

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:

Orožen, I., 2016. Dreniranje netlakovanih športnih površin. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Logar, J., somentorica Šraj, M.): 45 str.

Datum arhiviranja: 05-09-2016

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:

Orožen, I., 2016. Dreniranje netlakovanih športnih površin. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Logar, J., co-supervisor Šraj, M.): 45 pp.

Archiving Date: 05-09-2016

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

**UNIVERZITETNI ŠTUDIJSKI
PROGRAM PRVE STOPNJE
VODARSTVO IN OKOLJSKO
INŽENIRSTVO**

Kandidatka:

IRENA OROŽEN

DRENIRANJE NETLAKOVANIH ŠPORTNIH POVRŠIN

Diplomska naloga št.: 57/B-VOI

DRAINAGE OF UNPAVED SPORTS FIELDS

Graduation thesis No.: 57/B-VOI

Mentor:

izr. prof. dr. Janko Logar

Somentorica:

doc. dr. Mojca Šraj

Ljubljana, 12. 07. 2016

STRAN ZA POPRAVKE

Strani z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

IZJAVE

Spodaj podpisana študentka Irena Orožen, vpisna številka 26300309, avtorica pisnega zaključnega dela študija z naslovom: Dreniranje netlakovanih športnih površin

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 pridobila vsa potrebna dovoljenja za uporabo podatkov in avtorskih del v pisnem zaključnem delu študija in jih v pisnem zaključnem delu študija jasno označila;

4. da sem pri pripravi pisnega zaključnega dela študija ravnala v skladu z etičnimi načeli in, kjer je to potrebno, za raziskavo pridobila 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/Na: _____

Datum: _____

Podpis študentke:

BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČKI

UDK:	626.86:712.25(043.2)
Avtor:	Irena Orožen
Mentor:	izr. prof. dr. Janko Logar
Somentor:	doc. dr. Mojca Šraj
Naslov:	Dreniranje netlakovanih športnih površin
Tip dokumenta:	diplomska naloga – univerzitetni študij
Obseg in oprema:	45 str., 1 pregl., 35 sl., 13 en.
Ključne besede:	dreniranje, odvodnja, športne površine, travnate površine, površinska drenaža, podpovršinska drenaža, drenažni sistemi, cevna drenaža, jarki, netlakovane športne površine

Izvleček

Diplomska naloga govori o načrtovanju, izvedbi in vzdrževanju površinskih in podpovršinskih drenažnih sistemov, ki so potrebni za učinkovito odvodnjavanje travnatih športnih površin.

V začetnem poglavju opisujemo ključne parametre, pojave in teoretične osnove, ki opredeljujejo gibanje vode v tleh in so ključni za razumevanje principov odvodnje. Sledijo opis in značilnosti površinskih in podpovršinskih drenažnih sistemov. Zadnje poglavje prinaša opise konkretnih drenažnih sistemov, ki se uporabljajo za dreniranje netlakovanih travnatih športnih površin, predvsem nogometnih igrišč.

BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT

UDC: 626.86:712.25(043.2)
Author: Irena Orožen
Supervisor: Assoc. Prof. Janko Logar, Ph.D.
Co-supervisor: Assist. Prof. Mojca Šraj, PhD.
Title: Drainage of unpaved sports fields
Document Type: Graduation Thesis – University studies
Scope and tools: 45 p., 1 tab., 35 fig., 13 eq.
Keywords: drainage, sports fields, lawns, surface drainage, internal drainage, installed drain systems, pipe drains, catch basins, unpaved sports fields

Abstract

This graduation thesis explains the planning, design, construction and maintenance of the surface and internal drainage systems. They are extremely important for effective drainage of the grassed sport fields.

In the initial section we describe the key parameters, phenomena and theoretical basis, which determine water movement in soil and are crucial for understanding the principles of drainage. What follows next, are the surface and internal drainage descriptions and characteristics, that are used for drainage of unpaved grassed sports fields, especially soccer fields.

ZAHVALA

Za nasvete in pomoč pri nastajanju diplomske naloge se iskreno zahvaljujem izr. prof. dr. Janku Logarju in doc. dr. Mojci Šraj.

Iz srca pa se zahvaljujem staršem, sestri in fantu za podporo, spodbudne besede in dejanja v času celotnega študija.

KAZALO VSEBINE

1 UVOD.....	1
2 VODA IN TLA.....	3
2.1 Padavine	3
2.2 Značilnosti padavin v Sloveniji	4
2.3 ITP krivulje (krivulje intenziteta – trajanje – povratna doba)	5
2.3.1 Intenziteta	5
2.3.2 Trajanje.....	6
2.3.3 Povratna doba	6
2.4 Evapotranspiracija	6
2.5 Tla.....	6
2.5.1 Tekstura tal	6
2.5.2 Struktura tal	9
2.5.3 Prepustnost tal	9
2.5.4 Prepustnost v anizotropnih tleh	10
2.6 Filtri in filtrska pravila.....	10
2.7 Infiltracija in perkolacija	11
3 DRENAŽNI SISTEMI	13
3.1 Površinsko dreniranje	13
3.1.1 Določanje razdalje in globine drenažnih linij	13
3.1.2 Dimenzije	14
3.1.3 Izkopavanje jarkov	15
3.1.4 Vzdrževanje jarkov	15
3.2. Podpovršinsko dreniranje	16
3.2.1 Cevna drenaža.....	16
3.2.1.1 Betonske drenažne cevi	16
3.2.1.2 Perforirane betonske drenažne cevi	16
3.2.1.3 Plastične drenažne cevi.....	16
4 DRENIRANJE NETLAKOVANIH ŠPORTNIH POVRŠIN.....	18
4.1 Površinsko dreniranje	18
4.1.1 Zasnova za novo konstrukcijo	18
4.1.2 Igrišča z dvignjeno površino.....	19
4.1.3 Ploska igrišča.....	20
4.1.4 Jaški	21
4.1.5 Rekonstrukcija oboda igrišča.....	22

4.1.6 Prenova.....	23
4.1.7 Vzdrževanje.....	24
4.2. Podpovršinsko dreniranje.....	26
4.2.1 Sestava tal pod športno površino.....	26
4.2.2 Tok vode skozi tla.....	26
4.2.2.1 Infiltracija in perkolacija.....	27
4.2.2.2 Zbijanje zemljine zaradi uporabe težke mehanizacije.....	27
4.2.2.3 Prekomerno oranje.....	29
4.2.2.4 Zbijanje zemljine zaradi pohodne obremenitve.....	29
4.2.2.5 Dodatki za zemljino, ki izboljšajo njene drenažne sposobnosti.....	29
4.2.2.5.1 Organski dodatki.....	30
4.2.2.5.2 Anorganski dodatki.....	30
4.2.3 Nameščeni drenažni sistemi.....	30
4.2.3.1 Drenažne cevi.....	31
4.2.3.2 Prestrežni drenažni sistemi.....	33
4.2.3.3 Peščeni drenažni sistemi ob tekaški progi.....	34
4.2.3.4 Peščena drenažna rebra.....	35
4.2.3.4.1 Peščena drenažna rebra za igrišča konveksne oblike.....	38
4.2.3.4.2 Peščena drenažna rebra za igrišča z naklonom na stran.....	38
4.2.4 Pogoste težave nameščenih drenažnih sistemov.....	39
4.2.5 Drugi drenažni sistemi.....	39
4.2.5.1 Filtrna geotekstilija.....	40
4.2.5.2 Gramozne posteljice.....	40
5 ZAKLJUČEK.....	41
VIRI.....	42

KAZALO SLIK

Slika 1: Med obilnim deževjem se zgornji sloj zemljine popolnoma zasiči in voda se začne zadrževati na površini (prirejeno po Brouwer in sod., 2010).....	3
Slika 2: Povprečna letna količina padavin v obdobju 1961–1990 (EIONET v Sloveniji, 2016)	4
Slika 3: Prikaz več ITP krivulj za postajo Postojna (1970 - 2008) (Goranc, 2012)	5
Slika 4: Grafikon teksturne klasifikacije (Tehnična navodila za ocenjevanje zemljišč, 2016)	7
Slika 5: Poroznost tal (Brilly in Šraj, 2005)	7
Slika 6: Različne oblike poroznosti tal (Brilly in Šraj, 2005).....	8
Slika 7: Prikaz toka vode skozi plastovita, anizotropna tla. Levo: Tok vode je vzporeden s plastmi tal. Desno: tok vode je pravokoten na plasti tal (Adam, 2016)	10
Slika 8: Presek drenažnega sistema za določanje razdalje in globine drenažnih linij	13
Slika 9: Presek jarka (Battelino in sod., 1984)	14
Slika 10: Razporeditev vstopnih odprtin za rebraste PVC drenažne cevi (Battelino in sod., 1984)	17
Slika 11: Osnovna površina konveksne oblike (Sports Turf Managers Association, 2016a, str.2).....	19
Slika 12: Osnovna površina konveksne oblike pogled od zgoraj (Sports Turf Managers Association, 2016a, str.3).....	19
Slika 13: Naklon/padec, razširjen prek roba igrišča (Sports Turf Managers Association, 2016a).....	20
Slika 14: Naklon ploskega igrišča (Sports Turf Managers Association, 2016a).....	21
Slika 15: Naklon ploskega igrišča – tloris (Sports Turf Managers Association, 2016a).....	21
Slika 16: Jašek z rešetko (Sports Turf Managers Association, 2016a).....	22
Slika 17: Oprema za nanos peska na igrišče (Metrob d.o.o, 2016)	23
Slika 18: Pogoste in majhne količine peska ohranjajo travno rušo prehodno (Metrob d.o.o, 2016)....	23
Slika 19: Prezračevanje z globokimi vbodi (Pacific Sports Turf, 2016)	24
Slika 20: Zemeljski profil prikazuje plastovitost tal, ki lahko prepreči gibanje vode navzdol skozi zgornje plasti v spodnje sloje tal. Prevelika zbitost lahko to težavo še poveča. (Puhalla in sod., 2010)	25
Slika 21: Z uporabo prezračevalnih naprav se neugodne talne lastnosti izboljšajo. (Metrob d.o.o, 2016).....	25
Slika 22: Značilna sestava tal pod površjem športnega igrišča (Prirejeno po National greens, 2016). 26	
Slika 23: Vibracijski valjar (Volvo construction equipment, 2016).....	28
Slika 24: Grafični prikaz rahle in zbite zemljine (DeJong Hughes in sod., 2016)	28
Slika 25: Namestitev cevnega drenažnega sistema (Sports Turf Managers Association, 2016, part three).....	31
Slika 26: Cevni drenažni sistem, ponekod imenovan tudi »francoska drenaža« (Green Boys LawnCare, 2016).....	32
Slika 27: Detajl zasnove podtalnih cevni sistemov (Puhalla in sod., 2010)	33

Slika 28: Detajl zasnove prestreznega drenažnega sistema (Puhalla in sod., 2010)	34
Slika 29: Peščeni drenažni sistem ob tekaški progi (Sports Turf Managers Association, 2016)	35
Slika 30: Detajl zasnove drenažnih sistemov ob tekaški progi (Puhalla in sod., 2010)	35
Slika 31: Delavci nameščajo navpični drenažni sistem. Pomemben korak pri zagotavljanju ustreznega delovanja je ohranitev navpičnosti drenažnega kanala v središču jarka, kar na sliki počne delavec v ozadju. (Puhalla in sod., 2010).....	36
Slika 32: Navpični drenažni kanali so povezani z zbiralnim kanalom, ki omogoča odtekanje vode stran od igrišča. (Puhalla in sod., 2010).....	37
Slika 33: Detajl zasnove peščenih drenažnih reber (Puhalla in sod., 2010).....	37
Slika 34: Zasnova peščenih drenažnih reber za igrišče konveksne oblike (Puhalla in sod., 2010).....	38
Slika 35: Zasnova peščenih drenažnih reber za igrišče z naklonom na stran (Puhalla in sod., 2010) .	38

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Lastnosti različnih tekstur tal (Sports Field Management, 2016)	9
--	---

1 UVOD

Netlakovana, travnata športna igrišča in podobni objekti so zasnovani z namenom, da izpolnjujejo dva osnovna pogoja: biti morajo dovolj veliki in imeti ustrezno obliko, da omogočajo izvajanje posameznega športa v skladu z njegovimi pravili, imeti pa morajo tudi površino, ki igralcem omogoča varno rabo. Ker se veliko športnih površin uporablja tudi za nešportne aktivnosti (prireditve, srečanja, koncerte ...), mora biti površina dovolj vzdržljiva, da bi prenesla obremenitve, povezane s temi aktivnostmi (Puhalla in sod., 2010). Varnost in zadovoljstvo obiskovalcev športnih igrišč mora biti vedno na prvem mestu. Zato je treba športne površine opremiti z vrhunskimi športnimi podlagami, ki omogočajo varno in udobno ukvarjanje s športom.

Vsak športni navdušenec bi se strinjal, da je igra, ki jo igralci odigrajo, v veliki meri odvisna prav od kakovosti travnate površine. Upravljavec igrišča pa mora upoštevati, da od kakovosti igralne površine ni odvisna le kakovost igre, ampak tudi stopnja varnosti. Vsako izmed obeh pomembnih meril pa je odvisno od oprijema, togosti in ravnosti travnate površine (Puhalla in sod., 2010).

Oprijem je seveda kritičnega pomena za ustvarjanje in nadzor hitrosti, za hitro ustavljanje in nenadne spremembe smeri gibanja. Slab oprijem lahko privede do pretrgov mišic in drugih poškodb, ki so v športu zelo pogoste (Puhalla in sod., 2010). Togost podlage igralcem omogoča, da pri igri razvijejo maksimalne hitrosti, vendar pa vpliva tudi na zmožnost hitrih sprememb smeri in poveča intenzivnost poškodb zaradi padcev (Puhalla in sod., 2010).

Ravnost je, poleg togosti podlage, eden glavnih dejavnikov, ki vpliva na odziv žoge, kar zajema višino in smer odboja žoge pa tudi pravilnost smeri in hitrost rotacije. Pri veliko športih, ki se odvijajo na travnatih površinah, je predvidljiv odziv žoge nujen pogoj za doseganje posamezne stopnje kakovosti tekmovanja (Puhalla in sod., 2010).

