevanja je podoben. Pripravo podlage in posteljice izvedemo po istem postopku, kot če vgrajujemo obbetonirano rešetko. Rešetko postavimo v pravilno lego, na pravilno višino (slika 56/2).

Pomembno je, da je ne obbetoniramo do vrha (slika 56/3) . Notranjost obbetoniranega dela je potrebno zatesniti s cementno maso.



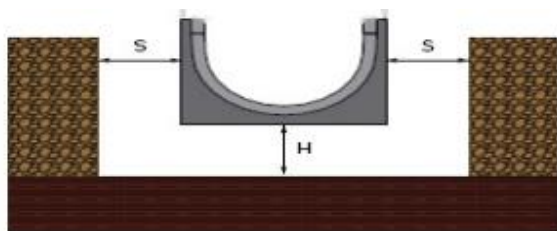


Slika 56: Vgradnja LTŽ rešetke na betonski jašek.

3.8 Linijska kanaleta

Po projektni dokumentaciji določimo višinske kote, linijo položenih kanalet ter preverimo smeri odvodnih cevi in položaj peskolov. Najprej označimo smer in od tam potegnemo vrvico, ki nam bo nakazala smer in višino kanalet. Pri tem moramo biti pozorni, da upoštevamo pravilne višine in naklone. V primeru, da želimo imeti položene kanalete v ravnini brez naklona, lahko izberemo kanalete z že vgrajenim padcem. Pri teh kanaletah je potrebno upoštevati maksimalno dolžino linije kanalet med jaškoma.

Izkop jaška je potrebno izvesti tako, da nam omogoča lažjo montažo in ustreza zahtevam za širino posteljice.



Slika 57: Podatki za širino in globino izkopa za kanaletu (2pr, 2012).

Na utrjeno podlago enakomerno nasujemo betonsko posteljico (slika 58/1). Minimalna tlačna trdnost betona in debelina betonske posteljice kanalete sta podana v spodnji tabeli in sta odvisna od razreda nosilnosti kanalete.

Tabela 7: Tehnični podatki za vgrajevanje kanalet (2pr, 2012).

Obremenilni razred nosilnosti	A 15	B 125	C 250	C 400	E 600
Uporabljiva nosilnost	15 kN	125 kN	250 kN	400 kN	600 kN
Najmanjša višina temelja kanalete (H)	100 mm	100 mm	150 mm	150 mm	200 mm
Najmanjša debelina stranskega betona (S)	100 mm	100 mm	150 mm	150 mm	200 mm
Tlačna trdnost betona	C 25/30	C 25/30	C 25/30	C 25/30	C 30/37

S polaganjem kanalet začnemo pri točki izliva(slika 57/3). Kanalete polagamo po vrsti eno za drugo. Nastavimo jih v pravilno linijo in višino ter jih sproti obsujemo z betonom. Predvsem pri lahkih kanaletah iz umetnih mas je zaradi njihove majhne teže potrebno paziti, da jih pri obsipanju ne premikamo. Obbetoniranje kanalet se izvede do višine, ki še omogoča polaganje tlakovcev ali asfalta. Običajno mora biti višina od vrha betona do vrha kanalete minimalno 100 mm. Pri obsipanju je potrebno biti pozoren na dovodne in odvodne cevi za kanalete (slika 57/5). Tako nadaljujemo postopek do konca. V linijo na isti način vgradimo tudi peskolov ali jašek. Če želimo doseči vodotesnost med stiki, je potrebno stike pred stikanjem kanalet premazati s tesnilno maso.

