

Málþing Vatns- og Fráveitufélags Íslands

Líffræðileg hreinsun skólps á Íslandi



Reykjavík, 8. Nóvember 2012

Ráðstefnurit

Ritstjóri: Hrund Ólöf Andradóttir

Málþing Vatns- og Fráveitufélags Íslands
Líffræðileg hreinsun skólps
8. nóvember 2012, Reykjavík, Ísland

Ritstjóri: Hrund Ólöf Andradóttir

Höfundarréttur © 2012 Allir höfundar
Öll réttindi áskilin

Vatns- og fráveitufélag Íslands
Háskóli Íslands / Umhverfis- og byggingarverkfræðideild
Hjarðarhagi 2-6
107, Reykjavík
Ísland

Sími: 525 4656

Ljósmynd á kápu: Hildur Ingvarsdóttir, Orkuveitu Reykjavíkur

Skráningarupplýsingar: Hrund Ó. Andradóttir (ritstjóri), *Málþing um líffræðilega hreinsun skólps, Ráðstefnurit*, haldið af Vatns- og fráveitufélagi Íslands, 8. nóvember 2012, Reykjavík, Iceland, pp. 73.

ISBN 978-9979-72-286-1

Aðdragandi og markmið:

Reglugerð nr. 798/1999 um fráveitur og skólp kveður á um að bæjarfélög, sem losi meira en 2.000 persónueiningar (p.e.) af lífrænu skólpi í viðkvæman viðtaka, hreinsi skólpið með tveggja þrepa meðferð þar sem seinna þrepið er líffræðileg hreinsun. Á síðasta áratug hafa nokkrar líffræðilegar hreinsistöðvar verið byggðar fyrir minni bæjarfélög inni í landi. Þessar stöðvar beita mismunandi hreinsitækni. Að svo stöddu er ekki ljóst hver reynslan hefur verið af starfsemi.

Markmið málþingsins er fara yfir stöðu og stefnur í líffræðilegri hreinsun skólps á Íslandi (>50 p.e.) og draga lærdóm af þessum fyrstu rekstrarárum.

Skipulagsnefnd Vatns- og Fráveitufélags Íslands:

- Hrund Ó. Andradóttir, Háskóla Íslands, hrund@hi.is
- Íris Þórarinsdóttir, Orkuveitu Reykjavíkur, iris.thorarinsdottir@or.is

Um ráðstefnuritið:

Flestar greinarnar í þessu riti eru byggðar á erindum frummælanda á málþinginu. Einnig var nýjum upplýsingum safnað eftir málþingið til þess að gefa heildstæðari upplýsingar um stöðu í lífrænni hreinsun á Íslandi. Ritstjóri fór yfir texta allra greina og samræmdi upplýsingar og útlit.

Málþingið var haldið af vatns og fráveitufélagi Íslands í samvinnu við

- Háskóla Íslands
- Orkuveitu Reykjavíkur
- Samorku
- Umhverfisstofnun

Um Vatns- og fráveitufélag Íslands

Vatns og fráveitufélag Íslands (VAFRÍ) var stofnað 17. Apríl 2009. Hlutverk félagsins eru:

- Að stuðla að öruggum vatnsveitum, bættum vatnsgæðum og vistvænum fráveitum.
- Að koma á bestu fánlegri tækni við rekstur vatnsveitna og fráveitna.
- Að stuðla að gerð ásættanlegs hönnunargrundvallar fyrir fráveitur og vatnsveitur og almennt að fullkomna aðferðir við hönnun þessara mannvirkja.
- Að auka þekkingu félagsmanna á vatns- og fráveitumálum með markvissum samskiptum, reglulegum fræðslufundum og skoðunarferðum.
- Að miðla þekkingu um vatns- og fráveitumál til almennings.
- Að vera stjórnvöldum innan handar um setningu laga og reglugerða og samningu staðla er varða vatns- og fráveitukerfi.

Stjórn VAFRÍ 2012-2013



Hrund Andradóttir
Formaður
Dósent í
umhverfisverkfræði
við Háskóla Íslands



Íris Þórarinsdóttir
Gjaldkeri
Fagstjóri fráveitu
við Orkuveitu
Reykjavíkur



Aldís Ingimarsdóttir
Ritari
Stundakennari við
Háskólann í
Reykjavík



Dagur Jónsson
Meðstjórnandi
Vatnsveitustjóri
Hafnafjarðar



Jónas Elíasson
Meðstjórnandi
Prófessor emeritus
við Háskóla Íslands

Nánari upplýsingar um félagið má nálgast á vefsíðu þess www.vafri.hi.is.

Líffræðileg hreinsun skólps á Íslandi

Málþing haldið af Vatns- og Fráveitufélagi Íslands (VAFRÍ)

Fimmtudaginn 8. nóvember kl. 13-16

Fyrirlestraralur Orkuveitu Reykjavíkur, Bæjarhálsi 1



Markmið málþingsins er fara yfir stöðu og stefnur í líffræðilegri hreinsun skólps á Íslandi (>50 p.e.) og draga lærdóm af fyrstu rekstrarárum skólphreinsistöðva.

Dagskrá:

- 13:00- 13:05 **Setning**, Magnús Jóhannesson, ráðuneyttisstjóri Umhverfissráðuneytis
- 13:05-13:20 **Staða líffræðilegrar hreinsunar skólps á Íslandi**
Tryggvi Þórðarson, sérfræðingur, Umhverfisstofnun
- 13:20-13:35 **Fræðin og tæknin á bak við líffræðilega skólphreinsun**
Hrund Ó. Andradóttir, dósent í umhverfisverkfræði, Háskóla Íslands
- 13:35-13:50 **Skólphreinsistöðin í Hveragerði**
Guðmundur F. Baldursson, skipulags- og byggingarfulltrúi, Hveragerðisbæ
- 13:50-14:10 **Hreinsistöðvar með snúningsdiskum í Borgarfirði**
Íris Þórarinsdóttir, fagstjóri fráveitu, og Guðmundur Brynjúlfsson, svæðisstjóri, Orkuveitu Reykjavíkur
- 14:10-14:30 **Fjögurra þrepa hreinsivirki við útrásir holræsikerfa**
Óskar Bjarnason, Bólholti, og Börkur Brynjarsson, veitustjóri, Grímsneshreppi
- 14:30-14:55 Kaffihlé
- 14:55-15:10 **Endalausar hreinsilotur**
Ketill Hallgrímsson, umsjónarmaður vatnshreinsivirkis, Alcoa í Reyðarfirði
- 15:10-15:25 **Tilbúið votlendi á Sólheimum, Grímsnesi**
Guðmundur Ármann Pétursson, framkvæmdastjóri, Sólheimum í Grímsnesi
- 15:25-15:40 **Ávinningur líffræðilegrar skólphreinsunar- Eyvindará sem viðtaki skólps**
Árni Kristinsson, varaformaður Heilbrigðisnefndar Austurlandssvæðis
- 15:40-16:15 **Panelumræður**
Gunnar Steinn Jónsson, fagstjóri upplýsinga- og fræðsluviðs, Umhverfisstofnun
Birgir Þórðarson, heilbrigðisfulltrúi, Heilbrigðiseftirliti Suðurlands
Brynjólfur Björnsson, fagstjóri veitna, Mannviti

Fundarstjórn: Reynir Sævarsson, byggingarverkfræðingur Eflu

Allir velkomnir! Skráið þátttöku fyrir mánudaginn 5. nóvember á iris.thorarinsdottir@or.is.

VAFRÍ



EFNISYFIRLIT

Útdráttur	
Hrund Ó. Andradóttir og Íris Þórarinsdóttir	7

Hluti 1: Inngangur

Ávarp ráðuneytisstjóra, umhverfis- og auðlindaráðuneytis	
Magnús Jóhannesson	10
Staða líffræðilegrar hreinsunar skólps á Íslandi	
Tryggvi Þórðarson	12
Fræðin og tæknin á bak við líffræðilega skólphreinsun	
Hrund Ó. Andradóttir	18

Hluti 2: Tæknilegar úrlausnir á Íslandi

Skólphreinsistöðin í Hveragerði	
Guðmundur F. Baldursson	21
Hreinsistöðvar með snúningsdiskum í Borgarfirði	
Íris Þórarinsdóttir og Guðmundur Brynjúlfsson	25
Fjögurra þrepa hreinsivirki frá Bólholti ehf	
Óskar Bjarnason	36
Hreinsistöðvar á Borg og Flúðum	
Börkur Brynjarsson og Hannibal Kjartansson	40
Endalausar hreinsilotur	
Ketill Hallgrímsson	44
Tilbúið votlendi á Sólheimum, Grímsnesi	
Guðmundur Ármann Pétursson	60

Hluti 3: Eftirlit með líffræðilegri skólphreinsun

Eftirlit með hreinsivirkni líffræðilegra skólphreinsistöðva á Suðurlandi	
Birgir Þórðarson, HRUND Ó. ANDRADÓTTIR og TRYGGVI ÞÓRÐARSON	64
Ávinningur líffræðilegrar skólphreinsunar- Eyvindará sem viðtaki skólps	
Árni Kristinsson og Helga Hreinsdóttir	71

Útdráttur

Hrund Ó. Andradóttir¹ og Íris Þórarinsdóttir²

¹ Umhverfis- og byggingarverkfræðideild, Háskóla Íslands, Reykjavík, netfang: hrund@hi.is

² Orkuveitu Reykjavíkur, netfang: iris.thorarinsdottir@or.is.