Če bi upravljavce športnih igrišč vprašali, kateri samostojni ukrep najbolj prispeva h kakovosti njihovega igrišča in kakovosti travnate površine, bi bil najpogostejši odgovor drenaža. Skoraj vsak upravljavec je že imel probleme zaradi dežja, ki so vodile k prekinitvam, vendar pa ta težava sega še globlje. Nekatera igrišča v spomladnih mesecih zadržujejo toliko vode, da jih je težko ali pa skoraj nemogoče kositi; oprema za košnjo povzroča brazde, ki so druga težava upravljavca (Puhalla in sod., 2010).

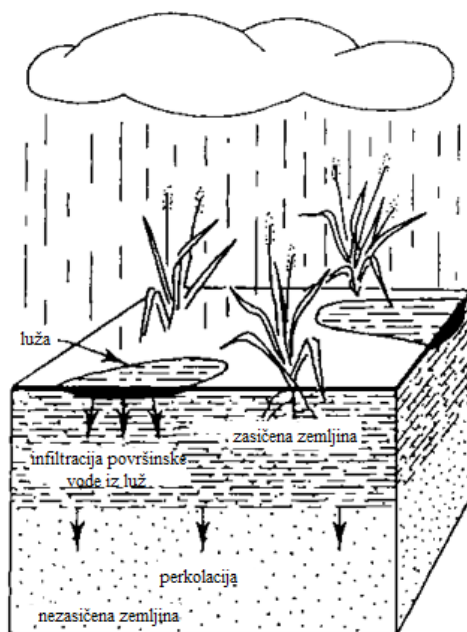
V tej diplomski nalogi bomo opisali več različnih tipov drenažnih sistemov, s katerimi učinkovito odpravljamo težave na športnih površinah in s tem poskrbimo, da so športne površine varnejše, lažje za vzdrževanje, uporabnejše, predvsem pa, da bodo zagotavljale varno in kakovostno športno aktivnost.

2 VODA IN TLA

2.1 Padavine

Med padavine štejemo vso vodo, ki pade na površino zemlje (Brilly in Šraj, 2005). Del padavin, ki dosežejo površje tal, površinsko odteče, del izhlapi, del pa ponikne v tla in poveča količino vode v tleh. Pri močnem pronicanju s površja se tla lahko popolnoma zasičijo, po daljšem obdobju brez padavin pa lahko vlažnost tal pade na stopnjo, ko rastline ovenijo (Battelino in sod., 1984).

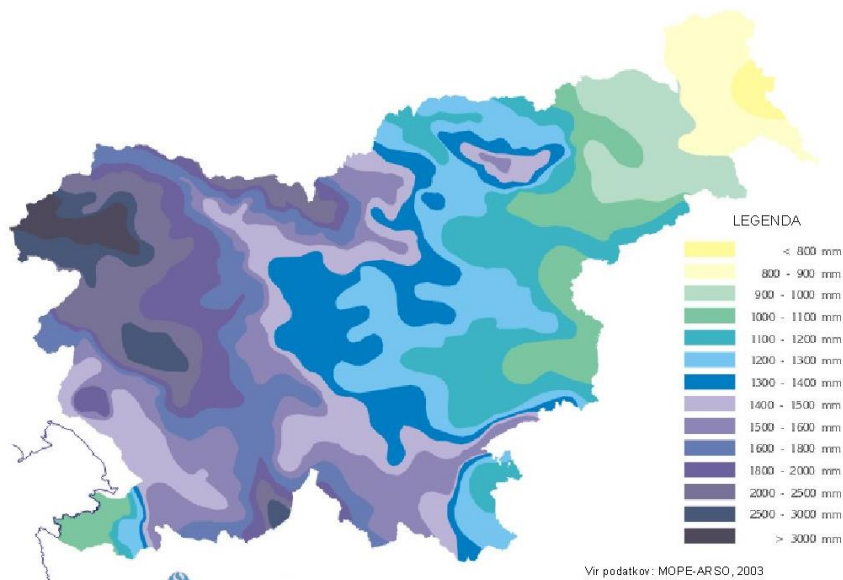
Voda se infiltrira v zemljino in se shrani v njene pore. Ko so vse pore napolnjene z vodo, je zemljina popolnoma zasičena in posledično ne more več absorbirati vode. Če se deževje ali namakanje nadaljujeta, se začne voda zadrževati na površini v obliki luž (slika 1) (Brouwer in sod., 2010).



Slika 1: Med obilnim deževjem se zgornji sloj zemljine popolnoma zasiči in voda se začne zadrževati na površini (prirejeno po Brouwer in sod., 2010).

2.2 Značilnosti padavin v Sloveniji

Slovenija se uvršča med območja z najvišjo količino padavin v Evropi in svetu (Brilly in Šraj, 2005).



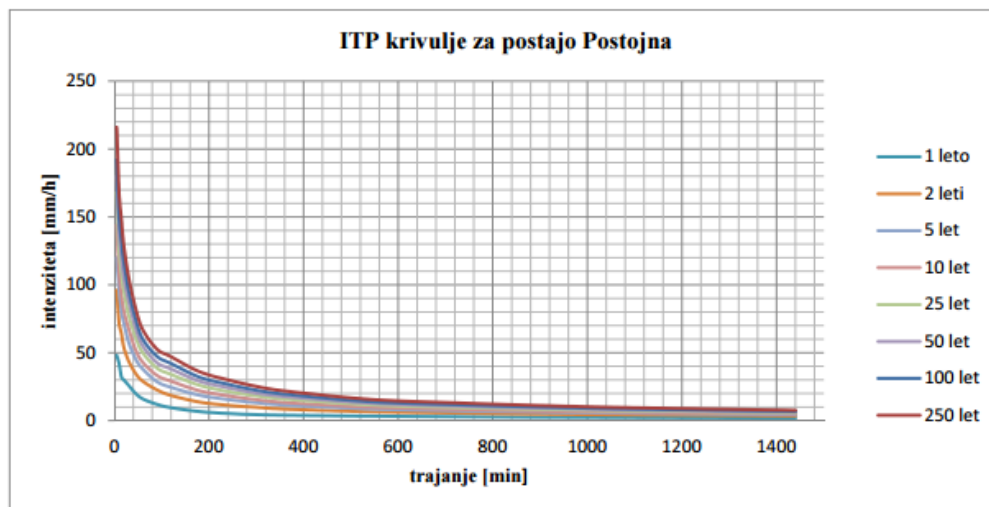
Slika 2: Povprečna letna količina padavin v obdobju 1961–1990 (EIONET v Sloveniji, 2016)

Slovenijo lahko grobo po mesečnih količinah padavin razdelimo na tri območja. In sicer na Primorsko, kjer padavine dosežejo maksimume v oktobru, juniju in marcu, območje Karavank, Ljubljanske in Kočevske kotline, kjer so maksimumi doseženi v oktobru in juniju, in preostali del Slovenije, kjer je maksimum dosežen v mesecu juniju (Brilly, Šraj, 2005).

Območje, kjer letno pade največ padavin, zajema alpsko-dinarsko gorovje. Tako dosežejo padavine v povirju Soče in nad Bohinjem nad 3000 mm letno (slika 2). Ob obali padavine dosežejo komaj 900 mm. Od jugozahoda in zahoda proti vzhodu in severu se padavine zmanjšujejo hitro, potem pa postopoma. Tako znašajo v Ljubljanski in Kranjski kotlini od 1400 do 1600 mm, proti Karavankam in Kamniškim planinam pa se ponovno povečajo. Proti vzhodu se padavine zmanjšujejo in na obodu Panonske nižine dosežejo le še 800 mm (Brilly in Šraj, 2005).

2.3 ITP krivulje (krivulje intenziteta – trajanje – povratna doba)

ITP krivulja prikazuje padavinski vzorec za posamezno območje in grafično prikaže odvisnost intenzitete padavin od njihovega trajanja in povratne dobe. Vertikalna os prikazuje intenziteto padavin, horizontalna pa trajanje. Povratna doba je izražena z različnimi krivuljami (slika 3) (Goranc, 2012).



Slika 3: Prikaz več ITP krivulj za postajo Postojna (1970 - 2008)
(Goranc, 2012)

2.3.1 Intenziteta

Intenziteta padavin je količina padavin v časovni enoti, ki se spreminja časovno in prostorsko. Visoka intenziteta padavin nakazuje močno deževje, nizka pa rahle padavine. Enote zanjo so različne, lahko je npr. v mm/min, mm/h itd. (Goranc, 2012).

V španskem Državnem meteorološkem inštitutu so definirali različne intenzivnosti padavin:

- rahel dež = $1 \leq 2$ mm/h,
- zmerne padavine = $2 < 1 \leq 15$ mm/h,
- močne padavine = $15 < 1 \leq 30$ mm/h,
- zelo močne padavine = $30 < 1 \leq 60$ mm/h,
- naliv = $1 > 60$ mm/h.

Te meje so v različnih državah različno definirane, kar pomeni, da bi težko dobili univerzalno klasifikacijo intenzivnosti padavin za celoten svet (Goranc, 2012).

2.3.2 Trajanje

Trajanje padavin je časovno obdobje med začetkom in koncem padavin, celotnih ali tistih, ki presegajo določen prag (Goranc, 2012).

2.3.3 Povratna doba

Povratna doba (v tem primeru intenzitete padavin) je povprečno obdobje let med pojavom padavin določene ali večje intenzitete. Ta označuje kako redko ali pogosto se dogodek v povprečju ponovno pojavi. Krivulja z 10-letno povratno dobo pomeni, da je 10 % verjetnosti v letu, da bo dosežena ali presežena taka intenziteta padavin. V daljšem obdobju to pomeni, da se bo dogodek ponovil v povprečju enkrat v desetih letih oziroma desetkrat v 100 letih (Goranc, 2012).

Zanesljive ocene intenzitete padavin so zelo pomembne za načrtovanje in projektiranje. Razmerje intenziteta – trajanje – povratna doba (ITP) zajema ocene intenzitete padavin za različna trajanja in ponavljajoče se intervale (Goranc, 2012).

2.4 Evapotranspiracija

Evapotranspiracija je pojav, ko tekoča voda prehaja s površine tal in rastlin v atmosfero. Pojav je sestavljen iz dveh procesov: transpiracije in izhlapevanja, ki se dogajata istočasno, zato ju je težko ločiti. Izhlapevanje (evaporacija) je prehod vode iz tekočega agregatnega stanja v plinasto agregatno stanje. Transpiracija pa je fiziološki proces, pri katerem rastlina skozi metabolični proces skozi liste izpusti vodo v atmosfero (Brilly in Šraj, 2005).

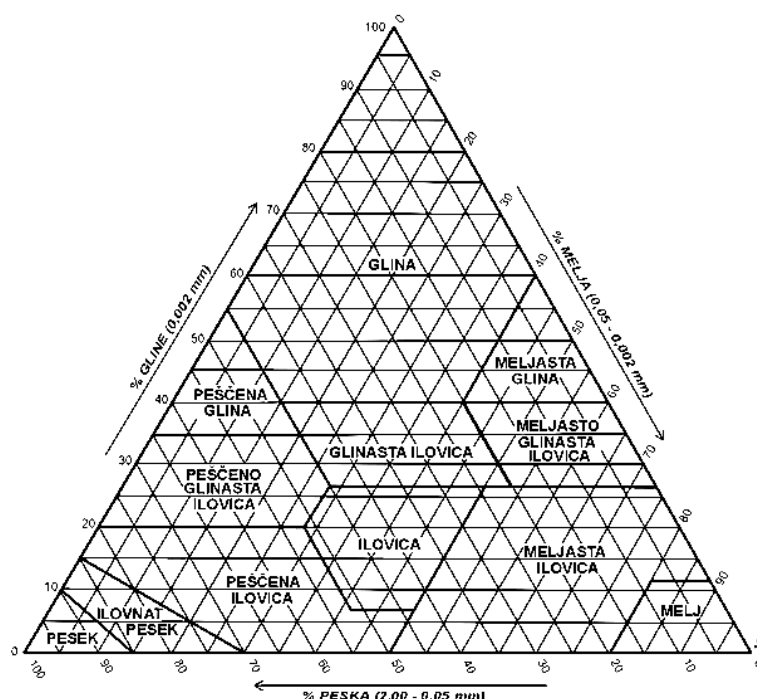
2.5 Tla

Tla so sestavljena iz mineralnih delcev različnih velikosti (glina, melj, pesek, gramoz) in organskih snovi v različnih razmerjih (Brilly in Šraj, 2005).

2.5.1 Tekstura tal

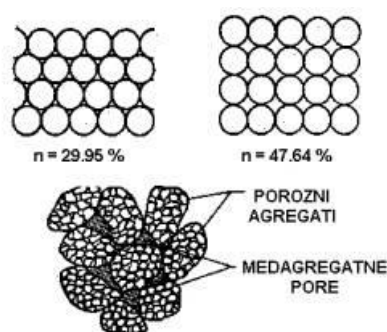
Tekstura označuje velikost mineralnih talnih delcev in velikost por v tleh, kar vpliva na pomembne kemične in fizikalne lastnosti tal, kot so gibanje vode v tleh, kationska izmenjalna kapaciteta in zračnost (Tehnična navodila za ocenjevanje zemljišč, 2016).

Tekstura je odvisna od količine peščenih, glinastih in meljastih delcev v zemljini, presejanih skozi sito velikosti 2 mm. Glede na to tla uvrstimo v ustrezen teksturni razred po grafikonu teksturne klasifikacije (slika 4) (Tehnična navodila za ocenjevanje zemljišč, 2016).

