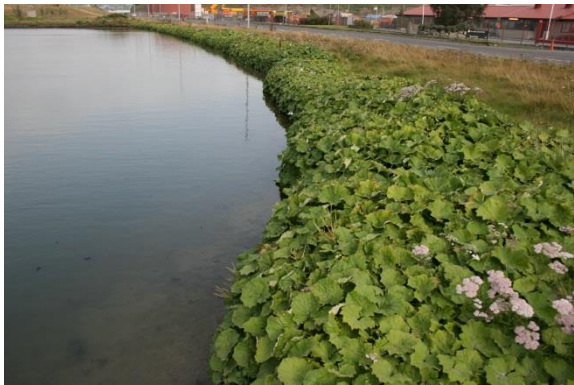


## ÖRYGGI VATNASVÆÐA Í NÁGRENNI VEGA.

AÐGERÐIR OG VIÐBRÖGÐ TIL AÐ VERNDA VATNASVÆÐI OG LÁGMARKA MENGANARHÆTTU.



Greinargerð





**SKÝRSLA - UPPLÝSINGABLAÐ**

<b>Titill skýrslu</b> Öryggi vatnasvæða í nágrenni vega. Aðgerðir og viðbrögð til að vernda vatnasvæði og lágmarka mengunarhættu		<b>Tegund skýrslu</b> Greinargerð	
<b>Verkheiti</b> Rannsóknarverkefni		<b>Verkkaupi</b> Vegagerðin	
<b>Verkefnisstjóri - Efla</b> Reynir Sævarsson		<b>Verkefnisstjóri / fulltrúi verkkaupa</b> Kristján Kristjánsson	
<b>Höfundar</b> Anna Heiður Eydísardóttir, Magnús Bjarklind	<b>Skýrslunúmer</b>	<b>Verknúmer</b> 2970-161	<b>Fjöldi síðna</b> 22
<b>Úrdráttur</b> Í þessari greinargerð verða settar verða fram skýrar leiðbeiningar varðandi viðeigandi ofanvatnslausnir miðað við aðstæður á hverjum stað. Aðstæður miðast við magn mengunaefna í afrennslisvatni frá vegum og tegund viðtaka. Ofanvatnslausnirnar byggja á ofanvatnslögnum, ofanvatnslögnum, settjörnum og endurheimt staðargróðurs á svæðinu.			
<b>Lykilorð</b> Rannsóknarskýrsla, Vegagerðin, Öryggi vatnasvæða í nágrenni vega.			
<b>Staða skýrslu</b> <input type="checkbox"/> Í vinnslu <input type="checkbox"/> Drög til yfirlustrar <input checked="" type="checkbox"/> Lokið		<b>Dreifing skýrslu og upplýsingablaðs</b> <input type="checkbox"/> Opin <input checked="" type="checkbox"/> Dreifing með leyfi verkkaupa <input type="checkbox"/> Trúnaðarmál	

**Útgáfusaga**

Nr.	Höfundur		Rýnt		Samþykkt	
	Nafn	Dags.	Nafn	Dags.	Nafn	Dags.
1.	Anna Heiður Eydísardóttir Magnús Bjarklind	15.1.2014	Reynir Sævarsson	15.1.2014	Reynir Sævarsson	15.1.2014
2.	Anna Heiður Eydísardóttir Magnús Bjarklind	9.2.2015	Reynir Sævarsson	9.2.2015	Reynir Sævarsson	9.2.2015



## **SAMANTEKT**

Markmiðið verkefnisins er að finna leiðir til að lágmarka mengun yfirborðsvatns af völdum umferðar og setja fram lausnir sem miða að verndun vatns og vatnasvæða og stuðla að sjálfbærri nýtingu vatns, í samræmi við Vatnatilskipun ESB. Vatnatilskipun var samþykkt sem lög frá Alþingi í apríl 2011 og felst í að koma í veg fyrir frekari rýrnun vatnsgæða og bæta ástand vatnshlota þar sem það á við.

Í þessari greinagerð eru settar fram leiðbeiningar um ofanvatnslausnir háð aðstæðum á hverjum stað. Aðstæður miðast við magn mengunaefna í afrennslisvatni og tegund viðtaka. Ofanvatnslausnirnar byggja á ofanvatnstrásum, ofanvatnslögnum, settjörnum og endurheimt staðargróðurs á svæðinu. Vinna við innleiðingu Vatnatilskipunarinnar er lengra komin á veg á hinum Norðurlöndunum og þetta býður upp á kjörið tækifæri til þess að skoða hvaða lausnir þessi lönd hyggjast nota og hvaða þættir ráða vali ofanvatnslausna. Í þessari greinagerð var litið til lausna sem notaðar eru á Norðurlöndunum og er mælt með að nota sama kerfi og notað er í Svíþjóð við greiningu á þörf og tegund ofanvatnslausna.

## EFNISYFIRLIT

<b>SAMANTEKT</b> .....	<b>1</b>
<b>EFNISYFIRLIT</b> .....	<b>2</b>
<b>SKILGREININGAR OG ORÐSKÝRINGAR</b> .....	<b>4</b>
<b>1 INNGANGUR</b> .....	<b>5</b>
<b>2 VATNATILSKIPUN ESB</b> .....	<b>6</b>
<b>3 STAÐA OFANVATNSLAUSNA</b> .....	<b>7</b>
<b>4 FORSENDUR</b> .....	<b>8</b>
4.1 Efnasamsetning afrennslisvatns .....	8
4.2 Viðtakar.....	10
<b>5 OFANVATNSLAUSNIR</b> .....	<b>12</b>
5.1 Lausn 1 – Fráveita útfyrir viðkvæm svæði .....	12
5.2 Lausn 2 - Ofanvatnsrásir .....	13
5.3 Lausn 3 – Notkun gróðurs.....	13
5.4 Lausn 4 - Þéttbýli .....	13
5.5 Lausnir gegn mengunarslysum .....	14
<b>6 HÖNNUN OG VIÐHALD</b> .....	<b>14</b>
6.1 Hönnun settjarna.....	14
6.2 Viðhald ofanvatnslausna .....	14
<b>7 GRÓÐURFAR</b> .....	<b>15</b>
7.1 Gróðurfur ofanvatnsrása .....	15
7.2 Gróðurfur í kringum settjarnir .....	15
7.3 Almenn um gróðurfur meðfram vegum.....	17
7.4 Þökuskurður.....	18
<b>8 NIÐURSTÖÐUR</b> .....	<b>20</b>
<b>9 HEIMILDASKRÁ</b> .....	<b>21</b>



## SKILGREININGAR OG ORÐSKÝRINGAR

<b>Vatnshlot</b>	Vatnshlot er afmörkuð vatnseining. Það getur verið stöðuvatn, hluti strandsvæðis, straumvatn eða grunnvatn. Vatnshlot er íslenska þýðingin á enska hugtakinu water body (Umhverfisstofnun, 2012).
<b>Vistmegn</b>	Merkir ástand lífríkis í manngerðu eða mikið breyttu vatnshloti. Flokkað er í besta vistmegn, gott vistmegn og ekki viðunandi vistmegn. Vistmegn er íslenska þýðingin á enska orðinu ecological potential (Umhverfisstofnun, 2012).
<b>Forgangsefni</b>	Nefnast 33 efni sem framkvæmdastjórn Evrópusambandsins tók til (ákvað) og hafa óæskileg áhrif. Af þessum 33 efnum eru 11 skilgreind sem hættuleg forgangsefni (Umhverfisstofnun, 2012).
<b>Settjörn</b>	Settjörn er yfirleitt manngerð tjörn ætluð til að taka á móti afrennslisvatni, geyma það í ákveðinn tíma og hreinsa. Tilgangurinn með settjörnum er að koma í veg fyrir eða minnka neikvæð áhrif mengunar á ákveðið svæði (Minnesota stormwater steering committee, 2008) .
<b>Vatnsverndarsvæði</b>	Er svæði umhverfis vatnsból sem flokkast í brunnsvæði, grannsvæði og fjarsvæði. Þegar svæði hvers flokks er ákvarðað er tekið tillit til vatnsfræðilegra, jarðfræðilegra og landfræðilegra aðstæðna á vatnasviði vatnsbólsins. Einnig er tekið tillit til mikilvægi svæðisins og mengunaráhættu. Óviðkomandi umferð er ekki leyfð á brunnsvæði, á grannsvæði er flutningur og varsla hættulegra efna undir ströngu eftirliti og á fjarsvæði er umferð leyfð en heilbrigðisnefnd getur gefið út sérstök fyrirmæli varðandi umferð (ÍSÖR, 2008).