Inngangur

Hér á eftir er gerð stuttlega grein fyrir inntaki erinda og umræða á málþingi Vatns- og Fráveitufélags Íslands „Líffræðileg hreinsun skólps á Íslandi“. Frummælendur voru Magnús Jóhannesson, ráðuneytisstjóri hjá umhverfis- og auðlindaráðuneytinu; Tryggvi Þórðarson, sérfræðingur hjá Umhverfisstofnun; HRund Ólöf Andradóttir, dósent við Háskóla Íslands; Guðmundur F. Baldursson, skipulags- og byggingarfulltrúi, Hveragerðisbæ; Íris Þórarinsdóttir, fagstjóri fráveitu, og Guðmundur Brynjúlfsson, svæðisstjóri, Orkuveitu Reykjavíkur; Óskar Bjarnason, Bólholti; Börkur Brynjarsson, framkvæmda- og veitustjóri, Grímsnes- og Grafningshreppi; Ketill Hallgrímsson, umsjónarmaður vatnshreinsivirkis, Alcoa í Reyðarfirði; Guðmundur Ármann Pétursson, framkvæmdastjóri, Sólheimum í Grímsnesi; Árni Kristinsson, varaformaður Heilbrigðisnefndar Austurlandssvæðis. Í panel sátu Gunnar Steinn Jónsson, fagstjóri upplýsinga- og fræðsluviðs, Umhverfisstofnun; Birgir Þórðarson, heilbrigðisfulltrúi, Heilbrigðiseftirliti Suðurlands; Brynjólfur Björnsson, fagstjóri veitna, Mannviti. Fundarstjóri var Reynir Sævarsson, byggingarverkfræðingur hjá Eflu. Nánari upplýsingar verða birtar í ráðstefnuriti á vefsíðunni www.vafri.hi.is innan skamms.

Stefnur og regluverk

Regluverk í fráveitumálum var eitt fyrsta verk nýstofnaðs umhverfisráðuneytis fyrir rúnum tveimur áratugum. Umbætur á fráveitukerfum fór fram á árunum 1995-2005, sem voru styrktar að hluta af ríkinu. Undanfarin ár hefur hins vegar hægst á úrbótum. Skv. reglugerð nr. 798/1999 eiga minni bæjarfélög sem losa í ferskvatn eða strandsjó að vera með „viðunandi hreinsun“, sem skilgreind er sem hreinsun með viðurkenndum hreinsibúnaði svo að gæðamarkmiðum sé náð. Þetta getur verið grófhreinsun, eins þreps hreinsun, tveggja þrepa hreinsun eða frekari hreinsun, allt eftir viðtaka og ákvæðum sem við eiga. Staðan í dag er sú að 75% íbúa landsins hafi skólphreinsun.

Íslendingar byggja afkomu sína á framleiðslu matvæla og ein mikilvægasta auðlindin er í hafinu. Þá fer ferðaþjónusta og ýmis heilsutengd atvinnuuppbygging ört vaxandi. Því telur umhverfis- og auðlindaráðuneytið mikilvægt að fráveitur standist ströngustu kröfur og mengi ekki viðtaka. Tímabært er að endurskoða reglugerð um fráveitur og skólþ frá árinu 1999, sér í lagi að skýra kröfur, bæta við upplýsingum og bæta skráningu.

Hefðbundin líffræðileg hreinsitækni

Fyrsta hreinsun fer fram með afl- og efnafræðilegum aðferðum. Botnfellanleg efni eru fjarlægð með ristum, sand- og fitugildrum, og/eða setþró. Þar á eftir tekur við líffræðileg hreinsun, sem fer fram fyrir tilstuðlan örvera sem nýta sér lífræn efni í skólpi sem orkugjafa. Eftir að örverur hafa vaxið og brotið niður lífræna efnið í skólpinu, er þeim safnað saman í eftirfellingartanki sem seyrur. Tvær megingerðir eru til, þar sem annars vegar örverurnar lifa í sviflausn í loftuðum tanki og hins vegar á föstum flötum, eins og snúningsdiskum, stein- og plastefnum. Hér á Íslandi er búið að prófa mismunandi útfærslur af báðum gerðum. Stöðvar frá Bólholti ehf hafa verið reistar bæði á Suður- og Austurlandi. Þær byggja á „activated sludge“ aðferðinni, þar sem hlutfalli örvera á móti lífrænu efni í gerjunartankinum er viðhaldið með því að dæla til baka hluta af seyrinni sem fellur til í seinni setþró. Á byggingartíma álvers á Reyðarfirði var keypt kanadísk stöð sem byggði á líkri tækni, nema hvað í gerjunartankinum fór fram bæði fram loftun og felling, þannig að ekki var nauðsynlegt að vera með sérstakt eftirfellikeyr né örvað bakstreymi af seyrur. Í Hveragerði hefur verið starfrækt stöð sl. 20 ár sem byggir á Kaldnes tækni, þar sem örverur lifa á hjólum í loftblendingartanki. Í Borgarfirði hefur Orkuveita Reykjavíkur nýlega reist stöðvar þar sem örverur búa á snúningshjólum sem eru á víxl á kafi í vatni þar sem örverurnar fá næringu og í lofti þar sem örverur fá súrefni. Á Hvolsvelli er starfrækt stöð með hripsú.

Fækkun örvera í útrennsli

Síðasta skref í hreinsun skólps áður er að fækka örverum í útrennsli. Á Íslandi er þetta útfært í formi sitursúu, sem síar út gerla. Einnig eru notuð útfjólublá ljós og náttúrulegar tjarnir. Á Borg í Grímsnesi er frárennsli af klórblandað vatni frá sundlaug nýtt til að drepa gerla. Á stöðum þar sem mældur gerlastyrkur í viðtaka er í samræmi við kröfur reglugerðar, þá er síðasta sótthreinsi skrefinu oft sleppt og þannig sparast rekstrarkostnaður.

Seyrumeðhöndlun

Seyran sem fellur til í hreinsiprepum skólphreinsistöðva er geymd í seyrugám áður en henni er fargað á viðeigandi hátt. Í Hveragerði og fyrir byggingu álvers á Reyðarfirði fer einnig fram afvötnun. Í Hveragerði fer seyrn t.d. fyrst í seyrubýkkjara þar sem hún afvatnast að hluta til, síðan er Pólimerdufti blandað saman við til þess að skilja vökvann frá þurrefninu, og að lokum er hún sett í skilvindu. Frekari meðhöndlun fer fram á seyrinni í Hveragerði, þar sem hún er verkuð í sérstökum seyrubeðum í 3-4 ár og eftir það nýtt sem áburður í skógrækt. Á Norðurlandi er dæmi um að seyra sé kölluð, látin gerjast í þró á þremur árum og notuð til uppgræðslu. En að öðru leyti er seyrur yfirleitt fargað án nýtingar. Mikil umræða skapaðist á þinginu um seyrumeðhöndlun og hvort ekki væri hægt að nýta hana í frekari mæli í framtíðinni. Sér í lagi er seyrn frá líffræðilega hreinsiprepinu vel til fallin til nýtingar vegna hás lífræns magns, ólíkt seyrinni frá fyrsta stigs hreinsun sem inniheldur aðskotahluta og sand. Einnig var rætt um hvort megi slaka á kröfum á seyrur úr rotþró sem er ólíkleg að innihalda hættuleg efni, þannig að léttara sé að nýta hana. Þá var rætt að seyra er mikið nýtt í Þýskalandi og rannsóknir þar hafi verið að benda til þess að magn þungmálma í seyrur sé að lækka.

Hönnun og bygging

Ýmsir örðugleikar geta komið fram á hönnunar- og byggingarstigi. Fyrir það fyrsta þarf að meta magn lífræns skólps. Á Reyðarfirði var uppspretta skólps frá einsleitum hópi verkamanna. Efnasamsetning slíks skólps er ekki sú sama og í blönduðu samfélagi og var erfitt að meta fyrirfram hönnunarálag stöðvarinnar. Annað sem þarf að huga að er reyna að aðskilja eftir fremsta megni skólps frá regn- og hitaveituvatni. Svo þarf að dæla vatninu á einn stað, eða ella að byggja skólphreinsistöðvar fyrir megin útföll bæjarfélags eins og á Egilsstöðum.

Vanda þarf niðursetningu á hreinsistöðvum og taka tillit til aðstæðna á byggingarstað. Stöðvar eru oft byggðar á forhönnuðum einingum sem þarf að grafa fyrir djúpt niður í jörðu. Mikilvægt að fylla einingarnar strax af vatni til þess að minnka uppdrifskraft þeirra, sem getur leitt til að þær skekkist og færast til.

Rekstur og eftirlit

Sameiginlegt rekstrarvandmál margra stöðva á Íslandi á rætur að rekja til hönnunar. Þær stöðvar sem byggðar voru á góðæristímum gerðu allar ráð fyrir mikilli fólksfjölgun. Stöðvarnar eru því yfirhannaðar miðað við núverandi álag. En einnig eru dæmi um að stöðvar hafi verið vanhannaðar þannig að óhreinsuðu skólpi sé reglulega beint um yfirfall fram hjá hreinsistöð. Slíkar aðstæður geta torveldað að stöðvar uppfylli ákvæði reglugerða um hreinsun og losunarmörk í viðtaka.

Örverugróður er viðkvæmur. Þannig hafa olíuskot frá iðnaði drepit allan örverugróðurinn. Örverugróðurinn er mjög háður rafmagni, sem knýr loftdælingu í loftblendingarþró og snýr við snúningsdiskum og tryggir þannig aðgang örvera að súrefni. Dæmi er um að rafmagnsbilun hafi komið ójafnvægi á örverugróðurinn. Það getur tekið meira en viku að ná aftur upp örverugróðri og fullri hreinsivirkni.

Önnur vandamál sem hafa komið upp eru lyktarvandamál, sem nánast alltaf eru tengd geymslu á seyru, og aðskotahlutir eins og handþurrkur, sem leysast illa upp í vatni, hafa stíflað inntök, dælur og ristar. Því er mikilvægt að hvetja alla upplýsa vel íbúa um hvað megi fara í klósett og hvað ekki. Á Reyðarfirði voru þessi vandamál leyst með því að setja upp mjög öfluga kvörn og lofthreinsibúnað.