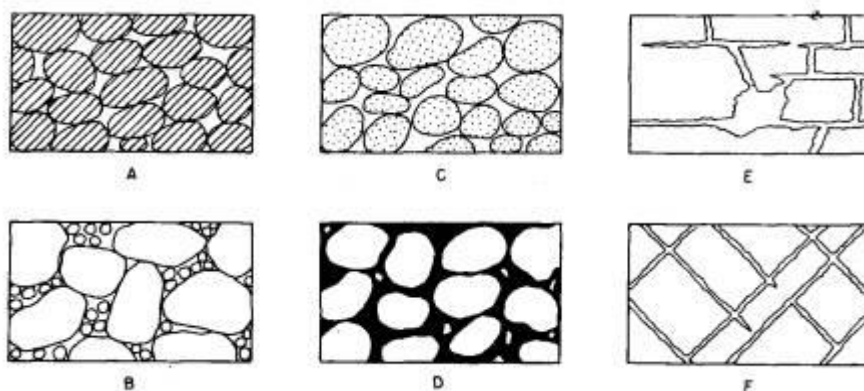


Slika 4: Grafikon teksturne klasifikacije
(Tehnična navodila za ocenjevanje zemljišč, 2016)

Med majhnimi delci je več por kot med velikimi delci, a so te manjše. V materialu, ki je sestavljen iz enakih kroglic, lahko oblikujemo različne oblike por in poroznosti, kot lahko vidimo na sliki 5.



Slika 5: Poroznost tal
(Brilly in Šraj, 2005)



Slika 6: Različne oblike poroznosti tal
(Brilly in Šraj, 2005)

Na obliko in velikost por vpliva pri naravnih materialih tudi oblika zrn, zbitost tal in njihove lastnosti. Pomembna je tudi sposobnost oblikovanja intergranularnih por v zemljinah (slika 6) (Brilly in Šraj, 2005).

Na sliki 6 so podane različno oblikovane poroznosti, kjer so: a – pore med relativno neprepustnimi zemljinami, b – pore med relativno neprepustnimi zrn različne velikosti, c – intergranularna poroznost, pri kateri manjša zrna oblikujejo večje agregate, d – poroznost zmanjšanja zaradi inkrustacije, e – poroznost v zakraselih kameninah in f – razpoke v skalnatem masivu (Brilly in Šraj, 2005).

Tekstura tal določa kapaciteto za zadrževanje vode (Tabela 1), aeracijo, sposobnost za obdelovanje tal in rodovitnost tal ter gibanje vode v zemljo in skozi jo (Zakaj proučevati tla?, 2015). V smislu notranje drenažne sposobnosti je najvišja prepustnost pri pesku z velikostjo zrn od 0,15 do 2,00 mm, pri prodnih in gramoznih tleh, najmanjša pa pri glini z velikostjo zrn, ki so manjša od 0,002 mm. Če pesku dodamo bolj fini pesek, melj ali glino, se bo prepustnost znatno zmanjšala. Zrnovostna struktura zemljine ima ogromen vpliv na notranjo drenažno sposobnost. Pri glineni zemeljski plasti bo gibanje vode počasnejše kot pri pesku (Puhalla in sod., 2010).

Zemljine z nizko količino finih delcev, kot sta melj in glina, imajo največjo prepustnost. Zemljine z grobo teksturo pa so pri večini površin nestabilne, saj so prav fini delci tisti, ki pripomorejo k vezljivosti zemljine. Z dodajanjem finih delcev v zmes se stabilnost torej povečuje, prepustnost pa znižuje (Puhalla in sod., 2010).

Preglednica 1: Lastnosti različnih tekstur tal (Sports Field Management, 2016)

TEKSTURA TAL	DRENAŽNA SPOSOBNOST	DOVZETNOST ZA ZGOŠČANJE	REZERVOAR ZA VODO IN HRANILA
PESEK	odlična	majhna	omejena
ILOVNAT PESEK	odlična	omejena	omejena
PEŠČENA ILOVICA	dobra	omejena do zmerna	zmerna
ILOVICA	dobra do zmerna	zmerna	zmerna do precejšnja
MELJASTA ILOVICA	zmerna do slaba	precejšnja	precejšnja
GLINASTA ILOVICA	zmerna do slaba	precejšnja	precejšnja
GLINA	slaba	precejšnja	precejšnja

2.5.2 Struktura tal

S strukturo tal izražamo način oziroma vrsto združevanja primarnih, osnovnih delcev tal v strukturne agregate. Ti se razlikujejo po velikosti, obstojnosti, obliki in na primer po tem, kako hitro razpadejo na manjše delce pod vplivom gnetenja in delovanja vode, ledu (Tehnična navodila za ocenjevanje zemljišč 2016).

2.5.3 Prepustnost tal

Prepustnost tal za vodo ugotavljamo na podlagi teksture in strukture tal. Merimo jo na terenu ali v laboratoriju. Ugotavljamo količino pretoka vode na posamezni poti v določenem času (Tehnična navodila za ocenjevanje zemljišč, 2016).

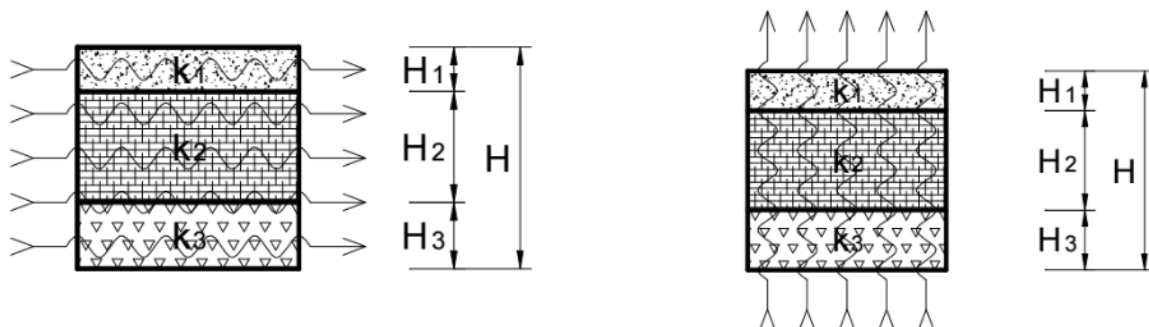
Stopnje prepustnosti tal (Tehnična navodila za ocenjevanje zemljišč, 2016):

Zelo prepustna tla so tla, pri katerih je hiter odtok vode v tla in ki se po daljšem dežju hitro osušijo, zmerno prepustna tla pa tista, pri katerih je zmerno hiter odtok vode v tla. Tu tla po dežju ostanejo dlje časa vlažna, vendar brez znakov zastajanja vode.

Pri slabo prepustnih tleh ob močnem deževju pride do začasnega zastajanja površinske ali stoječe vode na površini. Do tega pride zlasti spomladi ali pozno jeseni.

Pri zelo slabo prepustnih tleh pa je močno oviran tok vode v tla.

2.5.4 Prepustnost v anizotropnih tleh



Slika 7: Prikaz toka vode skozi plastovita, anizotropna tla. Levo: Tok vode je vzporeden s plastmi tal. Desno: tok vode je pravokoten na plasti tal
(Adam, 2016)

Tok vzporedno s plastmi (1), (2):

$$v_h = k_h \cdot i = (v_1 \cdot H_1 + v_2 \cdot H_2 + \dots + v_n \cdot H_n) \cdot \frac{1}{H} = (k_1 \cdot H_1 + \dots + k_n \cdot H_n) \cdot \frac{i}{H} \quad (1)$$

$$k_h = \frac{\sum (k_i \cdot H_i)}{H} \quad (2)$$

Tok pravokotno na plasti (3 – 6):

$$v_v = k_v \cdot i_i = k_1 i_1 + k_2 i_2 + \dots + k_n i_n = k_v \cdot \frac{h_w}{h} \quad (3)$$

$$h_w = H_1 i_1 + H_2 i_2 + \dots + H_n i_n \quad (4)$$

$$h_w = v_v \cdot \left(\frac{H_1}{k_1} + \frac{H_2}{k_2} + \dots + \frac{H_n}{k_n} \right) = v_v \cdot \sum \frac{H_i}{k_i} \quad (5)$$

$$\text{sledi } v_v = k_v \cdot \frac{v_v \cdot \sum \frac{H_i}{k_i}}{H} \rightarrow k_v = \frac{H}{\sum \left(\frac{H_i}{k_i} \right)} \quad (6)$$

K je koeficient prepustnosti, v hitrost toka vode, H višina plasti zemljine, h_w višina vode in i hidravlični gradient (slika 7).

Bistvo prepustnosti v anizotropnih tleh je, da prepustnost vzporedno s plastmi določa najbolj prepusten sloj, pravokotno na plasti pa najmanj prepusten sloj.

2.6 Filtri in filtrska pravila

Filtrske plasti so plasti, s katerimi preprečujemo izpiranje drobnih delcev zemljine in nevarnost pojava notranje erozije. Filtre vedno vgrajujemo med nasipno zemljino in drenažno plastjo ali na stikih med različnimi plastmi. Filter je vselej plast, ki deluje med dvema zemljinama, kjer ima prva zemljina izrazito

fina, druga pa debela zrna. Kriteriji za dimenzioniranje filtrov so določeni empirično in temeljijo na zrnavostni sestavi materiala in na prepustnosti zemljine, ki jo filter ščiti. Prepustnost filtra za vodo mora biti večja od prepustnosti zemljine. S tem poleg migracije drobnih frakcij preprečimo tudi velike flake vode pred površino filtra (Gramec, 2010).

Zrnavostna sestava filtrskega sloja mora zagotavljati stabilnost samega filtra, da v njem ne pride do notranje erozije. Zato koeficient enakomernosti ne sme biti prevelik (Gramec, 2010).

Filtrski sloj mora ustrezati naslednjim zahtevam (Gramec, 2010):

- stabilnost pred notranjo erozijo,
- ustrezna granulacija (drobne frakcije sloja z manjšimi zrnji ne morejo prehajati skozi pore debelozrnatega sloja),
- prepustnost debelozrnatega sloja mora biti vsaj 10-krat večja od prepustnosti drobnozrnatega sloja,
- granulacija materiala mora biti takšna, da med vgrajevanjem ne pride do segregacije.

Med najbolj znanimi filtrskimi pravili so pravilo USBR (7), (8), pravilo USACE (9), (10) in pravilo Terzaghija (11) (Gramec, 2010).

- USBR filtrsko pravilo

$$12 < \frac{D_{15}filter}{D_{15}zemljina} < 4 \quad (7)$$

$$12 < \frac{D_{50}filter}{D_{50}zemljina} < 52 \quad (8)$$

- USACE filtrsko pravilo

$$\frac{D_{15}filter}{D_{85}zemljina} \leq 5 \quad (9)$$

$$\frac{D_{50}filter}{D_{50}zemljina} \leq 25 \quad (10)$$

- Terzaghijevo filtrsko pravilo

$$\frac{D_{15}filter}{D_{85}zemljina} < 4 - 5 < \frac{D_{15}filter}{D_{15}zemljina} \quad (11)$$

2.7 Infiltracija in perkolacija

Infiltracija je proces vstopanja vode v tla skozi površinski sloj zemljine in je eden najpomembnejših procesov hidrološkega kroga (Jordan, 2010). Perkolacija pa označuje gibanje vode navzdol skozi profil

tal. Ta procesa sta komponenti precejanja, tj. gibanja vode v zemljino in skožnjo, merjena v cm na uro (Puhalla in sod., 2010).

3 DRENAŽNI SISTEMI

Poznamo vrsto drenažnih sistemov in tehnologij njihove izvedbe. V tem poglavju bomo našteali najpogostejše možnosti in jih razdelili v dve skupini. Na površinske in podpovršinske drenažne sisteme.

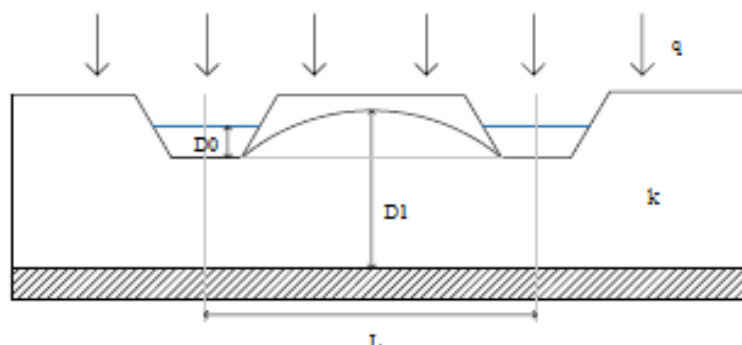
3.1 Površinsko dreniranje

Površinsko dreniranje je namenjeno dreniranju presežne količine vode s površine z gravitacijo ali umetnimi sistemi, jarki (Sports Turf Managers Association, 2016a). V primerjavi s podpovršinsko drenažo imajo jarki specifične prednosti in pomanjkljivosti (Battelino in sod., 1984).

Prednost površinskega dreniranja je v tem, da lahko sprejema podtalno in površinsko vodo. Potreben padec za odvod vode vzdolž jarkov je lahko dosti manjši kot pri cevni drenaži (približno 0,1 % pri cevni drenaži). Omogočen je lahek nadzor nad celotnim sistemom. Ena izmed pomanjkljivosti pa je ta, da je zaradi rasti plevela potrebno pogosto vzdrževanje (Battelino in sod., 1984).

3.1.1 Določanje razdalje in globine drenažnih linij

Učinek drenažnega sistema je zelo odvisen od globine in medsebojne razdalje drenažnih linij (slika 8). Enačbe, ki podajajo zvezo med medsebojno razdaljo med drenažami na eni strani ter koeficientom propustnosti, odtokom in nivojem zasičene cone na drugi, se skoraj vse nanašajo na stacionarno stanje. To stanje ponazarja neprekinjene padavine, ki jih drenaža nenehno odvaja. Če računamo z ekstremnimi padavinami, so rezultati enačb za stacionarne pogoje na varni strani (Battelino in sod., 1984).



Slika 8: Presek drenažnega sistema za določanje razdalje in globine drenažnih linij

Enostavna matematična enačba za stacionarne pogoje jarka je že dolgo časa poznana v naslednji obliki (Battelino in sod., 1984):

$$L^2 = \frac{4 k (D_1^2 - D_0^2)}{q} \quad (12)$$

tu je "L" razdalja med drenažama [m], "q" intenzivnost padavin [m/dan], "k" koeficient hidravlične prevodnosti [m/dan], "D₁" višina zasičene cone na sredini med drenažama nad neprepustnim slojem [m] in "D₀" višina vode v jarku [m] (Battelino in sod., 1984).

