

Hlíðarhverfi III

Blágrænar ofanvatnslausnir

Kerfislýsing og forsendur



Efnisyfirlit

1	Inngangur	3
2	Aðferðafræði og forsendur	5
2.1	Jarðfræði.....	5
2.1.1	Grunnvatn	5
2.2	Úrkoma	5
2.3	Afrennslisstuðlar.....	5
2.4	Stillingar í SSA	6
2.5	Blágrænar ofanvatnslausnir.....	7
2.5.1	Gegndræp yfirborðsefni	7
2.5.2	Húspök tengd gróðurbeðum	7
2.5.3	Gróðurbeð og ofanvatnsrásir með grjótpúkki, söfnunarkössum og yfirfalli.....	7
2.5.4	Ofanvatnslautir.....	8
3	Hönnunartilfelli	10
3.1	Tilfelli 1 – Regn á auða ófrosna jörð	10
3.2	Tilfelli 2 – Regn á frosna jörð	10
4	Mæling á lekt jarðvegs og hönnunarútreikningar	11
4.1	Fráveitukerfi, útreikningar og ákvörðun á lekt	11
4.2	Holrými og grop	12
5	Lokaorð	13
6	Heimildir.....	14

1 Inngangur

Deiliskipulag nýs íbúðahverfis í Reykjanesbæ, Hlíðahverfis III. áfanga, gerir ráð fyrir 492 nýjum íbúðum. Deiliskipulag segir jafnframt að leggja skuli áherslu á lausnamiðað skipulag er varðar útivistarsvæði og græn svæði sem eru til þess fallin að bæta ásýnd og yfirbragð hverfisins og auka umhverfisgæði með leiksvæðum, trjágróðri og upplýstum stígum. Byggingarfélag Gylfa og Gunnars sér um uppbyggingu hverfisins.

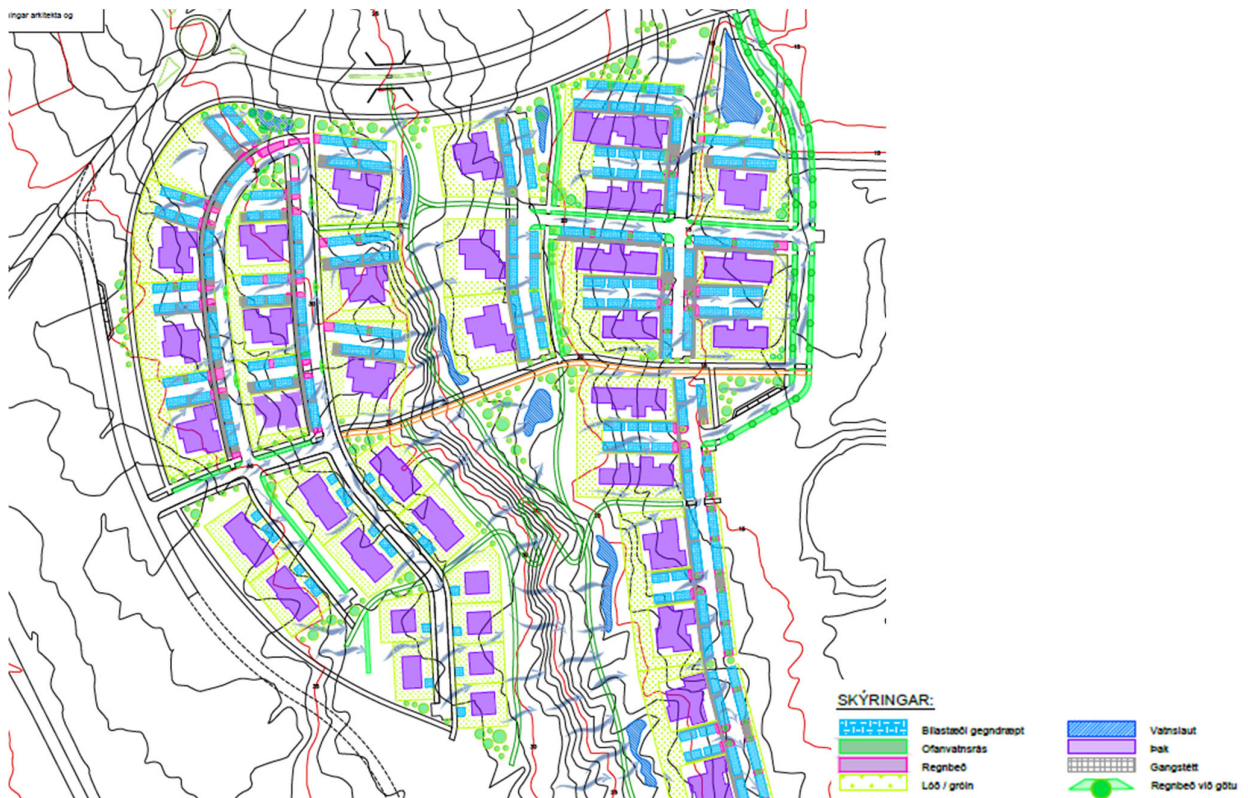
Einkunnarorð Hlíðahverfis eru heilnæmt, heillandi og líflegt. Ný byggð á að falla að núverandi landslagi ásamt því að byggja á samspili byggðar og náttúru þ.s. manneskjan er í fyrirrúmi á forsendum lýðheilsu, sjálfbærni og vistvænnar hugsunar. Einnig eiga götu- og almenningsrými að vera skjólgóð, vistleg og innihaldsrík.

