



Blágraenar ofanvatnslausnir

Innleiðing við íslenskar aðstæður

ATA



Útgefandi: Ráðgjafarfirmið Alta www.alta.is

Höfundar eru starfsfólk Alta

Styrktaraðilar: Rannsóknar- og þróunarsjóður Skipulagsstofnunar og SAMORKA, samtök orku- og veitufyrirtækja á Íslandi

Samstarfshópur: Fagráð fráveitu hjá SAMORKU og starfsfólk Skipulagsstofnunar

Umbrot: Alta

Ljósmyndir og skýringarmyndir: Allar ljósmyndir og skýringarmyndir eru teknar og unnar af starfsmönnum Alta, nema annað sé tekið fram.

1. útgáfa, nóvember 2016

A1073-004-U01

Þakkir:

Rannsóknar- og þróunarsjóði Skipulagsstofnunar og Samorku er þakkað fyrir stuðning við gerð þessa rits.

Ritið er tileinkað Sveini Torfa Þórólfssyni, prófessor emeritus við Tækniháskólann í Þrándheimi, fyrir brennandi áhuga hans og ástríðu fyrir því að miðla af þekkingu sinni og reynslu. Sveinn Torfi hefur með lífsstarfi sínu átt stóran þátt í þróun sjálfbærra ofanvatns- og fráveitukerfa og áhugi hans á að efla fagþekkingu á blágrænum ofanvatnslausnum, meðal annars á Íslandi, er óþrjótandi.

Ritið er einnig tileinkað Hrund Ólöfu Andradóttur Ph.D., prófessor við umhverfis- og byggingarverkfræðideild Háskóla Íslands, sem hefur leitt bæði rannsóknir og kennslu um blágrænar ofanvatnslausnir hérlendis. Með því hefur hún eflt íslenskan þekkingargrunn og um leið styrkt farsæla innleiðingu blágrænna ofanvatnslausna.

Ritið er loks tileinkað bæjaryfirvöldum í Garðabæ og þróunaraðilum í Urriðaholti, Urriðaholti ehf. Þessir aðilar voru reiðubúnir til að innleiða blágrænar ofanvatnslausnir í Urriðaholti, án fordæma hérlendis. Til þess þarf mikinn kjark og framsýni. Sú þekking og reynsla sem skapast hefur í Urriðaholti nýtist einnig öllum þeim sveitarfélögum sem sjá sér hag af því að nýta sér kosti blágrænna ofanvatnslausna, umhverfi sínu til hagsbóta.

Formáli

Þessu riti er ætlað að gefa yfirsýn yfir blágrænar ofanvatnslausnir, einnig nefndar sjálfbærar ofanvatnslausnir og tækifæri sem tengjast notkun þeirra. Við hjá Alta vonum að sveitarstjórnarfolk, íbúar og aðrir sem vilja öðlast grundvallarskilning á blágrænum ofanvatnslausnum geti nýtt sér þetta rit. Ritið er einnig leiðbeinandi fyrir skipulagshönnuði, sérfræðinga í fráveitumálum og aðra sem vilja hefja fyrstu skrefin við innleiðingu.

Ávinningur blágrænna ofanvatnslausna er heilbrigðara og grænna umhverfi í bæjum og borgum, auk sjálfbærari vatnsbúskapar. Dæmi erlendis frá sýna jákvæð áhrif slíkra lausna á fasteignaverð og einnig að stofn- og rekstrarkostnaður fráveitukerfa getur lækkað með notkun þeirra.

Lykillinn að farsælli innleiðingu er þverfaglegt samstarf í skipulags-, fráveitu- og umhverfismálum, með aðkomu þeirra sem sjá um græn svæði og góðri samvinnu við íbúa. Byrja þarf á skipulagsmálunum og setja skilmála í deiliskipulag um lagnaleiðir, áður en eiginleg landslags- og verkfræðihönnun á sér stað.

Blágrænar ofanvatnslausnir hafa rutt sér til rúms víða um heim síðustu áratugin. Í sumum löndum eru þær sjálfsögð leið við meðferð ofanvatns.

Í landsskipulagsstefnu 2015 - 2026 segir að sérstaklega verði hugað að umhverfisvænum lausnum, s.s. blágrænum ofanvatnslausnum, við skipulagsgerð sveitarfélaga. Einnig segir í skipulagsreglugerð nr. 90/2013 að stefnt skuli að því að ofanvatni verði miðlað í jarðveg í stað fráveitukerfis, eftir aðstæðum og eftir því sem unnt er.

Við hjá Alta vorum svo heppin að kynnast blágrænu ofanvatnslausnunum árið 2005, þegar við unnum að skipulagi nýs hverfis í Urriðaholti í Garðabæ. Urriðaholtið er fyrsta hverfið á Íslandi þar sem einvörðungu eru nýttar blágrænar ofanvatnslausnir og hófst innleiðing þeirra árið 2008 með uppbyggingu hverfisins.

Blágrænar ofanvatnslausnir eru því ekki alveg nýjar af nálinni hérlandis og mikilvæg reynsla komin í Garðabæ til að byggja á. Urriðaholtið og skipulag þess er orðið alþjóðlegt fordæmi, þar sem byggð og blágrænar ofanvatnslausnir þykja ofnar saman á aðlaðandi hátt í græn svæði byggðarinnar. Þessi samþætting strax á skipulagsstiginu hefur tryggt hagkvæma nýtingu lands í þéttri byggð, með aðlaðandi grænum svæðum. Fyrir þetta hefur Urriðaholtið meðal annars hlotið alþjóðleg verðlaun. Reynslan hefur því sýnt okkur að blágrænar ofanvatnslausnir eiga erindi til Íslands.

Helstu kostir blágrænna ofanvatnslausna eru:

- Lægri stofn- og rekstrarkostnaður
- Minna álag á fráveitukerfi
- Betra umhverfi - með grænum innviðum
- Heilbrigðari og sjálfbærari vatnsbúskapur
- Minni mengun og betri vatnsgæði

Efnisyfirlit

1. Inngangur	6
2. Samhengið við græn svæði	8
3. Dæmi - Augustenborg í Malmö, Svíþjóð	10
4. Blágrænar ofanvatnslausnir í byggð	12
5. Hlutverk skipulagsáætlana við innleiðingu	14
6. Innleiðing í skipulagsferlinu	16
7. Íslenskt dæmi - Urriðaholt, Garðabæ	20
8. Undirbúningur	22
9. Stofn- og rekstrarkosnaður	28
10. Dæmi - Portland, Oregon, í Bandaríkjunum	30
11. Mismunandi útfærslur	32

Lykillinn að farsælli innleiðingu blágrænna ofanvatnslausna er:

- Skilningur á eðli þeirra
- Langtímasýn í skipulags-, umhverfis og fráveitumálum
- Markviss not á skipulagsáætlunum frá aðalskipulagi til deiliskipulags
- Samþætting við skipulagsáætlanir á öllum stigum
- Þverfaglegt samstarf sérfræðinga í skipulags-, umhverfis- og fráveitumálum

1. Inngangur

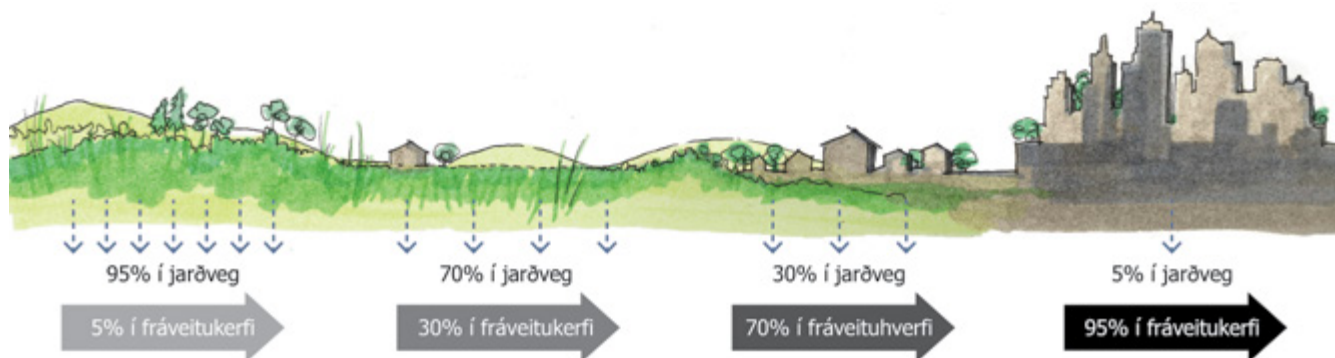
Þegar byggð rís verður yfirborð landsins þéttara með byggingum og malbikuðum eða steiptum flötum á borð við götur og gangstéttir. Það veldur því að regn- og leysingavatn, svokallað ofanvatn, safnast saman á þessum þéttu flötum í stað þess að seytla niður í jarðveginn með náttúrulegum hætti. Hefðbundna lausnin er sú að veita ofanvatninu í niðurföll og leiða það í pípum neðanjarðar - burt úr byggðinni, út í viðtaka, s.s. sjó, ár eða vötn. Við þetta raskast náttúruleg hringrás vatns og grunnvatnsborð lækkar, með umtalsverðum neikvæðum áhrifum á vistkerfið og vatnsbúskapinn í heild. Jarðvegur, votlendi, ár og vötn þorna og lífríki spillist. Ofanvatnið þvær um leið yfirborðið á leið sinni og flytur þannig óhreinindi, olíu, slit af dekkjum og aðra mengun með sér út í viðtakann.

Blágrænar ofanvatnslausnir eru nýstárleg leið til að veita ofanvatni í þéttbýli á náttúrulegan hátt niður í jarðveginn, í stað þess að veita því í hefðbundin fráveitukerfi. Þær nýta í raun aðferðir náttúrunnar og líkja eftir náttúrulegri hringrás vatns. Ofanvatnið er leitt niður í jarðveginn sem næst þeim stað þar sem það fellur og yfirborð er haft eins gropið og kostur er. Ofanvatni sem ekki nær að síga niður strax er veitt yfir í net grænna geira og svæða, stundum nefnd græna netið. Þar nær það með tímanum að seytla niður. Jarðvegurinn, ásamt gróðrinum, hreinsar ofanvatnið jafnframt af mengunarefnum, þar sem þau ná að brotna niður að miklu leyti. Græn þök og svæði hægja einnig á rennsli ofanvatnsins og gera það jafnara. Þessir grænu innviðir eru þannig nýttir til að taka við og stýra ofanvatninu. Verða í raun ofanjarðar leiðslukerfi.

Blágrænar ofanvatnslausnir bera nafn með rentu, því blár stendur fyrir vatnið sem við njótum ofanjarðar og grænn fyrir gróðurinn og lífríkið sem fylgir með í „blágrænu“ almenningsrými borga og bæja. Hringrás vatns verður sýnilegri í nærumhverfinu og auðgar þannig bæði umhverfi þéttbýlisins og lífríkið í heild. Þegar vel tekst til verða blágrænar ofanvatnslausnir því að bæjarprýði; gerir bæjarrýmið bæði fallegri, grænni og nytsamlegri.

Blágrænar ofanvatnslausnir hafa rutt sér hratt til rúms síðasta áratuginn víða um heim. Þetta á bæði við í nýjum og gömlum hverfum, þar sem þær hafa iðulega verið innleiddar þegar endurnýja þarf fráveitukerfi. Vaxandi vinsældir slíkra lausna má rekja til aukinnar meðvitundar um mikilvægi heilbrigðs lífríkis í og við þéttbýli. Þær má einnig rekja til álags, sem miklar rigningar og asahláka geta skapað á hefðbundin fráveitukerfi og hreinsivirki, sem erfitt getur verið fyrir sveitarfélög að bregðast við. Álagstoppar hafa víða leitt til flóða í byggð, samhliða mengun grunnvatns, vatnsfarvega og sjávar. Óstöðugra veðurfar með ákafari rigningarskúrum samfara loftslagsbreytingum eykur enn á álagið, þar sem fráveitur þurfa að geta tekið á móti miklum álagstoppum.

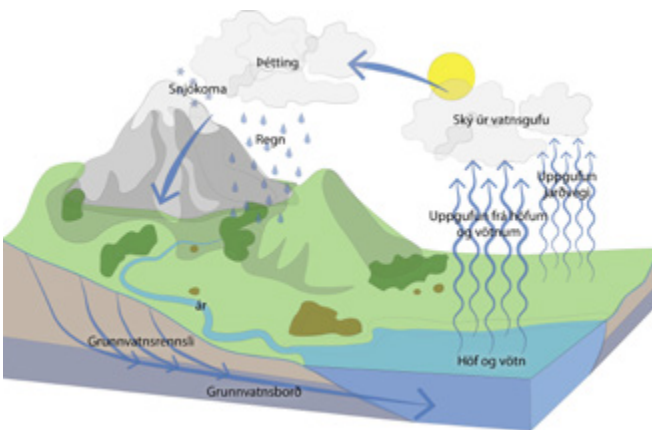
Blágrænu ofanvatnslausnunum er því beitt til að draga úr álagi á fráveitukerfi og viðhalda um leið heilbrigðum og sjálfbærum vatnsbúskap. Markmiðið er margþætt og felur m.a. í sér auðveldara og ódýrara viðhald fráveitukerfa, lengri líftíma þeirra og síðast en ekki síst ávinninginn sem felst í að hleypa vatni og gæðum þess aftur inn í hið byggða umhverfi á öruggan og markvissan hátt.



Mynd 1 Myndin sýnir hlutfall ofanvatns sem skilar sér í jarðveg á mótum hlutfalli ofanvatns sem skilar sér í hefðbundið fráveitukerfi og breytingu þar á eftir þéttleika byggðar.



Mynd 2 Við notkun hefðbundinna ofanvatnslausna er mikið álag á fráveitukerfið. Með notkun blágrænna ofanvatnslausna skilar vatnið sér niður í jarðveginn nálægt staðnum þar sem það fellur, í stað þess að vera leitt burt í lokuðu fráveitukerfi.



Mynd 3 Náttúruleg hringrás vatns.

Hugmyndafræðin að baki blágrænum ofanvatnslausnum:

- Minnka álag á fráveitukerfi
- Stuðla að náttúrulegri endurhleðslu grunnvatns
- Draga úr mengun og vernda vatnsgæði viðtaka
- Koma í veg fyrir beina losun spilliefna í náttúrulega viðtaka
- Búa til kjörlendi fyrir vistkerfi og styrkja líffræðilegan fjölbreytileika

2. Samhengið við græn svæði

Blágrænar ofanvatnslausnir ganga fyrst og fremst út á að auka gegndræpi yfirborðs í þéttbýli með því að veita vatni af hörðum flötum yfir á nálæg gegndræp svæði og vatnsfarvegi. Græn svæði í þéttbýli gegna hér lykilhlutverki, af því að þar kemst vatnið auðveldlega niður í jarðveginn. Jarðvegur og plöntur sjá síðan um að sía og hreinsa ofanvatnið og brjóta niður mengunarefni.