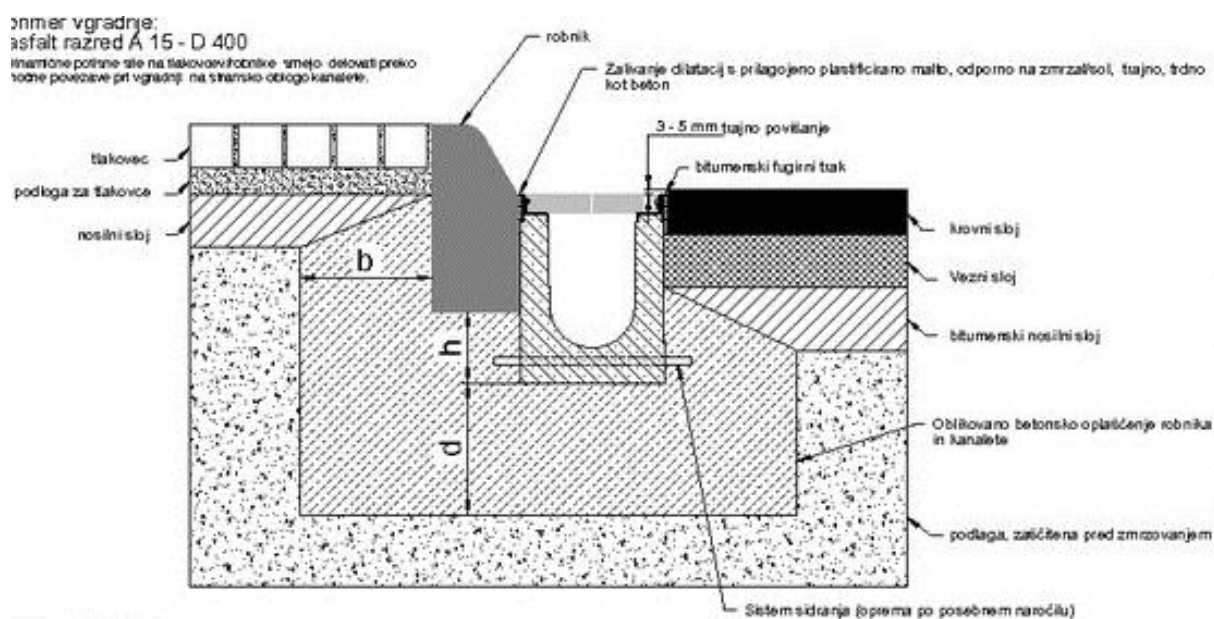
Polaganje kanalet lahko izvajamo brez ali z vgrajenimi rešetkami.

Pri končni obdelavi površine (afaltiranje ali tlakovanje) moramo zadnjo plast položiti 2–3 mm višje od kanalete.

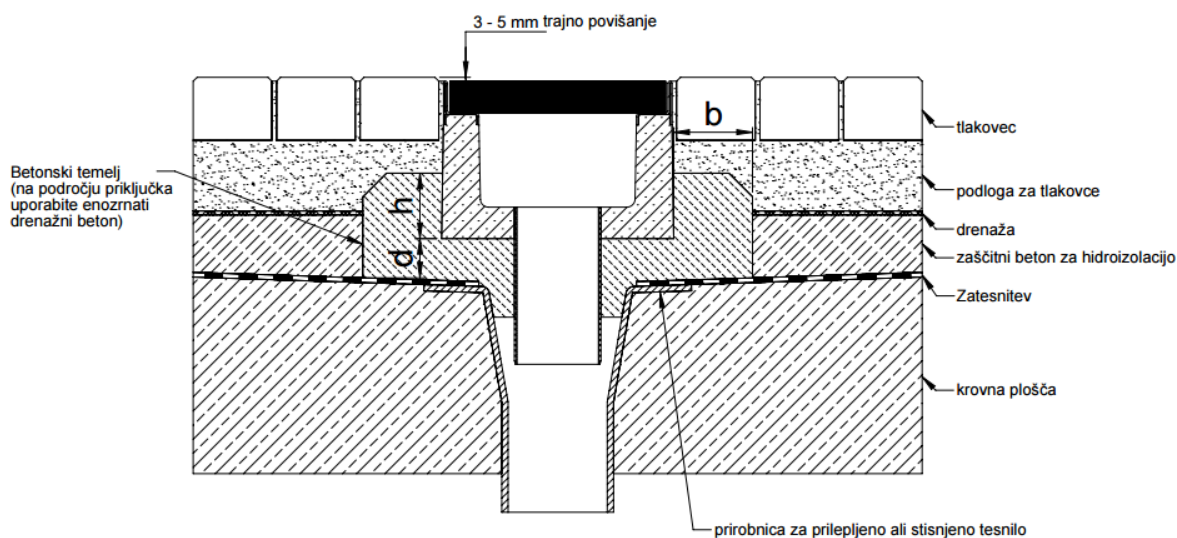




Slika 58: Vgradnja linijske kanalete.