Tilbúin votlendi fyrir dreifbýli

Nýjar stefnur fyrir dreifbýli og minni bæjarfélög eru að byggja tilbúin votlendi. Kostir slíkra náttúrulegra lausna eru minni stofn- og rekstarkostnaður, og þær falla vel í náttúrulegt umhverfi. Á Íslandi hefur eitt votlendi verið byggt sem er staðsett á Sólheimum á Grímsnesi. Hreinsunin í þessu votlendi fer fram með upptöku plantna og jarðvegssíun. Settir voru upp fjórir tilraunareitir með mismunandi gerðir af plöntum og jarðvegi. Enginn merkjanlegur munur var á hreinsivirkni mismunandi reita. Engin lykt var að þessum rekstri, en votlendið fór illa í suðurlandsskjálftunum.

Ávarp ráðuneytisstjóra, umhverfis- og auðlindaráðuneytið

Magnús Jóhannesson

Ráðuneytisstjóri, umhverfis- og auðlindaráðuneytið, netfang: magnus.johannesson@uar.is.

Ágætu málþings gestir,

Mér er það sönn ánægja að ávarpa ykkur hér í upphafi þessa merka málþings um líffræðilega hreinsun skólps og ég vil í upphafi flytja kveðjur Svandísar Svavarsdóttur umhverfis- og auðlindaráðherra sem hafði ekki tök á því að vera með ykkur hér við upphaf málþingsins. Líffræðileg hreinsun skólps er að jafnaði lokastig hreinsunar og því sú hreinsun sem krafist er að jafnaði þar sem umhverfið er viðkvæmt og viðtaki fráveitu krefst þess. Í henni felst umhverfislegur metnaður sem víst er að mun verða kallað eftir í auknum mæli í framtíðinni. Hér í dag á að ræða um stöðu líffræðilegrar hreinsunar á Íslandi, fræðin á bak við líffræðilega hreinsun skólps og hvaða ávinningur gæti verið fyrir okkur af líffræðilegri hreinsun, en einnig á að kynna tæknilausnir sem innleiddar hafa verið hér á landi og ræða um hvernig til hefur tekist.

Þetta eru allt mikilvæg umfjöllunarefni því að skólp sem er ekki rétt meðhöndlað mengar vatn og jarðveg og getur verið hættulegt heilsu. Það skiptir því miklu máli að við stöndum sem best að hreinsun skólps hér á landi.

Eitt af fyrstu verkefnum sem ráðist var í þegar umhverfisráðuneytið tók til starfa fyrir rúmum tveimur áratugum var að gera úttekt á ástandi fráveitumála. Vegna aðildar okkar að EES samningnum var tilskipun ESB um hreinsun skólps frá þéttbýli innleidd í íslenska löggjöf í byrjun árs 1994 og í framhaldinu árið 1995 voru sett lög um stuðning ríkisins við fráveituframkvæmdir sveitarfélaga. Þessi stuðningur var hugsaður sem hvati fyrir sveitarfélögin að hefjast handa um fráveituframkvæmdir og var ákveðinn til 10 ára, en síðar framlengdur um þrjú ár. Ötullega var unnið að framkvæmdum í fráveitumálum víðast hvar á landinu með það að markmiði að þeim yrði lokið í árslok 2005.

Á þeim þrettán árum sem styrkir voru veittir námu styrkveitingar 15-30% af framkvæmdakostnaðir sveitarfélaga í fráveitumálum og við lok þessa tímabils var áætlað að um yfir 70% landsmanna byggju við viðunandi aðstæður í fráveitumálum. Þetta er góður árangur en segir ekki alla söguna þar sem stærstu framkvæmdirnar hafa verið á höfuðborgarsvæðinu og í næsta nágrenni þar sem mannfjöldinn er mestur.

Undanfarið hafa úrbætur í fráveitumálum gengið hægt og víða er enn mikið verk óunnið, ekki hvað síst inni í landi og í dreifbýli. Mikilvægt er að áfram verði haldið í að bæta meðhöndlun skólps á þeim svæðum þar sem lítið hefur gerst. Við þurfum að hafa það í huga að við Íslendingar byggjum afkomu okkar að miklu leyti á framleiðslu matvæla og ein mikilvægasta auðlind okkar er hafið. Þá er ferðaþjónusta vaxandi þáttur atvinnulífs og ýmis heilsutengd atvinnuuppbygging er að aukast. Það er því einkar mikilvægt að fráveitumál séu í lagi og vandað sé til þeirra þannig að fráveitur standist ströngustu kröfur og mengi ekki viðtaka. Í þessu sambandi langar mig til að nefna að nýlega heimsótti ég verksmiðju Coke á Íslandi og komst að raun um mér til nokkurrar undrunar að þar er starfrækt mjög afkastamikil

verksmiðja fyrir lífræna hreinsun á skólpi. Starfræksla þessarar verksmiðju mun vera til komin vegna krafna frá móðurfyrirtæki erlendis.

Árið 2009 voru sett lög um uppbyggingu og rekstur fráveitna. Markmið laganna er m.a. að afmarka skyldur sveitarfélaga hvað varðar fráveitumál og fráveituframkvæmdir, tryggja uppbyggingu og starfrækslu fráveitna þannig að frárennsli valdi sem minnstum óæskilegum áhrifum á umhverfið og stuðla að hagkvæmni í uppbyggingu og starfrækslu fráveitna. Í lögnum er kveðið á um að sveitarfélag beri ábyrgð á uppbyggingu fráveitna í sveitarfélaginu. Kveðið er á um að í þéttbýli skuli sveitarfélag koma á fót og starfrækja sameiginlega fráveitu og utan þéttbýlis þar sem fjöldi húsa er u.þ.b. 20 á hverja 10 ha og/eða atvinnustarfsemi felur í sér losun sem nemur u.þ.b. 50 persónueiningum eða meira á hverja 10 ha skuli sveitarfélagið sjá til þess að skólpi sé safnað á kerfisbundinn hátt með safnkerfi, stofnlögnum og sameiginlegu hreinsivirki.

Hinn 1. september sl. voru ráðuneytinu falin ný verkefni varðandi nýtingu auðlinda um leið og nýtt umhverfis- og auðlindaráðuneyti tók til starfa. Með nýju skipuriti sem tók gildi á sama tíma verður starf varðandi vatns- og fráveitumál m.a. eftt á nýrri skrifstofu hafs, vatns og loftlags. Ljóst er ýmis verkefni liggja fyrir. Tímabært ertil dæmis að endurskoða reglugerð um fráveitur og skólp frá árinu 1999. Reglugerðin þykir flókin og því er mikilvægt að endurskoða hana og setja upp á skýrari hátt. Þá eru upplýsingar um fráveitur gloppóttar og af skornum skammti og þarf koma þeim í betra horf og bæta skráningu.

Kæru málþingsgestir.

Líffræðileg hreinsun skólps er nauðsynleg þar sem viðtaki er viðkvæmur og þakkarvert að Vatns- og fráveitufélag Íslands leggi sitt af mörkum til að efla þekkingu á þessu sviði hér á landi. Ýmis reynsla er til hér á landi og verður áhugavert að fylgjast með umræðum hér í dag.

Ég vænti þess að ráðstefnan verði árangursrík og fróðleg og geti orðið skref í þá átt að bæta fráveitumál hér á landi.

Ég segi ráðstefnuna setta.

Staða fráveitumála á Íslandi

Tryggvi Þórðarson

Sérfræðingur, Umhverfisstofnun, netfang: tryggvi.thordarson@umhverfisstofnun.is.

Löggjöf

Reglur um fráveitumál byggjast á ákvæðum laga nr. 9/2009 um uppbyggingu og rekstur fráveitna og reglugerðar nr. 798/1999 um fráveitur og skólþ sem sett er samkvæmt lögum nr. 7/1998, um hollustuhætti og mengunarvarnir og lögum nr. 32/1986 um varnir gegn mengun sjávar. Íslensk löggjöf um fráveitumál er að mestu svipuð hjá ríkjum ESB (Urban Waste Water Treatment Directive). Þó eru einstaka séríslensk ákvæði, s.s. um frágang útrása og umhverfismörk fyrir saurbakteríur.

Lög um uppbyggingu og rekstur fráveitna taka m.a. á almennum þáttum varðandi hlutverk og ábyrgð auk annarra atriða sem sérstök ákvæði þurfa að ná yfir. Þau taka m.a. til aðstæðna sem reglugerð nr. 798/1999 fjallar ekki nægilega ítarlega um og um kröfur í dreifbýli og í þéttbýli undir 2.000 þe¹. Þar er einnig kveðið á um að ofanvatn og skólþ skuli aðgreina í fráveitulögnum nema annað sé heimilað en slíkt tryggir hagkvæma hreinsun skólpsins.

Ákvæði um fráveitur

Í lögum um uppbyggingu og rekstur fráveitna er þéttbýli skilgreint sem þyrping húsa þar sem búa a.m.k. 50 manns og fjarlægð milli húsa fer að jafnaði ekki yfir 200 metra (lög nr. 9/2009). Þéttbýli er ekki skilgreint sérstaklega í reglugerð um fráveitur og skólþ en sérstakar kröfur hennar miðast hinsvegar aðeins við þéttbýlissvæði sem losa meira en 2.000 þe en aðeins almenn ákvæði ná til dreifbýlis og þéttbýlis undir þeim mörkum. Undir þeim mörkum á þó hreinsun að vera viðunandi og taka ákvæði laga um uppbyggingu og rekstur fráveitna m.a. á því hvaða fyrirkomulag skal gilda í þeim tilvikum.