Iz enačbe (12) se lahko razbere, da je globina nivoja zasičene cone odvisna od parametrov: D₀, D₁, k in q.

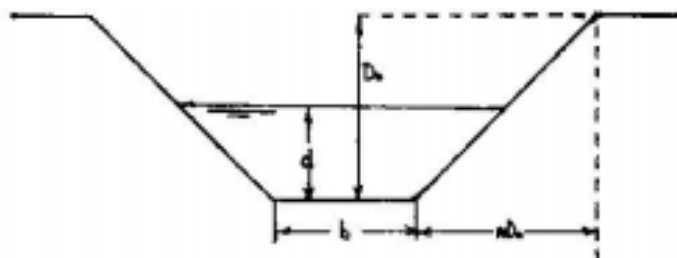
Če predpostavimo, da vode v jarku ni, torej da je D₀ = 0, potem iz enačbe (12) dobimo (Battelino in sod., 1984):

$$L^2 = \frac{4 k D_1^2}{q} \quad (13)$$

Enačba (13) obravnava drenažni sistem, položen na neprepustno plast (Battelino in sod., 1984).

3.1.2 Dimenzije

Če poznamo nivo vode pod površino, vodne pretočne količine in lastnosti tal, lahko določimo dimenzije, naklon brežine in padec jarkov. Izračun bo pogosto dal tako majhne dimenzije jarkov, da bodo ti s stališča izvedbe in vzdrževanja zelo nepraktični (Battelino in sod., 1984). Zato so določene minimalne uporabne dimenzije (slika 9). Najpogosteje uporabljene vrednosti so (Battelino in sod., 1984):



Slika 9: Presek jarka
(Battelino in sod., 1984)

- širina dna (b) = 0,5 m,
- globina (d) = 0,40 m – 0,50 m pod cevni izlivkami, kar pomeni, da je skupna globina (D_0) = od 1,40 do 1,80 m,
- naklon brežine izražen kot $1 : \omega = \frac{\text{vertikalna razdalja}}{\text{horizontalna razdalja}} =$ običajno 1 : 3/4 za glinasta tla, 1 : 1 za peščena tla in 1 : 1,5 za nestabilna peščena tla, za male jarke, ki jih kopljemo z "roto-kopači" in jih po potrebi z lahkoto popravljamo.

3.1.3 Izkopavanje jarkov

Jarke se izkopava ročno, z "dregerji", s katerimi se danes izvajajo samo večji izkopi, in s hidravličnimi rovokopači, opremljenimi s profilnimi žlicami, ki imajo obliko prečnega preseka izbranega jarka (Battelino in sod., 1984).

3.1.4 Vzdrževanje jarkov

Če se jarki ne vzdržujejo redno, bo stopnja njihove učinkovitosti kmalu precej nižja zaradi razraščanja plevela in kopičenja usedlin. Pretok vode je zaradi tega onemogočen, rezultat pa je visok nivo vode v drenaži, ko nastopi deževno obdobje. Visok nivo vode v zbiralnih jarkih pa pomeni, da so izlivke cevnih drenaž poplavljen (Battelino in sod., 1984).

3.2. Podpovršinsko dreniranje

Učinkovito podpovršinsko dreniranje zagotovimo z nameščenimi drenažnimi sistemi, ki odvajajo vodo iz zemeljskega profila. V tem poglavju bomo opisali cevno drenažo in primerno izbiro materiala, ki omogoči dolgo življenjsko dobo drenaže.

3.2.1 Cevna drenaža

Cevna drenaža mora biti učinkovita več desetletij, to pa je mogoče doseči samo s pravilno izbiro materiala, odpornega proti okvaram, do katerih lahko sčasoma pride. Najpogosteje se za izdelavo drenažnih cevi uporabljajo beton in plastični materiali, včasih pa se je uporabljala glina (Battelino in sod., 1984).

3.2.1.1 Betonske drenažne cevi

Betonske drenažne cevi se lahko uporabljajo, če želimo večje premere. Njihova pomanjkljivost je v tem, da je beton podvržen razkroju v kislih in sulfatnih tleh, kar pa lahko nekoliko izboljšamo z uporabo cementa, ki je odporen proti sulfatom. Voda vstopa pri odprtinah, ki so med cevmi. Izdelujejo se tudi betonske cevi, kjer voda v cev vstopa skozi porozne stene, vendar pa se pore lahko prekrijejo s plastmi melja in gline (Battelino in sod., 1984).

3.2.1.2 Perforirane betonske drenažne cevi

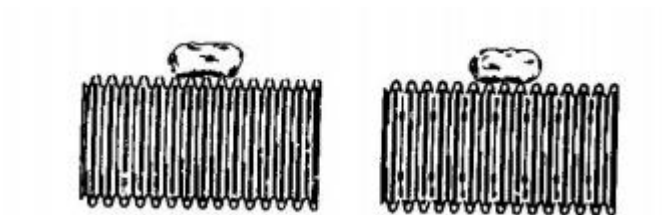
Perforirane betonske cevi se izdelujejo v velikostih od 50 do 500 mm premera in so preluknjane na eni ali obeh straneh. Odprtine so med seboj razmaknjene od 5 do 10 cm, premer odprtine pa je okrog 10 cm. Dolžine cevi so 100 cm, 125 cm in 150 cm. Drenažna voda prihaja v cevi skozi perforacije – odprtine. (Battelino in sod., 1984)

3.2.1.3 Plastične drenažne cevi

Plastične tlačne cevi so v rabi že desetletja. V začetku so se uporabljale gladke plastične cevi, kasneje pa so razvili prožne rebraste plastične drenažne cevi, ki so bile zaradi večjega odpornostnega momenta bolj odporne proti tlaku (Battelino in sod., 1984). Danes se uporabljajo za odvajanje vode poliestrske cevi, strukturirane cevi iz polipropilena in polietilena ter PVC cevi iz polivinilklorida (Ofak, 2009).

Rebraste PVC drenažne cevi imajo po predpisih naslednje značilnosti: imajo nizko lastno težo, so kemično neuničljive, zagotavljajo dolgotrajno uporabo, zadostno odpornost proti pritisku in raztezanju,

so elastične in imajo enakomerno razporeditev perforacij z zaželeno skupno površino odprtin (slika 10) (Battelino in sod., 1984).



Slika 10: Razporeditev vstopnih odprtin za rebraste PVC drenažne cevi (Battelino in sod., 1984)

4 DRENIRANJE NETLAKOVANIH ŠPORTNIH POVRŠIN

Igralci nogometa se običajno med igro zanašajo na hitre starte in ustavitve ter pogoste spremembe smeri, kar je glavni taktični element igre. Ti hitri manevri v kombinaciji z uporabo igralnih čevljev lokalno dodobra mehansko obremenijo igralno površino. Pri tem športu je odziv žoge kritičnega pomena za naravo tekmovanja. Da bi lahko žogo natančno ustrelili proti голу ali podali, mora biti travna podlaga ravna in stabilna, da omogoča predvidljivo gibanje žoge. Ker je odziv žoge tako pomemben, lahko že najmanjša poškodba trate povzroči nepredvidljivo odbijanje žoge in neenakomerno rotacijo, kar močno vpliva na igralnost površine in kakovost igre. Učinkovita drenaža je pri tej vrsti športa še zlasti pomembna, saj lahko mokra mesta na trati žogo dobesedno zaustavijo na mestu (Puhalla in sod., 2010).

Da bi zagotovili ustrezno športno površino brez zastajanja vode, poznamo dva načina, s katerima se učinkovito odstrani odvečna količina vode, ki se nabira na igralni površini – površinski in podpovršinski drenažni sistem.

4.1 Površinsko dreniranje

O površinskem dreniranju govorimo, ko voda odteka s površine in se zbira v jaških, ki so nameščeni izven igralne površine. Oblikovana je tako, da zmanjša zadrževanje vode na površini, po dežju ali namakanju. Deluje tako, da zmanjša volumen vode, ki vstopa v zemeljski profil (Sports Turf Managers Association, 2016a).

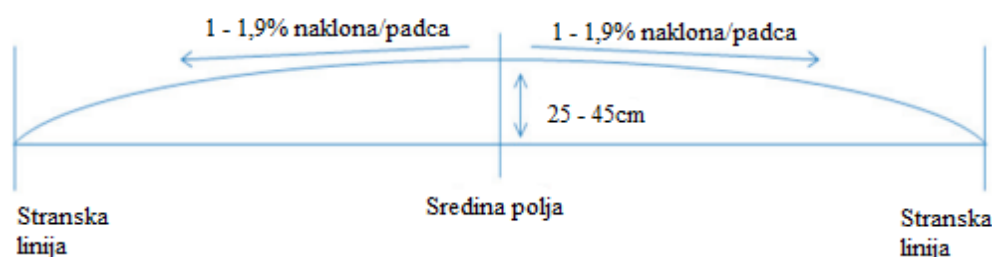
4.1.1 Zasnova za novo konstrukcijo

Osnovno pravilo pri zasnovi športnega igrišča ali kompleksa športnih igrišč je, da mora biti vsako igrišče v smislu drenaže zasnovano kot samostojna enota. Nobeno igrišče, tudi tako z najmodernejšim drenažnim sistemom, ne more zagotavljati sprejemljivih meril kakovosti, če nanj priteka voda s sosednjega igrišča ali z okoliškega terena. Če naravni relief zemljišča usmerja odtekajočo vodo proti igrišču, je potrebno predvideti namestitev prestreznih drenažnih kanalov, da se tok vode izolira. Pri načrtovanju igrišč je potrebno predvideti dovolj prostora zunaj igralnih površin pa tudi med njimi za izvedbo izkopov, zasutij, jaškov in plitkih drenažnih jarkov. (Puhalla in sod., 2010)

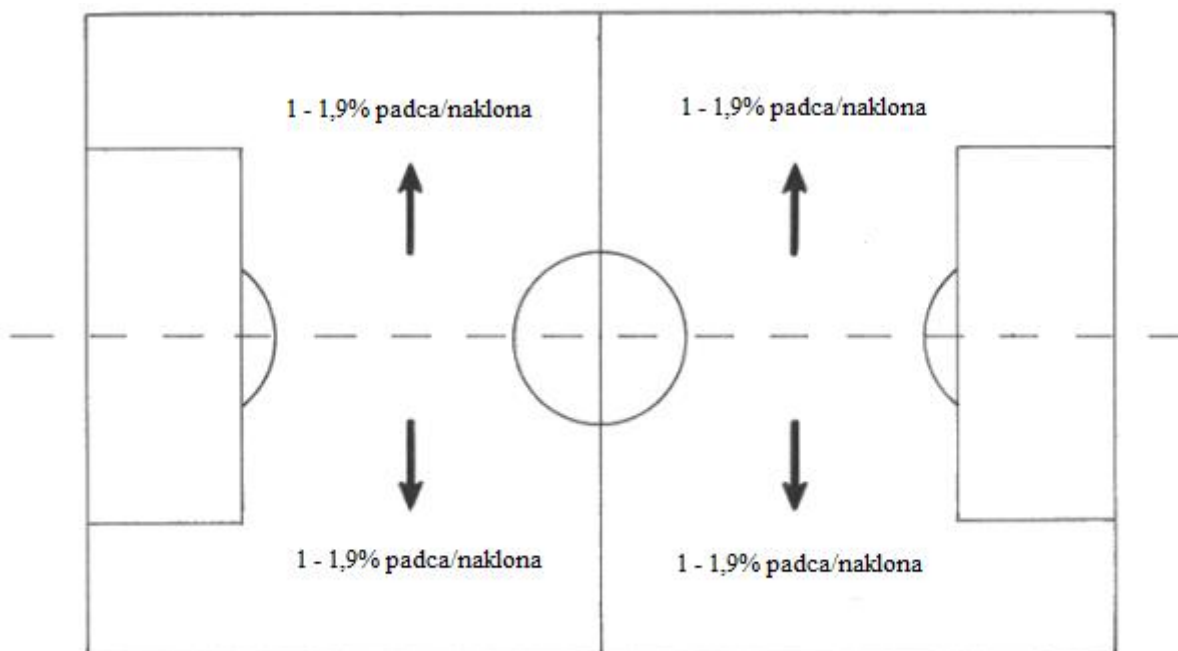
Oblikovanje samostojne drenažne enote pa je seveda odvisno od sestave tal, lokacije, vrste športne aktivnosti, stopnje uporabe in razpoložljivih finančnih sredstev. Drenažne enote morajo biti zasnovane tako, da lahko drenažo namestijo stroji. (Land Drainage Contractors Association, 2015)

V splošnem je mogoče zasnove igrišč glede površinske drenaže razvrstiti v eno izmed dveh kategorij: *igrišča s površino konveksne oblike* (slika 11) in naklonom na vsako stran (slika 12) ali *ploska igrišča* z naklonom na eno stran ali proti enemu izmed koncev igrišča (slika 14). Tipična vrednost naklona igrišča je od 1 do 1,9 odstotka. Nogometna igrišča so pogosto zasnovana z nizkim naklonom in po navadi potrebujejo drenažni sistem. (Puhalla in sod., 2010)

4.1.2 Igrišča z dvignjeno površino



Slika 11: Osnovna površina konveksne oblike
(Sports Turf Managers Association, 2016a, str.2)

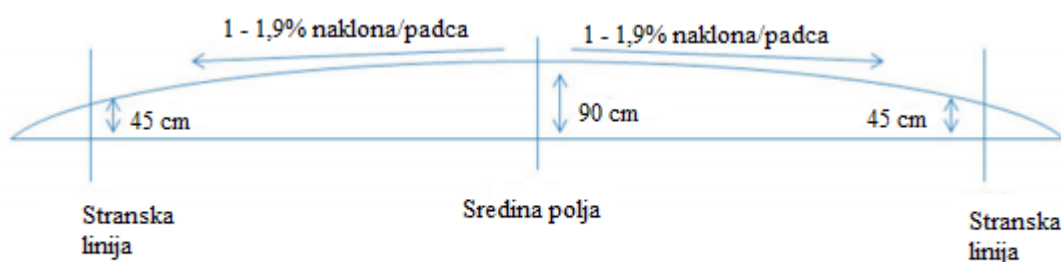


Slika 12: Osnovna površina konveksne oblike pogled od zgoraj
(Sports Turf Managers Association, 2016a, str.3)