Í þéttbýlinu þurfa blágrænu ofanvatnslausnirnar að mynda óslitið net farvega, allt frá híbýlum fólks yfir í almenningsrými og þaðan áfram yfir í votlendi og tjarnir að lokaviðtaka, s.s. ám og sjó. Vatnið sjálft er missýnilegt eftir útfærslum á hverjum stað, veðri og öðrum aðstæðum, en ferðalag þess á yfirborðinu verður hluti af einkennum byggðarinnar. Um leið auðgast lífríki þéttbýlisins, bæði vegna hærri grunnvatnsstöðu

og vatnsins sem um það rennur. Net blágrænna ofanvatnslausna er því samtengt grænum svæðum byggðarinnar, sem iðulega eru nefnd græna netið. Til græna netsins teljast öll náttúruleg, hálfnáttúruleg og byggð græn svæði sem eru samofin byggðinni.

Innleiðing blágrænna ofanvatnslausna birtist íbúum yfirleitt með auknum gróðri samþættum byggðinni. Með góðu skipulagi og viðhaldi skapar þessi samþætting byggðar og gróðurs, aðlaðandi bæjar- og borgarbrag. Íbúar fá fleiri tækifæri til að njóta grænna svæða dags daglega og þurfa ekki að gera sér sérstaklega ferð í opin græn svæði til að styrkja líkama og sál. Um leið geta blágrænar ofanvatnslausnir styrkt sérkenni og notagildi grænna svæða og gert þau meira aðlaðandi til hreyfingar og útivistar.



Mynd 4 Dæmi um harðar ofanvatnslausnir sem renna út í grænt svæði.



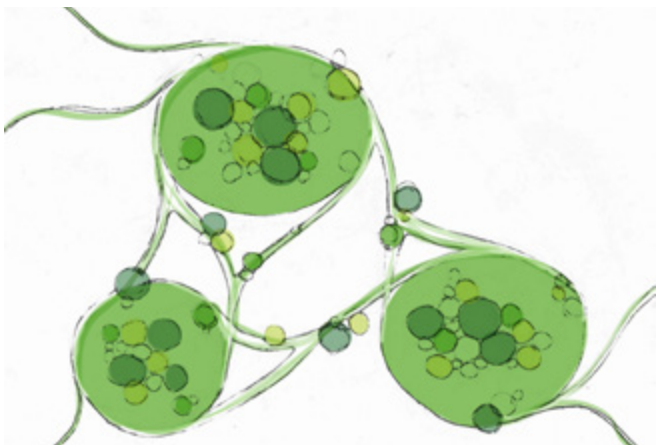
Mynd 5 Tvær mismunandi útfærslur gróðursælla ofanvatnslausna sem færa græna netið inn í göturýmið.



Vatn laðar okkur að sér. Fólk nýtur þess að sulla í vatni, fleyta kerlingar, hlusta á vatnsniðinn og sjá umhverfið speglast í vatnsfletinum. Ekki er langt síðan vatn var meira áberandi í þéttbýli. Þau okkar sem eldri erum muna hvernig það var að leika sér í pollunum á götunum, lækjunum eða mýrum við byggðina og skauta þar að vetrarlagi í löggu- og bófaleik.

Mikilvægt er að lausnirnar séu hannaðar markvisst með það í huga að land nýtist vel og að útfærslurnar samræmist yfirbragði byggðarinnar og aðstæðum á hverjum stað. Í þéttu borgarumhverfi krefst það sérstakrar útsjónarsemi að halda bæði í þéttleika og gegndræpi. Þá skiptir samnýting svæða, hönnun og skipulag miklu máli. Til eru margvíslegar útfærslur

sem henta ólíku umhverfi borga og bæja. Þær þurfa mismikið landrými og gróður getur verið fyrirferðarmikill eða lítt áberandi. Hver svo sem útfærslan er, þá skilar innleiðing blágrænna ofanvatnslausna sér yfirleitt í grænna þéttbýli og meiri samfellu græna netsins.



Græna netið og blágrænar ofanvatnslausnir

- Mikilvægt að samtvinna hönnun
- Færir græna netið nær byggðinni
- Eykur notagildi svæða
- Vatn laðar að sér fólk
- Stuðlar að betri lýðheilsu

Mynd 6 Græna netið tengir svæði saman með grænum göngum.

3. Dæmi - Augustenborg í Malmö, Svíþjóð

Gott dæmi um það hvernig hverfi breytist eftir innleiðingu blágrænna ofanvatnslausna, þar sem grænir innviðir voru styrktir, er Augustenborg í Malmö. Hverfið var byggt á fimmta áratugi síðustu aldar og var í kringum 1990 í hálfgerðri niðurníðslu. Þar voru ýmis félagsleg vandamál og ofanvatnsflóð tíð. Á árunum 1998-2002 voru blágrænar ofanvatnslausnir innleiddar í hverfinu, bæði til að sporna við flóðunum og gera hverfið vistlegra. Allt hverfið var tekið í gegn með fjölbreyttum ofanvatnsrásum, siturlautum, votlendi, tjörnum og

grænum þökum. Flóðin heyra nú sögunni til og það sem meira er, að gæði byggðarinnar hafa aukist til muna. Blágrænu ofanvatnslausnirnar sköpuðu umhverfi sem er mun gróðursælla en áður og meira aðlaðandi. Breytingarnar hafa aukið virði byggðarinnar og þar er nú orðið eftirsótt að búa. Lífríki svæðisins hefur eflst og íbúar hverfisins eru stoltari af hverfinu sínu. Um leið komst Augustenborg á kortið sem umhverfisvænt frumkvöðlaverkefni sem hefur verið fyrirmynd annarra verkefna víða um heim.



Mynd 7 Ýmis dæmi um blágrænar ofanvatnslausnir í Augustenborg.



Mynd 8 Dæmi um sýnilegt vatn í blágrænum ofanvatnslausnum við leikvöll í Augustenborg.

Umhverfisvænar áherslur í Augustenborg, þar sem blágrænar ofanvatnslausnir leika lykilhlutverk, hafa haft ýmis jákvæð áhrif:

- Endurskipulagning almenningsrýma gefur nú íbúum tækifæri til matjurtaræktar og skapar vettvang fyrir félagsleg tengsl og bættan hverfisanda.
- Líffræðileg fjölbreytni í hverfinu hefur aukist um 50%. Græn svæði og þök hafa laðað að fugla og skordýr og blágrænu ofanvatnslausnirnar hafa skapað betra umhverfi fyrir plöntur og lífríki.
- Loftslagsáhrif hverfisins hafa minnkað um 20%.
- Verkefnið hefur vakið áhuga íbúa á umhverfisvernd í víðara samhengi, s.s. endurvinnslu, endurnýjanlegri orku og vistvænum samgöngum.
- Jákvæðar samfélagsbreytingar með minna atvinnuleysi, meiri þátttöku í kosningum og lengri búsetu íbúa í hverfinu.

Skólinn í hverfinu nýtur sömuleiðis blágrænu ofanvatnslausnanna, sem birtast á skólalóðinni og grænum svæðum í kring. Ofanvatn af skólalóðinni er leitt í litla tjörn þar sem börnin geta kynnst smáum vatnadýrum og útiskólastofa gefur tækifæri til lærdóms

utandyra. Með eflingu græna netsins verða til fleiri og fjölbreyttari leiksvæði og göngustígar tengja nú hverfið betur saman. Hverfið er því orðið að paradís fyrir börn og fjölskyldur.

Innleiðingin var leidd áfram af sterkum aðilum, stjórnámálamönnum, stofnunum og sérfræðingum, sem unnu saman af eldmóði og leystu þannig mörg verkefni samhliða. Samráð við íbúa var einnig mikilvægur þáttur í hönnunarferlinu sem jók traust milli sveitarfélagsins, hönnuða og íbúa og gaf íbúum hlutdeild í verkinu.

Blágrænar ofanvatnslausnir í Augustenborg

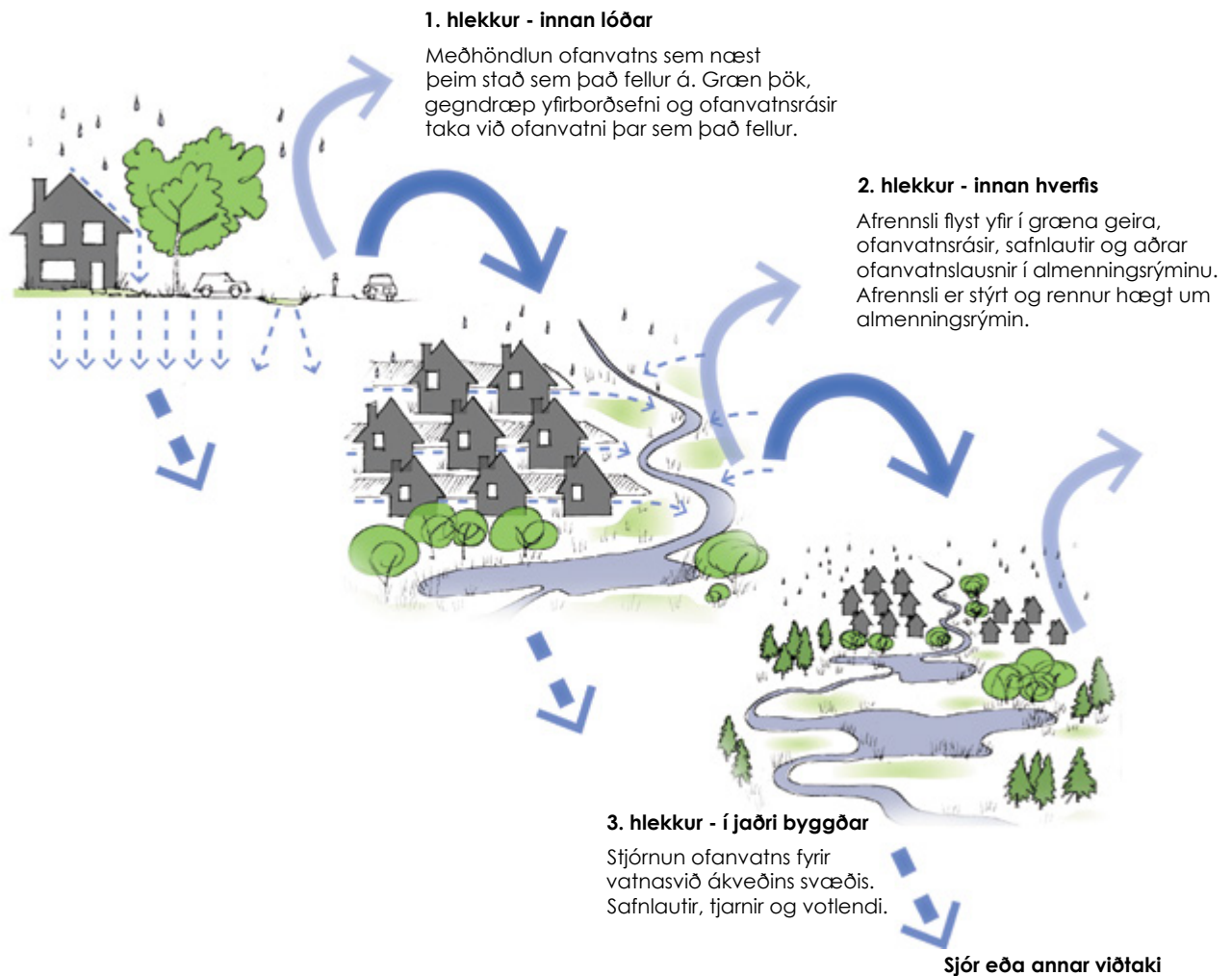
- Aukið verðmæti íbúða
- Drifkraftur fyrir jákvæðar breytingar
- Almenningsrými grænni og falletgri
- Heilbrigðara lífríki
- Lausn á flóðavandamáli

4. Blágrænar ofanvatnslausnir í byggð

Með blágrænum ofanvatnslausnum er ofanvatn meðhöndlað með fjölbreyttum hætti í keðju svæða, svokallaðri ofanvatnskeðju. Henni er skipt í þrjá meginhluta; meðhöndlun innan lóðar, innan hverfis og á fjarsvæðum. Í hverjum hluta fyrir sig er búið þannig um hnútana að vatnið eigi sem greiðasta leið niður í jarðveginn um gegndræpa fleti og jafnframt séð til þess að það vatn sem ekki nær að sitra niður í jarðveginn sé leitt áfram yfir í næsta hluta keðjunnar.

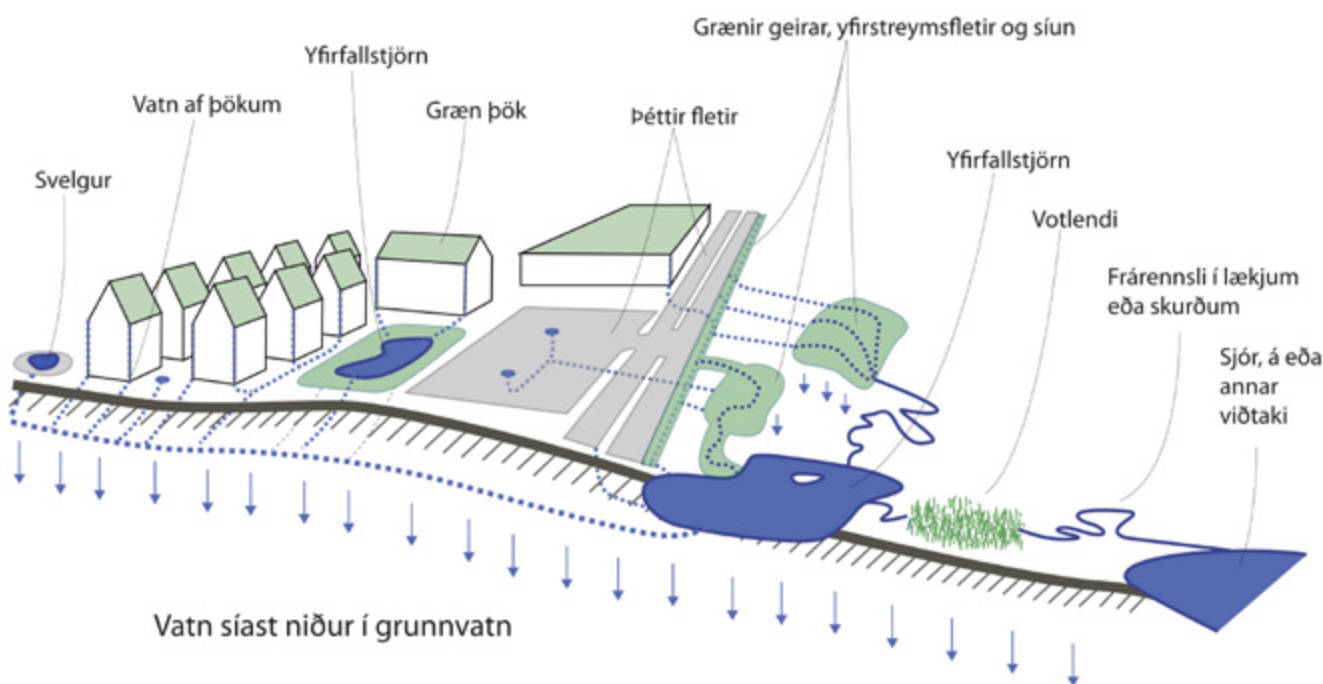
Hér verður farið yfir ofanvatnskeðjuna og dæmi gefin um ofanvatnslausnir sem beitt er í hverjum hluta hennar. Nánar er síðan fjallað um útfærslur í ellefta kafla.