Ávinningur blágrænna ofanvatnslausna er margþættur og má þar nefna ýmis atriði eins og hreinna ofanvatn, grænna umhverfi, aukinn líffræðilegur fjölbreytileiki, minni flóðahætta, lægri stofn- og rekstrarkostnaður fráveitukerfa og aukin kolefnisbinding (Reykjavíkurborg og Veitur, 2020).

Hönnun og útfærsla fráveitu í Hlíðahverfi tekur mið af blágrænum ofanvatnslausnum. Yfirborðs- og regnvatn af svæðinu verður meðhöndlað í ofanvatnslausnum bæði innan lóðar og utan.

Blágrænar ofanvatnslausnir hefjast innan lóða, með gegn dræpu yfirborði bílastæða og öðrum blágrænum launum fyrir regnvatn á lóð. Ofanvatn frá götum og gangstéttum er leitt í regnbeð og ofanvatnrásir sem sameinuð eru gróðri í götumyndinni. Þaðan er ofanvatnið bæti leitt í viðtaka svo sem grjótpúkk og niðurgrafan ofanvatnsmótakara og í ofanvatnslautir við hlið stíga í opnu landslagi.

Sjá einnig yfirlitsmynd ofanvatnskerfisins hér að neðan og í viðauka aftan við greinargerðina.



Bakrennsli hitaveitu úr hverfinu verður tengd inn á ofanvatnskerfi hverfisins. Áætlað magn bakrennslis hitaveitu er óverulegt í samanburði við ofanvatn og því ekki tekið tillit til þess í rennslisreikningum þessarar greinargerðar.

Við ítarlegri hönnun blágræna ofanvatnskerfisins verður tekið mið af *Handbók fyrir hönnunarflóð á Íslandi* eftir Jónas Elíasson frá mars 2013. Rennslisgreining var gerð í *Autodesk® Storm and Sanitary Analysis (SSA)*, útgáfu 2023. Einnig var notast við *Fráveituhandbók Samorku* frá 2010 og dönsku fráveituhönnunarbókina *Aflþbstechnik* frá 2002.

2 Aðferðafræði og forsendur

2.1 Jarðfræði

Núverandi jarðvegsaðstæður gefa til kynna að jarðlög séu tiltölulega opin og góð lekt sé á svæðinu.

Samkvæmt jarðfræðikortum Íslenskra orkurannsókna eða ÍSOR, er bergið á framkvæmdasvæðinu basísk og ísúr hraunlög (grágrýti frá hlýskeiðum) og setlög, frá síðari hluta ísaldar, yngri en 0,8 milljón ára (Hjartarson & Sæmundsson, 2014). Á hlýskeiðum ísaldar runnu hraun sem hafa verið kölluð grágrýtishraun, flest þeirra eru dyngjuhraun. Grágrýtishraun einkennast af jökulrákuðum klöppum og klapparholtum (Náttúrufræðistofnun Íslands, 2022).