Verjetno najpogostejša zasnova nogometnih igrišč je oblikovana z dvignjeno površino, za katero je mogoče pričakovati, da bo vodo odvajala sorazmerno uspešno. (Puhalla in sod., 2010)

Ko ustrezno oblikovana površina enkrat opravi svojo nalogo in večino vode uspešno odvede s športne površine, mora biti zagotovljena tudi ustrezna odvodnja vode iz roba površine, da ob večjem naliivu ne steče nazaj. (Merritt, 2015)

Pri nogometnih igriščih ni priporočljivo dimenzionirati več kot 1% naklona/ziroma padca, ker bi to otežilo izvajanje stranskih strelav. Vendar, če je igrišče uporabljeno tudi za druge športe, ki v igro vključujejo gole, ima lahko padca do 1,9%. Kjer se površina konveksne oblike stika s stranskimi linijami, se lahko hitro pojavijo mokra območja, ki predstavljajo nevarnost za igralce. Prav zaradi te nevarnosti je priporočljivo razširiti naklon preko stranskih linij s tem preprečiti razmočenost, ki bi se tam pojavila (slika 13). (Sports Turf Managers Association, 2016a)



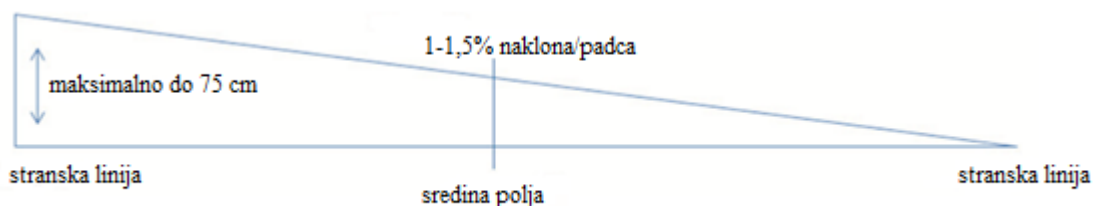
Slika 13: Naklon/padec, razširjen prek roba igrišča
(Sports Turf Managers Association, 2016a)

4.1.3 Ploska igrišča

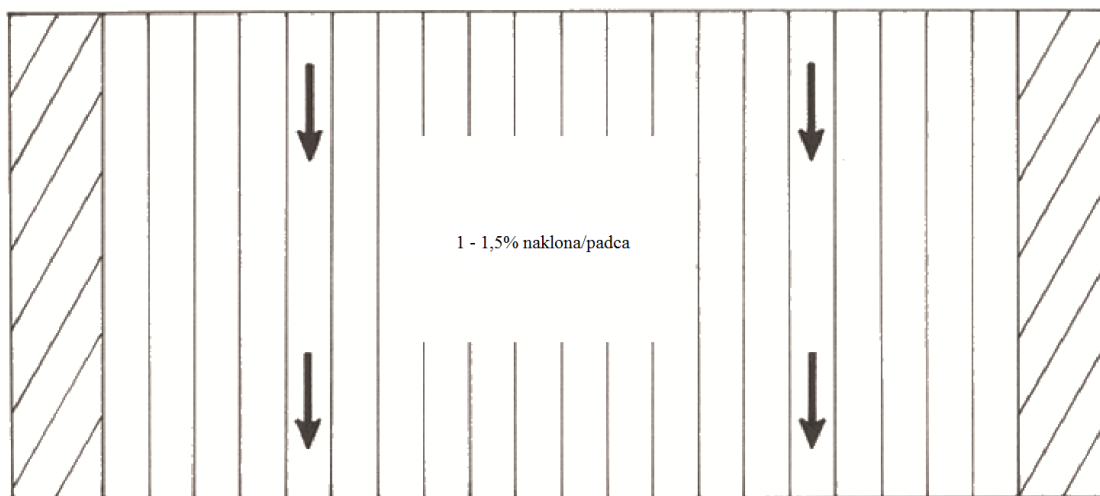
Ploska igrišča (slika 14) se kot taka izdelajo zaradi značilnosti okoliškega terena. Če je gradnja igrišča s konveksno površino nepraktična in/ali predraga, je zasnova ploskega igrišča z naklonom ustrezna rešitev, ki se lahko dobro obnese (Puhalla in sod., 2010). Čeprav takšna zasnova ni idealna, se uporablja za nogometna igrišča, za rugby in baseball igrišča in igrišča za hokej na travi (Sports Turf Managers Association, 2016a).

Večina ploskih igrišč potrebuje nameščen podpovršinski drenažni sistem, vsaj v spodnji polovici igrišča, da bi se tako preprečilo prekomerno omočenje tega območja (Puhalla in sod., 2010).

Prav tako mora dokumentacija igrišča potrjevati, da gre za plosko igrišče z naklonom (slika 15). V nasprotnem primeru lahko nekdo 10 let kasneje poskuša obnoviti površino konveksne oblike igrišča in povzroči pravo razdejanje (Puhalla in sod., 2010).



Slika 14: Naklon ploskega igrišča
(Sports Turf Managers Association, 2016a)



Slika 15: Naklon ploskega igrišča – tloris
(Sports Turf Managers Association, 2016a)

4.1.4 Jaški

Jaški (slika 16) so običajni elementi drenažnih sistemov, ki se uporabljajo pri športnih igriščih, in sicer na dva načina. Pospešijo lahko površinsko odtekanje vode, kjer okoliški teren preprečuje gibanje vode, uporabljajo pa se lahko tudi kot "stičišča" nameščenega podpovršinskega drenažnega sistema in upravljavcu omogočajo čiščenje, vzdrževanje in spremljanje njihove učinkovitosti. Za vsa športna

igrišča velja, da je treba jaške namestiti dovolj zunaj polja igre (4,5 do 6 m) in uporabiti majhno rešetko na vrhu (Puhalla in sod., 2010).

Vendar pa bo tam, kjer je prostor omejen, mogoče treba jaške namestiti bližje robu igrišča. Tak je lahko primer nogometnega igrišča s 400 m dolgo tekaško stezo okrog njega. V takem primeru mora imeti vrh jaška enak naklon, kot ga ima tudi igrišče. Čez pokrov jaška se povezne gumijast pokrov (Puhalla in sod., 2010).



Slika 16: Jašek z rešetko
(Sports Turf Managers Association, 2016a)

4.1.5 Rekonstrukcija oboda igrišča

Rekonstrukcija igrišča je idealna priložnost za izboljšanje površinskega odtoka vode. Najprej je treba opraviti analizo toka vode skozi igrišče in okrog njega. Določiti je treba nove nagibe, nato pa odstraniti travno rušo in ponovno izdelati ustrezen nagib. Pri izkopih je treba biti pozoren na debelino plasti zemlje; ne sme puščati 5 cm zgornje zemeljske plasti na enem mestu in 25 cm na drugem, ker območja s 5 cm ne bodo imela enako dobre drenažne sposobnosti kot območja z debelejšo zgornjo zemeljsko plastjo. Pri nasutjih je treba zemljino najprej pobranati, da se uniči plastovita struktura, ki upočasnjuje prehajanje vode skozi zemljino (Puhalla in sod., 2010).

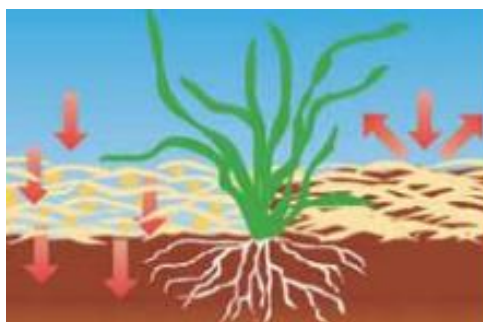
4.1.6 Prenova

Obstaja več manj zahtevnih postopkov, ki lahko prispevajo k učinkovitosti odvajanja vode z igrišča. Eden izmed boljših načinov, kako se spoprijeti s tovrstnimi manjšimi težavami, je nanos peščenega materiala čez trato (slika 17), nato pa izravnava površine s pomočjo brane. S peskom se izboljšuje prepustnost zgornje zemeljske plasti za zrak in vodo (slika 18). Vezana in humusna tla se uravnajo, s tem pa se lahko uravnajo tudi površinske neravnine (Metrob d.o.o, 2016). Ta proces odstrani neravnine na igrišču in zagotovi učinkovitejšo površinsko dreniranje (Puhalla in sod., 2010).

Upoštevati moramo kakovostni kriterij za pesek, ki svetuje uporabo opranega, kremenovega peska, zrnavosti od 0,2 mm do 0,4 mm z nevtralno vrednostjo pH, odpornim na preperevanje in obrabo (Metrob d.o.o, 2016).



Slika 17: Oprema za nanos peska na igrišče
(Metrob d.o.o, 2016)



Slika 18: Pogoste in majhne količine peska ohranjajo travno rušo prehodno
(Metrob d.o.o, 2016).

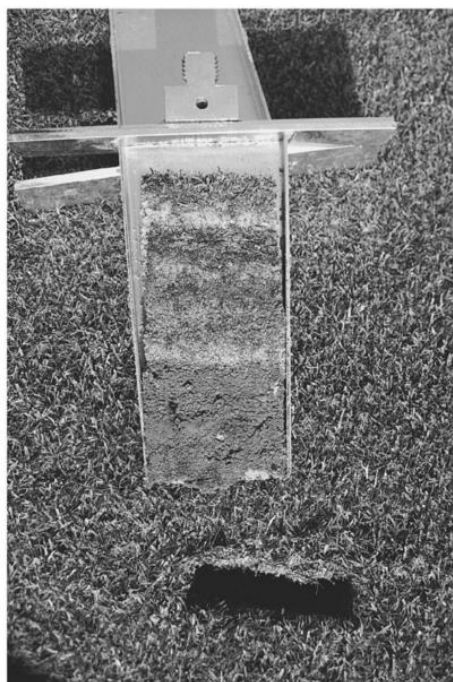
4.1.7 Vzdrževanje

Veliko upravljavcev igrišč spregleda dejstvo, da lahko skrbno vzdrževanje prepreči težave z odvajanjem vode. Na primer: košnja trave na nizko višino med mokrimi obdobji omogoča, da do zemlje prodre več sončnih žarkov in travo hitreje osuši (Puhalla in sod., 2010).

Druga vzdrževalna praksa, ki lahko pomaga počasi sušečemu se igrišču, je zračenje z globokimi vbodi (slika 19), ob čemer pa mehanizacija omogoča tudi homogeniziranje tal z vibracijo. Če je igrišče mokro dlje časa, kot bi smelo biti, in če razmočeni deli zajemajo večje površine trate in niso prisotni le na posameznih prepoznavnih mestih, je lahko težava v strukturi zemeljskih plasti ali zbitosti tal (slika 20). V takih primerih lahko zračenje z globokimi vbodi in vibracijska homogenizacija te plasti zemljine dovolj razrahlja, da se nekoliko izboljša uporabnost igrišča (Puhalla in sod., 2010).



Slika 19: Prezračevanje z globokimi vbodi
(Pacific Sports Turf, 2016)



Slika 20: Zemeljski profil prikazuje plastovitost tal, ki lahko prepreči gibanje vode navzdol skozi zgornje plasti v spodnje sloje tal. Prevelika zbitost lahko to težavo še poveča. (Puhalla in sod., 2010)

Zračenje z globokimi vbodi ni nadomestilo niti za ustrezno površinsko dreniranje niti za nameščen drenažni sistem, vendar pa bodo novi navpični kanali povečali prepustnost tal v navpični smeri in sekundarno bodo začasen vodni rezervoar za vodo na površju (Puhalla in sod., 2010). Zračenje mehča tla in naredi prostor za zrak (slika 21). Zbitost tal do globine 6 cm se zmanjša (Metrob d.o.o, 2016). Da bi se zagotovila zdrava trata in uporabnost igrišča, mora voda iz teh kanalov odteči (Puhalla in sod., 2010).



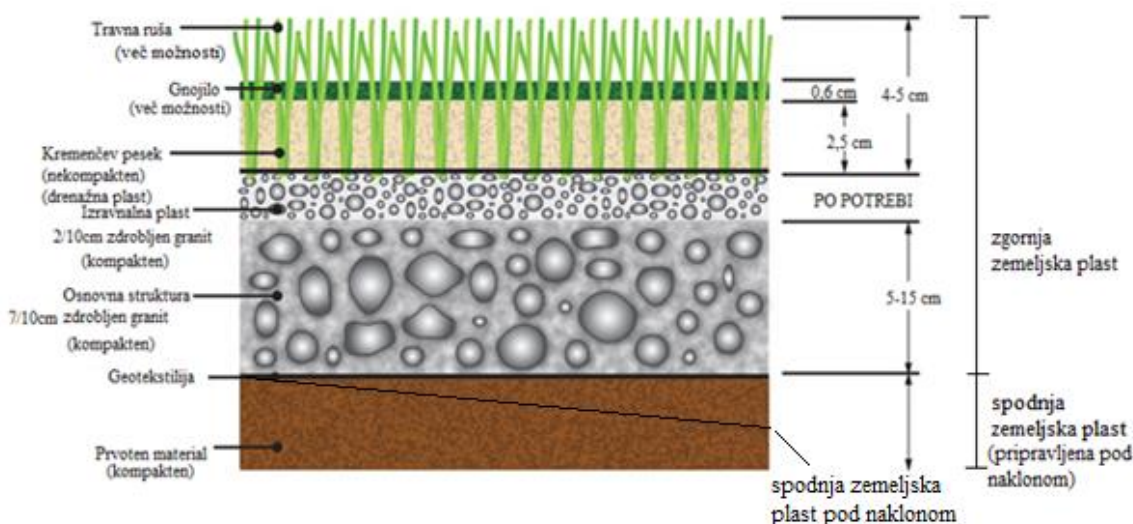
Slika 21: Z uporabo prezračevalnih naprav se neugodne talne lastnosti izboljšajo. (Metrob d.o.o, 2016)

Dodatki za zemljino oziroma "sredstva za izboljšanje kakovosti zemljine" lahko v nujnih situacijah prav tako pomagajo. Proizvodi iz bele gline (kaolin) so se v industriji uporabljali veliko let, zdaj pa je na trgu že nova generacija materialov na osnovi diatomejske zemljine. Ti dodatki absorbirajo nekaj površinske vode in pripomorejo k učvrstitvi blatne zemljine. S tem se izboljša odpornost trate igrišča proti obrabi, prav tako pa se ta hitreje obnovi (Puhalla in sod., 2010).