Sveitarfélög skulu koma á almenning fráveitum í þéttbýli þar sem eru fleiri en 50 manns. Þau skulu auk þess sjá til þess að skólþi sé safnað á kerfisbundinn hátt í dreifbýli þar sem fjöldi húsa er 20 eða meira á hverja 10 ha og/eða atvinnustarfsemi (<50 þe/10ha). Þar skal vera safnkerfi, stofnlagnir og sameiginleg hreinsivirki.

¹ Þe er skammstöfum á orðinu persónueining sem er það magn BOD (Biochemical Oxygen Demand) sem einn maður lætur frá sér á sólarhring. Þegar upplýsingar um þe fyrir BOD eru ekki fyrir hendi er þess í stað notast við þe fyrir COD (Chemical Oxygen Demand) ef magn þess er þekkt. Bæði BOD og COD eru mælikvarði á lífrænt efni, BOD á auðniðurbrotanlegt lífrænt efni en COD allt lífrænt efni. Styrkur þessara þátta er gefinn sem mg súrefnis á lítra (mg O₂/l).

Losun sameiginlegra fráveitna

Samantekt sú sem hér er gefin byggir m.a. á gögnum frá heilbrigðisnefndum sveitarfélaga í tengslum við gerð stöðuskýrslu um meðferð skólps fyrir árið 2010.

Yfirlit yfir þéttbýlissvæði sem losa 2.000 pe eða meira er gefið í töflu 1. Lang mest skólpmagn er losað á höfuðborgarsvæðinu en á sumum minnstu stöðunum er hinsvegar stundum hlutfallslega mikil losun, t.d. Hólmavík þar sem heildarlosun í sameiginlega fráveitu er um 70-föld á við íbúafjölda og Þórshöfn þar sem hún er um 40-föld.

Tafla 1. Þéttbýlissvæði með yfir 2000 pe losun skólps í almenningsfráveitur árið 2010.

Þéttbýlissvæði	Íbúafjöldi	Losun í pe. (BOD/COD) ²
Höfuðborgarsvæðið	201.310	560.846
Akureyri	17.465	50.000
Hólmavík	380	27.880
Grindavík	5.468	24.946
Selfoss	6.503	16.000
Þórshöfn	387	15.655
Blönduós (5 útr)	836	15.636
Ísafjörður	2.184	15.090
Vestmannaeyjar	4.150	15.000
Reykjanesbær utan Hafna (4 útr)	13.801	13.972
Húsavík	2.248	12.184
Akranes (2 útr)	6.585	9.953
Garður	1.483	9.589
Dalvík	1.439	8.700
Eskifjörður	1.066	6.701
Grundarfjörður (5 útr)	835	6.485
Sauðárkrókur (11 útr)	2.646	6.089
Hnífsdalur	218	6.012
Sandgerði	1.710	5.797
Bolungarvík	859	5.183
Þorlákshöfn	1.557	5.000
Hveragerði	2.307	5.000
Hvammstangi	582	4.883
Stykkishólmur (12 útr)	1.108	2.668
Hella	783	2.500
Hvolsvöllur	849	2.500
Suðureyri	269	2.407
Ólafsvík (3 útr)	989	2.304
Egilsstaðir	2.289	2.289
Samtals	282.306	861.269

² Fyrir hreinsun.

Nauðsynlegt er að afla ítarlegri grunnupplýsinga áður en nákvæmlega er hægt að meta hvaða þéttbýlissvæði það eru sem losa yfir 2.000 pe. Ekki er útilokað að þéttbýlissvæðunum á þessum lista eigi eftir að fjölga þegar betri gögn liggja fyrir. Í gögnunum sem tafla 1 byggir á á í sumum tilvikum eftir að meta fjölda pe hjá fyrirtækjum (aðeins íbúafjöldi þekktur) og stundum eru ekki tæmandi upplýsingar um hvaða starfsemi er tengd inn á almenningsfráveitu en eingöngu ber að telja slík fyrirtæki með þegar losun úr almenningsfráveitum er metin. Fjöldi persónueininga fyrir starfsemi eins og fiskvinnslu er oftast metinn með reiknistuðlum sem gefa í sumum tilvikum ónákvæma niðurstöðu. Samkvæmt núverandi gögnum eru þéttbýlissvæði sem losa meira en 2.000 pe 29 að tölu.

Flokkun viðtaka

Í reglugerð nr. 798/1999 eru gerðir viðtaka skilgreindar. Þeir eru ýmist venjulegir, viðkvæmir eða síður viðkvæmir viðtakar. Sveitarfélög gera tillögu að skilgreiningu viðtaka en Umhverfisstofnun metur gögn og staðfestir skilgreininguna. Hana skal síðan endurskoða á fjögurra ára fresti. Strandsjór við Ísland er jafnan metinn síður viðkvæmur. Á mótí er ekki gert ráð fyrir síður viðkvæmum viðtökum meðal áa og vatna.

Kröfur um hreinsun

Fyrir þéttbýli með >2.000 pe losun í ferskvatn og >10.000 pe losun í strandsjó skal vera eins þreps hreinsun eða meira þegar viðtaki er síður viðkvæmur, tveggja þrepa þegar viðtaki er venjulegur og frekari/ítarlegri hreinsun en tveggja þrepa þegar viðtaki er viðkvæmur (Tafla 2).

Tafla 2. Meginkröfur um hreinsun skólps

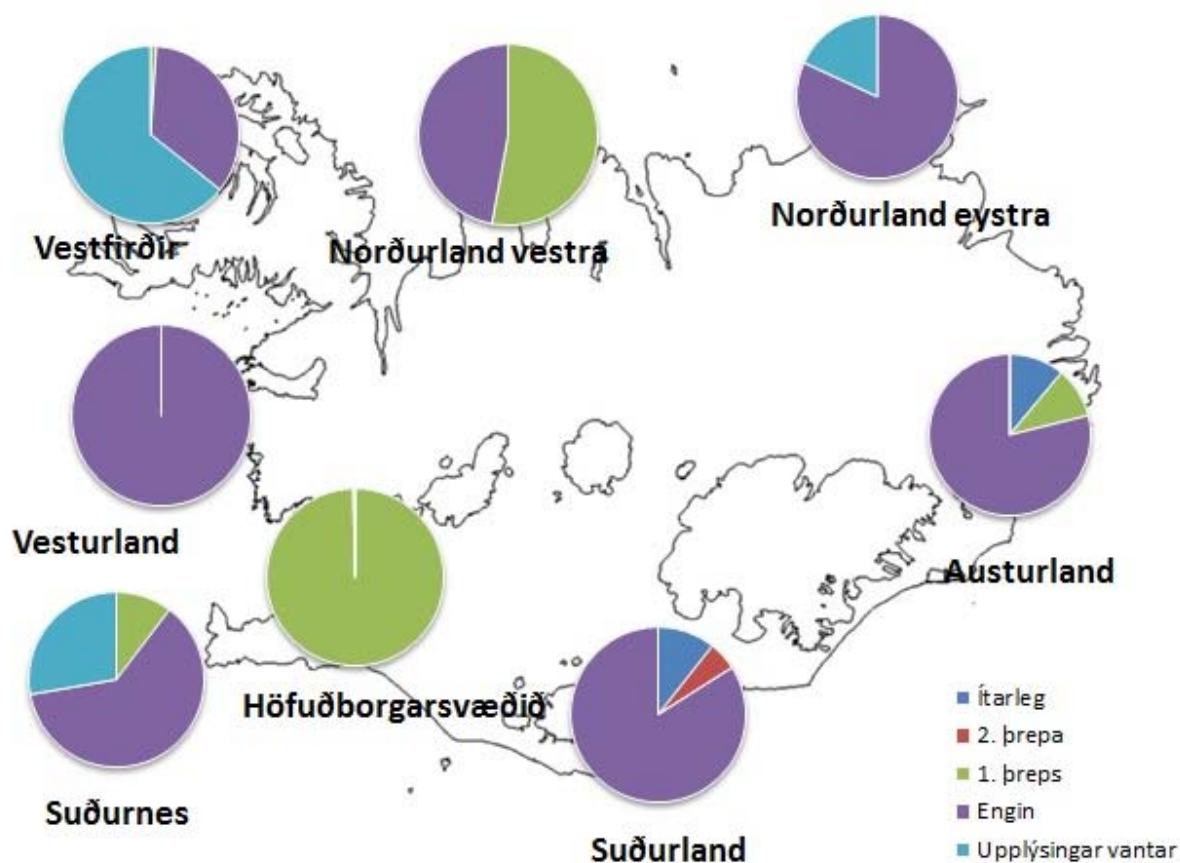


Hugtakið viðunandi hreinsun er notað um hreinsun skólps með viðurkenndum hreinsibúnaði í samræmi við ákvæði reglugerðar um fráveitur og skólþ svo að gæðamarkmiðum fyrir viðtaka sé náð. Í reglugerðinni eru gefin svofelld gæðamarkmið fyrir viðtaka: Við útrásir þar sem

fráveituvatn er leitt í viðtaka má hvergi vera set eða útfellingar, þekjur af rotverum (bakteríur og sveppir), olía eða froða, sorp eða aðrir aðskotahlutir og efni sem veldur óþægilegri lykt, lit eða gruggi. Hæpið er talið að uppfylla megi gæðamarkmið reglugerðarinnar án forhreinsunar, sérstaklega ekki markmiðið um að hvergi megi vera sorp eða aðrir aðskotahlutir við útrás.

Yfirlit yfir hreinsun skólps í almenningsfráveitum í þéttbýli (>500 pe) 2010 er sýnt á mynd 1. Í töflu 3 er sýndur íbúafjöldi og skólpmagn í almenningsfráveitum í þéttbýli (>500 pe) sömu svæða.