2.1.1 Grunnvatn

Vegna olíuleka í Njarðvík í janúar og febrúar árið 1988 fór fram rannóknarborun á vegum bandaríska hersins. Þessar borholur, sem voru átta, eru ofarlega til hægri á mynd 1. Skráð grunnvatnsstaða í m.y.s. á holunum átta er á bilinu 0,72-0,94. Syðri holurnar þrjár, sem boraðar voru í nóvember sama ár, eru með hærri grunnvatnsstöður og þá sérstaklega sú syðsta sem er skráð 7,7 m.y.s. Hinar tvær eru báðar skráðar 1,3 m.y.s. Ofangreindar upplýsingar fengust úr kortasjá og borholuskrá Orkustofnunar (Orkustofnun, 2022). Þetta eru ekki mjög áreiðanlegar tölur en geta gefið ákveðna hugmynd um stöðu grunnvatns á svæðinu.

Borholurnar eru í um 270 til 500 m fjarlægð frá fyrirhuguðu byggingarsvæði. Áætlaðar framkvæmdir við Hlíðahverfi 2 og 3, eru því ofan við grunnvatnstöðu svæðisins. Vegna þessa er núverandi jarðvegur á framkvæmdasvæði þurr. Grunnvatnshlot sem framkvæmdasvæði fellur innan er tilgreint sem svæði með miðlungs lekt í kortasjá Íslenskra orkurannsókna (ÍSOR, 2022).

2.2 Úrkoma

Við mat á úrkomumagni er stuðst við flóðahandbók Jónasar Elíassonar (Elíasson, 2013). Nota skal 50 mm/sólarhring fyrir hönnunarsvæðið sem 1M5-gildi af korti frá Verkfræðistofnun Háskóla Íslands (Mars 2014). Hallastuðullinn C_i var áætlaður sem 0,22. Úrkomugildi í l/s/ha voru umreiknuð í mm/klst með forriti Sigvalda Thordarsonar, *MT_REIKN*, sem fylgir flóðahandbók Jónasar, og má sjá í töflu 1 fyrir mismunandi endurkomutíma og varanda.

Tafla 1. Úrkoma í mm/klst fyrir mismunandi endurkomutíma og varanda.

Endurkomutími (ár)	Varandi (mínútur)			
	10	60	720	1440
5	22,6	10,9	3,6	2,1
10	26,0	12,5	4,1	2,5
20	29,4	14,1	4,6	2,8
50	33,8	16,2	5,3	3,2

2.3 Afrennslisstuðlar

Afrennslisstuðlar eru metnir miðað við tvö tilfelli, annars vegar þegar jörð er auð og ófrosin og hins vegar þegar jörð er frosin, sjá töflu á töflu 2. Við mat á afrennslisstuðlum var stuðst við flóðahandbók Jónasar Elíassonar (2013), Fráveituhandbók Samorku (2010) og Aflþöbsteknik (Linde, Winther, Jensen, Mathiasen, & Johansen, 2002).

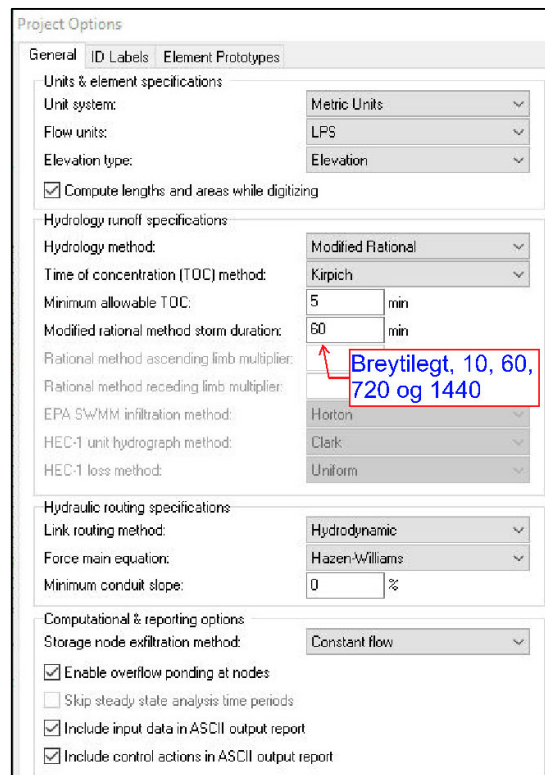
Tafla 2. Afrennslisstuðlar fyrir ófrosna og frosna jörð.