4.2. Podpovršinsko dreniranje

V tem poglavju bomo opisali tok vode skozi tla in nameščene drenažne sisteme, ki učinkovito odvajajo vodo iz zemeljskega profila.

4.2.1 Sestava tal pod športno površino



Slika 22: Značilna sestava tal pod površjem športnega igrišča
(Prirejeno po National greens, 2016)

Profil tal pod športno površino sestavljajo zgornja in spodnja zemeljska plast (slika 22). Zgornjo zemeljsko plast sestavljajo inženirsko vgrajene plasti, spodnjo pa raščen teren. Preden vgrajujemo zgornje plasti, mora biti spodnja zemeljska plast pripravljena v naklonu.

4.2.2 Tok vode skozi tla

Že sam tok vode skozi tla je pomemben segment celotnega odvajanja vode z igrišča (Puhalla in sod., 2010). Navezuje se na vodo, ki vstopa v tla in pronica skozi zemeljski profil (Sports Turf Managers Association, 2016b). Tudi ob dobrem površinskem dreniranju lahko ostane voda ujeta v zemeljskem profilu več dni, kar ustvari slabše pogoje uporabe površine (Puhalla in sod., 2010).

4.2.2.1 Infiltracija in perkolacija

Infiltracija in perkolacija imata pomembno vlogo pri celovitem procesu odvajanja vode z igrišča; odvajanje vode s površine igrišča je najučinkovitejše, če lahko nekaj deževnice prehaja navzdol skozi profil tal in s tem pomaga površinskemu odtekanju zaradi pozitivnega naklona podlage. V smislu celotne prepustnosti zemljine največjo težavo za igrišča predstavlja zbitost tal, ki preprečuje infiltracijo in perkolacijo deževnice (Puhalla in sod., 2010).

Prezračevanje pomaga pri procesu perkolacije in infiltracije, še zlasti če je to prezračevanje z globokimi vbodi, saj poveča poroznost in s tem prepustnost tal. Prav tako prezračevanje omogoča vstopanje zraka v zemeljski profil, kar dodatno pospešuje proces sušenja (Puhalla in sod., 2010).

Eden izmed štirih osnovnih tipov tal (glina, melj, pesek, gramoz) je glina. Glina je edina skupina zemljin, katere delci nosijo (pozitivni) električni naboj. Da bi razumeli gibanje vode skozi tla, je treba upoštevati njene značilnosti. Mikroskopski delci glin, humus in minerali sodelujejo pri združevanju teh delcev v večje enote – zemeljske agregate. Razporeditev teh v večje enote pa privede do tvorjenja strukture zemljine. Ta naravni proces je temelj gibanja vode skozi zemljino, saj se pri tem procesu ustvarjajo pore, ki so zelo pomembne za izmenjavo snovi med zemljino in zrakom (Puhalla in sod., 2010).

Močnejši nalivi, oranje in zgoščanje zemlje zaradi površinskega prometa uničujejo strukturo zemljine, zato zemeljski agregati izgubijo svojo obliko, se zbijejo skupaj in ustvarjajo za vodo neprehodne sloje. Na športnih igriščih je vzrok za slabo prepustna tla, v katerih je otežena perkolacija vode, prav igranje in prehajanje mehanizacije prek travnate površine (Puhalla in sod., 2010).

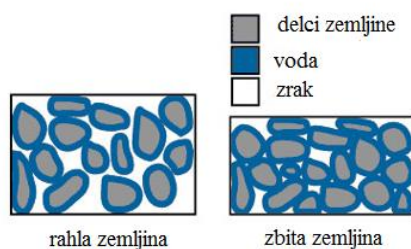
4.2.2.2 Zbijanje zemljine zaradi uporabe težke mehanizacije

Na nekaterih športnih igriščih močno zbit spodnji del zemeljske plasti preprečuje prehajanje vode skozi zemeljski profil.



Slika 23: Vibracijski valjar
(Volvo construction equipment, 2016)

Zbitost zemljine se pojavi, ko se delci zemljine zbijejo skupaj in s tem zmanjšajo volumen por med delci (slika 24). Zelo zbite zemljine vsebujejo nekaj večjih por in imajo nižjo stopnjo tako infiltracije vode za zmožnost njenega odvajanja oziroma odtekanja iz kompaktnega sloja (DeJong-Hughes in sod., 2016). Težava je v tem, da prav mehanizacija (slika 23) v času gradnje spodnjo plast zemljine tako močno zbije, da voda, ki priteče iz zgornje zemeljske plasti, ne more odteči dalje, zato se tam ustavi. Posledica tega je, da zgornja zemeljska plast, ki ni zbita, med močnejšim nalivom postane popolnoma zasičena zaradi zastajanja vode, saj spodnja zemeljska plast ne dovoljuje odtekanja vode navzdol (Puhalla in sod., 2010).



Slika 24: Grafični prikaz rahle in zbite zemljine
(DeJong Hughes in sod., 2016)

Najboljši način za obvladovanje te težave je, da se v načrt za gradnjo vključijo navodila, v katerih piše, naj se prepreči premočno zbijanje spodnje plasti in naj se pred nanosom zgornje zemeljske plasti spodnja zemeljska plast pobrana. Te zabeležke bodo izvajalca opozorile na obstoječo dinamiko drenažnega sistema, ki se uporablja za igrišče (Puhalla in sod., 2010).

4.2.2.3 Prekomerno oranje

Mogoče se zdi, da je oranje dober način za rahljanje zemlje ter spodbujanje učinkovite perkolacije in infiltracije. Resnica pa je, da lahko pretirano oranje, ko se zemlja pripravlja za sajenje ali setev, zmanjša notranjo drenažno sposobnost. To se pogosto dogaja. Oranje uniči ugodno strukturo zemljine, tako da zdrobi zemeljske agregate v drobne delce, ki se kasneje zbijejo v neprepustno plast. Po oranju bodo močno teksturirane zemljine, z veliko količino melja in gline, postale grudaste. Te se nikakor ne smejo zdrobiti v majhne delce. Boljša rešitev za odpravljanje težave sta kultivator ali rahljalnik, ki zemljo zrahljata in tako omogočita setev trave, oziroma polaganje travne ruše brez spreminjanja zemeljske strukture (Puhalla in sod., 2010).

4.2.2.4 Zbijanje zemljine zaradi pohodne obremenitve

Stalno topotanje nog igralcev je najbolj pogost vzrok za zbijanje zemljine, ki lahko privede do slabe infiltracije in perkolacije. Pohodne obremenitve vplivajo na zemljino na dva načina: čepi nogometnih čevljev uničujejo njeno strukturo z vtiskanjem v zgornjo plast, teža igralcev pa privede do škodljivega prekomernega zbijanja zemljine. Tu nikar ne smemo pozabiti, da lahko koncertna množica in spreved glasbenikov povzročita še veliko večjo zbitost kot moštvo igralcev. Po dolgih letih igranja, še zlasti v mokrih in posledično blatnih razmerah, pohodne obremenitve povzročijo poškodbe zemeljske strukture vse do nesprejemljive ravni (Puhalla in sod., 2010).

Da bi kar najbolj povečali notranjo drenažno sposobnost, bi morali upravljavci igrišč neprestano spremljati stanje tal in njihovo sposobnost odvajanja vode, še zlasti na območjih, kjer se začenjata pojavljati zbitost in slaba notranja drenažna sposobnost. Takšno spremljanje in pravočasno izvajanje vzdrževalnih del (košnja, gnojenje, zalivanje, aktivacija korenin, zračenje, nanašanje peska in druga dela) lahko prepreči kasnejše odstranjevanje zemlje in ponoven začetek (Puhalla in sod., 2010).

4.2.2.5 Dodatki za zemljino, ki izboljšajo njene drenažne sposobnosti

Eden izmed načinov za izboljšanje stopnje infiltracije in perkolacije je uporaba dodatkov za zemljino. Ti dodatki lahko poleg izboljšane drenažne sposobnosti izboljšujejo tudi rast travne ruše, tako da omogočajo lažje prodiranje korenin in povečajo odpornost proti zbijanju. Učinkovitost dodatkov je odvisna od vrste in količine dodatka ter lastnosti sprejemne zemljine. Dodatke lahko razvrstimo v dve skupini, in sicer v organske in anorganske dodatke (Puhalla in sod., 2010).

4.2.2.5.1 Organski dodatki

Najbolj priljubljeni organski dodatki za igrišča so šota, žagovina in različni drugi odpadni proizvodi, kot so na primer gnoj, kompost ali kanalizacijska gošča. Organski dodatki z grobo strukturo so primernejši za dodajanje k zemljini, ki je bolj fine strukture, organski dodatki s fino strukturo pa so primernejši za dodajanje k zemljini, ki je bolj grobe strukture. Po navadi se vsi organski dodatki dodajajo v količini od deset do dvajset odstotkov volumna (Puhalla in sod., 2010).

4.2.2.5.2 Anorganski dodatki

Najbolj priljubljeni anorganski dodatki za športno trato so pesek in kalcitni materiali, kot sta na primer diatomejska zemlja in bela glina (kaolin) (Puhalla in sod., 2010).

4.2.3 Nameščeni drenažni sistemi

Do tega poglavja je bilo veliko napisanega o tem, kako voda pronica v zemljino in skozi njo. Od tod dalje pa bodo strani posvečene nameščenim drenažnim sistemom, katerih naloga je odvajanje vode iz zemeljskega profila (Puhalla in sod., 2010).

Pri takem športu, kot je nogomet, kjer je zaželen nizek naklon igralne površine (< 1 %), je težko doseči učinkovito površinsko odvodnjo ob močnejših oziroma dolgotrajnejših nalivih. Da se voda ob dolgotrajnejših nalivih premakne s sredine igrišča prek stranskih mejnih črt, so za igrišča s konveksno obliko z naklonom 1,5 % potrebne štiri ure, pri naklonu 1 % pa še dlje. Prav zato so drenažni sistemi, ki odvajajo vodo s površine, pogosto kritičnega pomena za sprejemljivo kakovost igrišča (Puhalla in sod., 2010).

Nameščeni drenažni sistem je lahko usmerjen vzdolžno ali prečno na igrišče, lahko pa tudi diagonalno. Voda bo vstopila v te drenažne sisteme ne glede na njihovo orientacijo. Vendar pa je ob gradnji bolje, da drenažni sistemi sledijo naklonu oziroma padcu spodnje zemeljske plasti, da bi dosegli konsistentno globino sistemov. Drenažne sisteme je treba namestiti na medosni razdalji od 3 do 6 m (Puhalla in sod., 2010).

O kakovosti nameščenega drenažnega sistema govorita dva dejavnika: učinkovitost odvajanja vode in življenjska doba sistema. Učinkovitost sistema za odvajanje vode je odvisna od medsebojne razdalje drenažnih sistemov, ustreznega naklona ter od ustrezne izvedbe. Prav tako je odvisna od globine

peščenega nanosa, kadar govorimo o peščenih igriščih. Na življenjsko dobo sistema pa vplivata vrsta tal in sestava nameščenega drenažnega sistema, saj nekatere zemljine počasi prodirajo v drenažni sistem in sčasoma zamašijo drenažne kanale (Puhalla in sod., 2010). Zamašitev drenažnih sistemov se lahko prepreči z upoštevanjem filtrnih pravil ali pa z uporabo filtrne geotekstilije.

4.2.3.1 Drenažne cevi

Tradicionalni tip drenažnega sistema, ki se uporablja na igriščih, je cevna drenaža (slika 25), pri kateri gre za sistem perforiranih cevi, položenih na posteljico iz gramoza, v jarkih pod zgornjo zemeljsko plastjo. Pogosto uporabljamo cevi premera 10 cm, ki so položene v 30 cm široke in od 60 do 90 cm globoke jarke. Cevi ležijo na posteljici iz peska ali gramoza in so nato obdane in zasute s 30 do 45 cm enakega materiala (slika 27). Jarki, v katerih so položene cevi, so v splošnem približno 3–6 m narazen, vendar pa je razdalja med njimi odvisna od količine dežja, na katero je sistem dimenzioniran, prepustnosti tal in od globine nameščenih drenaž (Sports Turf Managers Association, 2016, part three).

Drenažne cevi delujejo tako, da enakomerno in počasi prepuščajo vodo in jo tako odvedejo iz spodnje zemeljske plasti, če se jarke do vrha zasuje s peskom ali gramozom, pa lahko pripomorejo tudi k odvodnji površinske vode (Puhalla in sod., 2010).

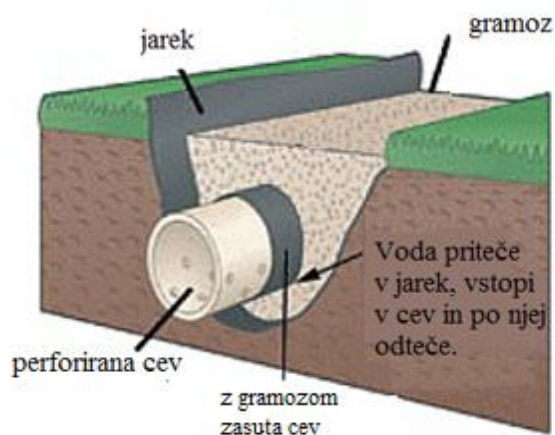
Pri izdelavi cevne drenaže s perforiranimi PVC-cevmi z dvema ali tremi vrstami luknjic je treba cevi položiti tako, da bodo luknjice na dnu, ker voda potuje navzdol skozi gramoz, se ustavi na dnu jarka in vstopa v cev s spodnje strani. Ko se gladina vode dviga, pronica skozi luknjice v drenažno cev (Puhalla in sod., 2010).