Slika 59: Pravilno vgrajena kanaleta ob asfaltnem cestišču (HAURATON, 2013).



Slika 60: Pravilno vgrajena kanaleta ob tlakovanem cestišču (HAURATON, 2013).

3.9 Ponikovalnica iz cementnega betona krožnega prereza

Vgradnja ponikovalnice je postopek, ki je zelo podoben vgrajevanju jaška. Na mestu vgraditve ponikovalnice je potrebno izkopati jašek. Velikost jaška je odvisna od premera ponikovalnice in mora biti od njega vsaj 20 cm večji, kar nam omogoča lažje vgrajevanje. Globina izkopa je odvisna od sestave tal na mestu ponikovalnice (slika 61/1). Če je zgornja plast glinena oziroma iz zelo nepropustnega materiala, je potrebno kopati, dokler ne pridemo do bolj prepustne plasti (prod, pesek ...). Običajno je globina izkopa že podana v projektu in je določena z geotehničnimi preiskavami.

Glede na višino ponikovalnice v projektu je potrebno določiti dno ponikovalnice. Dno se uravna. Z gradbenim strojem spustimo betonsko cev v jašek (slika 61/2). Glede na višino ponikovalnice nadaljujemo postopek spuščanja cevi. Cevi morajo biti ustrezno spojene, da preprečimo prečne pomike.

Ko je sistem cevi postavljen, je potrebno cevi obsuti z drenažnim materialom (slika 61/4). Običajno se za obsipanje uporablja okroglo nasutje granulacije 4–16 mm ali 16–32 mm.

Na ustrezni višini je potrebno priklopiti dovodne kanale v ponikovalnici. Ponikovalnico na vrhu zapremo s pokrovom (obbetoniran LTŽ-pokrov, betonski pokrov). (slika 61/6).

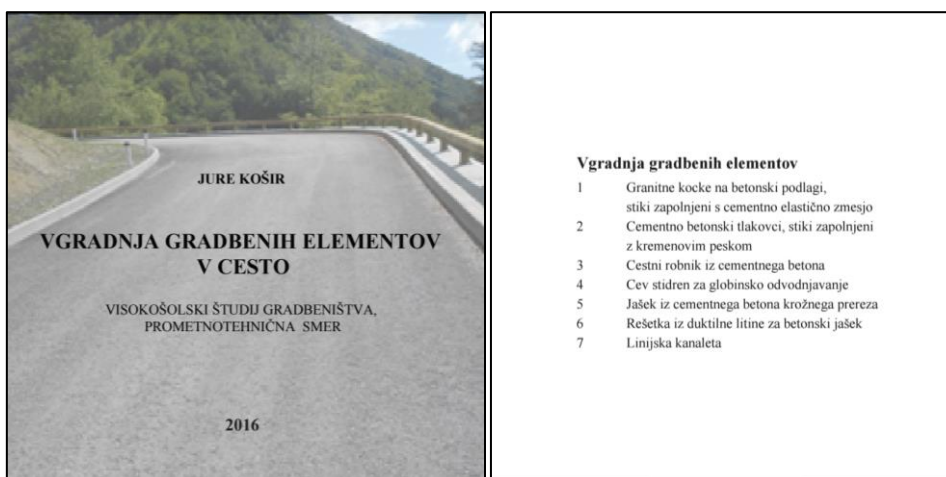


Slika 61: Izdelava ponikovalnice iz perforiranih betonskih cevi krožnega prereza.