Flötur	Áætluð hlutfallsleg stærð flatar (%)	Afrennslisstuðull	
		Ófrosin jörð	Frosin jörð
Malbik	11	0,9	0,9
Hellulögn	8	0,6	0,9
Húspak	16	0,9	0,9
Bílskúrspak	10	0,2	0,9
Gróin svæði	41	0,2	0,6
Gegndræpt yfirborð	14	0,15	0,9
Vegið meðaltal:		0,4	0,78

Vegið meðaltal afrennslisstuðla skal reiknað í réttu hlutfalli við stærð hvers yfirborðsflatar á hverri lóð fyrir sig. Í reikningum er notast við vegið meðaltal fyrir hvert uppsöfnunarsvæði innan framkvæmdasvæðis frá Hlíðarhverfi II.

2.4 Stillingar í SSA

Blágræna ofanvatnskerfið skal hanna með SSA forritinu samhliða vinnu við skipulag og hönnunarreikninga fyrir lagningu og blágræna móttaka kerfisins. Helstu stillingar fyrir almenna reikninga í rennslisforritinu Storm and Sanitary Analysis (SSA) má sjá á mynd 2.



Mynd 1. Stillingar í "Project Options" í SSA fyrir 10 mínútna skúr.

Fyrir rennslisgreiningu úrkomu skal nota við vatnafræðiaðferðina „modified rational“. Notast var við Kirpich-nálgun á samstreymistíma (e. *time of concentration*), sem skilgreint er sem sá tími sem

vatnsdropi sem fjærstur er tilteknum stað innan vatnasviðs þarf til að komast að þessum tiltekna stað. Notast var við 5 mínútur fyrir samstreymistíma. Lengd úrkomuskúra, eins og áður segir, voru 10, 60, 720 og 1440 mínútur.

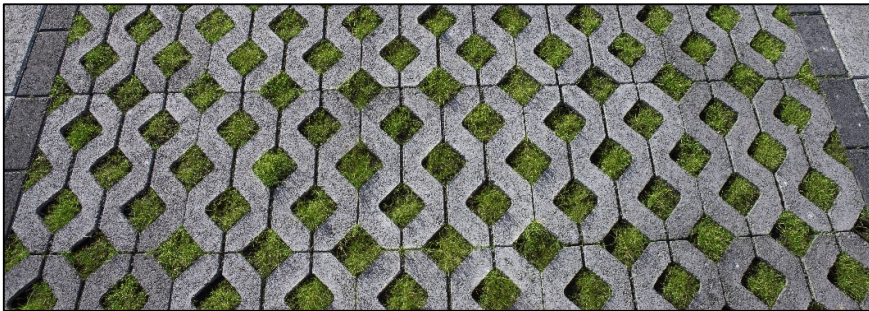
Við hönnun fráveitu og afkastagetu hennar var notast við Hazen-Williams jöfnu sem byggð er á reynslu og tengir saman flæði vatns í lög्न við eðliseiginleika lagnarinnar og fall á þrýstingi vegna núnings. Síun vatns í jarðveg var sögð vera með stöðugt rennsli.

2.5 Blágrænar ofanvatnslausnir

Eins og áður kom fram eru notaðar ýmsar tegundir blágrænna ofanvatnslausna sem vinna saman og mynda eina heild. T.d. verða gegndræp yfirborðsefni notuð á bílastæðum og upphækkuðum götusvæðum, gróður verður á húspökum bílakjallara, niðurfallsrör af húspökum verða tengd gróðurbeðum, ofanvatnstrásir með grjótpúkki og yfirfalli verða á grænum svæðum, regngarðar verða innan lóða og regnvatnslautir við græn svæði verða notuðar til geymslu og miðlunar ásamt því sem staðbundið innsig í jarðveg á sér stað. Nánar verður fjallað um hverja lausn fyrir sig hér að neðan.