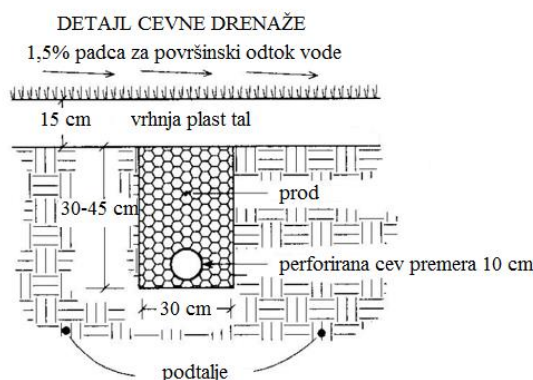
Slika 25: Namestitev cevne drenažnega sistema
(Sports Turf Managers Association, 2016, part three)

Cevni drenažni sistemi so najbolj primerni za namestitev v globokih prepustnih tleh, kjer globina in prepustnost zemljine omogočata širši razmik med cevmi in s tem nižje stroške. Lahko odvajajo vodo tudi iz slabo prepustnih zemljin, kot je glina, ampak morajo biti drenažne cevi nameščene bližje skupaj, kar pa je manj ekonomično (Victoria State Government, 2002). A kljub temu so se ti sistemi veliko uporabljali tudi za agrarne namene za zniževanje gladine podtalnice. Uporaba teh sistemov je bila pri igriščih uspešna do neke mere. Ker ti sistemi delujejo tako, da počasi in enakomerno odvajajo vodo iz spodnjih zemeljskih plasti, nimajo velikega vpliva na hitro sušenje zgornje zemeljske plasti igrišča (Puhalla in sod., 2010).

Ponekod se ta tip drenažnega sistema imenuje tudi "francoska drenaža" (slika 26). Ti sistemi so lahko učinkoviti, če je površinski material pesek (igrišča z dodanim peskom) ali gramoz (igrišča z umetno travo). Voda se skozi ta material in nato v spodnje drenažne kanale giblje brez ovir, dokler so seveda upoštewane zahteve glede globine (Puhalla in sod., 2010).



Slika 26: Cevni drenažni sistem, ponekod imenovan tudi »francoska drenaža« (Green Boys LawnCare, 2016)



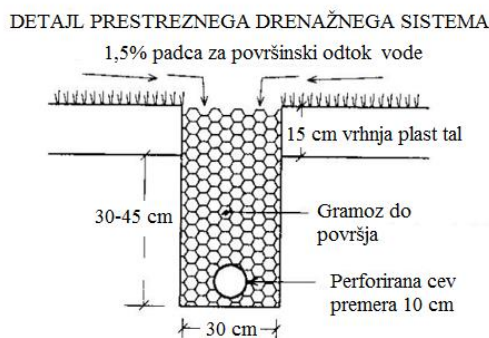
Slika 27: Detajl zasnove podtalnih cevnih sistemov
(Puhalla in sod., 2010)

4.2.3.2 Prestrezni drenažni sistemi

Ti nameščeni drenažni sistemi so zasnovani za odvajanje in prestrezanje vode, ki bi lahko pritekla na igrišče z okoliškega terena (Puhalla in sod., 2010). Nameščeni so prečno na smer toka vode ali v bližini točke, kjer se padajoči, okoliški teren stika z ravninskim, igralnim delom (Victoria State Government, 2002). Čeprav je prvotna funkcija cevnih drenažnih sistemov znižanje gladine vode na podlagi odvajanja vode iz spodnje plasti tal, pa se ti lahko na težavnih območjih uporabljajo tudi za odvajanje vode s površja. Pri taki uporabi se cevni drenažni sistemi imenujejo "prestrezni drenažni sistemi" (Puhalla in sod., 2010).

Prestrezni drenažni sistemi so običajno cevni drenažni sistemi, ki se uporabljajo na nizko ležečih območjih ali v plitkih drenažnih jarkih. Od normalnih cevnih drenažnih sistemov se razlikujejo po tem, da se jarki, v katere se položijo drenažne cevi, do vrha napolnijo oziroma zasujejo z grobim peskom ali gramozom (slika 28), in sicer z namenom pospešiti odvajanje vode (Puhalla in sod., 2010). Perforirane in valovite plastične cevi so položene na dnu jarka, ki je malo širši od cevi in zasut s prepustnim materialom skoraj do površja. Ta prepustni sloj prestreže vodo, ki teče po pobočju navzdol in ji omogoči vstop v odtočne cevi, te pa naprej odvedejo v odtok (Victoria State Government, 2002). Kot je bilo omenjeno že na samem začetku diplomske naloge, mora biti vsako polje izdelano kot posamezna drenažna enota, kjer voda ne bi smela odteči na sosednje polje. To nalogo prestrezni drenažni sistemi odlično opravljajo (Sports Turf Managers Association, 2016).

Pomembno je omeniti, da cevni drenažni sistemi, nameščeni pod zgornjo plastjo tal, običajno odvajajo vodo le iz spodnje zemeljske plasti. Pri odvajanju površinske vode pa delujejo učinkoviteje, če je površinska plast peščen medij z dodatki (Puhalla in sod., 2010).



Slika 28: Detajl zasnove prestreznega drenažnega sistema
(Puhalla in sod., 2010)

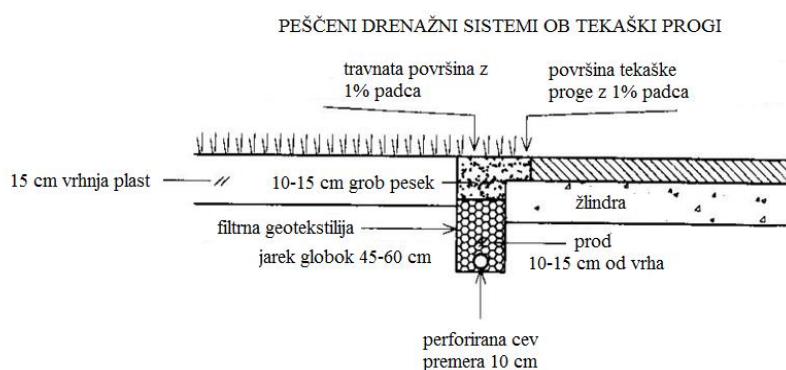
Če je zgornji 15 cm debeli sloj v jarku zasut s peskom, ga je nato mogoče prekriti s prano travno rušo, posejati ali pustiti, da ga preraste trava s sosednjih površin. Pomembno in predvsem odločilnega pomena je, da se vrh jarka ne prekrije s slojem neprepustne zemljine ali travne ruše (Puhalla in sod., 2010).

4.2.3.3 Peščeni drenažni sistemi ob tekaški progi

Po navadi se okrog oboda igrišča uporablja sistem plitkih drenažnih jarkov in lovilnih bazenov, ampak v takšnih primerih, kjer imamo opraviti z dreniranjem igrišča, ki vključuje tudi tekaško progo, je boljša rešitev izdelava drenažnega jarka neposredno ob progi, s padcem proti jaškom v štirih kotih igrišča. Okrog celotnega notranjega robu proge je treba izkopati jarek, globok od 45 do 60 cm (slika 30), nato pa ga obdati s filtrno geotekstilijo. V jarku je treba izdelati 1 do 2 cm debelo posteljico iz drobnega gramoza in vanjo položiti perforirano cev s premerom 10 cm. Jarek je nato treba zapolniti z gramozom velikosti zrn graha, in sicer do višine od 10 do 15 cm pod površjem, nato nasuti grob pesek in končati s sejanjem ali polaganjem prane travne ruše. Obstaja tudi možnost, da se na vrhu, namesto travne ruše položi rešetka (slika 29). "Peščeni drenažni sistem" se bo uporabljal kot odprt jašek, odvajal bo vodo s tekaške proge in igrišča ter odpravil nadležne plitke odprte drenažne jarke. Alternativa tej zasnovi je tovarniško izdelan sistem kanalet, ki se izdelava ob tekaški progi in prekrije s kovinsko rešetko, ki omogoča prost pretok vode. Ta rešitev je sicer dražja, a je zelo učinkovit način dokončanja tekaške proge (Puhalla in sod., 2010).



Slika 29: Peščeni drenažni sistem ob tekaški progi (Sports Turf Managers Association, 2016)



Slika 30: Detajl zasnove drenažnih sistemov ob tekaški progi (Puhalla in sod., 2010)

4.2.3.4 Peščena drenažna rebra

Moderna tehnologija ponuja kar nekaj novih rešitev v smislu izziva zagotavljanja zanesljivega dreniranja igrišč. Ena teh novejših rešitev se imenuje "peščena drenažna rebra" (slike 33, 34, 35). To so polietilenska pletiva, obdana s filtrno geotekstilijo, široka 2,5 cm in globoka od 10 do 15 cm (po potrebi lahko tudi več), ki imajo to prednost, da jih je mogoče namestiti v ožje in plitkejše jarke, z manj dela in manj motečega vpliva na igrišče (Puhalla in sod., 2010). Prednost takih t. i. drenažnih geosintetikov pa je tudi v tem, da niso občutljivi na korozijo, so bolj prožni, lažji in dobro kemično obstojni (Totra plastika d.o.o, 2016).



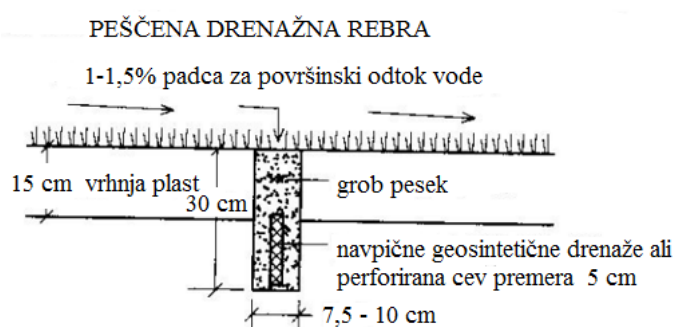
Slika 31: Delavci nameščajo navpični drenažni sistem. Pomemben korak pri zagotavljanju ustreznega delovanja je ohranitev navpičnosti drenažnega kanala v središču jarka, kar na sliki počne delavec v ozadju. (Puhalla in sod., 2010)

Pri navpičnem drenažnem sistemu s peskom zasuti jarki s površja odvajajo neko količino površinske vode, ne da bi bilo pri tem potrebno, da ta voda preteče po površini vso pot prek igrišča. Da bi navpični drenažni sistemi lahko odvajali vodo s površja, morajo biti izvedeni pod kotom od 45 do 90 stopinj glede na smer odtekanja površinske vode. Prednost namestitve navpičnih drenažnih sistemov pod kotom 45 stopinj glede na smer odtekanja površinske vode je ta, da je izkopani jarek, ki sledi naravnemu padcu terena, stalno enako globok. Če navpične drenažne sisteme namestimo pod kotom 90 stopinj glede na smer odtekanja površinske vode, obstaja velika možnost, da je površina v tej smeri ravna, tako da bo moral imeti jarek naklon izdelan umetno, kar bo otežilo delo. Navpične drenažne sisteme je možno uporabljati tudi kot ciljne sisteme za odpravljanje težav na območjih, kjer se zadržuje oziroma nabira voda (Puhalla in sod., 2010).



Slika 32: Navpični drenažni kanali so povezani z zbiralnim kanalom, ki omogoča odtekanje vode stran od igrišča.
(Puhalla in sod., 2010)

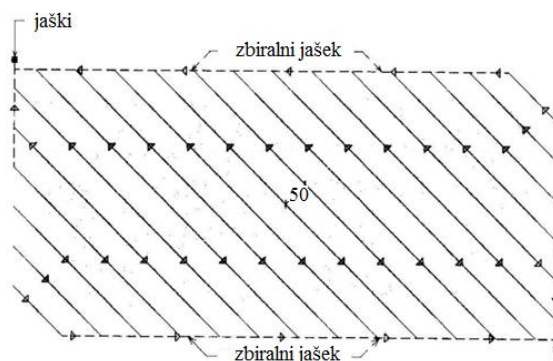
Navpične geosintetične drenaže se namestijo v vrhnjih 30 cm tal in potrebujejo le od 7,5 do 10 cm širok jarek (slika 31). Položijo se na dno jarka in segajo nekako pol poti do površja (slika 32). Jarek se nato zapolni z grobim peskom vse do ravni površja. Zrna peska morajo biti zelo groba ali groba in imeti manj kot 5 % frakcije pod 0,15 mm. Ta tip zasutja s peskom bo podaljšal življenjsko dobo sistema, tako da bo filtriral fine delce in upočasnil njihovo infiltracijo, ki povzroča zamašitev geosintetičnih drenaž. Namesto drenažnega geosintetika se lahko uporabi tudi perforirana cev s premerom 5 cm (Puhalla in sod., 2010).



Slika 33: Detajl zasnove peščenih drenažnih reber
(Puhalla in sod., 2010)

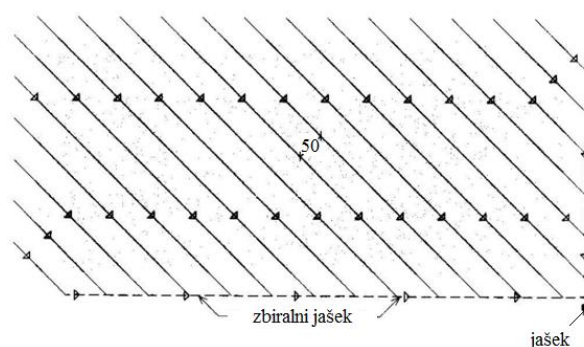
Ti sistemi so najučinkovitejši podtalni drenažni sistemi za nogometna igrišča, ki se opirajo na odvajanje površinske vode. Ciljno se lahko uporabijo za težavna mesta, na katerih prihaja do akumulacije vode (Puhalla in sod., 2010).