Best var ástand skólpmála á höfuðborgarsvæðinu þar sem allt skólps, annað en frá hluta Seltjarnarness, var hreinsað í samræmi við kröfur um skólphreinsun. Næst best var það á Norðurlandi vestra en þar munar mestu að frárennsli ullapvottarstöðvar á Blönduósi sem losar rúmlega helming alls lífræns efnis sem losað er í almenningsveitur á svæðinu en losun stöðvarinnar var lauslega metin 15.000 pe. og fer frárennslið í almenningsfráveitu með 1 þreps hreinsivirki og losun í sjó.



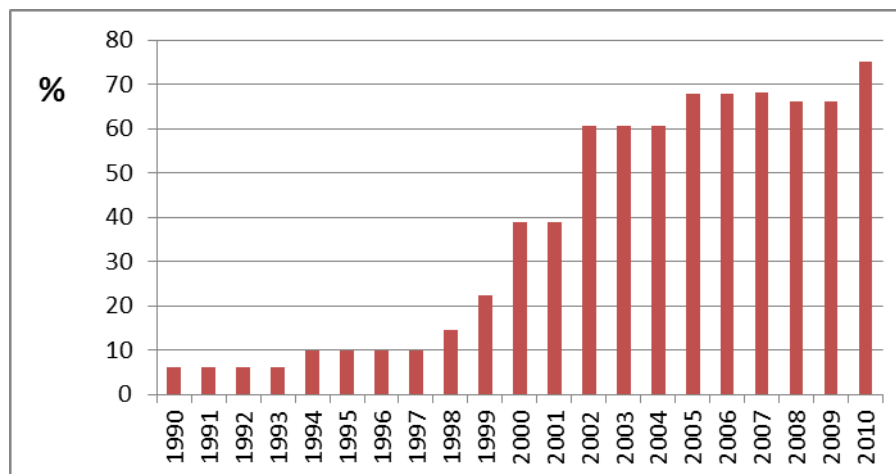
Mynd 1. Yfirlit yfir skólphreinsun sameiginlegra fráveitna þéttbýlissvæða >500 pe flokkað eftir svæðum heilbrigðisnefnda sveitarfélaga.

Tafla 3. Íbúafjöldi og fjöldi persónueininga í almenningssvæðum á einstökum eftirlitssvæðum.

Svæði	Íbúar	Pe
Höfuðborgarsvæðið	201.310	563.023
Norðurland eystra	21.539	86.539
Vestfirðir	5.726	58.805
Suðurnes	23.668	55.510
Suðurland	16.715	46.900
Norðurland vestra	6.633	29.177
Vesturland	11.320	23.360
Austurland	9.439	15.555

Uppbygging fráveitna á Íslandi

Á milli 1997 og 2002 hefur orðið hröð uppbygging fráveitna og hreinsistöðva á landinu (mynd 2). Munar þar mestu um úrbætur á höfuðborgarsvæðinu. Síðan hefur hægt á eins og sést á myndinni.



Mynd 2. Hlutfall íbúa á Íslandi með skólphreinsun.

Meðal forsendna fyrir þeim niðurstöðum sem myndin sýnir er að 2010 hafi öll hús í byggðarlögum með <500 pe (þéttbýli eða dreifbýli) tengst fráveitu eða haft rotþró og/eða siturlögn og uppfyllt allar kröfur. Þetta er sennilega ekki í öllum tilvikum alveg rétt en á meðan upplýsingar um stöðuna liggja ekki fyrir er gengið út frá þessu.

Kröfur til tveggja þrepa hreinsunar

Líffræðileg hreinsun er venjulega sérstakt þrep eftir forhreinsun og botnfellingu, þ.e. annað þrep hreinsunar. Kröfur til 2 þrepa hreinsunar eru sýndar í töflu 4 (hámarksstyrkur eða lágmarkshreinsivirkni).

Tafla 4. Kröfur til 2 þrepa hreinsunar.

Mælipættir	Hámarksstyrkur	Lágmarkslækkun (%) ¹⁾
Lífefnafræðileg súrefnisþörf (BOD ₅) ²⁾	25 mg/l O ₂	70 til 90
Efnafræðileg súrefnisþörf (COD)	125 mg/l O ₂	75
Heildarmagn svifagna (TSS)	35 mg/l ³⁾	90 ³⁾

1) Lækkun miðað við styrk aðveituskólps.

2) Nota má annan mælipátt í stað þessa: heildarmagn lífræns kolefnis í vatninu (TOC) eða heildarsúrefnisþörf (TOD) ef hægt er að sýna fram á tengsl milli BOD₅ og þáttarins sem kemur í staðinn.

3) Þessi krafa er valfrjáls.

Kröfurnar eru ekki miðaðar við meðaltöl heldur þarf ákveðið hlutfall sýna að standast þessar kröfur. Aðeins er nauðsynlegt að annar þessara þátta sé í lagi, þ.e. að styrkur hreinsaðs skólps sé annað hvort jafn eða undir hámarksstyrknum eða að hreinsun skólpsins sé jöfn eða yfir mörkum um lágmarkshreinsigetu.

Hreinsistöðvum með lífrænt þrep fer fjölgandi hér á landi. Í 5. töflu er yfirlit yfir líffræðilega hreinsun á þéttbýlissvæðum sem losa >2000 pe í sameiginlega fráveitu. Auk þess eru þó nokkrar líffræðilegar stöðvar í notkun fyrir smærri þéttbýli inn til landsins.

Tafla 5. Þéttbýlisstaðir >2.000 pe sem losa skólp í ferskvatn og nota líffræðilega hreinsun.

Þéttbýlissvæði	Íbúafjöldi	Losun í pe (COD/BOD)	Lífræn hreinsun	Tækni
Selfoss	6.503	16.000	Já fyrir iðnað	MBBR ¹⁾
Hveragerði	2.307	5.000	Já	Kaldnes MBBR ¹⁾
Hvolsvöllur	849	2.500	Já	Hripsía
Egilsstaðir	2.289	2.289	Já	Bólholt stöðvar

1) Moving Bed Biofilm Reactor

Niðurlag

Sveitarfélög bera ábyrgð á uppbyggingu fráveitna, bæði eigin fráveitna og annarra, t.d. í sumarhúsaahverfum. Heilbrigðisnefndir sveitarfélaga veita starfsleyfi vegna fráveitu- og hreinsibúnaðar og hafa eftirlit með fráveitum og rekstri þeirra en Umhverfisstofnun hefur yfirumsjón með eftirlitinu.

Þótt langflestir Íslendingar búi við skólphreinsun sem stenst kröfur laga og reglugerðar vantar enn nokkuð upp á það árið 2010 á flestum þéttbýlissvæðum (>500 pe) á landinu. Þótt innheimt hafi verið fráveitugjöld hafa framkvæmdir ekki verið í samræmi við þörfina og þær kröfur sem gerðar eru. Ljósi punkturinn er að ástand þessara mála fer batnandi þótt hraði framkvæmda sé of hægur. Áhyggjuefni er hinsvegar að sumstaðar virðist litlar sem engar úrbætur í gangi.

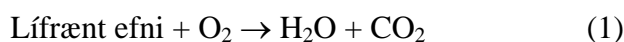
Fræðin og tæknin á bak við líffræðilega skólphreinsun

Hrund Ólöf Andradóttir

Umhverfis- og byggingarverkfræðideild, Verkfræði- og náttúruvísindasvið, Háskóla Íslands, Reykjavík, netfang: hrund@hi.is.

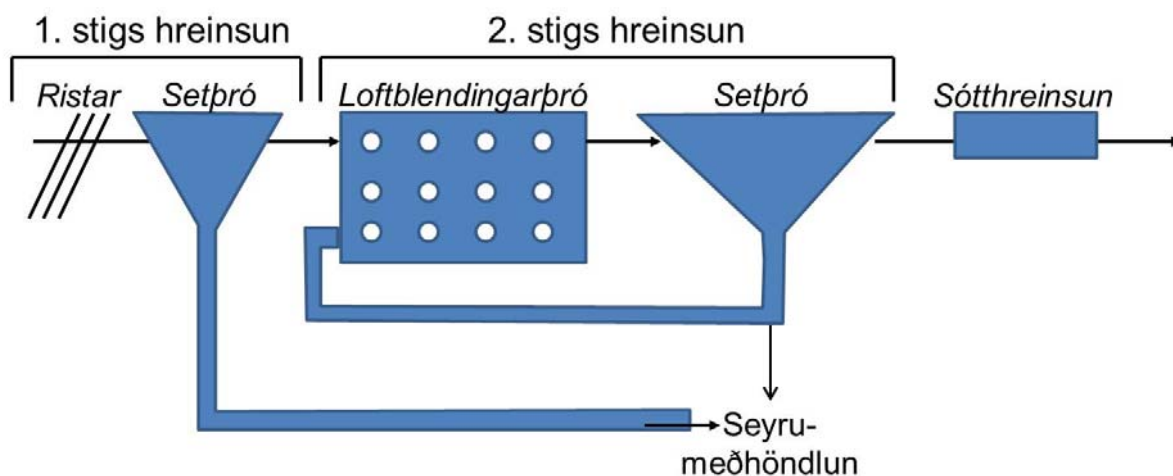
Inngangur

Skólp inniheldur mikið magn lífrænna efna, næringarefna og sjúkdómsvaldandi örvera. Til að vernda vatnavistkerfi og drykkjarvatn, eru skólphreinsistöðvar byggðar. Hreinsunin fer fram í mismunandi þrepum (sjá mynd 1). Í fyrsta þrepinu er eðlis- og efnafræðilegum aðferðum, eins og ristum, sand- og fituskiljum, og settönkum, beitt til þess að fjarlægja fasta og botnfellanlega hluti úr skólpinu. Eftir þetta hreinsiskref hafa 50-60% af svifögnum verið fjarlægðar. Hins vegar er enn meginþorri (70%) af líffræðilega niðurbjótanlegum efnum eftir í skólpinu. Slík efni brotna niður fyrir tilstuðlan loftháðra örvera og geta því dregið úr súrefnisinnihaldi vatns, þ.e.