Fyrsti hlekkur ofanvatnskeðjunnar snýst um **meðhöndlun innan lóðar**. Innan lóðar er ofanvatnið meðhöndlað sem næst upptökum; þeim stað þar sem vatnið fellur á hús og tilheyrandi lóðir. Hér nýtast lausnir á borð við græn þök. Einnig þarf að koma upp viðtökum fyrir vatn sem rennur af þökum, bílastæðum og öðrum þéttum flötum. Þar koma svokölluðu grjótpúkk og regnbeð að góðum notum. Einnig má útfæra sérstök holrými undir yfirborði sem taka við vatni og eru til í ýmsum tæknilegum útfærslum. Tilgangur þeirra er að safna regnvatninu sem síðan má nota til vökvunar. Sama gagn gera tunnur sem koma má fyrir til að fanga og geyma regnvatnið.



Mynd 9 Ofanvatnskeðjan¹.

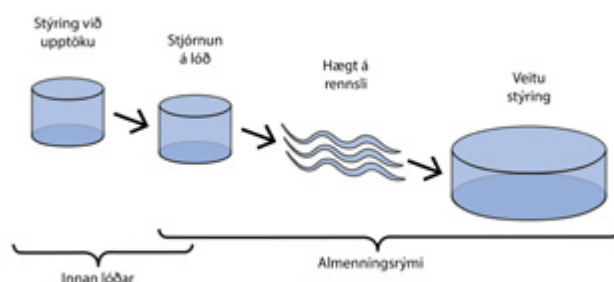
¹ Endurgerð og aðlöguð skýringarmynd frá Essex County Council (2012-07). *Sustainable Drainage Systems. Design and Adoption Guide*. Sótt af: https://www.essex.gov.uk/Environment%20Planning/Environment/local-environment/flooding/View-It/Documents/suds_design_guide.pdf. Bls. 4.



Mynd 10 Blágrænar ofanvatnslausnir í þéttbýli (mynd frá Sveini Torfa Þórólfsyni).

Næsti hlekkur keðjunnar snýst um **meðhöndlun innan hverfis**. Þar er ofanvatnið meðhöndlað sem næst þeim stað þar sem það fellur í almenningsrýmum, s.s. í göturými, görðum og torgum. Greint er á milli þessara tveggja hlekkja keðjunnar þar sem eignarhald er annars vegar á hendi einkaaðila og hins vegar á hendi opinberra aðila. Ábyrgð á hönnun, uppsetningu og viðhaldi í **almenningsrýmum innan hverfis og milli hverfa** leggst því á sveitarfélög. Í hverfishlutunum rennur ofanvatnið í græna geira meðfram götum, græn svæði með safnlautum eftir atvikum og aðrar ofanvatnslausnir í almenningsrýminu. Áhersla er lögð á að stýra og hægja á ofanvatninu um leið og það sígur niður í jarðveginn. Nauðsynlegt er að finna góðar rennislíleiðir í skipulagi sem samrýmast landslagi og landnotkun á hverjum stað. Hér er m.a. átt við svæði sem gætu tekið tímabundið við 10, 50 eða 100 ára flóðum, án þess að það komi að sök.

Ofanvatni sem ekki nær að síga niður í tveimur fyrstu hlekkjum keðjunnar, er beint yfir á **fjarsvæði, þ.e. stærra svæði í jaðri eða utan byggðar**. Þar taka safnlautir, tjarnir eða votlendi við vatninu. Á þessum svæðum þarf að vera nægt rými fyrir tímabundna geymslu á vatni í flóðum, þar til það nær að seytle niður í jarðveginn og renna neðanjarðar til hreinsunar vatnsins í næsta viðtaka, ár, vötn eða sjó.



Mynd 11 Stýring hefst í einkarými, innan lóðar og færir svo yfir í almenningsrými.

Helstu leiðir til að meðhöndla ofanvatn:

- Með gegndræpu yfirborði
- Með því að hægja á rennsli.
- Með því að beina vatni í þar til gerða græna geira og svæði
- Að geyma vatn í ofanvatnstrásum, tjörnum og votlendi, þar til það nær að seytle niður í jarðveginn
- Með uppgufun, annaðhvort frá yfirborði eða í gegnum plöntur

5. Hlutverk skipulagsáætlana við innleiðingu

Landsskipulagsstefna 2015-2026 kallar eftir innleiðingu blágrænna ofanvatnslausna. Þar segir í gr. 3.3.2 - Heilnæmt umhverfi: „Við skipulagsgerð sveitarfélaga verði stuðlað að heilnæmi umhverfis með viðeigandi ráðstöfunum varðandi [...] fráveitu [...]. Sérstaklega verði hugað að umhverfsvænum lausnum þar sem það á við, svo sem varðandi [...] sjálfbærar ofanvatnslausnir [...].“ Sama stefna kemur fram í skipulagsreglugerð nr. 90/2013, en þar segir í 2. mgr. í grein 5.3.2.15. um veitur og fjarskipti í deiliskipulagi: „Stefnt skal að því að ofanvatni, svo sem regnvatni af þökum, verði miðlað í jarðveg í stað fráveitukerfis, eftir aðstæðum og því sem unnt er.“

Við innleiðingu blágrænu ofanvatnslausnanna er nauðsynlegt að hafa yfirsýn um vatnafar, helstu rennislíðir, lekt og veðurfar. Einnig þarf að þekkja eiginleika jarðvegsins og vatnsheldni gróðurs, eftir atvikum, svo og tilhögun ofanveitukerfis á hverjum stað. Markvissast er að sveitarfélög leggi línur um heildarmyndina og setji skýra stefnu um ofanvatnslausnir við gerð aðalskipulags. Stefnuna þarf síðan að útfæra nánar í rammahluta aðalskipulags og/eða í deiliskipulagi, áður en til eiginlegrar fráveituhönnunar kemur. Hvernig verkaskipting er á þessum tveimur skipulagsstigum fer

eftir eðli máls og aðstæðum á hverjum stað, m.a. hvort verið er að skipuleggja nýja byggð eða innleiða blágrænar ofanvatnslausnir í eldri byggð. Það fer einnig eftir stærð skipulagssvæðisins, en sem sú skipulagseining sem unnið er með þarf ávallt að vera nægilega stór til að hægt sé að koma vatni til viðtaka.

Í skipulagsvinnunni þarf að marka stefnu og setja markmið um frágang innan lóða og í almenningsrýmum. Skilgreina þarf eðlilega vatnsfarvegi innan og milli hverfa og tengja þá við fjarsvæði sem geta tekið við ofanvatni þegar álag er mikið, t.d. í mikilli vætutíð. Mikilvægt er að skoða hvort hægt er að samnýta svæði í þessu sambandi, til að geta náð nægilegum þéttleika í byggðinni. Þá er átt við að skoðað verði hvort hægt er að nýta græn svæði, almenningsgarða, bílastæði, íþróttasvæði eða önnur slík svæði undir ofanvatn í mikilli vætutíð. Svæði sem þola það að þar standi vatn um stund.

Kosturinn við blágrænu ofanvatnslausnirnar er m.a. sá að hægt er að innleiða þær í áföngum. Ákjósanlegt getur verið að byrja á svæðum þar sem ofanvatn hefur verið til vandræða, á nýbyggingarsvæðum eða þar sem endurnýja þarf veitukerfi. Þannig má læra af reynslunni og feta sig áfram á þeim hraða sem hentar



Mynd 12 Urriðaholt í Garðabæ er dæmi um innleiðingu blágrænna ofanvatnslausna í rammaskipulagi. Meginlínur um götur og græn svæði innan hverfisins voru hönnuð með blágrænar ofanvatnslausnir í huga (Myndir úr rammaskipulagi Urriðaholts).

Í London settu borgaryfirvöld markmið til 25 ára um að draga úr ofanvatnsrennsli um 1% á ári í fráveitukerfum borgarinnar. Það á að leiða til 25% minnkunar afrennslis fyrir 2040 (https://www.london.gov.uk/sites/default/files/lstdap_final.pdf).

Svipaða sögu má segja um Kaupmannahöfn. Þar hafa borgaryfirvöld sett inn í loftslagsáætlunina, Københavns Klimatilpasningsplan 2025, stefnu um blágrænar ofanvatnslausnir, allt frá aðalskipulagi að einkagörðum. (http://kk.sites.itera.dk/apps/kk_pub2/pdf/1270_UEsoelrcLC.pdf)



á hverjum stað. Innleiðing blágrænna ofanvatnslausna hjá sveitarfélagi tekur tíma, en það getur einmitt verið kostur. Tíminn nýtist þá til að kanna hvernig lausnirnar reynast og læra af því. Í stað þess að reyna að gleypa filinn í einum bita er best að byrja á langtímastefnumótun í aðalskipulagi, með mælanlegum langtímamarkmiðum og aðgerðaáætlun, líkt og gert hefur verið bæði í London og Kaupmannahöfn.

Í nýlegri meistaranannsókn Eyrúnar Pétursdóttur á farsælli innleiðingu blágrænna ofanvatnslausna kom fram að fimm lykilþættir skipta mestu máli í ferlinu; skýr rammi frá stjórnsýslu, að hefja ferlið á aðalskipulagsstigi, að ábyrgðarhlutverk séu skýr, grunnupplýsingar séu til staðar og að hagsmunaaðilar séu með á nótunum ¹.

Vekja þarf íbúa til vitundar um kosti blágrænna ofanvatnslausna og hvernig þær virka, til þess að þeir geti fellt sig við þær. Reynslan frá Bretlandi og Danmörku sýnir að þar sem íbúar hafa verið með í ráðum hafa þeir orðið virkir þátttakendur við innleiðingu, útfærslur orðið betri og þeir fyrir vikið orðið stoltari af umhverfi sínu. Í Danmörku liggja fyrir miklar og gagnlegar upplýsingar, sem almennig getur nýtt sér, um innleiðingu blágrænna ofanvatnslausna á einkalóðum. Með góðum leiðbeiningum getur hinn almenni borgari því beitt þessum lausnum í eigin garði.

Með þetta í huga geta íslensk sveitarfélög hafið vinnu við forgangsöröðun og innleiðingu á blágrænum ofanvatnslausnum. Æskilegt er að fyrir liggja aðgerðaáætlun, sem unnin er á grundvelli skipulagsáætlunar, með tilgreindum ábyrgðaraðilum, s.s. sviðum eða deildum, sem síðan er innleidd í þeim skrefum sem hverju sveitarfélagi hentar best. Mikilvægt er að vekja áhuga íbúa á þessu málefni og taka þá með í skipulagsferlið frá byrjun.



Mynd 13 Skýringarmyndirnar tvær hér að ofan sýna hversu ólíka nálgun þarf að hafa við skipulag og hönnun hefðbundinna fráveitulausna (efri mynd) og blágrænna ofanvatnslausna (neðri mynd).

1 Eyrún Pétursdóttir (2016). Key Factors for the Implementation of Sustainable Drainage Systems in Iceland. Meistaraprófsritgerð, Háskóli Íslands.

6. Innleiðing í skipulagsferlinu

Nota þarf skipulagsáætlanir þegar skipuleggja á svæði með blágrænum ofanvatnslausnum. Þar þarf að leggja meginlínur um ofanvatnskeðjuna og legu græna netsins í samhengi við vatnafar og hæðir í landi og setja inn skipulagsskilmála þar að lútandi.

Hér verður sýnt dæmi um hvernig hægt er að samþætta hönnun blágræna ofanvatnslausna og skipulagsferlið og hvernig blágrænu lausnirnar geta haft áhrif á skipan gatna, almenningsrýma og byggðar. Athugið að sama hugmyndafræði gildir fyrir nýja byggð og við innleiðingu á þegar byggðum svæðum. Helsta viðfangsefnið á þegar byggðum svæðum snýst þó um aðlögun.



Mynd A ¹

¹ Endurgerð og aðlöguð skýringarmynd frá Essex County Council, 2012, bls. 36

Hér til hliðar á **mynd A** má sjá svæðið eins og það gæti litið út, fyrir þróun byggðar: ósnert svæði með náttúrulegt flæði vatns.

Í upphafi ferlisins er nauðsynlegt að skilgreina heildarmarkmið fyrir fráveitu og vatnsbúskap á svæðinu. Horfa þarf á samhengi svæðisins við landslagið í kring, s.s. hvar sé flóðahætta, mengunarvaldar, viðkvæmt lífríki, minjar og helstu grænu tengingar.

Skilgreina þarf hvaða sérþekking er nauðsynleg til að takast á við vinnuna sem framundan er, en sérfræðingur í fráveitumálum ætti alltaf að vera með í ráðum. Æskilegt er að samráð við hagsmunaaðila hefjist snemma í ferlinu.



Mynd B ¹

¹ Endurgerð og aðlöguð skýringarmynd frá Essex County Council, 2012, bls. 36

Fyrsta skref er að greina yfirborðslögun, jarðveg og vatnafar.

Mikilvægt er að líkja eftir náttúrulegu rennsli og náttúrulegum ferlum hvar sem kostur gefst.

Greina þarf rennslileiðir, há- og lágpunkta, grunnvatn innan svæðisins og möguleg söfnunarsvæði. Taka þarf tillit til núverandi innviða svæðisins og greina tækifæri og hindranir.