# 1 INNGANGUR

Afrennslisvatn vega svo og óhöpp á vegum geta valdið mengun á nærsvæði vega, bæði á yfirborðsvatni og grunnvatni. Samkvæmt Vatnatilskipun ESB, sem hafist er handa við að innleiða á Íslandi, á að athuga ástand vatns á landinu öllu með það markmið að draga úr neikvæðum áhrifum vegna mengunar á svæðum þar sem það er talið nauðsynlegt og viðhalda góðu ástandi á öðrum svæðum. Aðgerðir þurfa að taka tillit til aðstæðna á hverju svæði fyrir sig. Þar sem vegir liggja um vatnverndarsvæði eða önnur viðkvæm svæði þarf sérstaka aðgát.

Aðalmarkmið verkefnisins er að finna leiðir til að lágmarka mengun vatns vegna umferðar, þróa lausnir sem miða að verndun vatns og vatnasvæða og stuðla að sjálfbærri nýtingu vatns. Einnig að setja fram lausnir sem byggja á þeirri reynslu sem þegar er til staðar. Aðgerðaráætlun Vatnatilskipunar mun koma út 2015 og verður þar greint frá til hvaða aðgerða þarf að grípa á hverjum stað. Þær lausnir sem settar eru fram hér eru til þess gerðar að Vegagerðin geti notað þær til að uppfylla væntanleg skilyrði aðgerðaráætlunarinnar.

Kafli 2 hér á eftir fjallar frekar um Vatnatilskipun ESB og hvað í henni felst, bæði markmið og kröfur. Í kafla 3 verður svo farið yfir stöðu tilskipunarinnar í nágrannalöndunum, Svíþjóð, Noregi og Danmörku. Kafli 4 fjallar um forsendur hönnunar ofanvatnslausna og byggja þær leiðbeiningar sem þar koma fram á sömu leiðbeiningum og notaðar hafa verið í Svíþjóð og Noregi. Í kafla 5 verða settar fram fimm mismunandi tillögur að lausnum varðandi ofanvatnslausnir. Hver tillaga á við um sérstakar aðstæður og ræður mengunarmagn og viðtakinn í hverju tilfelli fyrir sig hvaða tillaga verður fyrir valinu. Kafli 6 fjallar svo um hönnun ofanvatnslausna og viðhald þeirra. Að lokum, í kafla 7, verður fjallað almennt um gróðursvæði meðfram vegum, gróðurfur tengt ofanvatnslausnum, með hvaða hætti megi flýta fyrir endurheimt staðargróðurs og lágmarka hættu á að rof myndist við framkvæmdasvæði vega og uppbyggingu vega með tilliti til ofanvatns.

## 2 VATNATILSKIPUN ESB

Vatnatilskipun er aðgerðarammi um stefnu í vatnamálum með þann tilgang að vernda vatn, vistkerfi í vatni og vistkerfi sem háð eru vatni. Einnig á Vatnatilskipun að hindra frekari rýrnun vatnsgæða, bæta ástand vatnavistkerfa þar sem þess er þörf og stuðla að sjálfbærri nýtingu vatns. Vatnatilskipun var samþykkt sem lög frá Alþingi í apríl 2011 (lög nr. 36/2011) og byggir á tilskipun Evrópusambandsins (nr. 2000/60/EB).

Samkvæmt lögum nr. 36/2011 þarf að greina og kortleggja allt vatn á landinu og skipta því upp í vatnshlot. Yfirborðsvatnshlotum þarf að skipta upp í gerðir og setja ástandsviðmið fyrir hverja gerð. Ennfremur þarf að meta ástand vatnshlota, gera aðgerðaáætlun og vöktunaráætlun. Markmið tilskipunarinnar er að öll yfirborðsvatnshlot skulu vera í góðu vistfræðilegu ástandi, öll grunnvatnshlot hafa góða magnstöðu og báðar tegundir vatnshlota skulu vera í góðu efnafræðilegu ástandi. Manngerð og mikið breytt yfirborðsvatnshlot skulu hafa gott vistmagn og gott efnafræðilegt ástand.

Aðgerðaráætlun er afar mikilvægur þáttur í vatnaáætlun. Þar kemur fram til hvaða aðgerða þurfi að grípa til á hverjum stað þannig að markmiðum áætlunarinnar verði náð. Flokkun á ástandi vatnshlota verður notuð til að ákvarða aðgerðir og til að meta hvort aðgerðir hafa skilað árangri. Efnafræðilegt ástand vatnshlota er sá þáttur Vatnatilskipunarinnar sem kemur Vegagerðinni einna mest við. Efnafræðilegt ástand yfirborðvatns miðast við magn tiltekinna mengunarefna, þungmálma og forgangsefna, en efnafræðilegt ástand grunnvatnshlota tekur einnig mið af rafleiðni. Áætlað er að losun hættulegra forgangsefna verði hætt fyrir 2020, draga á úr losun allra náttúrulegra forgangsefna þannig að styrkur þeirra í vatnshlotum verði í mesta lagi jafn bakgrunnsstyrk þeirra í náttúrulegu vatni og að engin manngerð forgangsefni finnist í vatnshlotum (Umhverfisstofnun, 2012).

Vinna við gerð fyrstu vatnaáætlunarinnar fyrir landið allt stendur nú yfir og gert er ráð fyrir að þeirri vinnu ljúki fyrir lok árs 2015. Þá mun einnig liggja fyrir vöktunaráætlun og aðgerðaáætlun. Aðgerðaráætlun skiptir Vegagerðina mestu máli. Þá mun liggja fyrir hvað þurfi að gera á hverjum stað og markmiðið með þessari greinagerð er að Vegagerðin geti notað þær lausnir sem hér koma fram til þess að uppfylla þau skilyrði um hreinsun afrennslisvatns sem aðgerðaráætlun segir til um. Byggt verður á þeim lausnum og rannsóknum sem þróaðar hafa verið í nágrennalöndum okkar.

### 3 STAÐA OFANVATNSLAUSNA

Í Svíþjóð, Noregi og Danmörku er mikil vinna í gangi vegna Vatnatilskipunar. Þessi lönd eru komin lengra á veg heldur en Ísland og því er kjörið tækifæri að skoða til hvaða aðgerða hefur verið gripið til í þessum löndum til að vernda og bæta ástand vatnshlota. Þannig er betur hægt að sjá við hverju má búast þegar aðgerðaráætlun fyrir Ísland kemur út 2015.

Í Svíþjóð hefur farið fram skimun fyrir forgangsefnum í náttúrunni með þann tilgang að athuga hvaða efni eru tilstaðar. Öll vatnshlot hafa verið metin og aðgerðaráætlun var sett fram 2009. Gert er ráð fyrir að öll vatnshlot verði komin í gott ástand fyrir 2015 (Länsstyrelsen Västernorrland, 2012). Megin hluti rannsókna og athugana hefur beinst að höfuðborgarsvæðinu, Stokkhólmi og nágrenni. Þar hafa viðtakar verið flokkaðir og mat lagt á styrk mengunar frá vegum. Einnig hafa verið settar fram leiðbeiningar um hvenær hreinsunar ofanvatns er þörf eftir tegund viðtaka og styrk mengunar. Ætlast er til þess að hönnuðir fari eftir þeim leiðbeiningum við ákvarðanir um hreinsun ofanvatns en einnig er skýrt tekið fram í leiðbeiningunum að meta þurfi hvert tilfelli fyrir sig, í ljósi staðbundinna aðstæðna. Forgangsröðunin miðar að því að fyrst sé athugað hvort möguleiki sé á því að koma í veg fyrir að mengunin berist út í umhverfið. Sé ekki hægt með neinum ráðum að draga úr menguninni niður í skilgreind mörk sverður að velja hvers konar hreinsunar sé þörf svo hleypa megi afrennslisvatninu út í umhverfið. Fyrst og fremst er reynt að hreinsa afrennslisvatnið við upptök þess. Í því tilfelli að ekki er hægt að hreinsa vatnið með ofanvatnslausnum er afrennslisvatninu beint að hreinsistöðvum, sambærilegum hreinsistöðvum fyrir skólp (Naturvårdsverket, 2008; Stockholm vatten, 2001; Stockholm vatten, án árs; Stockholms stad, 2002). Algengast er á sænskum vegum að nota opna, gróna skurði sem viðtaka fyrir afrennslisvatn af vegum. Þar er gert ráð fyrir að jarðvegurinn hreinsi vatnið með síun. Ef frekari hreinsunar er þörf hefur verið algengast að nota opnar settjarnir eða mýrar. Komið hefur í ljós að opnar settjarnir eru oftast besti kosturinn með tilliti til kostnaðar og hreinsivirkni (Trafikverket, 2011). Margar rannsóknir hafa farið fram á hreinsivirkni skurða og settjarna, með áherslu að fá eins góða hreinsivirkni og mögulegt er. Benda má sérstaklega á rannsóknir og leiðbeiningar frá sænsku vegagerðinni, Trafikverket, og Stockholm Vatten. Trafikverket ber ábyrgð á því að unnið sé gegn neikvæðum áhrifum afrennslisvatns vega á yfirborðs- og grunnvatnshlot. Eðlilega hefur sérstök áhersla verið lögð á þróun ofanvatnslausna fyrir svæði þar sem möguleiki er á eða líklegt þykir að vatnshlotið nái ekki góðu ástandi án aðgerða (Trafikverket, 2011).