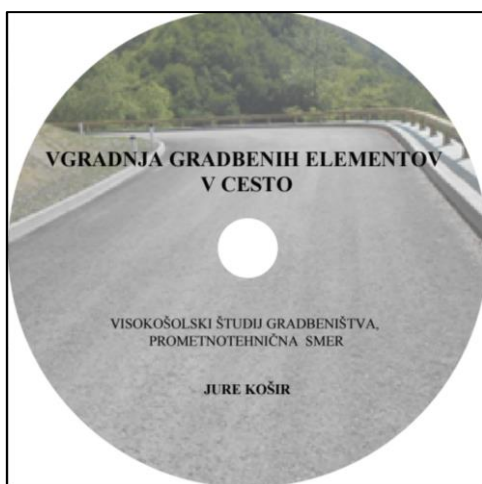
4 VGRADNJA GRADBENIH ELEMENTOV – VIDEO

V diplomski nalogi smo opisali teoretične osnove vgradenj gradbenih elementov v cesto. Teoretične osnove smo poskušali nadgraditi z video vsebinami, ki smo jih posneli na posameznih gradbiščih v okolici Škofje Loke in Ljubljane. Video vsebine smo uredili, jim dodali nekaj ključnih besed in jih v obliki zgoščenke dodali diplomskemu delu.

Na zgoščenki so predstavljene vgradnje gradbenih elementov, ki so podani v spodnji tabeli. V tabeli so podane tudi lokacije gradbišč, datum izdelave posnetka o vgrajevanju elementov ter spletne povezave na spletno stran, na kateri smo vse skupaj uredili v pregledno celoto. Na zgoščenki je prikazanih 7 vgradenj gradbenih elementov. Na sliki 63 je prikazan primer video vsebine z ključnimi besednimi poudarki.



Slika 62: Naslovna stran in kazalo DVD-ja.



Slika 63: Grafika DVD-ja.



Slika 64: Video prikaz vgrajevanja gradbenih elementov – primer.

Tabela 8: Podatki o lokaciji in času snemanja video vsebin.

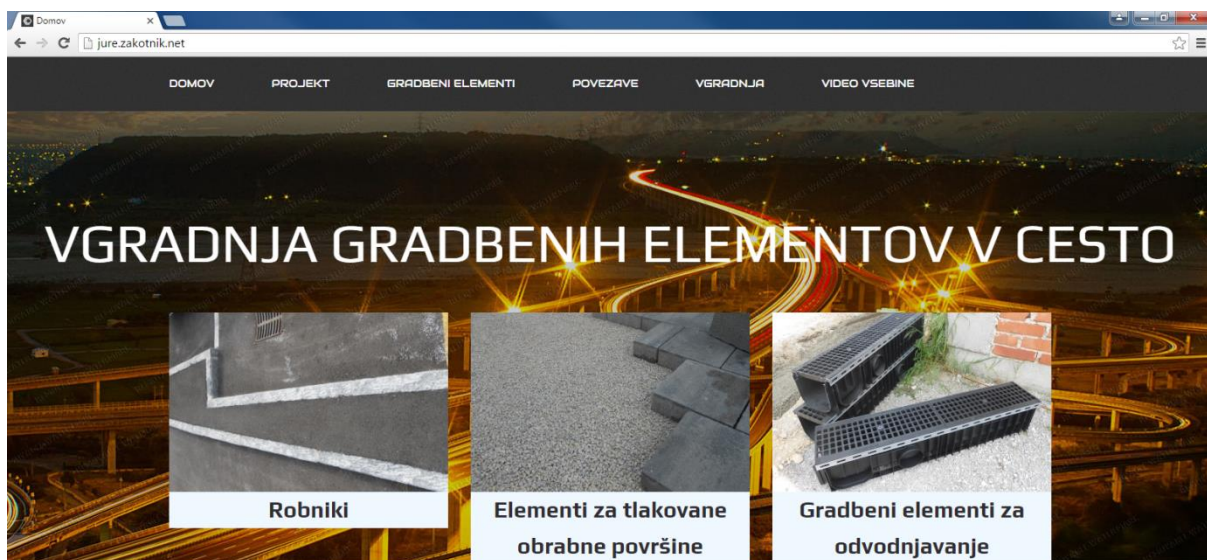
Gradbeni element za vgrajevanje	Gradbišče in datum vgradnje	Spletna povezava
Granitne kocke na betonski podlagi, stiki zapolnjeni s cementno elastično zmesjo	Gradnja dovozne poti do stanovanjskega objekta v Trzinu, 3.4.2016	https://www.youtube.com/watch?v=pddE6ah0A1k
Cementno betonski tlakovci, stiki zapolnjeni z kremenovim peskom	Gradnja ekološkega otoka, Gorenja vas, 15.6.2016	https://www.youtube.com/watch?v=p3a_JF0BRIM
Cestni robnik iz cementnega betona	Izdelava dovozne poti, Zadobje- Gorenja vas, 4.8.2016	https://www.youtube.com/watch?v=GRBoFTMqctA
Polietilenska (PE-HD) cev za globinsko odvodnjavanje	Ureditev drenaže ob cesti Zg. Sorica- Sp. Danje, 17.5.2016	https://www.youtube.com/watch?v=hFJjw6kLNGc
Jašek iz umetne mase krožnega prereza	Izgradnja kanalizacijskega omrežja v naselju Suhadole, 26.5.2016	https://www.youtube.com/watch?v=nlfrMk1-mGc
Rešetka iz duktilne litine za betonski jašek	Izgradnja kanalizacijskega omrežja v naselju Komenda, 12.8.2016	https://www.youtube.com/watch?v=TSI_4d8MQVM
Linjska kanaleta	Ureditev parkirišča za delavnico v naselju Zgornja Senica pri Medvodah, 23.5.2016	https://www.youtube.com/watch?v=_cZBqtBIHPA