2.5.1 Gegndræp yfirborðsefni

Bílastæði í hverfinu verða með grassteini eða egoraster sem er dæmi um gegndræpt yfirborðsefni, sjá mynd 3. Gegndræp yfirborðsefni er góð plássnýting en ekkert aukalegt pláss tekur að leggja grassteinn í stað annarra lausna. Gott innsig ofanvatns í jarðveg næst með grassteini sem hleypir vatni auðveldlega í gegnum sig en 25% er gras og 75% steinlög्न.



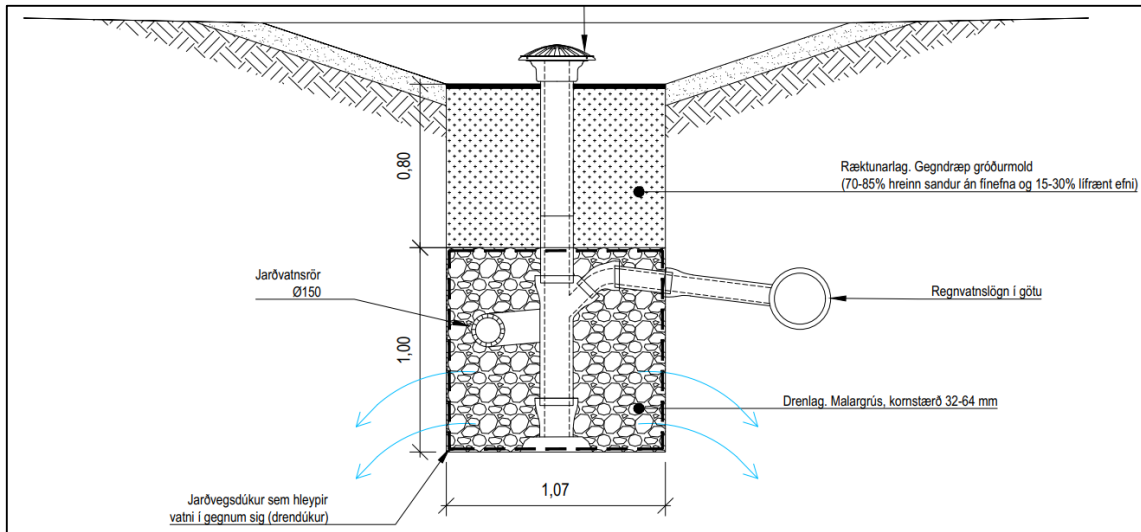
Mynd 2. Grassteinn verður lagður á bílastæði.

2.5.2 Húspök tengd gróðurbeðum

Hluti af húspökum íbúðarhúsa í hverfinu verða tengd við gróðurbeð og ofanvatnstrásir. Húspök eru um oft um 15% af yfirborðsflatarmáli framkvæmdasvæðis og eru að jafnaði með mjög háan afrennslisstuðul (0,9). Því er hagkvæm mótvægisáðgerð að leiða það vatn sem fellur á húspök beint í blágrænar ofanvatnslausnir til frekari jarðvegssíunar, hreinsunar og dempunar.

2.5.3 Gróðurbeð og ofanvatnstrásir með grjótpúkki, söfnunarkössum og yfirfalli

Gróðurbeð og ofanvatnstrásir er komið fyrir í hverfinu eins og yfirlitsmyndin á sýðu 7 og aftast í skýrslunni sýnir. Þessar lausnir eru með drenlagi úr grús/ eða söfnunarrúmmáli, á frostfríu dýpi og yfirfallssvelg, sjá mynd 4. Þegar frost er í jörðu, lokast fyrir síun vatns í gróðurlagi ofanvatnstrása, en yfirfallssvelgur leiðir vatn í drenlag þ.s. vatn getur síast í jörðu. Drenlag virkar því sem neðanjarðar geymslulausn á ofanvatni og getur nýst vel í stórflóðum og hláku. Einnig verða svelgir tengdir við fráveitukerfi í götu. Holrými púks í ofanvatnstrásirum skal vera sem 0,3 af rúmmáli.