Á mynd B sést náttúrulegt rennsli vatns á svæðinu. Þegar blágrænar ofanvatnslausnir eru nýttar er ákjósanlegt að þær fylgi náttúrulegu vatnsrennsli niður hlíðina eins og kostur er. Æskilegt er að nýta til hins ýtrasta náttúrulega hæðarlegu landsins og líkja þannig eftir náttúrulegu rennsli vatnsins. Vatninu er beint í lágpunkta og aðra viðtaka vatns á borð við ár, læki og vötn.



Mynd C ¹

¹ Endurgerð og aðlöguð skýringarmynd frá Essex County Council, 2012, bls. 36

Annað skref er að búa til landslagsramma fyrir skipulag blágrænna ofanvatnslausna.

Mikilvægt er að draga úr afrennsli með því að hafa ógegndræpa fleti sem minnsta. Meginútfærslur blágrænna ofanvatnslausna eru ákveðnar út frá þéttleika byggðar og áætluðu magni ofanvatns.

Fylgja þarf hlekkjum ofanvatnskeðjunnar og ákveða hvernig meðhöndla á ofanvatnið í fyrsta hlekknum innan lóðar. Einnig þarf að skoða hversu mikið pláss þarf að taka þarf frá í öðrum hlekknum, þ.e. fyrir meðhöndlun innan hverfis. Stærðin er ákvörðuð út frá séreinkennum svæðis og því hvaða lausnir á að nota í frágangi innan lóðar.

Best er að nýta náttúrulegar rennslileiðir og möguleg söfnunarsvæði við frágang blágrænna ofanvatnslausna innan hverfis.

Á mynd C sést hvar blágrænar ofanvatnslausnir munu leiða vatnið niður hlíðina í skilgreindum farvegum og safnast saman neðst á svæðinu. Þessar leiðir eru notaðar sem útgangspunktur fyrir meginhönnun byggðarinnar.



Mynd D ¹

¹ Endurgerð og aðlöguð skýringarmynd frá Essex County Council, 2012, bls. 37

Þriðja skref er að finna fjölnota svæði.

Skoða þarf með hvaða hætti megi tvinna blágrænar ofanvatnslausnir saman við opin græn svæði og almenningsrými til að skapa heildstætt og fjölnota grænt net. Samnýting er lykilatriði svo að land nýtist vel en blágrænu lausnirnar geta verið hluti af fjölbreyttum svæðum, s.s. leikvöllum, torgum eða útivistarsvæðum.

Á mynd D sést að ákveðið hefur verið að græn almenningsrými svæðisins eigi að liggja þar sem uppsöfnun vatns er mest. Með þessu móti er hægt að nýta vatnið við hönnun svæðanna þar sem vatn og gróður eru í aðalhlutverki.

Hafa skal í huga við hönnun blágrænna ofanvatnslausna að þær auki virði opinna svæða og stuðli að betra vistkerfi.



Mynd E ¹

¹ Endurgerð og aðlöguð skýringarmynd frá Essex County Council, 2012, bls. 37

Fjórða skref er að samtvinna umferðarkerfið og blágrænar ofanvatnslausnir.

Best er að láta götumynstrið fylgja blágrænum ofanvatnslausnum og því hvernig þær sitja í landslaginu.

Hægt er að nýta gatnamót og torg undir áhugaverð kennileiti þar sem vatn er gert sýnilegt og vekja þannig athygli á blágrænu ofanvatnslausnunum.

Mögulegt er að nýta þær til að fegra göturýmið og búa til fjölnota rými, með trjám, hraðalækkandi aðgerðum og bílastæðum.

Á mynd E sést hvernig vegir hafa verið lagðir meðfram farvegum.



Mynd F ¹

¹ Endurgerð og aðlöguð skýringarmynd frá Essex County Council, 2012, bls. 37

Lykill að farsælli innleiðingu:

- Skilningur og þekking á eðli vatnsins
- Yfirborð eins gegndræpt og hægt er
- Hægt á rennsli vatns
- Samnýting grænna svæða og svæða fyrir blágrænar ofanvatnslausnir
- Innleiðing í skrefum
- Hönnun lausna út frá nýtingu svæðisins samkvæmt skipulagi
- Langtímastefna í skipulags- og veitumálum

Fimmta skref er að skoða hvort ástæða sé til að þjappa landnotkun til að koma í veg fyrir mengun.

Landnotkun og hætta á mengun stýrir því hvers kyns lausnir eru notaðar.

Ef landnotkun er líkleg til að menga, eins og sums staðar á iðnaðarsvæðum, þarf að halda ofanvatninu þaðan aðskildu frá hreinu ofanvatni annars staðar frá og að það sé meðhöndlað sérstaklega.

Hægt er að nýta ofanvatnskeðjuna til að tryggja næga meðhöndlun ofanvatns og draga úr mengun.

Þó að blönduð byggð sé oftast af hinu góða, þá þarf að meta aðstæður og skoða hvort ástæða sé til að hafa landnotkun með mengandi iðnaði eða öðru slíku á sérstökum svæðum.

Á **mynd F** hefur iðnaðarhverfi verið staðsett á norðvesturhluta svæðisins til að skilja það frá annarri byggð. Með þessu móti er hægt að hanna sérstakar blágrænar ofanvatnslausnir á þessum hluta svæðisins til að taka við menguðu ofanvatni.

7. Íslenskt dæmi - Urriðaholt, Garðabæ

Blágrænar ofanvatnslausnir voru fyrst innleiddar á Íslandi í heilu hverfi í Urriðaholti í Garðabæ, en uppbygging hófst þar 2008. Urriðaholt er um 100 ha að stærð og er gert ráð fyrir að þar muni búa og starfa nokkur þúsund manns þegar hverfið verður fullbyggt. Urriðaholt er innan vatnasviðs Urriðavatns, en þar er viðkvæmt vistkerfi og votlendi. Urriðavatnið er einnig eitt helsta aðráttarafl hverfisins. Fljótlega í skipulagsvinnunni kom í ljós að vatnsborð Urriðavatns myndi lækka til muna með notkun hefðbundinna fráveitulausna í hverfinu. Ástæðan er sú að hefðbundin fráveitukerfi safna saman ofanvatni frá byggð og beina því frá svæðinu, oftast til sjávar. Garðabær ákvað því að nýta blágrænar ofanvatnslausnir í hverfinu til að tryggja verndun og gæði Urriðavatns, þrátt fyrir að ekki væru til önnur fordæmi á Íslandi.

Byrjað var á því að vinna rammaskipulag fyrir allt hverfið (samsvarar í raun rammahluta aðalskipulags skv. skipulagslögum nr. 123/2010). Í kjölfarið voru unnin deiliskipulög fyrir hverja hverfiseiningu. Strax í upphafi

rammaskipulagsvinnunnar unnu skipulagsfræðingar hverfisins og sérfræðingar frá Noregi í blágrænu ofanvatnslausnum saman að því að flétta sem best saman græn svæði hverfisins og blágrænu lausnirnar, þannig að ofanvatnskeðjan yrði sem skilvirkust. Á þessari slóð goo.gl/e8q8M6 má sjá myndband sem lýsir nánar blágræna netinu í Urriðaholti.

Mælt er með því að skoða Urriðaholtið, en þar sést hvernig blágrænu ofanvatnslausnirnar eru samtvinnnaðar inn í græna net hverfisins, frá lóðum og húsagötum yfir í stíga og önnur almenningsrými. Urriðaholtið hefur vakið athygli í mörgum löndum og fengið alþjóðleg verðlaun, m.a. vegna faglegrar samþættingar blágrænu ofanvatnskeðjunnar við almenningsrými, þar sem þær blágrænu setja sterkan og aðlaðandi svip á hverfið. Hverfið er einnig hið fyrsta á Íslandi til að fá vistvottun skv. BREEAM Communities vistvottunarstaðlinum (sjá nánar á <http://www.breeam.com/case-study-urridaholt-gardabaer-iceland>).



Mynd 14 Urriðavatn við Urriðaholt með viðkvæmt vistkerfi og votlendi er eitt helsta aðráttarafl hverfisins.



Mynd 15 Bláar örvar gefa til kynna hvernig ofanvatnslausnum er beitt í hverfinu í heild sinni. Þær eru sýnilegar í götum, grænum geirum og göngustíg sem liggur meðfram vatninu. Hlutverk hans er meðal annars að hindra að ofanvatn berist óhreinsað í Urriðavatnið í asahláku eða áköfum regnskúrum (Mynd úr rammaskipulagi Urriðaholts).

Í Urriðaholti er leitast við að meðhöndla ofanvatn á sem náttúrulegastan hátt. Opnar ofanvatnstrásir, gras og lautir þjóna því hlutverki að taka við og hreinsa mengunarefni, hægja á flæði ofanvatns og koma í veg fyrir flóð af völdum asahláku og ákafra regnskúra.

Kerfið er þannig hannað að vatni af þaki er beint í jörð innan lóðar, niður í grjótpúkk eða regngarða. Yfirborðsefni í hverfinu er haft eins gropið og kostur er, þannig að ofanvatn geti sigið niður í jarðveginn sem næst þeim stað sem það fellur. Ofanvatni af götum er beint í grasigrónar ofanvatnstrásir sem liggja meðfram götunum. Þaðan er vatni, sem ekki síast niður í jarðveginn, veitt áfram í tvo græna geira sem liggja niður hlíðar Urriðaholts. Í grænu geirunum eru grunnar

lautir og bollar sem geta tekið við vatni í asahláku og áköfum regnskúrum. Vatnið sem umfram verður rennur síðan áfram niður hlíðina að safnsvæði neðst í hverfinu, sem liggur innan við göngustíg meðfram Urriðavatni. Þegar þurrt er myndar græna netið í ofanvatnskeðjunni eðlilegan hluta af grænum svæðum hverfisins og gerir hverfið gróðurríkara.

Á leið sinni ofan úr hverfinu í Urriðavatn, hreinsast vatnið og föst efni úr því sitja að miklu leyti eftir í grónu yfirborðinu og jarðvegi og ýmist brotna þar niður eða verða skaðlaus áður en vatnið rennur í Urriðavatn.



Mynd 16 Sýn blágrænna ofanvatnslausna í götumynd í Urriðaholti (Mynd úr rammaskipulagi Urriðaholts).

Urriðaholt og blágrænar ofanvatnslausnir

- Innleiðing frá byrjun í rammaskipulagi (samsvarar rammahluta aðalskipulags skv. skipulagslögum nr. 123/2010)
- Fyrsta svæðið á Íslandi hannað út frá leiðarljósi blágrænna ofanvatnslausna
- Kennslubókardæmi sem auðvelt er að nálgast
- Svæðið er enn í uppbyggingu, hægt að fylgjast með þróun

8. Undirbúningur

Við innleiðingu blágrænna lausna þarf að hafa margt í huga. Flest af því sem kynnt hefur verið hér að framan snýst um hönnun, skipulag og útfærslu á blágrænum ofanvatnslausnum. Það eru þó fleiri atriði sem þarf að skoða í þessu samhengi, s.s. loftslag og ýmsar bakgrunnsupplýsingar, einkum m.t.t. aðstæðna á Íslandi. Verða þær nú tíundaðar nánar.

Áskoranir í köldu loftslagi

Á Íslandi hafa árstíðir meiri áhrif á afköst og virkni blágrænna ofanvatnslausna en í löndum þar sem árstíðabreytinga verður minna vart. Nauðsynlegt er að taka tillit til þessara aðstæðna við hönnun og innleiðingu blágrænna ofanvatnslausna hérlendis. Hringrás vatns í köldu loftslagi er flóknari en í heitara loftslagi og aðrar áskoranir sem því fylgja. Má þar meðal annars telja frost í jarðvegi, en þegar vatn frýs þenst það út um 10%. Þá er aðgæslu þörf vegna frosts og klaka í leiðslum, klaka í vatnsfarvegum, snjóbráðnunar og vorleysinga og úrkomu sem fellur á snjó ¹.

¹ Sveinn T. Þórólfsson. *Cold Climate Urban Hydrology. Examples from Norway and Iceland*. Fyrirlestur fluttur á The XXVI Nordic Hydrological Conference í Riga, Lettlandi 9. -13. ágúst 2010.



Mynd 17 Blágrænar ofanvatnslausnir í Kaupþúni, Garðabæ, á framkvæmdartíma.

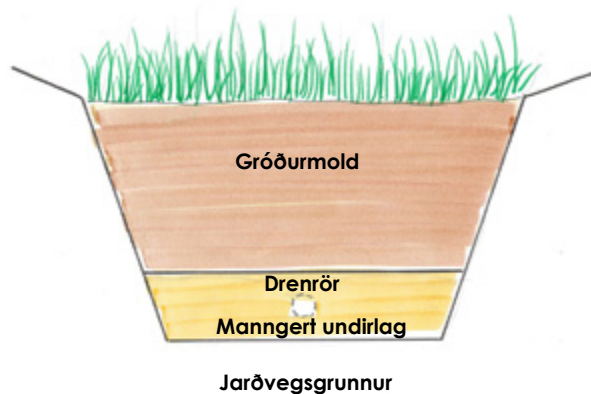
Þessar áskoranir eiga þó ekki síður við um hefðbundnar fráveitulausnir í köldu loftslagi en blágrænar ofanvatnslausnir. Veðurfar í þéttbýli á köldum svæðum einkennist fremur af snjóbráðnun sem á sér stað yfir lengri tíma en af stuttri ákafri úrkomu með miklu úrkomumagni, sem einkennir oft heitari svæði. Þrátt fyrir þessi einkenni tekur hönnun fráveitukerfa jafnan mið af hinu síðarnefnda. Í ofanálag er snjóbráðnun mismunandi eftir því hvar hún er. Snjóbráðnun í miðbæ getur stundum verið allt að tvöfalt hraðari en snjóbráðnun í hreinni íbúðarbyggð. Frost í jörðu, klakastíflur og fleira geta valdið miklum vandræðum í fráveitukerfi.

Í köldu loftslagi hefur snjóbráðnun mun afdrifaríkari afleiðingar en sumarúrkoma. Snjóbráðnun getur haldist stöðug dögum og jafnvel vikum saman, þannig að þótt ofanvatnsrennsli sé lítið þá eru fráveitukerfin oft yfirfull þegar hlánar. Úrkoma sem fellur á snjó getur einnig valdið miklu flóði. Við slíkar aðstæður virkar snjóþekjan eins og uppistöðulón sem hleypt er fram þegar snjórinn hlánar í úrkomunni sem fellur. Þegar við bætist frost í jörðu, verður afrennslið í fráveitukerfin mjög hratt því vatnið nær ekki að síga niður ².