Ponikovalnica iz cementnega betona	Ureditev parkirišča za delavnico v naselju Zgornja Senica pri Medvodah, 23.5.2016	https://www.youtube.com/watch?v=lJX_Nm5RLOg
------------------------------------	---	---

Spletna stran je namenjena hitremu in učinkovitejšemu pregledovanju video vsebin iz zgoščenke. Spletna stran vsebuje:

- osnovni opis gradbenih elementov, ki smo jih opisovali v diplomski nalogi v besedi in sliki,
- opis vgrajevanja gradbenih elementov,
- video vsebine vgrajevanja gradbenih elementov iz diplomske naloge,
- spletne povezave za dostopanje na strani proizvajalcev gradbenih elementov.

V osnovi je spletna stran narejena podobno kot diplomska naloga iz teoretičnega dela in video vsebin. Osnovna ideja te spletne strani je ustvariti nek kanal oziroma spletno stran, ki bo omogoča dodajanje, komentiranje ali zgolj pregledovanje vsebin. Dodajanje in komentiranje vsebin omogoča spletni portal »youtube«, v katerega enostavno vstopimo z izdelanimi povezavami na spletni strani.



Slika 65: Spletna stran: Vgradnja gradbenih elementov v cesto.

5 ZAKLJUČEK

Vgrajevanje gradbenih elementov v cesto zahteva veliko znanja, izkušenosti in pozornosti od vseh, ki so s tem procesom kakorkoli povezani. Zavedati se moramo, da smo vsi vsakodnevni udeleženci v prometu in smo v vsakem trenutku izpostavljeni nevarnostim na cesti. Prav zato je potrebno, da vsi sodelujoči v gradbenih procesih upoštevajo pravila in zahteve za pravilno projektiranje, vgrajevanje in vzdrževanje gradbenih elementov. Potrebno se je zavedati, da samo pravilna vgradnja brez rednega vzdrževanja ne doseže svojega prvotnega namena.

Pri izdelavi diplomske naloge smo poskušali opozoriti na najpogostejše napake, ki se pojavljajo pri vgrajevanju gradbenih elementov. Pri ogledih na gradbiščih smo pogosto opazili, da se pri delu pojavlja veliko majhnih napak oziroma nepazljivosti izvajalcev, ki zgolj zaradi večjega zaslužka ali pa mogoče iskanja lažje poti pri vgradnji, vgrajujejo materiale, ki niso primerni za vgradnjo. Razlog za napake je lahko tudi nepoznavanje gradbenih elementov in neznanje izvajalcev. Verjetno se ob tem ne zavedajo, da lahko prav njihova malomarnost povzroči veliko škode.

Če potegnemo črto čez celotno zgodbo, ki smo jo v tem diplomskem delu opisali, lahko ugotovimo, da je gradnja cest v Sloveniji še vedno na visokem nivoju in da slovenska podjetja in obrtniki premorejo veliko znanja, ki pa ga običajno ne cenimo dovolj.