4.2.3.4.1 Peščena drenažna rebra za igrišča konveksne oblike



Slika 34: Zasnova peščenih drenažnih reber za igrišče konveksne oblike
(Puhalla in sod., 2010)

4.2.3.4.2 Peščena drenažna rebra za igrišča z naklonom na stran



Slika 35: Zasnova peščenih drenažnih reber za igrišče z naklonom na stran
(Puhalla in sod., 2010)

Ena izmed možnosti izvedbe peščenih drenažnih reber je tudi ta, da lahko pravokotno na te jarke poteka še ena skupina s peskom zasutih drenažnih jarkov z razmikom 0,5–6 m in globino 20 cm. Ta dodatna skupina drenažnih jarkov pomaga pri odvajanju vode proti perforirani drenažni cevi (Puhalla in sod., 2010). Sistem mora biti usmerjen tako, da jarki potekajo pravokotno na tok vode in tako odvajajo vodo, ki teče s površine igrišča (Sports Turf Managers Association, 2016). Te sisteme se lahko namesti z minimalnim posegom v tla igrišča, vendar jih ponavadi nameščajo specializirana podjetja z uporabo posebne, za ta namen narejene opreme (Puhalla in sod., 2010).

Ti drenažni sistemi se lahko po igri na površini zapacajo z drobnimi delci in zaradi tega slabše prevajajo vodo. Zato je pomembna izbira ustrezne zrnivosti peska glede na material v okolici. Če bo pesek preveč

grob, se bodo njegove pore zamašile z okoliškim materialom, zato je zelo pomembno, da material ustreza filtrskim pravilom (Beardall, 2016).

4.2.4 Pogoste težave nameščenih drenažnih sistemov

Pravilna površinska odvodnja v kombinaciji z nameščenimi drenažnimi sistemi je ključni element za dobro igralno površino. Da bi povečali življenjsko dobo in učinkovitost drenažnega sistema, je treba sprejeti preventivne ukrepe proti naslednjim pogostim težavam (Sports Turf Managers Association, 2016).

Pri nameščenih drenažnih sistemih je najpogostejša težava nepravilen naklon drenažne cevi proti iztoku. Voda, ki zastaja v cevi z neustreznim naklonom, pronica v tla in posledično ustvari razmočeno površino zaradi kapilarnega dviga. Enakomeren naklon navzdol proti iztoku bo zaradi izpiranja finih delcev iz cevi ohranjal cev čisto (Puhalla in sod., 2010).

Druga pogosta težava je zmečkanje oziroma poškodovanje cevi zaradi težke mehanizacije. Zato ni presenetljivo, da se ta težava pojavlja predvsem tam, kjer je spodnja zemeljska plast zelo toga. Ko so drenažni sistemi enkrat nameščeni, na površini ne bi smeli več uporabljati težke mehanizacije, da bi preprečili morebitne poškodbe (Sports Turf Managers Association, 2016).

Sčasoma lahko s peskom zasuti drenažni sistemi izgubijo svojo učinkovitost. Jarek postane prekrit s sedimentom, ki ga prinese veter, načini kultiviranja, kot so na primer prezračevanje z globokimi vbodi in površinska nasutja, pa vnesejo fine frakcije iz zgornje zemeljske plasti v zasipni material v jarkih (Puhalla in sod., 2010).

Migriranje finih delcev v drenažne kanale je druga težava nameščenih drenažnih sistemov. V idealnem primeru se bo večina finih delcev po infiltraciji izprala iz sistema. Neka količina teh delcev pa se bo zagotovo nabrala v cevi, nato pa nase vezala druge fine delce in v končni fazi slej ko prej zamašila cev. Prav tako lahko pride do kemičnih reakcij, kot je na primer oksidacija železovih spojin. To povzroči plast rje in lahko nadalje zmanjša gibanje vode (Sports Turf Managers Association, 2016).

Kot je mogoče razbrati iz navedenih težav, imajo nameščeni drenažni sistemi omejeno življenjsko dobo, vendar pa lahko z ustrežno pozornostjo pri njihovem načrtovanju in konstruiranju zagotovimo smiselno učinkovit sistem z dolgo dobo delovanja (Puhalla in sod., 2010).

4.2.5 Drugi drenažni sistemi

V tem poglavju bomo spoznali dva proizvoda, ki izboljšata drenažne sposobnosti tal in s tem omogočita boljše delovanje drenažnega sistema.

4.2.5.1 Filtrna geotekstilija

Ta proizvod se običajno doda nameščenemu drenažnemu sistemu za preprečevanje migracije finih delcev v drenažni zasip ali v drenažno cev. Filtrna geotekstilija je na voljo v obliki neskončnih trakov ali pa kot "filtrna nogavica", ki se dobavi skupaj z drenažno cevjo (Puhalla in sod., 2010).

Na voljo so v več različnih velikostih por. To omogoča izbor filtrnih lastnosti glede na zrnastostno strukturo zemljine za izpolnitev specifičnih zahtev drenaže (TenCate Polyfelt geolon PE filtrna tkanina, 2016).

Vredno je omeniti, da se vsi strokovnjaki na tem področju ne strinjajo glede učinkovitosti filtrne geotekstilije; nekateri izpostavljajo, da se lahko, medtem ko finim delcem preprečuje dostop, sama zamaši, kar pomeni, da se bo upočasnilo prehajanje vode v sistem. Vendar pa bo zasutje jarkov s skrbno izbranim grobim peskom ustvarilo dodatno "filtrno" strukturo, ki bo upočasnila dostop finih delcev do filtrne geotekstilije (Puhalla in sod., 2010).

4.2.5.2 Gramozne posteljice

To je sloj gramoza, nasut pod zgornjo zemeljsko plastjo in povezan neposredno z drenažnim sistemom, izdelan zato, da omogoči hitro odvajanje vode, ki pronica skozi zemljino. Čeprav se ta metoda zdi obetajoč način za izboljšanje drenažne sposobnosti tal, pa ustvari dvignjeno, navidezno vodno gladino, saj se voda ne premakne iz zgornje zemeljske plasti v sloj gramoza, dokler zgornja zemeljska plast ni popolnoma zasičena z vodo. To lahko v deževnih razmerah privede do močvirnate igralne površine (Puhalla in sod., 2010).

5 ZAKLJUČEK

Zemljina in klimatske spremembe lahko ustvarijo prave izzive za tiste, ki se ukvarjajo z izvedbo in vzdrževanjem športnih površin. Eden največjih izzivov, s katerimi se srečujejo, pa je prav dreniranje. Načela, predstavljena na teh straneh, lahko pomagajo priti do temeljnega načrta, kako učinkovito odstraniti vodo s športne površine.

VIRI

Merritt, C. 2015. What Is a Crown of a Football Field?

<http://www.livestrong.com/article/417272-what-is-the-crown-of-a-football-field/>

(Pridobljeno 17. 2. 2016.)

Brilly, M., Šraj, M. 2005. Osnove hidrologije. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: str. 94–136, 144.

Battelino, D., Brilly, M., Grošeta, T., Hodnik, A., Kravanja, N., Leskošek, M., Lobnik, F., Marušič, I. J., Matičič, B., Mikluš, I., Pristovnik, S., Prus, T., Stepančič, D., Stritar, A., Šivic, P. 1984. Izvajanje drenažnih sistemov. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta: str. 103–187.

Puhalla, J. C., Krans, J. V., Goatley, J. M. Jr. 2010. Sports Fields: design, construction, and maintenance – 2nd ed.: str. 1–4, 109–131, 365–387, 389–401.

Sports Turf Managers Association. 2016a. Drainage – a crucial component for athletic field performance. Part one: Surface Drainage: 6 str.

http://www.stma.org/sites/stma/files/STMA_Bulletins/Drainage-1-Surface%20FINAL.pdf

(Pridobljeno 18. 2. 2016.)

Land Drainage Contractors Association. 2015. Guidelines for Sportsturf Drainage Installation. Contents: 1.0-design: 1str.

<http://www.ldca.org/LDCA%20GUIDELINES%20FOR%20SPORTSTURF%20DRAINAGE%20INSTALLATION%202005.pdf> (Pridobljeno 18. 2. 2016.)

Sports Turf Managers Association. 2016b. Drainage – a crucial component for athletic field performance. Part two: Internal Drainage: str. 1–4.

http://www.stma.org/sites/stma/files/STMA_Bulletins/Drainage-2-Internal%20FINAL.pdf

(Pridobljeno 31. 3. 2016.)

Jordan, J. 2010. Poskusne meritve infiltracije na različnih tipih tal z mini disk infiltrimetrom. Diplomski naloga. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba J. Jordan): 16 str.

http://drugg.fgg.uni-lj.si/236/1/VKI_0143_Jordan.pdf (Pridobljeno 31. 3. 2016.)

Volvo construction equipment. 2016. Products. Small asphalt compactors.

<http://www.volvoce.com/constructionequipment/na/en-us/products/compactors/smallasphalt/Pages/introduction.aspx>

(Pridobljeno 13. 4. 2016.)

DeJong-Hughes, J., Moncrief, J.F., Voorhees, W.B., Swan, J.B. 2016. Soil compaction: causes, effects and control. Section I: Soil compaction – causes and consequences.

<http://www.extension.umn.edu/agriculture/tillage/soil-compaction/>

(Pridobljeno 13. 4. 2016.)

Zakaj proučevati tla? 2015.

<http://web.bf.uni-lj.si/zt/mikro/homepage/Tla.pdf>

(Pridobljeno 13. 4. 2016.)

Matičič, B. 1999. Drenažni sistemi v Sloveniji – stanje in vzroki. VG urejenost – pogoj za obstoj in razvoj na njo vezanih dejavnosti: 8 str.

<http://mvd20.com/LETO1999/R7.pdf>

(Pridobljeno 20. 4. 2016.)

Victoria State Government. 2002. Subsurface Pipe Drainage.

<http://agriculture.vic.gov.au/agriculture/dairy/managing-wet-soils/subsurface-pipe-drainage>

(Pridobljeno 20. 4. 2016)

Green Boys LawnCare, Inc. We treat you, the way we want to be treated. 2016. French Drains.

<http://www.greenboylawns.com/drainage>

(Pridobljeno 20. 4. 2016)

Sports Turf Managers Association. 2016c. Drainage – a crucial component for athletic field performance. Part three: Sub-Surface Installed Drainage Systems: str. 1–4.

http://www.stma.org/sites/stma/files/STMA_Bulletins/Drainage-3-Installed%20FINAL.pdf

(Pridobljeno 24. 4. 2016.)

Totra plastika d.o.o. 2016. Polietilenske cevi za vodo.

<http://www.totraplastika.si/default.cfm?Jezik=S1&Kat=02&ID=2>

(Pridobljeno 25. 4. 2016.)

Beardall, M. 2016. The drainage game.

<https://www.pitchcare.com/magazine/the-drainage-game.html>

(Pridobljeno 25. 4. 2016.)

TenCate Polyfelt geolon PE filtrna tkanina. 2016. Tehnični podatki.

<http://www.lespatex.si/uploads/datoteke/GEOLON%20PE.pdf>

(Pridobljeno 25. 4. 2016.)

Štader, T. 2011. Trava je izvirna teniška podlaga, Perth pa mesto, kjer prevladuje!

<http://www.tenisportal.si/trava-je-izvirna-teniska-podlaga-perth-pa-mesto-kjer-prevladuje>

(Pridobljeno 27. 4. 2016.)

Brouwer, C., Goffeau, A., Heibloem, M. 1985. Introduction to irrigation. Drainage – chapter 6.

<http://www.fao.org/docrep/r4082e/r4082e00.htm>

(Pridobljeno 28. 4. 2016.)

Pacific Sports Turf. 2016. Deep – tine aeration.

<http://www.pacificsportsturf.com/deep-tine-aeration/>

(Pridobljeno 11. 5. 2016.)

EIONET v Sloveniji. 2016. Splošni podatkovni sloji. Povprečna letna količina padavin v letih 1961–1990. Agencija republike Slovenije za okolje in prostor.

<http://nfp-si.eionet.europa.eu/Dokumenti/GIS/splosno>

(Pridobljeno 11. 5. 2016.)

Tehnična navodila za ocenjevanje zemljišč 2016.

http://www.gu.gov.si/fileadmin/gu.gov.si/pageuploads/zakonodaja/ZEN/Tehnicna_navodila_za_dolocanje_bonitete_zemljisc_Internet.pdf

(Pridobljeno 12. 5. 2016.)

Goranc, N. 2012. Izdelava in primerjava ITP krivulj z različno izbiro porazdelitev. Diplomaska naloga. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba N. Goranc): str. 2–5.

http://drugg.fgg.uni-lj.si/3803/1/VKI_0186_Goranc.pdf

(Pridobljeno 16. 5. 2016.)

Gramec, M. 2010. Gradnja energetskih nasipov iz peska – študija izvedljivosti. Diplomaska naloga. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba M. Gramec): str. 10–12.

http://drugg.fgg.uni-lj.si/620/1/GRU_3111_Gramec.pdf

(Pridobljeno 15. 6. 2016.)

Metrob d.o.o. 2016. Nasveti za nego športnih trat.: str. 11–12.

http://zvgis.si/uploads/zvgis/public/document/32-nasveti_za_nego_sportnih_trat_sl.pdf

(Pridobljeno 15. 6. 2016.)

Sports Field Management. 2016. General soil physical and chemical properties of different soil textures.

<http://safesportsfields.cals.cornell.edu/physical-properties>

(Pridobljeno 21. 6. 2016.)

National greens. 2016. Artificial Grass and Turf for Lawn & Landscaping.

<http://www.thewoodlandsputtinggreen.com/artificial-lawn-grass/>

(Pridobljeno 22. 6. 2016.)

Ofak, Z. 2009. Tehnična, tehnološka in cenovna primerjava lastnosti in vgradnje kanalizacijskih cevi. Diplomaska naloga. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba Z. Ofak): 32 str.

http://drugg.fgg.uni-lj.si/706/1/GRV_0337_Ofak.pdf

(Pridobljeno 25. 6. 2016.)

Adam, D. 2016. Hydraulische Eigenschaften von Boden: str. 3–4.

http://www.igb.tuwien.ac.at/fileadmin/mediapool-grundbau/Diverse/Lehre/06_Hydraulische_Eigenschaften_von_Boden_2016_01.pdf

(Pridobljeno: 25. 6. 2016.)