Mynd 3. Ofanvatnsrás með grjótpúkki og yfirfallssvelg og tengingu við fráveitu götu.

2.5.4 Ofanvatnslautir

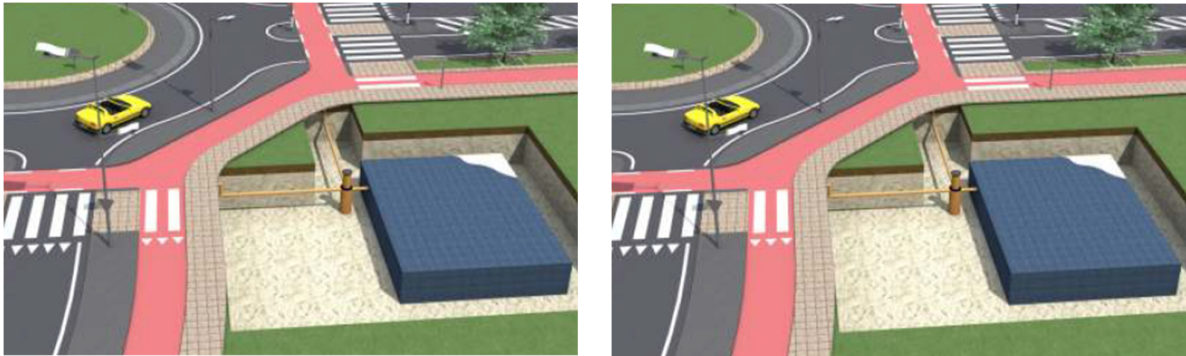
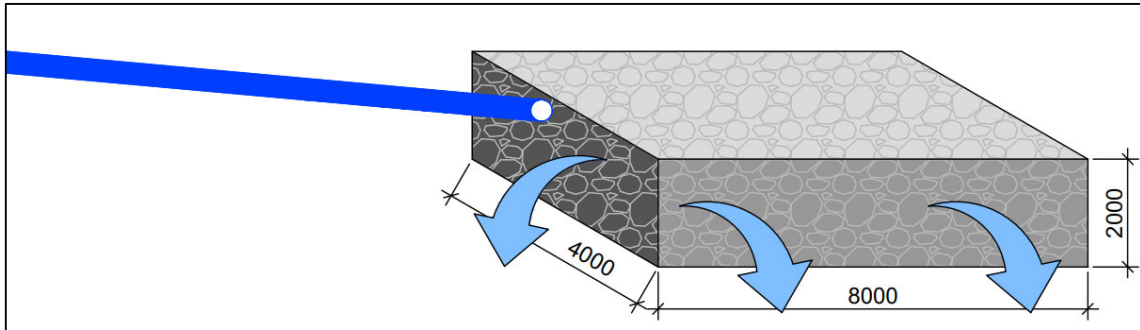
Á opnum svæðum verða ofanvatnslautir. Þær eru gróðursvæði með plöntum og blönduðum jarðvegi sem tekur við yfirborðsvatni. Þær geta geymt vatn sem síast smátt og smátt inn í jarðveg. Þessar lautir geta auka líffræðilegan fjölbreytileika, hægja á rennsli vatns og hreinsa ásamt því að fegra útvistarrýmið.



Neðan við svæðið er þegar að finna náttúrulega regnlaut eins og sjá má á þessari mynd.

2.5.4.1 Neðanjarðar grjótpúkk og niður grafin geymslurúmmálshólf.

Útrensli frá blágræna ofanvatnskerfinu munu leiða vatn í niðurgrafnar púkkgryfjur og Hydro-Box, sjá mynd 6. Þar mun vatn síast út um hliðarflatarmál gryfja og boxa.



Mynd 4. Niðurgráfin púkkgryfja of Hydro Box. Vatns síast út um hliðarsvæði gryfju og Boxa.

3 Hönnunartilfelli

3.1 Tilfelli 1 – Regn á auða ófrosna jörð

Notast var við 50 mm úrkomu á sólarhring fyrir hönnunarsvæðið sem 1M5-gildi af korti frá Verkfræðistofnun Háskóla Íslands (Mars 2014). Hallastuðullinn C_i er 0,22. Afrennslisstuðull sem notast var við í þessu tilfelli er 0,4; sem er vegið meðaltal fyrir ófrosna jörð úr töflu 2.