Í Noregi, milli 2007 og 2009, var áhersla lögð á þau vatnshlot sem talin voru í versta ástandi. Gerðar voru áætlanir um betrubætur fyrir þessi vatnshlot og gert er ráð fyrir að framkvæmdir standi yfir á árunum 2010-2015. Næsta skref er úttekt alls landsins, en hún hófst 2010 og er áætlað að framkvæmdir á þeim svæðum sem þar verða á aðgerðalista standi yfir frá 2016 til 2021 (Vannportalen, án árs). Sett hefur verið á fót þróunarverkefnið NORWAT sem hefur það markmið að gera grein fyrir hvaða áhrif vegir hafa á vatnið og umhverfið í kringum vegina. NORWAT hefur framkvæmt margar rannsóknir í sambandi við mengun frá vegum og margar staðbundnar lausnir eru ræddar í skýrslum þeirra (Statens vegvesen, 2011; Statens vegvesen, 2012; Statens vegvesen, 2013). Leiðbeiningar um hönnun ofanvatnslausna miðað við styrk mengunarefna og tegund viðtaka eru einungis til fyrir sveitarfélagið Hammar og byggja þær leiðbeiningar á þeim lausnum sem settar voru fram í Bergen (Bergen kommune, 2005). Eins og í Svíþjóð eru settjarnir og síun jarðvegs algengar ofanvatnslausnir og oft eru settjarnir við stærri vegi og við göng.

Í Danmörku hafa öll vatnshlot verið metin og tilgreint hvað flokkar þarfnast aðgerða. Eins og í Svíþjóð er markmiðið að öll vatnshlot verði í góðu ástandi fyrir 2015.

## 4 FORSENDUR

Við val á viðeigandi ofanvatnslausnum eru tveir þættir sem eru ráðandi varðandi til hvaða lausna er gripið, styrkur mengunarefna í afrennslisvatninu og tegund viðtaka. Hér verður byggt á þeim leiðbeiningum sem þróaðar hafa verið og notaðar eru í Svíþjóð við greiningu á þörf fyrir ofanvatnslausnir. Þessar leiðbeiningar urðu fyrir valinu þar sem þær eru bæði skýrar og auðveldar greiningu.

### 4.1 EFNASAMSETNING AFRENNSLISVATNS

Afrennslisvatn er það vatn sem rennur af vegum og bílastæðum og tekur með sér þau mengunarefni sem safnast hafa saman á ógegndræpa yfirborðinu. Mengunarefnin koma bæði frá farartækjunum sem keyra um vegina og frá vegunum sjálfum. Afrennslisvatnið inniheldur þungmálma eins og blý, kopar, kadmíum og kvikasilfur. Einnig eru í því næringarefnin nitur og fósfor, salt vegna vegsöltunar yfir vetrartímann og vetniskolefni eins og olía, bensín og leysiefni. Hálkuvarnir með salti flokkast sem mengun þar sem mikið magn salts getur haft neikvæð áhrif á umhverfið og eykur leysni málna, sem auðveldar upptöku þeirra af lífverum sem lifa í vatni. Setagnir vegna slits á vegum og dekkjum er stór hluti af menguninni. Talið er að mikill hluti mengunar í afrennslisvatni bindist setögnunum og þetta gerir hreinsun afrennslisvatnsins mun auðveldari en ella. Miklar sveiflur geta verið í stryk mengunar, t.d. ef ekki hefur rignt í lengri tíma safnast mengun fyrir á vegum og skolast svo öll í burtu í einu með næstu rigningu. Það sama á við þegar snjór safnast upp í lengri tíma og bráðnar svo þegar hlýnar. Í sambandi við snjó er talið mikilvægt að huga vel að því að moka vegi yfir vetrartíman til að koma í veg fyrir uppsöfnun mengunarefna. Einnig hafa nágrannalönd okkar reynt að takmarka saltnotkun og sett fram markmið og leiðbeiningar til að hámarka virkni saltsins (Trafikverket, 2011).

Styrkur mengunar í afrennslisvatni frá vegum ræðst af stórum hluta af umferðarþunga, meiri umferð veldur hærri styrk mengunarefna. Eins og áður var nefnt hafa farið fram athuganir á styrk mengunar frá sænskum vegum, sem byggjast á umferðarþunga. Niðurstöður þessarar athugana má sjá í töflu 1 og sýna þær einnig hreinsunarþörf miðað við umferðarþunga.

Tafla 1: Áætlaður styrkur mengunarefna í afrennslisvatni frá vegum (Stockholms stad, 2002; Stockholms vatten, 2001).

Tegund vegar	Áætlaður styrkur mengunarefna í afrennslisvatni	Hreinsun
< 8000 ökutæki/sólarhring	Lítill	Hreinsun oftast ekki nauðsynleg nema um mjög viðkvæman viðtaka sé að ræða
8000 – 15000 ökutæki/sólarhring	Lítill – Miðlungs	
15000 – 30000 ökutæki/sólarhring	Miðlungs – Mikill	Einhverrar hreinsunar er oftast þörf.
> 30000 ökutæki/sólarhring	Mikill	Hreinsun nauðsynleg.
Hreinsivatn frá göngum	Mikill	

Gildin sem sett eru fram í töflu 1 eru einungis til viðmiðunar. Ekki er hægt að segja nákvæmlega til um styrk mengunar á hverjum stað án þess að mæla hann. Samkvæmt alþjóðlegum viðmiðunum er gert ráð fyrir ofanvatnslausnum við vegi þar sem umferð er yfir 15000 ökutæki/sólarhring en þó hefur tíðkast í nágrennalöndum okkar að nota ofanvatnslausir við mun minna álag, sérstaklega ef um viðkvæman viðtaka er að ræða. Sett hefur verið fram það viðmið á sænskum vegum að þar sem umferðarpunginn er minni en 2000 ökutæki/sólarhring sé ekki þörf á neinum ofanvatnslausnum, ekki heldur varúðarráðstöfunum vegna slysa eins og olíuleka, nema um mjög viðkvæman viðtaka sé að ræða. Við meiri umferðarpunga þarf að athuga aðstæður áður en ákvörðun er tekin um hvort ofanvatnslausna sé þörf.

Tafla 2 sýnir meðalgildi fyrir styrk mengunarefna og dreifingu gilda háð umferðarpunga. Gildin eru byggð á samantekt mismunandi rannsókna og mælinga.

Tafla 2: Styrkur mengunar efna frá vegum miðað við fjölda ökutækja á sólarhring (Trafikverket, 2011).

Efni	Styrkur mengunarefna		
	10000-15000 ökutæki/sólarhring	15000-30000 ökutæki/sólarhring	>30000 ökutæki/sólarhring
Setagnir (mg/l)	<b>75</b> (50-200)	<b>100</b> (50-1000)	<b>1000</b> (100-5000)
Blý (Pb) (µg/l)	<b>20</b> (5-40)	<b>25</b> (5-50)	<b>30</b> (20-1000)
Sink (Zn) (µg/l)	<b>100</b> (50-300)	<b>150</b> (50-500)	<b>250</b> (100-1000)
Kopar (Cu) (µg/l)	<b>35</b> (10-50)	<b>45</b> (10-100)	<b>60</b> (10-800)
Kadmíum (Cd) (µg/l)	<b>0,5</b> (0,2-1)	<b>0,5</b> (0,2-1)	<b>0,5</b> (0,5-100)
PAH (µg/l)	<b>0,5</b> (0,1-1)	<b>1</b> (0,1-10)	<b>1,5</b> (0,1-10)
Nitur (N) (mg/l)	<b>1,2</b> (0,05-2)	<b>1,5</b> (0,05-8)	<b>2</b> (1-10)
Fósfór (P) (mg/l)	<b>0,15</b> (0,1-0,2)	<b>0,2</b> (0,1-0,5)	<b>0,25</b> (0,1-3)

Umferðarpungi á íslenskum vegum er mjög lágur í alþjóðlegu samhengi. Í töflu 3 má sjá umferðarpunga á íslenskum vegum árið 2012. Einungis eru tíundaðir þeir vegir þar sem umferð er meiri en 15000 ökutæki/sólarhring. Fyrir alla þessa 23 vegakafla er líklegt að ofanvatnslausna verði þörf, skv. ofangreindum viðmiðum. Af þessum 23 vegum eru 15 kaflar þar sem umferð er yfir 30000 ökutæki/sólarhring og því er áætlað að nauðsynlegt verði að athuga ofanvatnslausnir fyrir þessa vegakafla.