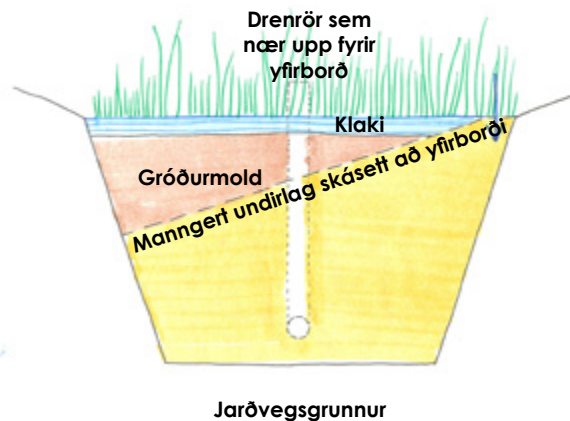
² Annette Semadeni-Davies. (2003). Urban snowmelt processes - current research and modelling needs. Sótt af: http://www.cascobayestuary.org/wp-content/uploads/2014/07/2003_Semadeni-Davies_urban_snowmelt1.pdf



Mynd 18 Blágrænar ofanvatnslausnir í Kaupþúni, Garðabæ, í sumarskrúða.



Mynd 20 Algengt snið fyrir regngarð þar sem ekki er tekið sérstaklega tillit til vetraraðstæðna.



Mynd 19 Snið fyrir regngarð þar sem tekið er tillit til vetraraðstæðna³.

Þegar frost er í jörðu draga ísagnir í jarðveginum úr gegndræpi hans og þar með vökvaleiðni. Íslensur í jarðvegi hindra lóðrétt niðursig vatns. Við þessar aðstæður nær vatn, samt sem áður, yfirleitt að síga niður í jarðveginn á ósnortnum svæðum. Í þéttbýli er hins vegar jarðvegurinn oft þéttari en á ósnortnum svæðum, auk þess sem leið vatnsins í fráveitukerfið er styttri. Vatnið fær þess vegna skemmri tíma til að síga í jörðu en þar sem jarðvegurinn er ekki eins þéttur.

Þrátt fyrir þær áskoranir sem taldar eru upp hér að framan hafa all margar rannsóknir leitt í ljós að blágrænar ofanvatnslausnir duga vel í köldu loftslagi og að virkni þeirra við vetraraðstæður sé með ágætum.

Rannsóknir bæði frá Bandaríkjunum og Noregi sýna að regngarðar eru til dæmis fyrirtaks snjógeymslur séu þeir rétt málsettir. Í rannsókn Kim H. Paus á norskum regngörðum kemur fram að með breyttri undirbyggingu regngarða eykst virkni þeirra og afköst

við vetraraðstæður allverulega. Mikilvægast er að regngarðurinn nái að tæma sig áður en jarðvegurinn lokast vegna frosts³.

³ Kim H. Paus. (2014). *Regnbed for nordiske forhold - vegeterte infiltrasjonsanlegg for overvann*. Fyrirlestur fluttur á Nordisk blágrönn konferanse í Kaupmannahöfn 23. október 2014.

Blágrænar ofanvatnslausnir í köldu loftslagi

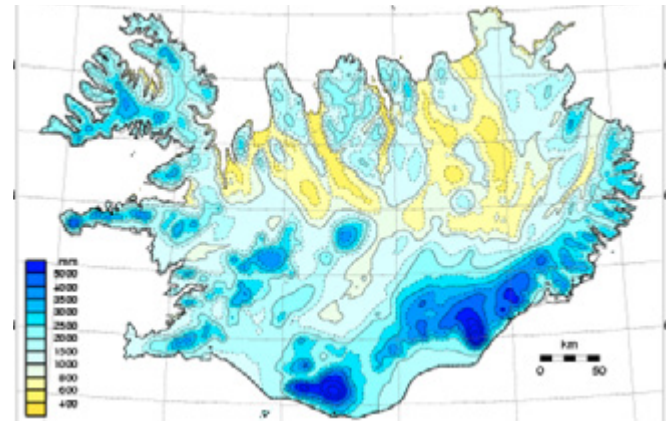
- Hægt að innleiða í köldu loftslagi
- Taka þarf tillit til frosts
- Hægt að nýta vatnssöfnunarsvæði fyrir snjóöfnun

Bakgrunnsgögn

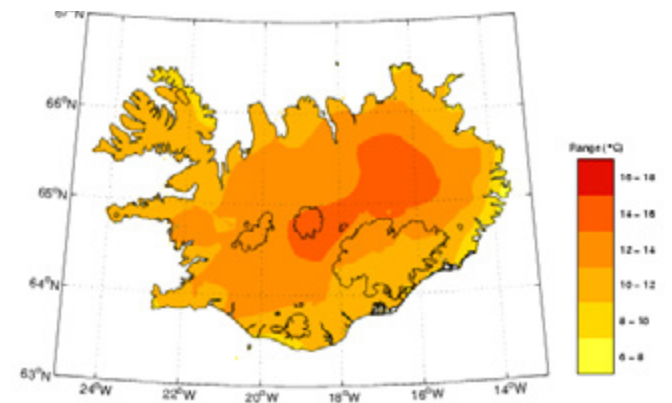
Áður en hafist er handa er mikilvægt að þekkja og skilja eins vel og kostur er vatnafræði svæðis þar sem innleiða á blágrænar ofanvatnslausnir. Magn úrkomu, gerð jarðvegs og gróðurfar ræður miklu um getu svæðis til að taka við vatni og geyma það. Gegndræpur jarðvegur tekur auðveldlega við miklu vatni á meðan þéttur jarðvegur tekur við litlu. Jarðvegsþekja og gerð hennar skiptir sömuleiðis miklu máli varðandi lekt. Ofanvatnið sem jarðvegur og gróðurþekja tekur ekki við, rennur eftir yfirborði í læk, ár, vötn eða sjó. Til að greina svæði og hanna þau í réttum hlutföllum er einnig mikilvægt að fá góð gögn um úrkomu. Því betri gögn sem til eru, því auðveldara er að eyða óvissu sem annars þarf að gera ráð fyrir í hönnun. Við innleiðingu á þegar byggðum svæðum þarf að þekkja sögu svæðis, m.a. legu lækja eða tjarna sem horfið hafa með byggðinni. Einnig þarf að komast að því hvort jarðvegur kann að vera mengaður, því ef svo er þá þarf að gera ráðstafanir svo mengunin breiðist ekki yfir á ómenguð svæði með ofanvatninu.

Effifarandi upplýsingar þarf að hafa í höndum:

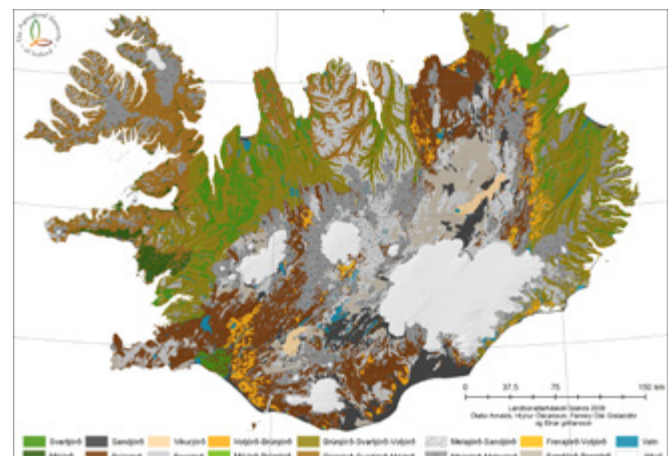
- Yfirborðslögun lands og hæðarlínur
- Afrennissvæði
- Legu vatnsfarvega, opinna og lokaðra skurða
- Úrkomumælingar
- Lekt og eðli jarðvegs og mögulega mengun hans
- Yfirlit um gróðurfar
- Sögu svæðisins og breytingar af mannavöldum, m.a. hvað varðar vatnafar



Mynd 21 Meðalúrkoma áráanna 1970-2000 á öllu landinu. (Mynd frá Veðurstofu Íslands).



Mynd 23 Árssveifla meðalhita (Mynd frá Veðurstofu Íslands).



Mynd 22 Helstu jarðvegsgerðir á landinu ¹.

¹ Ólafur Arnalds, Hlynur Óskarsson, Fanney Gísladóttir & Einar Grétarsson (2009). Jarðvegskort af Íslandi. Landbúnaðarháskóli Íslands, Reykjavík.

Mengun yfirborðsvatns

Hvort sem um er að ræða blágrænar ofanvatnslausnir eða hefðbundnar fráveitur þarf að taka tillit til þeirra mengunarvalda sem berast með ofanvatni frá yfirborði jarðar. Ef rétt er að staðið geta blágrænar ofanvatnslausnir gegnt mikilvægu hlutverki við að hreinsa þá úr vatninu.

Dæmi um algenga mengunarvalda á Íslandi sem oft má finna í ofanvatni:

- Þungmálmur og kolvetni frá eldsneytisólum.
- Salt sem borið er á til varnar hálfu og leysist upp og berst út í vatnið.
- Gúmmíagnir frá dekkjum, slit við akstur.
- Fosfór og köfnunarefni, m.a. frá garðáburði, ásamt næringarefnum í úrgangi fugla og annarra dýra.
- Gerlamengun frá dýralífi og vegna rangra tenginga affallsröra frá húsum ¹.

Þegar blágrænar ofanvatnslausnir eru hannaðar er gott að hafa í huga að ofanvatn verður fyrst mengað þegar það kemst í snertingu við mengað yfirborð. Græn þök eru því með betri leiðum til að halda ofanvatni hreinu. Því styttra sem vatn rennur frá því að það fellur á jörð, því minni snerting verður við mengunarvalda á yfirborði. Á hreinni jörð, t.d. í gördum og á grænum svæðum, er best að láta vatnið síga niður í jarðveginn þar sem það fellur. Við stærri ógegndræpa fleti, svo sem bílastæði, gæti þurft hreinsunarbúnað með reglulegu eftirliti og viðhaldi. Hvernig þeim frágangi er hagað þarf að skoða hverju sinni því mengunarvaldar geta brotnað niður í gróðri og jarðvegi og orðið skaðlausir.

Rannsakað hefur verið hvort blágrænar ofanvatnslausnir geti brotið niður mengun í köldu loftslagi. Í Brándheimi í Noregi var rannsakað hvort regnbeð, sem ætlað er að hægja á rennsli vatns, geti bætt vatnsgæði með niðurbroti mengunar frá þungmálmum. Loftslag í Brándheimi er líkt því íslenska, hlýtt að sumri en kalt að vetrum, með úrkomu og snjó. Rannsóknin er því áhugaverð m.t.t. aðstæðna hérlendis. Rannsóknarsýni voru tekin í apríl og ágúst og í bæði skiptin var hreinsun þungmálma mjög góð. Í hreinsunarferlinu var upptaka sinks 90%, upptaka blýs 82% og kopars 72%. Plöntur

í beðinu hreinsuðu um 2-7% af menguninni, en jarðvegurinn sá um að brjóta restina niður ². Rannsóknin sýnir að blágrænar ofanvatnslausnir geta stuðlað að betri vatnsgæðum í umhverfinu, bæði að sumri og vetri, með upptöku þungmálma í gróðri og jarðvegi.

Hér á landi gildir reglugerð um varnir gegn mengun vatns nr. 796/1999 með síðari breytingum. Í 1. gr. segir að markmið reglugerðarinnar sé „að koma í veg fyrir og draga úr mengun vatns og umhverfis þess af mannavöldum.“ Sveitarfélög eru skv. reglugerðinni skuldbundin til að viðhalda náttúrulegu ástandi vatns. Í því skyni að vernda það gegn mengun frá mannlegri starfsemi er vatn flokkað í ástandsflokk og markmið sett til að viðhalda eða bæta ástand þeirra, þ.e. að hækka það um flokk. Tryggja þarf að blágrænu ofanvatnslausnirnar leiði ekki til lakari vatnsgæða í viðtaka. Þegar mengandi starfsemi fer fram á svæðum þar sem nýta á blágrænar ofanvatnslausnir þarf að gæta þess sérstaklega að viðkomandi kerfi geti ekki valdið mengun í jarðvegi, grunnvatni eða, að lokum, í viðtaka.

Við innleiðingu blágrænna ofanvatnslausna er mikilvægt að fylgja ákvæðum reglugerðarinnar og hafa samráð við umsjónaraðila frá upphafi ferlisins. Þannig má stuðla að góðri eftirfylgni í öllu ferlinu, allt frá skipulagi og hönnun, yfir í framkvæmd og viðhald.

² Muthanna, T. M., Viklander, M., Gjesdahl, N. & Thorolfsson, S. T. (2007). Heavy metal removal in cold climate bioretention. *Water Air Soil Pollut.*

Hvernig blágrænar ofanvatnslausnir draga úr mengun vatns:

- Minna ofanvatn blandast fráveitum
- Með því að beina ofanvatni sem fyrst í jarðveg
- Með gróðri og jarðvegi sem hreinsa svifryk og þungmálma
- Þekking og sýnileiki á mengunarvöldum
- Mengun sýnilegri á yfirborði

¹ Islington. (á.á.). *Promoting Sustainable Drainage Systems*. Sótt af [http://www.islington.gov.uk/publicrecords/library/Environmental-protection/Information/Guidance/2011-2012/\(2012-03-03\)-Islington-SUDS-Guidance-low-res.pdf](http://www.islington.gov.uk/publicrecords/library/Environmental-protection/Information/Guidance/2011-2012/(2012-03-03)-Islington-SUDS-Guidance-low-res.pdf).

Öryggismál

Við hönnun blágrænna ofanvatnslausna er nauðsynlegt að fylgja öruggum viðmiðunarreglum, rétt eins og við hönnun annarra svæða þar sem vatn á í hlut. Einnig er gott að fylgja innleiðingu eftir með fræðslu. Í Bretlandi hefur CIRIA (The Construction Industry Research and Information Association) gefið út ítarlegar leiðbeiningar um blágrænar ofanvatnslausnir og innleiðingu þeirra¹.

Þar kemur fram að vel hannaðar blágrænar ofanvatnslausnir eru ekki hættumeiri en önnur opin svæði með tjörnum, lækjum, ám og vötnum sem fólk virðir, þekkir og fer gætilega um.

Almenna reglan er sú að gæta að góðri sjónlínu og aðkomu, halla og dýpt þeirra svæða þar sem ofanvatn á að geta runnið eða setið.