Styrkleiki þessarar mengunar er metinn í lífefnafræðilegri súrefnisþörf, skammstafað BOD (e. Biochemical Oxygen Demand), sem lýsir mögulegri súrefnisupptöku við niðurbrot örvera sem finnast í vatninu.

Til að draga úr vatnavistfræðilegri hættu af völdum lífrænna efna, er líffræðilegu þrepi bætt við stöðvarnar. Kjarninn í þessu þrepi eru örverur sem nýta lífræna efnið sem orkugjafa (sjá jöfnu 1). Með slíkum bruna næst allt að 90% hreinsun á líffræðilega niðurbjótanlegu efni (BOD_5) og svifögnum (TSS). Ef hætta er á ofauðgun og þörungablóma, er þriðja hreinsiskrefinu bætt semlækka magn næringarefna niturs og fosfórs í vatninu. Lokaskrefið í skólphreinsistöðvum er iðulega sótthreinsun, þar sem saurgetlar eru fjarlægðir með útfjólubláu ljósi, klórun, óson eða jarðvegssíun.



Mynd 1. Yfirlitsmynd af dæmigerðri tveggja þrepa skólphreinsistöð, með örverum í sviflausn.

Örverur í sviflausn

Til eru tvær megin gerðir af líffræðilegri hreinsun. Í þeirri fyrri lifa örverur í sviflausn í loftblendingarþró (sjá mynd 1). Lofti er dælt inn í tankinn neðanverðan til að tryggja nægt aðgengi örvera bæði að súrefni og lífrænum efnum úr skólpinu, þannig að lífrænt niðurbrot geti átt sér stað (sbr. jöfnu 1). Þegar örverurnar hafa stækkað og mynda flokka, er þeim beint í annars stigs setþró þar sem þær falla niður til botns og er safnað saman sem seyru. Þessi tveggja tanka aðferð heitir *seyrublöndunaraðferð* (e. Activated Sludge Method), sem dregur nafn sitt af bakstreymi örvaðrar seyru aftur í loftblendingarþró til að viðhalda nægri örveruflóru á móts við lífræn efni í skólpinu (e. Food to Microorganism Ratio). Helsta hönnunarforsenda fyrir stærðarákvörðun loftblendingarþróar er lífrænt álag, sem er margfeldi af BOD_5 gildi skólps og rennslis hraða þess inn í þróna. Stærð setþróar ákvarðast að mestu af rúmálági stöðvarinnar (l/s).

Áfastar örverur

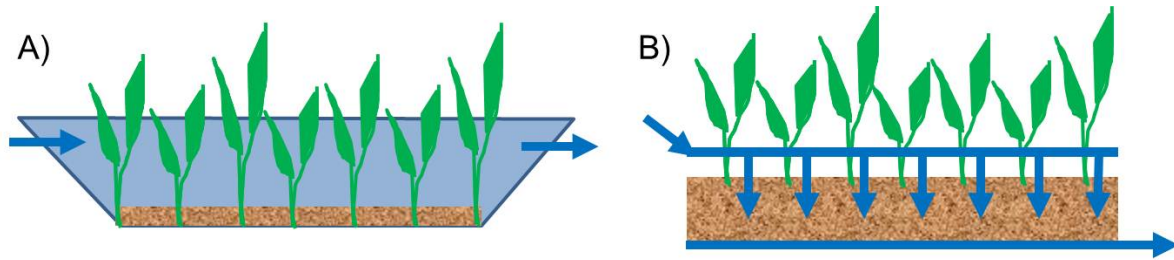
Í hinni megingerðinni af líffræðilegri skólphreinsun lifa örverur á gljúpum föstum yfirborðsflötum. Örverurnar taka upp bæði lífræn efni og súrefni sér til næringar meðan skólp seytlar fram hjá þeim. Slímhúð örveranna vex, þangað til að hluti þess losnar af og skolast niður með þyngdarafli á botn. Þar er seyrunni safnað saman og aðskilið frá hreinsuðu skólpi í seinni setþró sem áður.

Nokkar mismunandi útfærslur eru til á þessari aðferð. Í fyrsta lagi eru hripsíur, sem eru upb. tveggja metra háir sívalningar fylltir af grófu steinefni. Skólpi er úðað yfir steinefnin að ofanverðu með snúningsarmi sem tryggir jafna dreifingu. Skólpið seytlar léttilega í gegn um steinefnið að þvermáli 7-13 cm niður á við, meðan loft á greiða leið upp á við. Einnig er hægt að nota fjöldaframleitt plastefni með mjög háu yfirborðsflatarmáli, í stað náttúrulegs steinefnis. Plastefnið hefur þá kosti fram yfir steinefnið að vera bæði léttara og einsleitara, og hafa getu til þess að hreinsa meira lífrænt skólpálag. Slíkar stöðvar geta verið allt að 6 m háar, og eru af þeim sökum oft nefndir líffræðilegir turnar (e. biological towers). Í annarri útfærslu búa örverurnar á snúningsdiskum sem eru á víxl á kafi í skólpi og í lofti. Þannig nærast örverurnar þegar þær eru á kafi og anda í lofti. Snúningur diskanna hjálpar til að losa af örverugróðurinn, sem eins og áður fellur niður til botns og er aðskilið frá hreinsuðu skólpi. Þessi aðferð er beitt í skólphreinsistöðvum Orkuveitu Reykjavíkur í Borgarfirði.

Að lokum, þá er möguleiki á að blanda saman þessum tveimur megin gerðum, þ.e. að vera með loftblendingartank en áfastar örverur á hjólum. Þessi aðferð er t.d. beitt í skólphreinsistöðinni í Hveragerði.

Sjálfbærar lausnir

Votlendi hafa verið byggð sem ódýr og náttúrulegur valkostur á skólphreinsun fyrir minni bæjarfélögum erlendis (Vymazal, 2010). Hreinsunin innan votlendisins fer fram með margvíslegum náttúrulegum aðferðum: botnfellingu, jarðvegssíun, lífefnafræðilegri upptöku plantna, og lífrænu niðurbroti fyrir tilstuðlan loftháðra og loftfirtra örvera. Slík votlendi eru orkukræf, þau falla vel í náttúrulegt umhverfi og er létt að stækka við þau. Á móti kemur að virkni þeirra fellur með lækkandi hitastigi, það tekur tíma að ná fullri hreinsivirkni og þau henta einungis fyrir minni bæjarfélög.



Mynd 2. Skýringarmyndir af tilbúnum votlendum með A) ofanjarðarflæði og B) lóðréttu neðanjarðar flæði.

Tilbúin votlendi flokkast eftir gerð skólplæðis. Fyrri meginflokkurinn er votlendi með ofanjarðar flæði (e. Free Water Surface Flow Systems [FWS]). Vatni er dælt inn um annan endann á gróðri vaxinni tjörn, og safnað saman um hinn endann (mynd 2A). Gróðurinn getur verið fljótandi eða áfastur botni. Seinni meginflokkurinn byggir á neðanjarðarflæði (e. Sub-Surface Flow Systems [SSF]). Algengasta aðferðin er með lóðréttu flæði, þar sem vatni er úað yfir gróður, sem síast síðan í gegnum jarðveg og er safnað saman í neðanjarðar drenkerfi (Mynd 2B). Minna algeng leið er að hafa lárétt flæði, þar sem vatni er dreift um jarðveg um annan endann og safnað í hinum. Hér á Íslandi hefur eitt slíkt votlendi verið byggt, fyrir byggðina á Sólheimum í Grímsnesi.

Lokaorð

Líffræðileg skólphreinsun fer alltaf fram fyrir tilstuðlan örvera, sem geta bæði verið loftháðar og loftfirrtar. Hefðbundin skólphreinsun fyrir stærri bæjarfélög byggir á manngerðum tönkum þar sem örverur brjóta niður örfínt lífrænt efni. Síðan er örverugróðri safnað saman sem seyru í setþró. Einfaldari og ódýrari lausn sem hentar minni bæjarfélögum eru tilbúin votlendi sem falla vel í landslag og auðveldlega er hægt að byggja við. Þar sem líffræðileg skólphreinsun byggir á virkni örvera skiptir öllu máli að eitrefni sem geta drepið örverugróður berist ekki í þessar hreinsistöðvar, því það getur tekið viku eða lengri tíma að ná fullri virkni á ný. Jafnframt fellur hreinsivirknin niður þegar BOD gildi skólps lækka, t.d. vegna mikils regn- eða hitaveituvatns sem berst í sameiginlegar regnvatns- og skólplagnir í eldri hverfum. Því er mikilvæg forsenda fyrir skólphreinsun ekki bara að safna skólpi á einn stað, heldur líka að aðskilja skólpi frá öðrum straumum (t.d. regn- og hitaveituvatni).

Þakkir:

Brynjólfí Björnssyni, fagstjórc veitna hjá Mannviti, er þakkað fyrir yfirlestur á greininni.

Heimildaskrá:

Gustafson D.M., Anderson J.L., Christopherson S.H. and Axler R (2001) Constructed wetlands. Report nr. FO-07671-S-2001F, University of Minnesota.

Hammer M.J. and Hammer M.J. Jr. (2008). Water and wastewater technology. Pearsons Education Inc., New Jersey p. 381-396.