Tafla 3: Umferð á sólarhring á umferðapungum vegum á Íslandi (Vegagerðin, án árs).

Vegheiti	Upphafspunktur	Endapunktur	ÁDU ( meðalumferð á dag yfir árið)
Hringvegur	Breiðholtsbraut	Nesbraut	15203
	Nesbraut	Úlfarsfellsvegur	41630
	Úlfarsfellsvegur	Reykjavegur	22823
Hafnarfjarðarvegur	Reykjanesbraut, Sæbraut	Nesbraut	22571
	Nesbraut	Fossvogslækur	44447
	Fossvogslækur	Kópavogslækur	49780
	Kópavogslækur	Vífilstaðavegur	35309
	Vífilstaðavegur	Álftanesvegur	30032
	Álftanesvegur	Reykjanesbraut	20215
Reykjanesbraut	Hafnarfjarðarvegur	Holtavegur	25381
	Holtavegur	Nesbraut	33942
	Nesbraut	Breiðholtsbraut	54374
	Breiðholtsbraut	Vífilstaðavegur	41209
	Vífilstaðavegur	Hafnarfjarðarvegur	32363
	Hafnarfjarðarvegur	Brú yfir Fjarðarbraut	23267
Nesvegur	Hringvegur	Höfðabakki	47700
	Höfðabakki	Reykjanesbraut	74455
	Reykjanesbraut	Hafnarfjarðarvegur	45991
	Hafnarfjarðarvegur	Flugvallarvegur Reykjavík	38522
	Flugvallavegur Reykjavík	Reykjavík, Ánanaust	33123
	Reykjavík, Ánanaust	Seltjarnarnes, Suðurströnd	13203
Breiðholtsbraut	Jaðarsel	Reykjanesbraut	29086
Bústaðavegur	Hafnarfjarðarvegur	Nesvegur	37483

Eins og sjá má eru þetta allt vegir í borgarumhverfi þar sem oftast eru lagnakefi og sums staðar settjarnir til staðar.

## 4.2 VIÐTAKAR

Viðtakar eru þau svæði sem taka á móti afrennslisvatni. Þegar viðeigandi ofanvatnslausnir eru ákvarðaðar þarf að taka tillit til tegund viðtaka og ástands. Aðgerðir samkvæmt Vatnaáætlun munu byggja á ástandi viðtaka þannig að ef nauðsynlegt er að bæta ástand viðtaka verður líklega gerð krafa um meiri hreinsun ofanvatns. Mikilvægt er að hlífa viðkvæmum svæðum þar sem mengun gæti valdið verulegu raski og hugsanlega skaða. Mjög viðkvæm svæði eru t.d. grunnvatn og stöðuvötn þar sem rennsli er lítið. Í sambandi við viðkvæma viðtaka og síun í jörð er mikilvægt að gera sér grein fyrir að þó að jarðlög hreinsi mengunarefni úr afrennslisvatninu þegar vatnið síast í gegnum þau þá verður sú mengun eftir í jarðlögunum og safnast þar upp, einhver hluti kemst einnig í gegnum þau og niður að grunnvatni. Meta þarf, í hverju tilviki, hvort þetta ferli er ásættanlegt. Varðandi það viðmið sem sett var fram um að ekki þyrfti að hreinsa ofanvatn né verjast slysum þar sem umferðarþungi er undir 2000 ökutæki/sólarhring er vert að benda á að undantekning frá þessari reglu gæti t.d. átt við

vatnsverndarsvæði. Skv. leiðbeiningum sænsku vegagerðarinnar er ætlast til þess að mjög viðkvæmir viðtakar séu alltaf verndaðir fyrir mengun frá ofanvatni og fyrir mengunarslysi (Trafikverket, 2011).

Ekki er hægt að segja nákvæmlega til um hvernig viðtakar verða flokkaðir hér á landi, þar sem þeirri vinnu er ekki lokið. Í nágrannalöndum okkar hefur hins vegar umtalsverð vinna og rannsóknir farið fram og hér verður byggt á þeim niðurstöðum. Samkvæmt sænskum aðgerðaráætlunum eru aðalflokkar viðtaka tveir, jarðvegur og grunnvatn annars vegar og yfirborðsvatn (tjarnir, vötn, ár og lækir) hins vegar. Þessa skiptingu má sjá í töflu 4. Flokkurinn jarðvegur og grunnvatn skiptist í svæði þar sem síun er möguleg og svæði þar sem síun er ekki möguleg. Flokkurinn tjarnir, vötn, ár og lækir skiptast í mjög viðkvæm svæði, viðkvæm svæði og minna viðkvæm svæði eftir því hversu vel þau þola að taka við menguðu afrennslisvatni.

Tafla 4: Sýnir ráðleggingar varðandi hreinsun á afrennslisvatni (Stockholms Stad, 2002).

Styrkur mengunarefna í afrennslisvatni	Tegund viðtaka				
	Jarðvegur/Grunnvatn		Yfirborðsvötn		
	Síun í jarðveg möguleg	Síun í jarðveg ekki möguleg	Mjög viðkvæm	Viðkvæm	Minna viðkvæm
<b>Lítill</b>	Síun og töf á rennsli	Afrennslisvatn leitt í annan viðtaka	Ekki hreinsun	Ekki hreinsun	Ekki hreinsun
<b>Miðlungs</b>	Síun og töf á rennsli	Afrennslisvatn leitt í annan viðtaka	Einhver hreinsun eða leitt í annan viðtaka	Einhver hreinsun eða leitt í annan viðtaka	Ekki hreinsun
<b>Mikill</b>	Hreinsun á undan síun	Afrennslisvatn leitt í annan viðtaka	Hreinsun og ef til vill leitt í annan viðtaka	Hreinsun	Hreinsun

## 5 OFANVATNSLAUSNIR

Í þessari greinagerð eru lagðar fram fjórar mismunandi tillögur að ofanvatnslausnum sem byggja á því að verjast álagi vegna stöðugrar mengunar frá vegum og álags vegna mengunarslysa, t.d. vegna olíu. Ofanvatnslausnirnar byggja á þeirri flokkun sem sýnd er í töflu 4 og skiptast í ofanvatnsrásir, lagnir meðfram vegum, settjarnir og endurheimt staðargróðurs meðfram vegum. Einnig verður sett fram sérstök lausn fyrir þéttbýli.

Við hönnun ofanvatnslausna á köldum landsvæðum þarf bæði að taka tillit til afrennslis vegna rigningar og vegna bráðnunar snævar eða íss. Þessar tvær tegundir afrennslis hafa mjög ólíka eiginleika, bæði með tilliti til mengunar og tímasetningar. Einstakur rigningaraturburður getur haft mun hærra afrennslishámark en snjó/ís-bráðnun, hins vegar getur snjó/ís-bráðnun–staðið í mun lengri tíma.

Mælt er með því að notaðar séu blautar settjarnir til að hreinsa ofanvatn á köldum svæðum. Þessi lausn hefur verið mikið notuð á Norðurlöndunum, einnig í Kanada, Bandaríkjunum og hér á landi. Þættir sem taka þarf tillit til við hönnun settjarna við þessar aðstæður eru að gera ráð fyrir auknu magni afrennslis við bráðnun snævar (Statens vegvesen, 2011). Einnig er mælt með að nota gróður við vegi og í settjörnum til hreinsunar, þó að gróður sé í lágmarki yfir vetrartíman þá leggur hann þó sitt af mörkum. Þó að örverur í gróðri hafi takamarkaða virkni yfir vetrartímann þá er engu að síður talið að þær hjálpi til við að hreinsa næringarefni úr afrennslisvatninu á þessum tíma. Settjarnir þar sem gróður er ekki tilstaðar hafa einnig tilhneigingu til þess að fyllast af illgresi í staðinn.