6 VIRI

2PR SISTEMI ZA ODVODNAJAVANJE- tehnični katalog 2012: 29 str, 127 str.

ACO Gradbeni elementi, zastopanje d.o.o., Prodajni katalog 2015: 33-35 str.

Panjan, J. 1998. ODVODNJAVANJE CEST - DETAJLI. Ljubljana: 4-6 str., list št. 8.

Slokan, I. 2005. NIZKE GRADNJE, ceste in železnice. Ljubljana: 146-151 str.

Žmavc, J. 2007. Gradnja cest: voziščne konstrukcije. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, 282 -284 str.

Juvanc, A., Rijavec, R. 2005. Geometrijski elementi cestne osi in vozišča. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Prometna smer: 64 str.

STIGMA d.o.o. 2006.. STIGMA, cevni sistemi, Smernice za polaganje cevovodov za ulično kanalizacijo 1-5 str.

Aplast proizvodnja in trgovina d.o.o. NAVODILA za vgradnjo jaškov in peskolovov: 4-7 str.

Žitnik, J., Žitnik, D., Berdajs, A., Gruden, T., Jurček, R., Slokan, I., Petek, I., Jereb, S., Smolej, B., Štembal Capuder, M., Galonja, S., 2008. GRADBENIŠKI PRIROČNIK- Četrta dopolnjena in posodobljena izdaja, Ljubljana, 619-625 str.

Pravilnik o odvajanju in čiščenju komunalne odpadne in padavinske vode. UL RS, št. 105/2002 in 50/2004

Internetni viri:

SEMMELROCK., 2016

www.semmelrock.si/znanje/nasveti-strokovnjakov/korak-za-korakom/ (Pridobljeno 28.5.2016.)

HAURATON d.o.o., 2016

www.hauraton.si (Pridobljeno 26.5.2016.)

CEMENTNI IZDELKI GOREC, 2016

<http://www.gorec.info> (Pridobljeno 20.5.2016.)

ZAGOŽEN d.o.o. , 2016

<http://www.zagozen.si/> (Pridobljeno 20.5.2016.)

NIVO, 2016

<http://www.nivo.si/pgm> (Pridobljeno 25.5.2016.)

WIKIPEDIJA

https://sl.wikipedia.org/wiki/Silicijev_dioksid (Pridobljeno 25.5.2016.)

ALPRO d.o.o., 2016

www.alpro-menges.si/cevni-sistemi/cevi-za-drenazo (Pridobljeno 26.5.2016.)

HAURATON, 2016

https://issuu.com/hauraton_slovenija/docs/hauraton_slovenija_tehnicni_katalog_2013 (Pridobljeno 2.6.2016.)

JUB- H družba za upravljanje in financiranje d.d., 2016

www.jub.si/hidroizolacija-vgradnja-keramike/fugirne-mase/akrinol-fugalux (Pridobljeno 28.5.2016.)

LIVAR d.d., 2016

<http://livar.si/wp-content/uploads/2014/06/Livar-katalog-2016.pdf> (Pridobljeno 28.5.2016.)

NIVO Gradnje in ekologija d.d. Celje, 2016

<http://www.nivo.si/pgm/100> (Pridobljeno 6.6.2016.)

REGENERACIJA d.o.o. , 2007

<http://www.regeneracija.si/revizijski-jaski2.html> (Pridobljeno 7.6.2016.)

SLOVENSKI INŠTITUT ZA STANDARDIZACIJO, 2016

<http://www.sist.si> (Pridobljeno 12.6.2016)

Ostali viri:

Juvanc, A. 2010. Zapiski s predavanj pri predmetu Gradnja prometnih objektov. (okt – dec 2010.)

Juvanc, A. 2011. Zapiski s predavanj pri predmetu CESTE. (apr – maj 2011.)

Ofak, Z. 2009. Diplomaska naloga: Tehnična, tehnološka in cenovna primerjava lastnosti in vgradnje kanalizacijskih cevi.

A. PRILOGA

DVD: Vgradnja gradbenih elementov v ceste.