Vymazal J. (2010), Constructed wetlands for wastewater treatment, *Water*, 2, 530-549; doi:10.3390/w2030530

Skólphreinsistöðin í Hveragerði

Guðmundur F. Baldursson

Skipulags- og byggingarfulltrúi í Hveragerði, Reykjavík, netfang: gfb@hveragerdi.is

Inngangur

Þéttbýlið í Hveragerði byrjaði að myndast um árið 1930 þegar Mjólkurbú Ölfusinga hóf starfsemi sína við Reykjafoss. Skólpi frá fyrstu húsunum var veitt í hveralæk sem er affall frá hverasvæði. Um miðja síðustu öld var lækurinn settur í stokk, sem lá að Varmá. Árið 1986 var byggð fjögurra hólfa opin botnfallspró á bökkum Varmár. Sú framkvæmd kom í veg fyrir sjónmengun í Varmá en dró ekkert úr gerla- og bakteríumengun í ánni. Í framhaldi af setningu laga nr. 53/1995 um stuðning við framkvæmdir sveitarfélaga í fráveitumálum lét bæjarstjórn Hveragerðisbæjar gera úttekt á ástandi fráveitunnar og árið 1998 samþykkti bæjarstjórnin heildaráætlun um úrbætur. Á þessum tíma var verkfræðistofan Alfa hf. ráðgjafi bæjarins í fráveitumálum en hún hafði kynt sér Kaldnes hreinsistöðvar í Noregi. „Kaldnes“ hreinsistöðvar hafa verið starfræktar víða um heim, allt frá árinu 1990. Sendinefnd frá bænum fór í kynnisferð til Noregs og Danmerkur sumarið 2000 til að kynna sér rekstur skólphreinsistöðva og niðurstaða bæjarstjórnar var að byggð skildi lífræn hreinsistöð í Hveragerði, sem byggði á Kaldnes aðferðinni. Stöðin var síðan fullbyggð og tekin í notkun sumarið 2002.

Varmá sem viðtaki skólps

Viðtaki skólps frá Hveragerði er Varmá, sem er frekar vatnslítill en vinsæl sjóbirtingsveiðiá. Áin er á náttúruminjaskrá vegna sérstöðu sinnar (hátt hitastig, einstakt lífríki og vísindalegt gildi). Varmá telst vera viðkvæmur viðtaki skólps. Til að uppfylla ákvæði laga og reglugerðar nr. 798/1999 um fráveitur og skólp þarf líffræðilega hreinsun á skólpi frá Hveragerði. Útrás skal þannig gerð að sem minnst beri á henni og að blöndun skólps við árvatnið verði sem jöfnust. Set, útfellingar, olía, froða, grugg, lykt, sorp eða þekjur af sveppum og bakteríum skulu ekki vera til staðar við útrásina. Ennfremur skal hitabreyting vera innan við 2°C og sýrustig vatns á bilinu pH 6-9. Þynningarsvæðið nær 100 metra niður fyrir útrás. Utan þynningarsvæðis skal meðalþynning hreinsaðs skólps vera meiri en 1:200. Fjöldi saurkólí-, kólígerla og saurkokka skulu þar vera undir 1000 í 100 ml. sýni.

Uppbygging Kaldness stöðvarinnar í Hveragerði

Kaldness stöðin var byggð árið 2002. Stofnkostnaður stöðvarinnar er 490 milljónir ISK á núvirði. Kaldness stöðin var hönnuð miðað við eftirfarandi forsendur:

- Lífrænt álag: 4.500 pe.
- Meðal innrennsli skólps: 100 m³/klst.
- Hámarks innrennsli skólps: 150 m³/klst.
- Magn seyru: 150 m³/ári

Stöðin er uppbyggð í mörgum þrepum (sjá mynd 1 og stærðir í töflu 1). Fyrst er skólp úr aðveitulögn forhreinsað í 3mm sigti. Grófa efnið fer á færibaldi í tunnu (mynd 1A). Þá er fitu er fleytt ofan af skólpinu og sandur botnfeldur í þar til gerðu loftuðu fitu- og sandfangi. Fitan

Skólphreinsistöðin í Hveragerði

rennur í fituker meðan sandurinn fer á snigli í tunnu. Síðan er skólpi veitt í forfelliker (mynd 1B), þar sem seyra fellur að hluta til. Henni er dælt yfir í loftað seyruker.



Mynd 1. Mismunandi þrep í Kaldnes stöðinni í Hveragerði: A) Grófhreinsun, B) forfelliker C) lífrænt hreinsiker (loftblendiker), D) námynd af plastkubbum í lífræna hreinsikerinu, E) seyrukilvinda og F) seyrubeð.

Lífræn hreinsun fer fram í tveimur raðtengdum kerum fylltum, af 2/3 hluta, með plastbitum frá Kaldnes (mynd 1C). Lofti er blásið inn í kerin niður við botn til að viðhalda súrefnisríku ástandi. Með hjálp súrefnis vex örveruþekja á yfirborði plastbitanna, sem svífa um í skólpinu. Á meðan brjóta örverurnar á yfirborði plastbitanna niður lífrænu efnin (mynd 1D). Í kjölfar líffræðilegrar hreinsunar er vatninu fleytt í eftirfelliker þar sem seyran botnfellur. Hreinsað skólp rennur að malarsíusvæði, sem staðsett er innan lóðar stöðvarinnar, og þaðan um drenlagnir, að viðtakanum Varmá.

Leið seyrunnar úr eftirfellikeri liggur fyrst um loftað seyruker, þar sem seyran rotnar við loftuð skilyrði. Þaðan fer seyran yfir í seyruþykkjara þar sem hún afvatnast að hluta til. Þá er Pólimerdufti blandað saman við seyruna til þess að skilja vökvann frá þurrefninu. Þá er seyran sett í skilvindu til að ná þurrefnisinnihaldi seyrunnar allt að 25%. Frá skilvindu fer seyran yfir í seyrugám. Þaðan er hún flutt í seyruþéð, sem staðsett eru innan lóðar stöðvarinnar. Trjákurli er sett bæði undir og yfir seyruna. Það hjálpar til við rotnunina og dregur úr lykt. Í beðunum verkast seyran í 3-4 ár. Seyran er síðan nýtt sem áburður í skógrækt. Yfirborð hennar er hulið með trjákurli eða mold.

Tafla 1. Stærðir skólphreinsistöðvarinnar í Hveragerði

	Stærð
Stöðvarhús	650 m ² / 3.000 m ³
Fitu- og sandfang	30 m ³
Fituker	4 m ³
Forfelliker	120 m ³
Tvö lífræn ker	70 m ³
Eftirfelliker	275 m ³
Seyruker	130 m ³
Seyruþykkjari	30 m ³
Malarsía	4.500 m ²

Rekstur og eftirlit

Stöðin hefur verið rekin í 10 ár með viðunandi árangri. Reglubundnar mælingar (einu sinni á dag) eru gerðar á rennsli (100-150 m³/klst), svifögnum inn og út úr stöð, hita- (25-27 °C) og sýrustigi (pH), súrefnisinnihald í lífrænu hreinsikerunum (lofblendipró) og þurrefnisinnihald seyru. Heilbrigðiseftirlitið annast mælingar í viðtaka og fylgist með hvort mengun sé innan gæðamarkmiða.

Tafla 2. Árlegur rekstrarkostnaður skólphreinsistöðvarinnar í Hveragerði

	Mkr/ári
Vinnulaun	5
Rafmagn (150.000 kWh/ár)	2
Hiti (5.000 m ³ /ár)	0,5
Ýmsar rekstrarvörur	0,5
Viðhald húss og búnaðar	2,5
Sérfræði- og önnur þjónusta	2,5
Fasteignagjöld og tryggingar	3,0
Afskriftir	6,5
Ýmis annar rekstrarkostnaður	2,0
Samtals	24,0

Árlegur rekstrarkostnaður er 24 milljónir króna, þar af er um helmingur afskriftir, fasteignagjöld og tryggingar (sjá töflu 2). Vinnulaun nema 5 milljónum króna og ýmis rekstrarkostnaður 5 milljónir króna. Viðhald húss og búnaðar nemur 2,5 milljónum króna á ári. Helstu viðhaldsliðir eru mótórar og hraðastýringar, fjargæslu- og stýrikerfi, loftræsistokkar (tæringarvandamál) og rafbúnaður (rakatengdar bilanir). Vélbúnaður stöðvarinnar er tekinn upp og yfirfarinn á fjögurra ára fresti.

Hreinsistöðvar með snúningsdiskum í Borgarfirði

Íris Þórarinsdóttir¹ og Guðmundur Brynjúlfsson²

¹ Fagstjóri fráveitu, Þróunarsvið Orkuveitu Reykjavíkur, Reykjavík, netfang: iris.thorarinsdottir@or.is

² Svæðisstjóri, Veitusvið Orkuveitu Reykjavíkur, Borgarnes, netfang: guðmundur.brynjulfsson@or.is.

Inngangur

Orkuveita Reykjavíkur tók yfir rekstri fráveitu í Borgarbyggð árið 2006 og í kjölfarið var hafist handa við uppbyggingu hreinsistöðva í stærstu þéttbýliskjörnunum. Í byggðarkjörnunum inn í landi, Bifröst, Hvanneyri, Reykholti og Varmalandi, er viðkvæmur viðtaki og þar þurfti tveggja þrepa hreinsun með líffræðilegu hreinsiferli. Verkfræðistofan Línuhönnun hafði umsjón með hönnun. Hreinsi- og dælubúnaður var boðinn út í maí 2007 og var í kjölfarið samið við Vélaverk um kaup á búnaði. Framkvæmdaverkið var boðið út í febrúar 2008 og samið var við Borgarverk um framkvæmdina við hreinsistöðvarnar og tilheyrandi lagnavinnu. Umsjón og eftirlit var svo boðið út í mars 2008 og samið var við Verkís að sjá um það. Unnið var við allar fjórar stöðvarnar í einu og stöðin á Varmalandi var sú fyrsta sem tekin var í notkun í október 2009 en stöðin á Hvanneyri var síðust tekin í rekstur í júní 2010.