### 5.1 LAUSN 1 – FRÁVEITA ÚTFYRIR VIÐKVÆM SVÆÐI

Ofanvatnslausn 1 byggir á að vernda viðtaka af fremsta megni. Þessi lausn á við vatnsverndarsvæði, jarðgöng, jarðveg þar sem síun er ekki möguleg og yfirborðsvötn þar sem möguleiki er á að leiða afrennslisvatn í annan viðtaka, skv. töflu 4. Á nærsvæðum vatnsbóla er mjög mikilvægt að koma í veg fyrir að afrennslisvatn frá vegum geti síast ofan í jarðveg meðfram vegunum. Síun í gegnum jarðlög veitir ákveðna hreinsun á afrennslisvatni en þessi hreinsun er ekki talin nógu mikil til þess að hægt sé að leyfa þetta ferli á vatnsverndarsvæðum. Afleiðingar þess að mengun komist að grunnvatni eru þar of miklar.

Lagt er til að afrennslisvatn frá vegum verið leitt út af svæðinu í lögnum. Í jaðri vega þarf því að koma fyrir niðurföllum, kantsteini og lögnum. Lagnirnar leiða afrennslisvatnið frá viðkvæma svæðinu og á nærliggjandi svæði sem getur þjónað sem viðtaki. Taka verður tillit til viðtaka á hverju svæði fyrir sig og styrk mengunarefna í afrennslisvatninu þegar ákvörðun er tekin um hvernig afrennslisvatninu verði hleypt að viðtakanum. Hafa má töflu 1 til hliðsjónar við mat á styrk mengunarefna en mjög mikilvægt er að huga að því að þegar afrennslisvatni hefur verið safnað saman í lagnir þá eykst magn mengunarefna staðbundið og getur þetta valdið miklu álagi á viðtaka. Möguleiki er að ekki þurfi að hreinsa afrennslisvatnið úr lögnunum áður en því er hleypt í viðtaka, t.d. ef mjög lítil umferð er um veginn. Annars verður hér mælt með að nota settjarnir til að hreinsa afrennslisvatnið sem kemur úr lögnunum áður en því er hleypt að viðtaka. Farið er nánar í útfærslu settjarna í kafla 6.1 Hönnun settjarna. Tillögu að hönnun ofanvatnslagna og settjarna sem nota má við útfærslu Lausnar 1 má sjá á meðfylgjandi teikningu.

Koma mætti fyrir ofanvatnslausnum af þeirri tegund sem lýst er hér á eftir í köflum 5.2 og 5.3 utan kantsteina ef ástæða þykir til þess. Þessar ofanvatnslausnir hafa þann tilgang að hreinsa afrennslisvatn sem mögulega gæti komist yfir kantsteininn. Það er þó ekki talið nauðsynlegt að koma fyrir ofanvatnslausnum fyrir utan kantstein á þessum svæðum.



## 5.2 LAUSN 2 - OFANVATNSRÁSIR

Lausn 2 á við svæði þar sem ekki er þörf á að leiða afrennslisvatnið í annan viðtaka. Þessi lausn á við jarðveg þar sem síun er möguleg og styrkur mengunarefna er mikill og öll yfirborðsvatnssvæði þar sem styrkur mengunarefna er mikill.

Á þessum svæðum er mælt með ofanvatnslausnum sem felast í ofanvatnsrás með grasyfirborði og síulagi undir grasinu. Hreinsun afrennslisvatnsins fer þá fram í ofanvatnsrásunum við síun í gegnum jarðveg. Lagt er til að ofanvatnsrásir verið byggðar upp á sama hátt og gert var við uppbyggingu Urriðaholts, þ.e. efst í ofanvatnsrásunum er graslag og undir grasinu er lag af síuefni sem samanstendur af sandi (90%) og mold (10%). Best er að sandurinn sé milligrófur, t.d. svokallaður hellusandur. Sýnt hefur verið fram á að skeljasandur gefur góða hreinsun með jónaskiptum og því gæti hluti sandsins verið skeljasandur. Fyrir neðan síuefnin er lag af vel drenerandi efni en á milli síuefnisins og drenefnis er síufylling sem tryggir að síukröfur á milli mismunandi laga séu uppfylltar (Jón Skúli Indriðason og Reynir Sævarsson, 2007). Mælingar sýna að hreinsun á mengunarefnum (ýmsum olíum og þungmálum) er í flestum tilfellum yfir 80% (Minnesota Stormwater Steering Committee, 2008). Þessar lausnir hafa rutt sér nokkuð til rúms í Noregi og t.d. hefur sveitarfélagið Sandnes (70,000 íbúar) frá og með síðustu áramótum gefið út að allt ofanvatn skuli meðhöndla með þessum hætti þar sem þess er nokkur kostur. Hérlandis hefur þessari lausn einungis verið markvisst beitt í Urriðaholtinu, sem er hverfi í þéttbýli. Ekki er komin nægilega mikil reynsla á það kerfi til þess að hægt sé að dæma um það. Aðaláhbyggjuefnið er þétting á síulaginu en reynslan frá hinum norðurlöndunum hefur verið að rætur grassins hafa tryggt góða lekt gegnum efsta lagið þrátt fyrir að gatnaslit og fínefni berist í rásirnar með tímanum. Í kafla 6 (6.2) er fjallað stuttlega um viðhald og endingu mismunandi þátta í ofanvatnsrásum.

Ofanvatnsrásir eru góð lausn fyrir köld svæði þar sem snjór getur safnast fyrir í rásunum og afrennslisvatnið er svo hreinsað þegar hlánar. Mikilvægt er að gera ráð fyrir uppsöfnun snævar og afrennslis frá þessari uppsöfnun þegar hlánar þegar stærðir ofanvatnsrása eru ákvarðaðar. Ekki er ráðlagt að rásunum sé leyft að fyllast, nema í undartekningar tilfellum, þannig að afrennslisvatn flæði yfir bakka rásarinnar og beint út í nærliggjandi jarðlög. Nákvæm hönnun og stærð ofanvatnsrásanna fer eftir afrennslismagni og styrk mengunar frá veginum. Tillaga að hönnun ofanvatnsrása sem nota mætti við útfærslu Lausnar 2 má sjá á meðfylgjandi teikningu. Þar má einnig sjá að útfærsla fyrir veg á fyllingu er frábrugðin þeirri útfærslu sem sýnd er fyrir veg í skeringu.

## 5.3 LAUSN 3 – NOTKUN GRÓÐURS

Lausn 3 á við svæði sem þurfa verndar við en þar sem ekki er talið nauðsynlegt að leiða afrennslisvatnið í annan viðtaka eða hreinsa afrennslisvatnið í ofanvatnsrásum. Þessi lausn á við jarðveg þar sem síun er möguleg og styrkur mengunarefna lítill eða miðlungs og einnig fyrir meira viðkvæm og viðkvæm yfirborðsvatnssvæði þar sem styrkur mengunarefna er miðlungs. Ofanvatnslausnir á þessum svæðum byggja á endurheimt staðargróðurs meðfram vegum. Farið er yfir gróðurfar meðfram vegum í kafla 7.2

## 5.4 LAUSN 4 - ÞÉTTBÝLI

Gert er ráð fyrir hefðbundinni lausn í þéttbýli með niðurföllum og lögnum. Afrennslisvatninu er þá beint út í sjó, tjarnir eða vötn.

## 5.5 LAUSNIR GEGN MENGUNARSLYSUM

Lausn 1 sem á við mjög viðkvæm svæði gerir ráð fyrir því að afrennslisvatni sé beint út af svæðinu. Í hönnun rásanna meðfram vegum þarf að gera ráð fyrir því að rásirnar geti tekið á móti og leitt mikið magn af olíu eða sambærilegu efni út af svæðinu. Einnig er mælt með því að loki verði staðsettur við útrennsli settjarnanna þannig að hægt sé að loka tjörnunum í því tilfelli að mengunarslys eigi sér stað. Í því tilfelli að mengunarslys eigi sér stað verður að tilkynna slysið svo viðeigandi aðili geti mætt á staðinn lokað settjörninni. Ljóst er að þó nokkur tími gæti liðið frá því að slysið ætti sér stað þangað til að tjörninni væri lokað en þar sem settjarnir hafa ákveðinn viðkomutíma þá ætti lítil mengun að sleppa út úr tjörninni áður en henni er lokað. Þegar búið væri að loka settjörninni gæti vinna hafist við að hreinsa upp mengunina.