Eftirfarandi eru helstu atriðin sem fram koma í leiðbeiningum CIRIA um að hverju þurfi að huga í sambandi við hönnun og öryggi:

- Mælt er með því að halli fláa sem leiðir ofanvatn að blágrænu svæði sé ekki meiri en 1:3, annars er hætta á að fólk renni og/eða detti, sérstaklega í bleytu.
- Næst tjörn eða votlendi skal hafa a.m.k. eins metra breiðan bakka. Bakkinn er í senn hvíldarsvæði og öruggt aðgengi að vatnsbrún. Bakkinn getur verið láréttur og þurr eða hallað að vatninu, þá með yfirborðsefni sem gefur góða fótfestu til að minnka líkur á að fólk renni til eða detti í bleytu.
- Vatn á alla jafna að vera mjög grunnt. Almennt er miðað við að dýpi fari ekki yfir 15–30 cm, nema í tjörnum og þá ekki dýpra en 60 cm. Vatn þarf einnig að vera í góðri sjónlínu, þannig að auðveldara sé að vara sig á því.

¹ Ciria (2015). The SuDS manual. Ciria. Sótt af: <https://ciria.sharefile.com/document/#preview/f174835b-cb94-2ae8-161d-ce177f142d88/c229d259e57244ac>

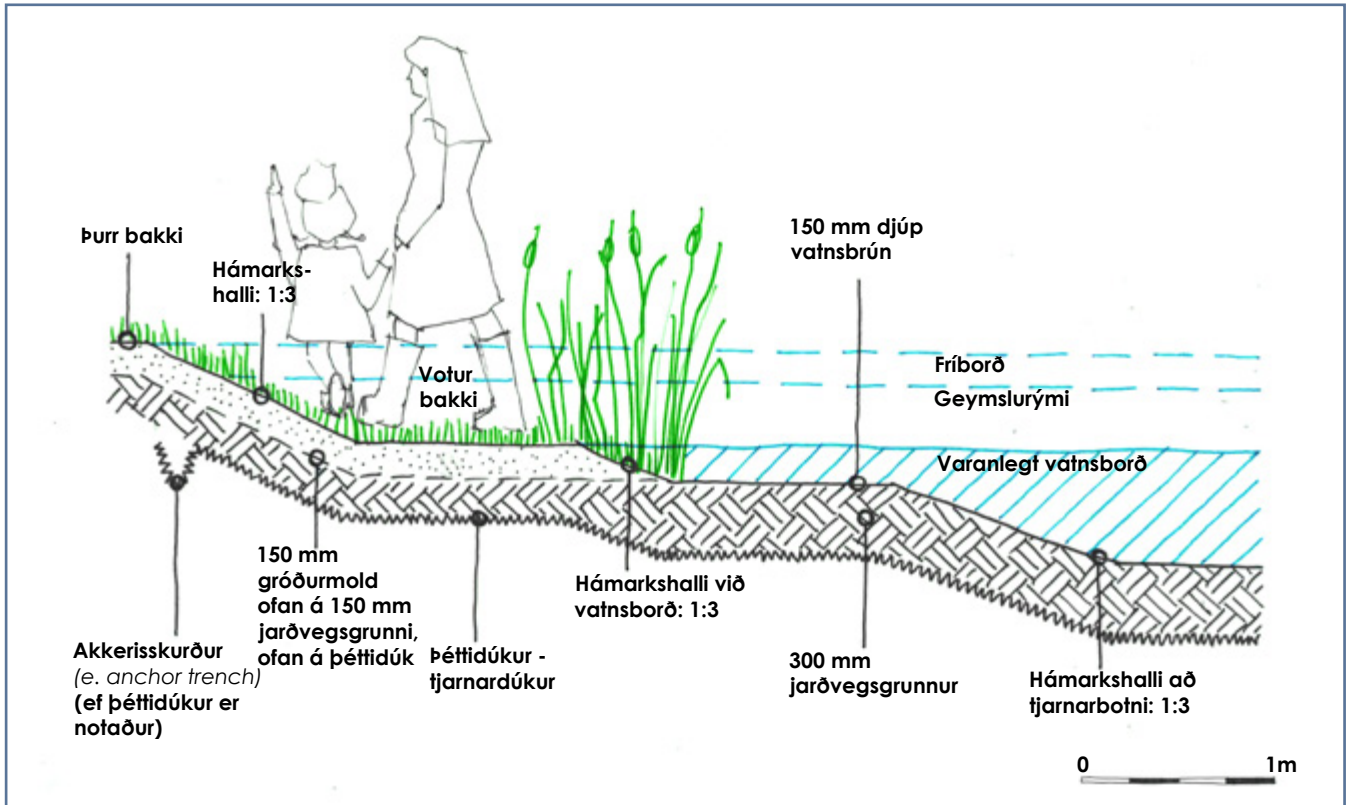
- Straumhraði vatns ætti ekki að vera mikill.
- Mikilvægt er að óheft útsýni sé að öllum blágrænum ofanvatnslausnum sem eru aðgengilegar.
- Þar sem börn undir fimm ára aldri gætu haft óheftan aðgang að blágrænum ofanvatnslausnum er mælt með barnheldum girðingum um 60-75 cm háum. Þær girðingar ætti að reisa með lóðréttum spýtum fremur en láréttum sem kalla á klifur.
- Rör og pípur á yfirborði ættu ekki að vera víðari en 35 cm, til að koma í veg fyrir að börn geti troðið sér í gegn. Ef þær eru víðari þarf að vera öryggisnet yfir þeim.
- Góð lýsing og skilti þar sem það á við.

Í Bretlandi er fjallað um blágrænar ofanvatnslausnir í reglugerð um byggingu, hönnun og rekstur mannvirkja². Svipað fyrirkomulag væri æskilegt á Íslandi.

² Legislation.gov.uk (2015). Construction, Design and management (CDM) regulations 2015. Sótt á: <http://www.legislation.gov.uk/uksi/2015/51/contents/made>

Öryggisatriði vegna blágrænna ofanvatnslausna:

- Hanna blágrænar ofanvatnslausnir eftir öruggum viðmiðunarreglum
- Gott viðhald eftir innleiðingu
- Gott og reglulegt eftirlit
- Fræðsla



Mynd 24 Hér má sjá frágang við tjarnarbrún ¹.

¹ Tjarnarbrún. Endurgerð og aðlöguð skýringarmynd frá Anglian Water Services Ltd (á.á). Bls. 37.



Mynd 25 Grunn tjörn í almenningssrými með óheftu útsýni, greiðri aðkomu, lágum gróðri og þurrum lággréttum bakka.



Mynd 26 Leikur að vatni þar sem hægur straumur rennandi vatns er gerður sýnilegur í almenningssrými.

9. Stofn- og rekstrarkostnaður

Blágrænar ofanvatnslausnir eru í eðli sínu frábrugðnar þeim hefðbundnu og stofn- og rekstrarkostnaður þeirra er ekki sambærilegur. Í erlendum rannsóknum þar sem kostnaður þessara lausna er borinn saman er yfirleitt byrjað á að nefna þau jákvæðu umhverfislegu áhrif sem blágrænu ofanvatnslausnirnar hafa í för með sér. Þar má telja styrkingu græna netsins, betri hreinsun ofanvatns með minni mengun og minni líkur á flóðum. Einnig er nefnd betri yfirsýn yfir lagnakerfið, þar sem sýnilegra er hvar viðhalds er þörf.

Umhverfisstofnun Bandaríkjanna (EPA) bar saman kostnað við hönnun og innleiðingu blágrænna og hefðbundinna ofanvatnslausna á 17 stöðum í Bandaríkjunum. Niðurstaðan var sú að innleiðing blágrænu ofanvatnslausnanna hefði leitt til 15-80% sparnaðar og til náttúruríkara og heilsusamlegra borgarumhverfis^{1 2}. Á vef EPA má sjá fleiri rannsóknir sem leiða að sömu niðurstöðu, þ.e. að blágrænar ofanvatnslausnir geti verið hagkvæm leið til að bæta vatnsgæði, um leið og fjárfesting í innviðum skili sér í umtalsverðum hagrænum og umhverfislegum ávinningi fyrir þau samfélög sem hafa innleitt þær³.

Við innleiðingu blágrænna ofanvatnslausna á Íslandi er gott að hafa í huga, að það getur tekið nokkurn tíma að byggja upp nauðsynlega þekkingu og reynslu af hagkvæmri innleiðingu.. Því er mikilvægt að horfa til þess umhverfislega ávinnings sem af blágrænum ofanvatnslausnum hlýst, þegar ákvörðun er tekin um að innleiða þær.

Rekstur hefðbundinna fráveitukerfa er jafnan á höndum einnar deildar eða sviðs hjá sveitarfélögum. Uppbygging og rekstur blágrænnar ofanvatnslausna er hins vegar þverfaglegt úrlausnarefni. Því er mikilvægt að greina hvernig hlutverkaskipting og ábyrgð þarf að breytast við hönnun og innleiðingu slíkra lausna. Malmö er gott dæmi um þetta. Þar hefur svið garða- og borgarumhverfis og vatnsveita Malmö (VA SYD) skipt með sér viðhaldi og rekstri blágrænna ofanvatnslausna. Vatnsveita Malmö

hefur séð um inn- og útrennslismannvirki og inn- og útrennslitjarnir, en garða- og umhverfissviðið sér um plöntur og almennt viðhald. Þetta þverfaglega samstarf tryggir þá samvinnun blágrænu ofanvatnslausnanna við græna netið sem nauðsynleg er, auk góðrar virkni og viðhalds⁴.

Hér til hliðar er dæmi um rekstraráætlun fyrir blágrænar ofanvatnslausnir í Kaupúni í Garðabæ. Þetta er tveggja laga rekstraráætlun sem nær annars vegar til reglulegs viðhalds og eftirlits og hins vegar til viðgerða. Viðhaldið er fremur einfalt og krefst lítillar sérþekkingar eða tækjakosts og það sama má segja um viðgerðirnar.

Erlendis eru dæmi um að íbúar taki þátt í viðhaldi blágrænna ofanvatnslausna í sínu hverfi. Dæmi má meðal annars finna í Stroud, Englandi⁵. Þar sjá lóðarhafar um daglegt viðhald og kalla aðeins á bæjaryfirvöld ef eitthvað kemur uppá. Lykilatriði til að vel takist til er gott samstarf við íbúa frá hönnun að innleiðingu. Þannig eykst skilningur á eðli blágrænu lausnanna og líkur aukast á að íbúar séu tilbúnir að taka þátt í framgangi og viðhaldi. Reynslan í Bretlandi sýnir að íbúar eru samstarfsfúsir ef til þeirra er leitað og að stolt og ánægja þeirra hefur aukist í þeim hverfum þar sem blágrænar ofanvatnslausnir hafa verið innleiddar í samstarfi við þá.

4 Peter Stahre. (2006). *Sustainability in Urban Storm Drainage*. Stokkhólmur: Svenskt Vatten.

5 Susdrain. (á.á). *Springhill Cohousing Development, Springfield Road, Stroud, Gloucestershire*. Sótt af: http://www.susdrain.org/case-studies/case_studies/springhill_cohousing_development_springfield_road_stroud_gloucestershire.html.

Rekstur og kostnaður blágrænna ofanvatnslausna:

- Annars eðlis en við hefðbundnar lausnir
- Stofnkostnaður minni
- Minni viðhaldskostnaður
- Viðhald á höndum fleiri aðila

1 EPA (2012). *Costs of Low Impact Development*. Washington DC, USA. Sótt af: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-09/documents/bbfs3cost.pdf>

2 EPA (2007). *Reducing Stormwater Costs through Low Impact Development (LID) Strategies and Practices*. Washington DC, USA. Sótt af: https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-10/documents/2008_01_02_nps_lid_costs07uments_reducingstormwatercosts-2.pdf

3 EPA (á.á.). *Green Infrastructure Cost-Benefit Resources*. Sótt af: <https://www.epa.gov/green-infrastructure/green-infrastructure-cost-benefit-resources>

1	Reglulegt viðhald og eftirlit	Aðgerð	Tíðni
1.1	Rásarbotn	Tína rusl á svæðinu	Mánaðarlega eða effir þörfum
1.2		Eftirlit með yfirborði með tilliti til myndunar bleytu og polla, auk samþjöppunar leðju. Skrá staði þar sem pollar myndast í > 48 klst.	Mánaðarlega, eða effir þörfum
1.3	Gras, plöntur, jarðvegur	Slá gras (halda í 75-150 mm hæð)	Effir þörfum á vaxtartíma
1.4		Líta effir gróðri og reita illgresi	Mánaðarlega í byrjun (annars effir þörfum á vaxtartíma)
1.5		Vökva plöntur	Effir þörfum
1.6	Innrennsli, útrennsli og yfirfall	Líta effir og hreinsa inn- og útrennsli og yfirfall	Mánaðarlega
1.7		Eftirlit með innrennsli þar sem leðja á til að byggjast upp. Fjarlægja nógu oft til að halda góðu rennsli.	Á hálfis árs fresti
1.8		Athuga með stíflur og fjarlægja ef þörf krefur	Mánaðarlega

2	Viðgerðir	Aðgerð	Tíðni
2.1	Skurðbakkar	Eftirlit með skurðarbökkum: bæta í jarðvegi, endursá og tyrfa í sár, farvegi og jarðvegsrof.	Effir þörfum. Gjarnan í kjölfar mikils vatnsveðurs eða óvenjumikilla leysinga
2.2	Gras, plöntur, jarðvegur	Endursá í svæði með litla graspekju. Skipta út trjátegundum sem þrífast illa fyrir aðrar ákjósanlegri ef með þarf. Trjáklipping.	Effir þörfum
2.3		Athuga hvort ofanvatn sígi niður í jörðu, annað hvort með því að fylgjast með effir úrhelli eða með því að veita vatni í rásir. Hverfi vatn ekki á 48 klst. getur það bent til vandamála.	Á tveggja ára fresti eða effir þörfum
2.4		Lofa um jarðveg til að koma í veg fyrir náttúrulega samþjöppun	Á tveggja ára fresti eða effir þörfum
2.5	Innrennsliastaðir	Fjarlægja torfusnepla milli bila í kantsteini til að bæta rennsli í rásir	Effir þörfum
2.6	Rásir	Jafna út óslétt yfirborð og setja aftur í upprunalega hönnunarkóta	Effir þörfum

Mynd 27 Rekstraráætlun sjálfbærra ofanvatnslausna í Kaupþúni í Garðabæ

10. Dæmi - Portland, Oregon, í Bandaríkjunum

Í Portland, Oregon, í Bandaríkjunum er komin yfir 20 ára reynsla af blágrænum ofanvatnslausnum. Ofanvatn er mikið í Portland vegna vætusamra vetra og áður en borgaryfirvöld þar fóru að beita þessum aðferðum var ofanvatnið helsti mengunarvaldurinn fyrir nálægar ár og vötn.