3.2 Tilfelli 2 – Regn á frosna jörð

Hér er reiknað með að mesta úrkoma ársins falli utan þess tíma sem jörð er frosin. Hlákustuðull upp á 0,37 er margfaldaður með hönnunarúrkomu (tilfelli 1). Afrennslisstuðull í þessu tilfelli er 0,78; sem er vegið metaltal fyrir frosna jörð úr töflu 2.

4 Mæling á lekt jarðvegs og hönnunarútreikningar

4.1 Fráveitukerfi, útreikningar og ákvörðun á lekt

Grundvöllur útreikninga og hönnunar blágræna ofanvatnskerfisins er ákvörðun á lekt útreikningur á rennsli frá yfirborðsflötum, út frá hönnunarúrkomu og afrennslis eiginleikum þeirra.

Bæði hafa verið gerðar athuganir á lekt í Hlíðarhverfi II og Hlíðarhverfi III, þar sem grafin var prufuhola og lekt frá henni mæld.



Mynd 5, mæling á lekt í Hlíðarhverfi III

Tafla 3, sem fengin er úr Aflþöbstechnik, sýnir mismunandi gildi á lektarstuðli k fyrir mismunandi jarðefni. Út frá jarðfræði framkvæmdasvæðis, sjá mynd 8, má áætla lekt. Þar sem svæðið er metið ansi lekt og megnið af efni er svokölluð melagrús var lektin áætluð sem $1000 \mu\text{m/s}$ eða 10^{-3} m/s eða $0,001 \text{ m/s}$ 10^{-3} .

Tafla 3. Skjaskot úr Aflþöbstechnik (tafla 7.1 í bók) af lektarstuðlum fyrir mismunandi jarðefni.

Jordtype	Kornstærrelse [μm]	Hydraulisk ledningsevne K [$\mu\text{m/s}$]	Hydraulisk ledningsevne K [m/s]
Moræneler		0,0001 - 1	$10^{-10} - 10^{-6}$
Ler	0 - 2	< 0,001	< 10^{-9}
Silt og dynd	2 - 50	0,001 - 10	$10^{-9} - 10^{-5}$
Sand	50 - 2000	10 - 10000	$10^{-5} - 10^{-2}$
Grus	2000 - 60000	1000 - 100000	$10^{-3} - 10$



Mynd 5. Jarðlög á framkvæmdasvæði Hlíðarhverfis II.



Mynd 6. Hola á framkvæmdasvæði til lektarmælingar.

4.2 Holrými og grop

Jafna sem tengir saman holrými (e. *void ratio*) og grop eða gljúpleika (e. *porosity*) er

$$n = \frac{e}{1 + e}$$

Þ.s. n er grop og e er holrými. Þessum gildum er oft ruglað saman. Almenn séð er notast við holrými í jarðtækni en grop í straumfræði.

Holrými jarðvegs á framkvæmdasvæðinu almennt er metin sem 0,3. Passar það vel við gildi úr kennslubók í jarðtækni (Das, 2006). Það þýðir 28,5% af heildarrúmmáli jarðvegssýnis getur verið vatn. Í hverjum rúmmetra af jarðvegi geta verið 280 lítrar af vatni (jarðvegur vatnsmettaður).

5 Lokaorð

Hér að framan hefur verið sett fram lýsing á uppbyggingu og gerð blágræns ofanvatnskerfis í Hlíðarhverfi III auk þess sem helstu einingum í kerfisins hefur verið lýst. Einnig hefur verið fjallað um jarðvegsaðstæður og mat á lekt jarðvegsins á svæðinu.

Teikningu af ofanvatnskerfinu er að finna aftast í skýrslunni. Hún sýnir uppbyggingu og gerð kerfisins.

Við áframhaldandi hönnun verða síðan settir fram rennslisreikningar og nauðsynlegar stærðir, regnbeða, gróðurbeða, regnlauta og niðurgrafinna lagerrúmals eininga ákvarðar á í hverju tilfalli og á hverjum stað fyrir sig.