## 6 HÖNNUN OG VIÐHALD

Settjörnum má skipta í blautar og þurrar tjarnir. Blautar tjarnir eru uppbyggðar með þéttum botni sem tryggir ákveðna lágmarkshæð á vatni. Þurrar tjarnir eru ekki byggðar með þéttum botni og því sígur vatnið niður og geta tjarnirnar jafnvel þornað alveg. Hér verður fjallað um blautar tjarnir þar sem mælt er með að nota blautar tjarnir á köldum svæðum og einnig er hreinsivirkni þurra tjarna minni og meiri líkur á uppblæstri setagna, sem sest hafa á botninn.

Settjarnir hafa þann megin tilgang að safna vatni, tefja það á leið sinni og hreinsa það. Hreinsunin verður við það að mengandi efni fljóta upp, falla til botns og/eða síast í gegnum jarðveg. Einnig getur gróður sem vex í og við settjarnir tekið upp mengandi efni auk þess sem jarðvegsdýr og örverur í jarðvegi geta stuðlað að niðurbroti eiturefna.

### 6.1 HÖNNUN SETTJARNA

Stærð settjarna fer eftir útreikningum á magni afrennslisvatns. Settjörnunum er yfirleitt skipt í tvö hólf, sem þó tengjast. Botninn á fremra hólfinu er hellulagður, steyptur eða malbikaður, að fullu eða að hluta, til þess að auðvelda hreinsun á seti. Gert er ráð fyrir að set muni aðallega safnast upp á þessu svæði og með því að tvískipta settjörninni er hægt að hreinsa aðeins fremra hólfið þegar þess er þörf og minnka þannig hreinsunarkostnað, þar sem annars þyrfti að hreinsa alla tjörnina ef hún væri ekki tvískipt. Þó er ekki hægt að komast hjá því að hreinsa einnig aftara hólfið með ákveðnu millibili (Minnesota stormwater steering committee, 2008). Undir þetta laginu í fremri tjörninni er lagt lag af sandi og liggur það ofan á botnþéttingunni. Botnþéttingin er yfirleitt polyetýlen dúkur og fyrir neðan dúkinn er annað lag af skeljasandi. Aftari tjörnin er byggð upp á sama hátt og sú fremri nema að þar er botninn ekki þéttur með hellum, steypu eða malbiki. Mikilvægt er að koma fyrir viðeigandi gróðri í kringum settjarnirnar og verður gróðurtegundum lýst nánar í kafla 7.2 Gróðurfar í kringum settjarnir.

### 6.2 VIÐHALD OFANVATNSLAUSNA

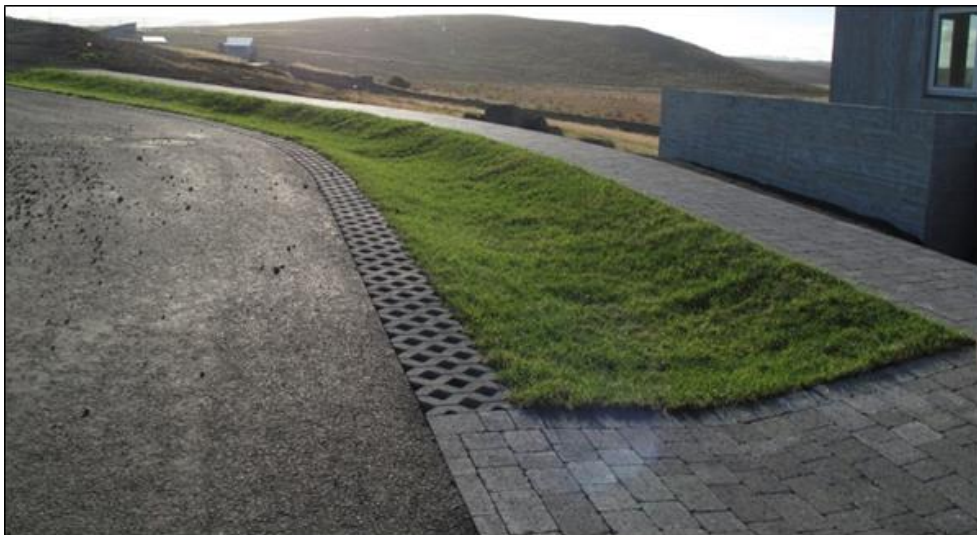
Huga þarf að nokkrum þáttum í viðhaldi ofanvatnsrásra og settjarna en viðhaldspörfin ræðst að aðstæðum hverju sinni. Ofanvatnsrásir og settjarnir eru bæði opnar ofanvatnslausnir þannig að gera má ráð fyrir að hreinsa þurfi rusl og lauf með ákveðnu millibili. Fylgjast þarf með því að niðurföll ofanvatnslagna stíflist ekki svo vatn flæði ekki yfir kantsteina og út í umhverfið. Þetta þarf að hindra af fremsta megni á vatnsverndarsvæðum.

Gera þarf ráð fyrir að endurnýja þurfi graslagið í ofanvatnsrásum á um 10 ára fresti þar sem fínefni þetta lagið með tímanum. Einnig þarf að endurnýja síulagið undir ofanvatnsrásunum á um 20 ára fresti. Hreinsa þarf botnfall í settjörnum með reglulegu millibili til að tjörnir viðhaldi hreinsunarhæfni sinni. Gera þarf ráð fyrir að hreinsa þurfi fremra hólf settjarnarinnar með 2-7 ára millibili eða þegar 20-50% af hólfinu hefur fyllst af seti. Mælt er með að fylgst sé með ástandi ofanvatnslausna þannig að grípa megi til viðeigandi ráðstafana í tíma svo koma megi í veg fyrir rýrnun vatnsgæða. Þar sem götur eru sandaðar ætti að yfirfara ofanvatnslausnir á hverju vori til að athuga hvort hreinsunar sé þörf (Minnesota stormwater steering committee, 2008).

## 7 GRÓÐURFAR

### 7.1 GRÓÐURFAR OFANVATNSRÁSA

Ofanvatnsrásir eru vatnsfarvegir sem leiða vatn að viðtaka, t.d. settjörn. Vatn sem rennur eftir ofanvatnsrás sígur að hluta til niður í gegnum undirliggjandi jarðveg. Einnig geta rætur plantna í og við ofanvatnsrás tekið upp hluta þess með tilheyrandi hreinsivirkni.

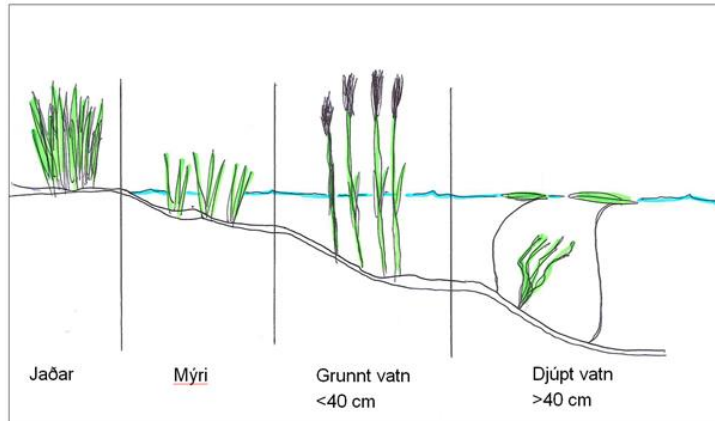


Mynd 1: Ofanvatnsrás í Urriðaholti. Ljósmynd: Þráinn Hauksson

Yfirborðsgróður ofanvatnsrása er í mörgum tilfellum gras. Best er að nota grastegundir með skriðulu rótarkerfi, s.s. vallarsveifgras (*Poa pratensis*) og skriðlíngresi (*Agrostis stolonifera*). Einnig kemur til greina að planta trjám, runnum og fjölæringum í ofanvatnsrásir.

### 7.2 GRÓÐURFAR Í KRINGUM SETTJARNIR

Við val á gróðurtegundum þarf að taka mið af gerð settjarnar, m.a. dýpi og jarðvegi. Gróður getur komið í veg fyrir jarðvegsrof meðfram köntum settjarna. Skipta má settjörnum upp í svæði eins og sést á mynd 2.



Mynd 2: Sýnir fjögur mismunandi svæði settjarna.

Þessi svæði kallast jaðar, mýri, grunnt vatn og dýpra vatn eins og sjá má á mynd 4. Hver þessara hluta hefur sín sérkenni og mismunandi tegundir af plöntum þrífast á mismunandi svæðum. Hér að neðan eru einkennum hvers svæðis lýst nánar og á mynd 3 má sjá dæmi um gróður í kringum settjörn.