Tvær meginástæður voru fyrir innleiðingu blágræna ofanvatnslausna í Portland. Annars vegar sú, að á leið sinni yfir þétt yfirborð borgarinnar tók ofanvatnið í sig ýmiss konar mengun, s.s. olíu eða slit af dekkjum, sem fluttist svo með vatninu út í nálægar ár og vötn með skaðlegum áhrifum á lífríkið. Hin ástæðan var sú að borgaryfirvöld vildu létta á gömlu og úreltu blönduðu fráveitukerfi í eldri hlutum borgarinnar, en í miklum rigningum urðu stór flóð þar sem skólplagnir fylltust og

skólp rann óhreinsað út í ána Willamette, með tilheyrandi E. coli örverumengun. Með innleiðingu blágræna ofanvatnslausnanna var létt á fráveitukerfinu og komist hjá kostnaðarsömum lagnafrákvæmdum með ódýrari grænum lausnum á borð við grænar ofanvatnsrásir, græn þök, tré og annan gróður.

Blágrænu ofanvatnslausnirnar hafa jafnframt fært náttúru inn í borgina, sem hefur jákvæð sálræn áhrif á íbúa, fegrar götumyndir og hækkar íbúðaverð. Með þeim eru því slegnar margar flugur í einu höggi; að lækka fráveitukostnað, stjórna vatnsflæði, takast á við mengun og að grænka borgarrýmið, auk þess að vera gott fyrir lífríkið innan borgarinnar. Rekstrarkostnaðurinn er einnig minni þar sem stíflur og önnur vandamál verða sýnileg og viðráðanlegri á yfirborðinu. Portland



Mynd 29 Græn þök eru mikilvægur hlekkur í blágrænum ofanvatnslausnum í Portland - og sífellt bætast fleiri við (Ljósmynd: Portland, Oregon).



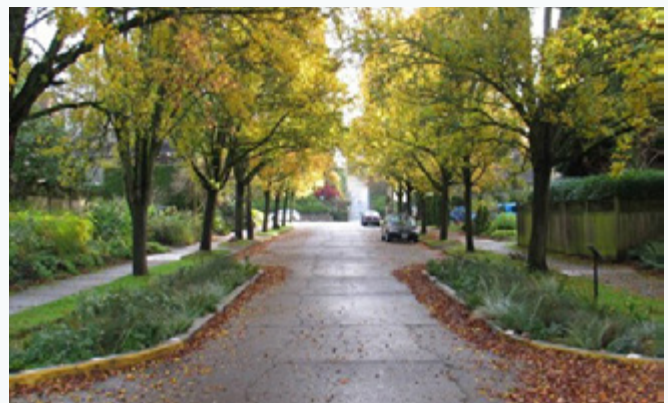
Mynd 28 Blágrænar ofanvatnslausnir í Portland, Oregon (Ljósmynd: Portland, Oregon).



Mynd 30 Blágrænar ofanvatnslausnir hafa víða verið settar inn í göturýmið með fjölbreyttum hætti og skilað sér í grænni götumynd sem lifnar við í rigningu (Ljósmynd: Portland, Oregon).

hefur æ síðan verið leiðandi í innleiðingu blágrænna ofanvatnslausna í Bandaríkjunum.

Reynt er eftir fremsta megni að hafa íbúa með í ráðum þegar blágrænar ofanvatnslausnir eru innleiddar. Dæmi um vel heppnaða aðgerð í Portland var að hvetja húseigendur til að leiða ofanvatn af þökum beint niður í garða sína í stað þess að leiða vatnið í hefðbundið fráveitukerfi. Yfir fimmtíu þúsund heimili tóku þátt í verkefninu en húseigendur fengu tæknilega aðstoð við framkvæmdina og umbun að auki. Umhverfisstofnun Portland hefur gefið út mörg leiðbeiningarit um útfærslu blágrænna ofanvatnslausna á ýmsum skölum, m.a. leiðbeiningabók fyrir íbúa um hvernig útbúa megi regngarð á eigin lóð, sjá hér: <http://www.portlandoregon.gov/bes/31870>



Blágrænar ofanvatnslausnir í Portland:

- Lægri kostnaður
- Sporna gegn mengun
- Skapa grænni göturými
- Íbúapátttaka og vitundarvakning

Mynd 31 Gata fyrir og eftir innsetningu blágrænna ofanvatnslausna (Ljósmynd: Portland, Oregon).

11. Mismunandi útfærslur

Eins og fram hefur komið hér að framan er hægt að innleiða blágrænar ofanvatnslausnir á ýmsan hátt. Lausnirnar henta misvel eftir samhengi og skala, en yfirleitt er ólíkum lausnum spilað saman. Hér verður farið yfir nokkur dæmi um mismunandi útfærslur.

Græn þök

Græn þök, eða gróðurþök (sem eru ekki endilega græn), gegna fjölbættu hlutverki. Fyrir utan náttúrulegt útlit og ásýnd hafa þau einkum þá kosti að þau hægja á flæði ofanvatns, veita nokkra varmaeinangrun, bæta loftgæði og hýsa lífverur. Græn þök bæta hljóðvist, en það getur verið gott að hafa í huga þegar þök eru valin á byggingar nálægt hávaðasömum stöðum.

Gjarnan er talað um þrjá flokka grænna þaka. Flokkarnir skiptast niður eftir því hve mikils burðarþols þökin krefjast, hversu djúpt undirlag þeirra er og hvers kyns plöntur, yfirborðsefni og götugögn eru möguleg.

Græn þök eru í upptakahluta blágrænna ofanvatnslausna. Þau geta haldið eftir allt að 90% ofanvatns sem á þau fellur. Þetta fer þó talsvert eftir gerð þaksins og dýpt þess. Plöntur þarf að velja sérstaklega fyrir græn þök því þær þurfa að þola mjög erfiðar aðstæður, svo sem mikinn vind, lítið rötarplass, mikinn þurrk og litla umhirðu. Sé rétt staðið að hönnun og uppsetningu grænna þaka krefjast þau lágmarksviðhalds.

Rannsókn á vatnsheldni grænna þaka í íslenskri veðráttu leiddi í ljós að vatnsheldnieiginleiki þaka með grastorfi er um 42-56% á móti 17-23% fyrir þök með úthagatorfi ¹.

¹ Ágúst Elí Ágústsson (2015). Græn þök á Íslandi. Greining á vatnsheldni grænna þaka miðað við íslenska veðráttu.



Gegndræp yfirborðsefni

Gegndræp yfirborðsefni hleypa í gegnum sig vatni og eru því gagnleg við hönnun blágrænna ofanvatnslausna. Dæmi um gegndræp yfirborðsefni eru malaryfirborð, grasteinn, hellur með breiðri fúgu og gegndræpt malbik. Rannsóknir hafa sýnt að slík yfirborðsefni geta tekið við um það bil fyrstu 4-5 mm úrkomunnar við eðlilegar aðstæður, án þess að afrennsli verði ¹. Með réttri undirbyggingu myndast gott holrými undir yfirborðsefninu sem getur bæði geymt og miðlað vatni. Undirbyggingin getur þanist út þegar frost er í jarðvegi, án þess að skemma yfirborðsefnið ².

Hafa þarf í huga að gegndræp yfirborðsefni geta fyllst með tímanum og draga þá í sig minna vatn. Því er mikilvægt að hafa sama vatnshalla og þegar um venjulega hellulögn er að ræða, til þess að vatnið geti runnið yfir í aðrar ofanvatnslausnir ³.

1 R. Kellagher, S. Wilson og RJC Thomson. (2013-11-06). DEFRA WT1505 Final Surface Water Drainage Report. Sótt af: http://randd.defra.gov.uk/Document.aspx?Document=11852_FinalIssueSWDReport_November2013.pdf.

2 Robert Bray, munnleg heimild, 14. júlí 2014

3 Svenskt Vatten. (2011-08-01). Hállbar dag- og dránvattenhantering. Råd vid planering och utformning. Publikation P105. Solna: Höfundur.



Ofanvatnsrásir og síunarræmur

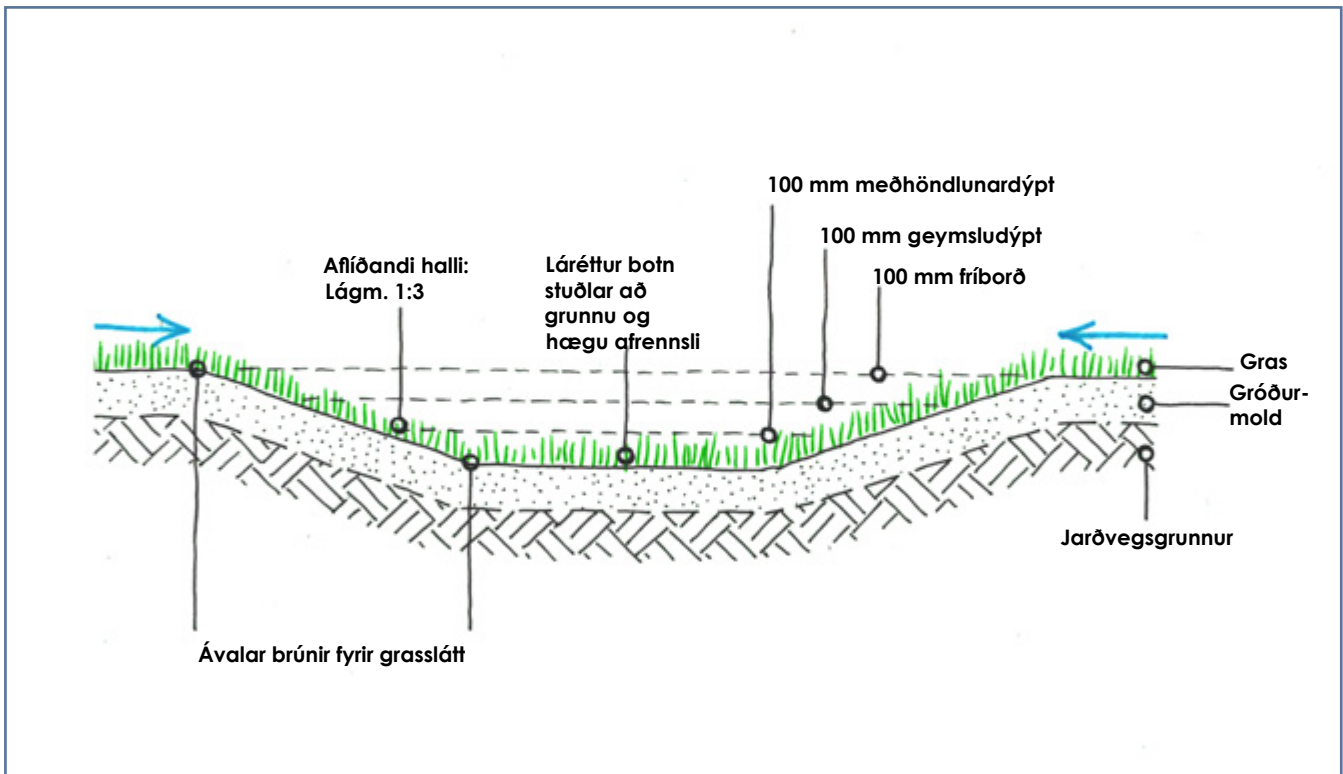
Ofanvatnsrásir og síunarræmur taka við ofanvatni frá upptakahluta og sía það niður eða flytja það yfir í aðra viðtaka.

Síunarræmur eru aflíðandi grassvæði sem vatn rennur á eða yfir, jafnan í átt að ofanvatnsrásum eða öðrum viðtökum fyrir ofanvatn. Megintilgangur síunarræma er að fjarlægja framburð í vatninu sem gæti stíflað ofanvatnsrásir.

Ofanvatnsrás er grunnur farvegur sem safnar og/eða flytur vatn og fjarlægir mengunarvalda. Hefðbundnar ofanvatnsrásir eru þaktar grasi eða öðrum gróðri en geta líka verið úr hörðum yfirborðsefnum og nefnast þá harðar ofanvatnsrásir. Þær nýtast vel í þéttu borgarumhverfi þar sem lítið pláss er fyrir hefðbundnar ofanvatnsrásir því þær geta haft mismunandi þversnið og því auðvelt að koma þeim fyrir.

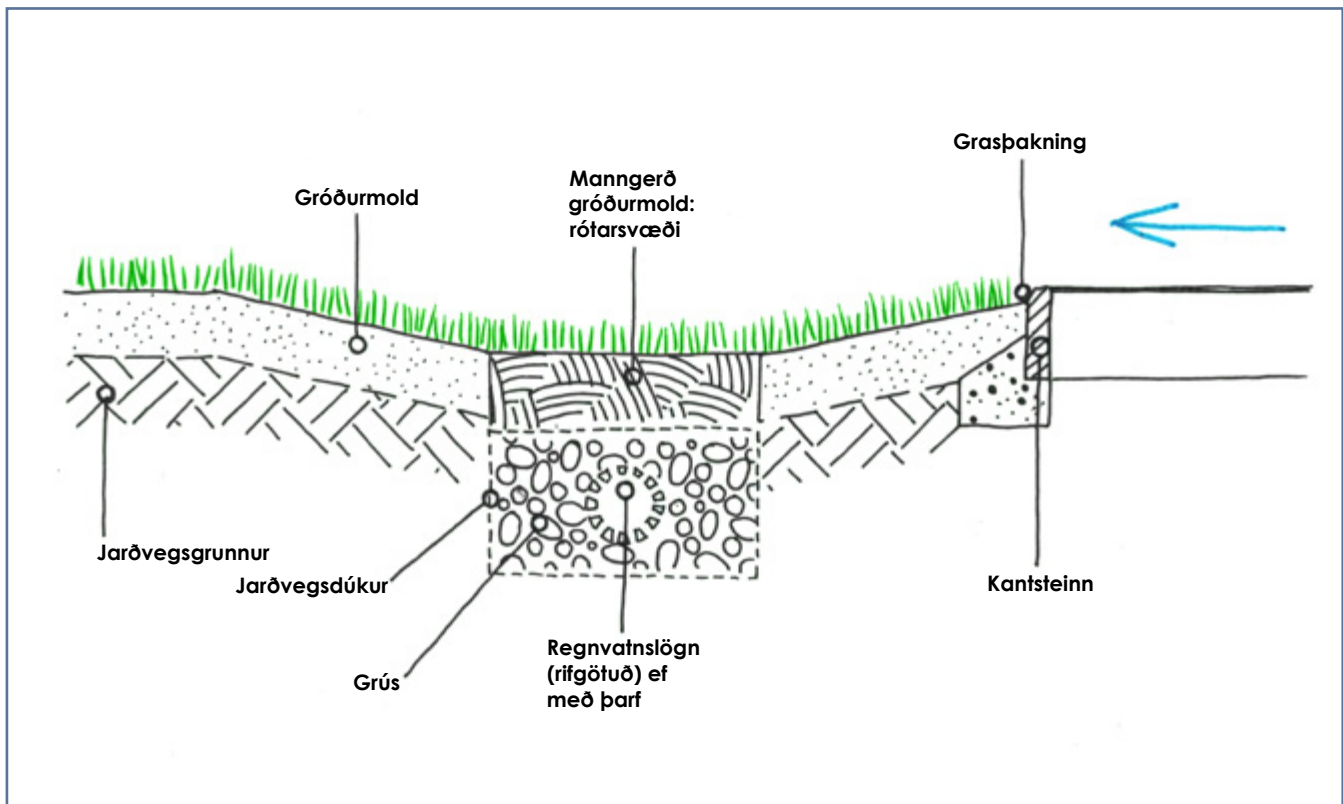
Hönnun og uppsetning ofanvatnsrása fer eftir gerð jarðvegs og yfirborðslögun lands, auk þátta á borð við fjarlægð frá byggingum og öðrum innviðum. Yfirbragð þeirra ætti, ef vel á að vera, að taka mið af umhverfinu í kring. Á opnum grænum svæðum gætu þær lítið út eins og náttúrulegir farvegir. Í þéttu borgarumhverfi er hins vegar eðlilegt að útlit þeirra dragi dóm af byggingarefnum og hönnun í grenndinni.