Blágrænar ofanvatnslausnir er hagkvæm og vistvæn viðbót við fráveitu. Hlíðahverfi 2 í Reykjanesbæ verður því heilnæmt og heillandi hverfi sem byggir á samspili byggðar og náttúru.

6 Heimildir

- Christiansen, J., Micheelsen, C., Bagh, L. K., Pejtersen, B. H., Konradsen, L., Buhl, L., . . . Rasmussen, K. O. (2009). *Vand og afløb ståbi* (3. útg.). (Pejtersen, Ritstj.) Vildbjerg, Danmörku: Nyt Teknisk Forlag. Sótt 23. júní 2022 frá <http://staabi.dk/vand-og-afloeb.aspx>
- CIRIA. (2015). *The SuDS Manual*. London: Construction Industry Research and Information Association. Sótt 1. júlí 2022 frá https://www.ciria.org/CIRIA/Memberships/The_SuDS_Manual_C753_Chapters.aspx
- Das, B. M. (2006). *Principles of Geotechnical Engineering* (B. 6.). Lundúnir: C. Carson.
- Elíasson, J. (2013). *Handbók fyrir hönnunarflóð á Íslandi*. Háskóli Íslands, Reykjavík. Sótt 30. maí 2022 frá http://www.vafri.hi.is/?page_id=405
- Hjartarson, Á., & Sæmundsson, K. (2014). *Berggrunnskort af Íslandi, 1:600.000*. Reykjavík: Íslenskar orkurannsóknir. Sótt 6. júní 2022
- ÍSOR. (2022). *Jarðfræðikort Íslenskra orkurannsókna (ÍSOR)*. Sótt 20. júní 2022 frá ISOR.is: <https://arcgisserver.isor.is/>
- Linde, J. J., Winther, L., Jensen, N. T., Mathiasen, L. L., & Johansen, N. B. (2002). *Afløbsteknik* (B. 4). Kongens Lyngby: Polyteknisk forlag.
- Náttúrufræðistofnun Íslands. (2022). *Jarðfræðikort*. Sótt 6. júní 2022 frá NI.is: <https://www.ni.is/midlun/utgafa/kort/jardfraedikort>
- Orkustofnun. (2022). *Borholuskrá*. Sótt 22. júní 2022 frá Orkustofnun.is: <https://orkustofnun.is/orkustofnun/gagnasofn/borholur/>
- Reykjavíkurborg og Veitur. (2020). *Innleiðing blágrænna ofanvatnslausna í Reykjavík: Lykill að farsælli innleiðingu*. Reykjavík: Reykjavíkurborg og Veitur. Sótt 8. júní 2022 frá https://www.veitur.is/sites/veitur.is/files/atoms/files/a1270-035-u07_leidbeiningar_bgo_reykjavik.pdf
- Samorka. (2010). *Fráveituhandbók*. Samorka. Sótt 30. maí 2022 frá <https://samorka.is/wp-content/uploads/2016/06/FR%C3%81VEITUHANDB%C3%93K.pdf>

Blágrænar lagnir og lausnir skal vinna í samráði við teikningar arkitekta og landslagsarkitekta eftir því sem við á.



SKÝRINGAR:

- Bilastæði gegndræpt
- Ofanvatnsrás
- Regnbeð
- Lóð / gróin
- Vatnslaut
- Pak
- Gangstétt
- Regnbeð við götu

Blágrænar lagnir og lausnir skal vinna í samráði við teikningar arkitekta og landslagsarkitekta eftir því sem við á.

Skipulag innan lóða er skv. deiliskipulagi og ekki endanlegt. Fyrir hönnun innan lóða er bent á teikningar arkitekta viðkomandi lóða.

Hnitakerfi ISN93

		VERKFRÆÐISTOFA BJARNA VÍÐARSSONAR <small>Hlíðasmára 2 · 201 Kópavogi 588 6288 · vbv@vbw.is · vbv.is</small>	
Mælt: Hannað: HHG Yfirfarið: BV		Teiknað: GBS Yfirfarið: BV	
Nr.	Dags	Breyting:	(A1) 29.11.2022
		Mkv. 1:1000	H501