**Jaðar:** Svæði meðfram köntum og efri brún tjarnar, raki í jarðvegi breytilegur. Dæmi um gróðurtegundir eru ýmsar votlendiplöntur, s.s. hrossanál (*Juncus articus*), klóffífa (*Eriophorum angustifolium*), mýrarstör (*Carex nigra*), hóffífill (*Tussilago farfara*) o.fl.

**Mýri:** Efsti hluti settjarnar sem liggur yfirleitt undir vatni. Dæmi um gróðurtegundir eru ýmsar votlendiplöntur, s.s. gulstör (*Carex lyngbyei*), tjarnastör (*Carex rostrata*), vetrarkvíðastör (*Carex chordorrhiza*), flóðapuntur (*Glyceria fluitans*), hófsóley (*Caltha palustris*) o.fl.

**Grunnt vatn:** Hluti settjarnar sem liggur undir vatni allt að 40 cm. Dæmi um gróðurtegundir eru fergin (*Equisetum fluviatile*), og horblaðka (*Menyanthes trifoliata*).

**Dýpra vatn:** Hluti settjarnar sem liggur dýpra en 40 cm. Dæmi um gróðurtegundir eru mógrafarbrúsi (*Sparganium hyperboreum*) og síkjamari (*Myriophyllum alterniflorum*).



Mynd 3: Jaðar settjarnar við Stórhöfða. Hóffífill hefur lagt undir sig jaðarinn.

### 7.3 ALMENNT UM GRÓÐURFAR MEÐFRAM VEGUM

Gróður meðfram vegum er breytilegur eftir aðstæðum hverju sinni. Skipta má gróðursvæðum meðfram vegum í uppbyggð og náttúruleg svæði. Dæmi um uppbyggð svæði eru t.d. grassvæði þar sem jarðvegur hefur verið endurnýjaður og yfirborð þökulagt með ræktuðu grasi. Dæmi um náttúruleg svæði eru m.a. svæði þar sem staðargróður úr náttúrulegu umhverfi hefur verið nýttur eða honum sáð umhverfis vegstæði.

Gróður meðfram vegum hefur ýmsa kosti, m.a. skapar hann aðstæður og skilyrði til gagns fyrir flóru og fínu sem stuðlar að líffræðilegri fjölbreytni og bindingu CO<sub>2</sub>. Ýmsar gróðurtegundir, t.d. af grasaætt (Pocaceae) og staraætt (Carex), binda eða taka upp eiturefni (að einhverju magni) sem berast frá vegum, m.a. næringarefni, olíuefni og þungmálma. Einnig geta bakteríur, sveppir og gerlar í jarðvegi stuðlað að niðurbroti eiturefna sem berast í jarðveg. Gróðurþekja hlífir einnig jarðvegi og bindur. Við það minnkar uppfok og útskolun fínefna og hætta á rofi, t.d. skriði í fláum jarðvegs, m.a. í leysingum og úrkomu. Gróðurþekja getur haft mikilvæg sjónræn áhrif á útlit vega þar sem hún tengir saman aðliggjandi gróðurþekju og landslag. Staðargróður er í mörgum tilfellum heppilegur til uppgræðslu á röskuðum svæðum, m.a. við vegi. Yfirleitt er staðargróður best aðlagður umhverfis- og jarðvegsaðstæðum viðkomandi svæðis og þ.a.l. fljótur að aðlagast, ná festu og loka yfirborði. Einnig dregur staðargróður úr sjónrænum áhrifum þar sem hann fellur vel að aðliggjandi yfirborðsefnum.

Í mörgum tilfellum má endurnýta yfirborðspekju úr vegstæðum, t.d. safna þekjulagi, torfi, svarðlagi og/eða fræberandi slægju og geyma. Í lok framkvæmdar er viðkomandi yfirborðsefni notað til að græða upp vegkanta og röskuð svæði. Samkvæmt upplýsingariti sænsku Vegagerðarinnar (Växtlighet i vägmiljö, praktist råd) er varðveiting og endurnýting staðargróðurs ódýrari í uppbyggingu og viðhaldi en nýbyggð svæði. Í þeim tilfellum sem ekki er mögulegt að endurnýta staðargróður, eða hann ekki nýtanlegur, þarf yfirleitt að byggja upp ný gróðursvæði, m.a. til að hefta uppfok og útskolun og fyrirbyggja að óheppilegar framandi gróðurtegundir berist í svæðin og leggi undir sig. Við uppbyggingu gróðursvæðis þarf að taka mið af tilgangi og álagi svæðis með hliðsjón af ríkjandi gróðurfari nærliggjandi svæða. Á svæðum utan þéttbýlis er yfirleitt heppilegast að sá fræi í röskuð svæði. Í þeim tilfellum er gjarnan stuðst við svokallaðar landgræðslutegundir, t.d. grasfræ sem inniheldur hátt hlutfall af einærum grastegundum auk innlendra grastegunda. Einnig má nýta fræberandi slægju og mosasprota af nærliggjandi svæðum, háð ríkjandi yfirborðspekju.

Í þeim tilfellum sem gert er ráð fyrir sjálfsáningu á röskuðum svæðum, þ.e. að fræ fjúki úr nærliggjandi svæðum, sái sér og græði upp rof, geta óæskilegar tegundir sáð sér í svæðin, sbr. ágengar illgresistegundir. Þetta á sérstaklega við á svæðum þar sem húsdýraáburður hefur verið notaður til að flýta fyrir sjálfsáningu en slíkur áburður getur innihaldið mikið af illgresisfræi. Mynd 4 sýnir dæmi um sjálfsáningu í vegfláa og mynd 5 sýnir dæmi þar sem húsdýraáburður sem innhaldið hefur illgresisfræ hefur verið notaður.



Mynd 4: Dæmi um sjálfsáningu í vegfláa við Bláfjallaleið. Mosi, víðiplöntur o.fl.



Mynd 5: Dæmi um notkun á húsdýraáburði sem hefur innihaldið mikið af illgresisfræi, m.a. njóla, túnfífil og lúpínu.

## 7.4 ÞÖKUSKURÐUR

Skera má yfirborðsþekju með hefðbundnum þökuskurðarvélum á svæðum þar sem yfirborð er slétt, gróðurþekja þétt og vel samhangandi og jarðvegur ógrýttur. Yfirleitt er skorið í rúllur eða þökur sem raðað er upp.



Mynd 6: Lyngþökur í rúllum.

Á svæðum þar sem yfirborð er ójafnt og jarðvegur grýttur, er ómögulegt að skera torfið með hefðbundnum þökuskurðarvélum, bæði vegna jarðvegsaðstæðna og ójafns yfirborðs. Grjót í jarðvegi veldur miklum vandræðum fyrir venjulegar þökuskurðarvélar, skemmir hnífa og festist í færiband. Við þessar aðstæður er best að nota skóflur, t.d. framskóflur á stærri vélar, og þurfa þær helst að vera útbúnar með köntum sem skera efnið frekar en rífa það. Einnig má nota skóflur á stærri gröfum, t.d. belta- og hjólagröfum, sem algengt er að notaðar séu við jarðvinnu á framkvæmdasvæðum. Í báðum tilfellum þarf að gera ráð fyrir að nota stunguskóflur og / eða kantskera til að skera sundur rætur og samhangandi torfur. Ekki er heppilegt að skera efnið í of stórar einingar þar sem það gerir flutning og meðhöndlun mun vandmeðfarnari og erfiðari. Torfur sem skornar eru með skóflum vinnuvéla af gröfum svæðum í grýttum jarðvegi, eru mun þyngri en hefðbundnar vélskornar þökur og því um að ræða óþarflega mikla efnisflutninga. Við skurð á þökum þarf að skera hæfilega þykkan torfur, þykkan þökur eru mjög þungar og erfitt að vinna með þær. Þunnum þökum hættir til að rifna, losna í sundur og þorna mun meira en þykkan. Hæfileg þykkt gæti verið um 15-30 cm, háð gróðurþekju.