Mynd 32 Ofanvatnsrás - algengt snið ¹

¹ Endurgerð og aðlöguð skýringarmynd frá Anglian Water Services Ltd (á.á). *Towards Sustainable Water Stewardship. Sustainable drainage systems (SUDS) adoption manual.* Sótt af: http://www.anglianwater.co.uk/_assets/media/AW_SUDS_manual_AW_FP_WEB.pdf, bls. 24.



Mynd 33 Ofanvatnsrás með drenni neðanjarðar - algengt snið ¹

¹ Endurgerð og aðlöguð skýringarmynd frá Anglian Water Services Ltd (á.á). Sótt af: http://www.anglianwater.co.uk/_assets/media/AW_SUDS_manual_AW_FP_WEB.pdf, Bls. 25.

Regngarðar

Regngarður er grunn dæld sem mótuð hefur verið í landslagið til að taka tímabundið við ofanvatni sem síast gegnum blandaðan, undirbyggðan jarðveg.

Í regngarða eru gjarnan settar fjölbreyttar plöntur sem geta tekið í sig mengun úr vatninu. Rannsóknir erlendis hafa sýnt að regngarðar geta stöðvað yfir 90 prósent skaðlegra mengunarvalda sem berast með vatninu af götum, úr innkeyrslum og af öðrum ógegndræpum flötum¹.



Söfnunar- og siturlautir

Söfnunarlautir eru venjulega á opnum og fremur flötum grassvæðum. Í mikilli úrkomu safnast vatn í lautirnar en þess á milli, þegar þær eru þurrar, gegna þær gjarnan fjölpættu hlutverki, t.d. sem sparkvellir, leiksvæði eða samkomusvæði. Í hluta þeirra getur þó verið varanlegt votlendi.

Grunnar dældir eða söfnunarlautir geta geymt mikið vatn og vatnsborðið rís hægt þótt mikið rigni. Þegar styttrir upp hjaðnar vatnið eftir því sem það leitar í aðra viðtaka.

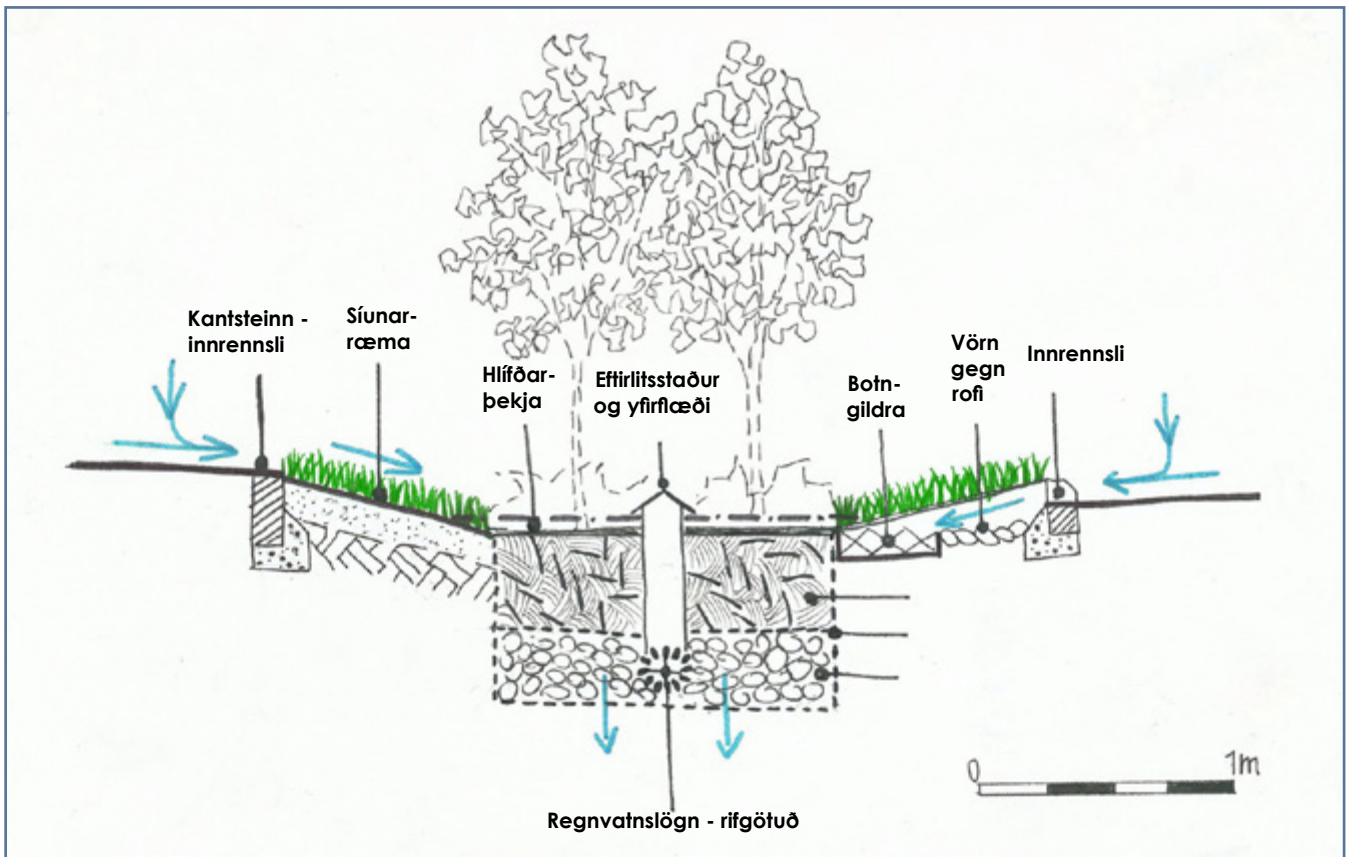
Siturlaut er áþekk söfnunarlaut en í stað þess að vatnið flytjist yfir í aðra viðtaka eins og það gerir í söfnunarlaut, sígur ofanvatnið úr siturlaut niður í jörðina enda þarf þá jarðvegurinn að vera nægilega gegndræpur.

Söfnunarlautir nýtast best þar sem jarðvegur er ógegndræpur og dregur ekki í sig mikið vatn. Siturlautir eiga aftur á móti betur við þar sem jarðvegur er fremur gljúpur og dregur auðveldlega í sig vatn. Vel má gróðursetja í hvorum tveggja, söfnunar- og siturlautum, en taka þarf tillit til aðstæðna. Í söfnunarlaut þarf að velja gróður sem þolir að standa í vatni, allt að eins metra djúpu, í 48 klukkustundir. Hins vegar er líklegt að botn siturlautar sé þurr og þurfa plöntur í siturlaut því að þola þurrk og gljúpan, e.t.v. sendinn jarðveg. Sé rétt staðið að gróðurvali getur gróðurinn bætt virkni dældanna með því að hægja á rennsli vatnsins og auðgað jarðveginn².



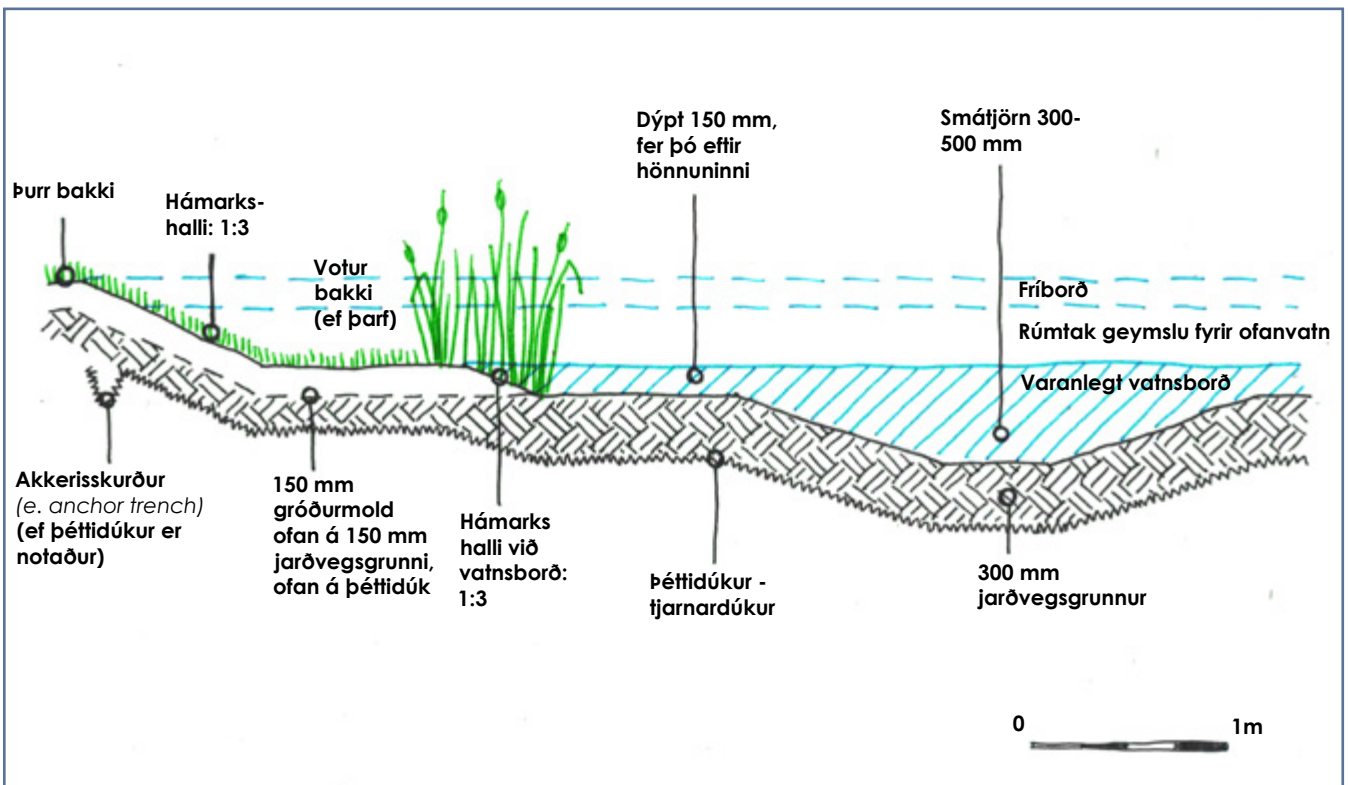
¹ Steve Wilson, Bob Bray, Simon Neesam, Simon Bunn og Eithne Flanagan. (á.á). Sustainable Drainage. Cambridge Design and Adoption Guide. Sótt af: <https://www.cambridge.gov.uk/sites/www.cambridge.gov.uk/files/docs/SUDS-Design-and-Adoption-Guide.pdf>.

² Steve Wilson, Bob Bray, Simon Neesam, Simon Bunn og Eithne Flanagan. (á.á). Sustainable Drainage. Cambridge Design and Adoption Guide. Sótt af: <https://www.cambridge.gov.uk/sites/www.cambridge.gov.uk/files/docs/SUDS-Design-and-Adoption-Guide.pdf>.



Mynd 35 Regngarður - algengt snið ¹

¹ Regngarður. Endurgerð og aðlöguð skýringarmynd frá Anglian Water Services Ltd (á.á). Bls. 25



Mynd 34 Votlendisbrún - algengt snið ¹

¹ Tjarnarbrún. Endurgerð og aðlöguð skýringarmynd frá Anglian Water Services Ltd (á.á). Bls. 37

Tjarnir og votlendi

Votlendi og grunnar tjarnir geta geymt umframvatn sem að þeim berst. Votlendi hefur það umfram tjarnir að geta betur brotið niður mengunarefni. Búast má við fjölbreyttara lífríki þar sem tjarnir eru margar og smáar og þær eru auðveldari í viðhaldi en þær stærri.

Vel hannaðar blágrænar ofanvatnslausnir geyma og meðhöndla ofanvatn fyrst og fremst þar sem úrkoman fellur. Hlutverk tjarna og votlendis er lokameðhöndlun til að fjarlægja mengunarefni sem kunna að vera enn eftir í vatninu. Vatn hreinsast þegar mengunarefni geta sest til í kyrru vatninu eða votlendinu og hreinsast því betur sem það staldrar lengur við. Það gefur gróðri og örverum tíma til að vinna á mengunarefnum, s.s. niðurbroti olíu. Örverur sem brjóta niður mengunarefni þurfa mikið súrefni til að geta starfað og því er mikilvægt að vatn sé grunnt.

Tjarnir og votlendi þarf að hanna þannig að þær verði íbúum til yndisauka, styrki fuglalíf eða nái öðrum settum markmiðum. Það hentar fuglum vel að dýpi sé mismikið og að dýpi sé mest á öruggum stað þar sem þeir geta haldið sig að vetrum. Vogskornar eyjar henta vel, ekki síst fyrir ungvíðið á vorin.



10 góðar ástæður til að innleiða blágrænar ofanvatnslausnir

- Líkja eftir náttúrulegum ferlum
- Eru hluti af græna netinu - auka vellíðan fólks
- Eru ekki nýjar af nálinni - á þær er víða komin góð reynsla
- Virka á öllum skala
- Virka líka í köldu loftslagi
- Skapa ekki hættu í umhverfinu
- Virka jafnt í nýjum hverfum sem í eldri byggð
- Geta verið ódýrari í uppsetningu og rekstri
- Eru þverfaglegt samstarfsverkefni
- Eru auðveldar í viðhaldi





SAMORKA

ata