Reynst hefur gott að nota bretti, palla eða plötur undir þökurnar. Bretti sem notuð eru við flutning þarf að útbúa með sléttu yfirborði svo auðvelt sé að renna þökunum af, t.d. á geymslusvæði eða við endurlögn. Lagt er til að nota sé þykkt byggingarplast, krossviður eða sambærilegt efni ofan á brettin. Best er að bretti eða allar sem notaðir eru við flutninga séu af svipaðri stærð og skóflan sem notuð er við skurðinn. Best er ef hægt er að færa gróðurtorfurnar strax á endanlegan stað, engar stórar breytingar verða eða tap á tegundum. Þetta er í samræmi við rannsóknir Ásu L. Aradóttur og Járngerðar Grétarsdóttur á Hellisheiði þar sem þær tóku upp þökur og leggja beint á svipað undirlag en niðurstöður þeirra sýna góðan árangur. Ef frjósemi nýs undirlags er meiri en á upprunastað má gera ráð fyrir að grös bregðist mun hraðar við og nýti sér aðgengi að áburðarefnum. Rannsóknir Ásu L. Aradóttur fyrir Vegagerðina benda til þess að grösin geti nýtt sér áburðarefnið og vöxtur varð mjög mikill í ábornum reitum. Ennfremur kom fram að ekki tókst að halda í lyng og runnagróður sem virðist ekki hafa þolað að svarðlagi væri vöðlað saman og geymt. Á svæðum þar sem grastegundir eru ríkjandi er grasstráið slegið eftir að fræmyndun og –þroska er lokið, safnað og dreift yfir uppgræðslusvæðið. Á svæðum þar sem mosi er ríkjandi er mosasprotum safnað og dreift yfir uppgræðslusvæðin.

## 8 NIÐURSTÖÐUR

Í þessari greinagerð eru lagðar fram fjórar mismunandi tegundir lausna sem stuðla að því að hreinsa afrennslisvatn frá vegum. Hver lausn á við ákveðnar aðstæður háðar styrk mengunarefna í afrennslisvatninu og tegund viðtakans. Þessar lausnir eru hér settar fram sem tillögur að því hvernig megi bregðast við mögulegum kröfum um hreinsun afrennslisvatns af vegum samkvæmt væntanlegri aðgerðaráætlun Vatnatilskipunnar. Þar sem aðgerðaráætlun Vatnatilskipunnar er enn ekki komin út á Íslandi var hér tekið mið af þeim aðgerðum sem gripið hefur verið til í nágrannalöndum okkur, þar sem innleiðing Vatnatilskipunnar er lengra á veg komin.

Lausn 1 á við sérstaklega viðkvæm svæði sem þarf að vernda eftir fremsta megni. Þessi lausn byggir á því að kantsteinn, niðurföll og lögn sé lögð meðfram veginum. Afrennslivatnið er þannig leitt út af viðkvæma svæðinu og í annan viðeigandi viðtaka. Mælt er hér með því að leiða vatnið í gegnum settjarnir áður en það rennur í viðtakann, nema hann sé þeim mun öflugri.

Lausn 2 byggir á því að koma fyrir ofanvatnsrásum meðfram vegum. Í ofanvatnsrásunum er afrennslivatnið hreinsað og lausnin á við jarðveg þar sem síun er möguleg og styrkur mengunarefna mikill. Einnig á hún við öll yfirborðsvatnssvæði þar sem styrkur mengunarefna er mikill.

Lausn 3 á við svæði sem talin eru þurfa vernd en ekki af þeirri gráðu sem lausnir 1 og 2 gera ráð fyrir. Lausn 3 byggir á endurheimt staðargróðurs meðfram vegum.

Lausn 4 á við þéttbýli og byggir á hefðbundinni lausn með kantsteinum og lögnum.

Vert er að benda á í þessu samhengi að mengun frá vegum þykir að jafnaði ekki jafn alvarleg og mengun frá ýmsum öðrum athöfnum manna, svo sem mengun frá iðnaði og fráveitum. Umferð á dreifbýlisvegum á Íslandi er að jafnaði lítil og því er ekki mikil mengun frá þessum vegum. Í þéttbýli er umferð á vegum hins vegar mun meiri og þó nokkrir vegir þar sem umferðarpungi er yfir 15.000 ökutæki/sólarhring. Í alþjóðlegu samhengi hefur þessi umferð oft verið notuð sem viðmið fyrir umferð þar sem ofanvatnslausna er þörf. Hins vegar hefur í nágrannalöndum okkar tíðkast að nota ofanvatnslausnir fyrir mun minni umferð, þó almennt ekki þegar umferðain fer undir 2000 ökutæki/sólarhring. Út frá þessu má sjá að gera má ráð fyrir að ofanvatnslausna verði þörf á þó nokkrum vegaköflum á Íslandi, þá helst í þéttbýli, og að athuga þurfi þörf fyrir ofanvatnslausnir á vegum í dreifbýli þar sem aðstæður eru sérstakar að einhverju leyti.



## 9 HEIMILDASKRÁ

Bergen kommune (2005). Retningslinjer for overvannshåndtering i Bergen kommune. Sótt frá <http://www.regjeringen.no/upload/MD/Kampanje/klimatilpasning/Bilder/Kommunecase/Hordaland/Retningslinjer.pdf>

ÍSOR (2008). *Verndarsvæði vatnsbóla í utanverðum Reykholtisdal. Vatnsból í landi Hamra, Kleppjárnsreykja og Breiðabólsstaðar*. Sótt frá [http://www.or.is/media/PDF/ISORKleppj\\_Reykhvatnsverndarsvaedi.pdf](http://www.or.is/media/PDF/ISORKleppj_Reykhvatnsverndarsvaedi.pdf)

Jón Skúli Indriðason og Reynir Sævarsson (2007). Urriðaholt hönnun gatna 1. áfangi. Línuhönnun: Minnisblað.

Länsstyrelsen Västernorrland (2012). Strategi för god vattenstatus. Sótt frá <http://www.lansstyrelsen.se/vasternorrland/SiteCollectionDocuments/Sv/publikationer/rapporter/2012/2012-19-strategi-for-god-vattenstatus-sjoar-och-vattendrag.pdf>

Minnesota Stormwater Steering Committee (2008). *Minnesota stormwater manual*. Minnesota pollution control agency: Minnesota

Naturvårdsverket (2008). Övervakning av prioriterade miljöfarliga ämnen listade i Ramdirektivet för vatten. Sótt frá <http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/620-5801-2.pdf>

Statens vegvesen (2011). *NORWAT – Nordic road water*. Statens vegvesen: Norge

Statens vegvesen (2012). *Slutrapport for etatsprogrammet Salt SMART*. Statens vegvesen: Norge

Statens vegvesen (2013). *Rensing av vann fra veg og anlegg*. Sótt frá [http://www.vegvesen.no/Fag/Fokusomrader/Forskning+og+utvikling/NORWAT/Publikasjoner/\\_attachement/452155?ts=13d82c079c8&fast\\_title=SVV+rapport+195+Rensing+av+vann.pdf](http://www.vegvesen.no/Fag/Fokusomrader/Forskning+og+utvikling/NORWAT/Publikasjoner/_attachement/452155?ts=13d82c079c8&fast_title=SVV+rapport+195+Rensing+av+vann.pdf)

Stockholms vatten (2001). *Dagvattenklassificering*. Sótt frá <http://www.stockholmvatten.se/commondata/rapporter/avlopp/dagvatten/dagvattenklassificeringd el2.pdf>

Stockholms stad (2002). *Dagvattenstrategi för Stockholms stad*. Sótt frá <http://miljobarometern.stockholm.se/content/docs/gc/8/Stormwater%20strategy.pdf>

Stockholm vatten (án árs). *Rening av dagvatten*. Sótt frá [http://www.stockholmvatten.se/commondata/rapporter/avlopp/Dagvatten/rening\\_av\\_dagvatten\\_ext\\_webb.pdf](http://www.stockholmvatten.se/commondata/rapporter/avlopp/Dagvatten/rening_av_dagvatten_ext_webb.pdf)

Trafikverket (2011). *Vägdagvatten. Råd og rekommendationer för val af miljöötgärd*. Sótt frá [http://publikationswebbutik.vv.se/upload/6442/2011\\_112\\_vagdagvatten\\_rad\\_och\\_rekommendationer\\_for\\_val\\_av\\_miljoatgard.pdf](http://publikationswebbutik.vv.se/upload/6442/2011_112_vagdagvatten_rad_och_rekommendationer_for_val_av_miljoatgard.pdf)

Umhverfisstofnun (2012). *Áfanga & verkáætlun 2011-2015*. Sótt frá <http://www.ust.is/library/Skrar/Einstaklingar/Vatnsgaedi/Vatnatilskipunin/2458%20%C3%81fanga-%20og%20verk%C3%A1%C3%A6tlun%202011-2015%20HR.pdf>

Vannportalen (án árs). *Vannforskriften*. Sótt frá <http://www.vannportalen.no/enkel.aspx?m=31930>

Vegagerðin (án árs). *Umferðatölur 2012*. Sótt frá [http://www.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/Umferdartolur\\_2012.pdf/\\$file/Umfer%C3%B0art%C3%B6lur\\_2012.pdf](http://www.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/Umferdartolur_2012.pdf/$file/Umfer%C3%B0art%C3%B6lur_2012.pdf)