Mynd 1. Útlit stöðvanna sumarið 2010 (myndir: Hildur Ingvarsdóttir)

Auk þess að koma upp hreinsistöðvunum fól framkvæmdin í sér töluverða lagnavinnu, því að sameina þurfti allt frárennsli þéttbýliskjarnanna á einn stað. Samtals þurfti að leggja u.þ.b. 3,5 km af lögnum og setja upp 6 dælubrunna til að ná að safna skólpinu í hreinsistöðvarnar.

Hönnunarforsendur

Við hönnun stöðvanna var miðað við hreinsikröfur í reglugerð 798/1999 um fráveitur og skólþ. Stöðvarnar skyldu uppfylla að minnsta kosti þessar hreinsikröfur um efnainnihald í frárennsli. Stærðarákvörðun stöðvanna miðaði við að þær önnuðu áætluðum íbúafjölda þéttbýlisstaðanna árið 2020, en í dag virðist sá íbúafjöldi hafa verið ríflega áætlaður. Íbúafjöldaspáin gekk út frá tvö- til fjórföldun á íbúafjölda frá 2006-2020, mismunandi eftir byggðarkjörnum. Þó var tiltekið að stöðvarnar skyldu uppfylla hreinsikröfur miðað við mælt rennsli á útboðstíma. Rafmagnskostnaður (rekstrarkostnaður) stöðvanna sem boðnar voru taldi með í kostnaðaráætlun við opnun útboða.

Í töflum 1 og 2 má sjá samanburð á hönnunarstærðum stöðvanna, eins og þær birtust í útboðsgögnum, og rauntölum í dag. Það sést að gert var ráð fyrir miklum íbúafjölda og þar af leiðandi mun meira rennsli en raun ber vitni. Hluti skólans í Hvanneyri hefur ekki enn verið tengdur við hreinsistöðina og það getur útskýrt að einhverju leiti lítið rennsli í Hvanneyri. Mynd 2 sýnir dagrennsli um stöðina á Bifröst árið 2011.

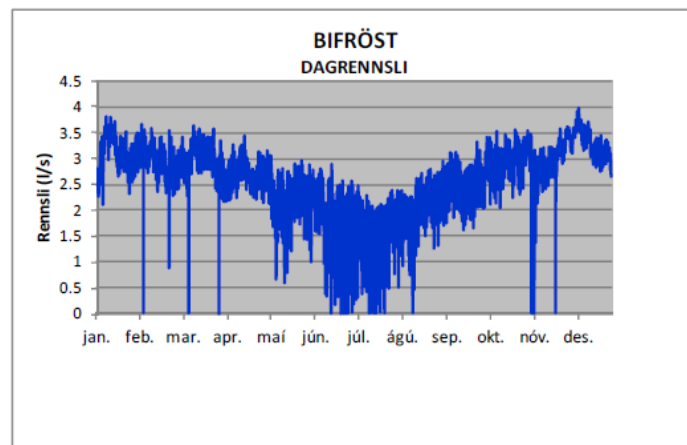
Tafla 1. Munur á hönnunarrennsli í gegnum stöðvarnar og raunrennsli árið 2011.

	Hönnunarforsendur Hámarksrennsli 2020	Hönnunarforsendur Meðalrennsli 2020	Rauntölur frá árinu 2011 – dagsmeðalrennsli ¹
Bifröst	25 l/s	12 l/s	2,59 l/s
Hvanneyri	20 l/s	10 l/s	1,24 l/s
Reykholt	6 l/s	3 l/s	1,90 l/s
Varmaland	5 l/s	2 l/s	0,33 l/s

¹Dagmeðalrennslið er fengið úr árlegri yfirlitsskýrslu 2011 (Verkís, 2012)

Tafla 2. Áætlaður íbúafjöldi og stærðir stöðvanna.

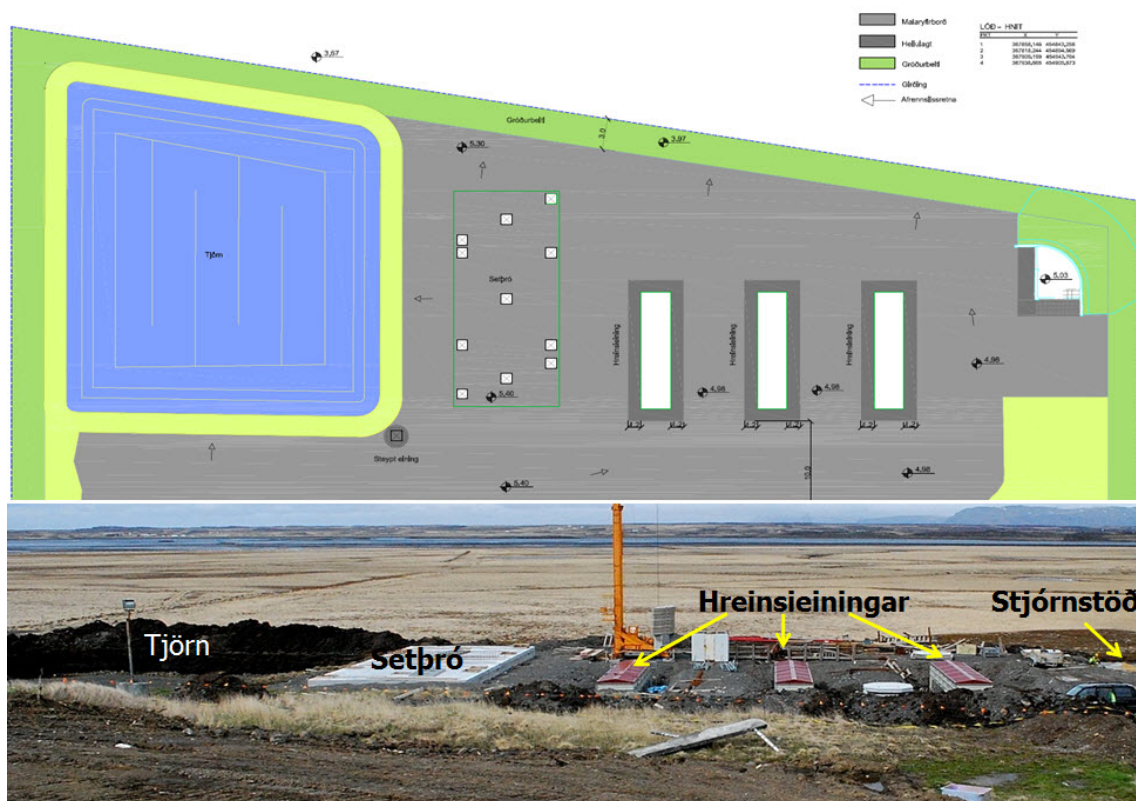
	Íbúafjöldi árið 2006 (við gerð útboðsgagna)	Áætlaður íbúafjöldi 2020 (skv. útboðsgögnum)	Stærð stöðvanna (skv. upplýsingum frá V&V) [PE]
Bifröst	750	3000	2250
Hvanneyri	500	1000	1000
Reykholt	50	300	300
Varmaland	60	175	415



Mynd 2. Dagrennsli um stöðina á Bifröst árið 2011 (Verkís, 2012)

Uppbygging stöðvanna

Stöðvarnar eru byggðar þannig upp skólpið rennur fyrst inn í setþró, þaðan í hreinsieiningar þar sem líffræðilega hreinsunin á sér stað og að lokum fer það í gegnum geislataeki eða í tjörn þar sem örverum er fækkað. Mynd 3 sýnir uppbyggingu stöðvarinnar á Hvanneyri. Teikningin er úr útboðsgögnum frá Línuhönnun en myndin er tekin á framkvæmdartíma og sýnir vel stærð og staðsetningu setþróar og hreinsieininga. Aðeins sést í grunn stjórnstöðvarinnar og það mótar fyrir komandi tjörn. Hér á eftir verður nánar sagt frá hverju skrefi hreinsiferilsins.



Mynd 3. Hreinsistöðin á Hvanneyri. Efri hluti myndarinnar er hönnunarteikning frá Línuhönnun en neðri hlutinn er ljósmynd frá framkvæmdartíma. (Mynd. Hildur Ingvarsdóttir)

Setþrær

Þegar skólpið kemur inn í stöðvarnar rennur það fyrst í setþró, sem á Hvanneyri og Bifröst er þriggja hólfa, en tveggja hólfa á Varmalandi og Reykholti. Í setþrónni falla stórar agnir til botns og rennslisjöfnun á sér stað. Stærð setþróanna er ákvörðuð þannig að viðverutími skólpsins þar sé passlega langur fyrir agnir að setjast en ekki lengri en svo að bakteríuflóran nái að viðhalda sér.

Hreinsieiningar

Hreinsieiningarnar sem keyptar voru koma frá framleiðendannum System S&P í Þýskalandi. Hreinsieiningarnar byggja á svokallaðri *RBC tækni*, eða *Rotating Biological Contraktor*. Tæknin byggir á mörgum þunnum diskum sem örverurnar setjast á, sjá myndir 4 og 5.



Mynd 4. Hreinsieiningin á Varmalandi. (Mynd: Guðmundur Brynjúlfsson)

Mynd 5 sýnir uppbyggingu hreinsieininganna. Skóflurnar fremst skampta skólpinu úr setþrónni yfir í diskaeiningarnar. Diskarnir eru þunnar plasteiningar sem mynda mikið yfirborð. Örverurnar setjast á diskana sem eru að hálfu á kafi í skólpi. Diskarnir snúast svo hring eftir hring, u.þ.b. 3,6 snúninga á mínútu, þannig að örverurnar fá næringu þegar þær eru ofan í skólpinu en súrefni þegar þær koma upp. Á hinum enda diskaeiningarinnar eru skóflur sem dæla skólpinu út úr diskaeiningunum og yfir í plötuskiljuna. Eins og sjá má á myndunum er gott lag af örverum á fremstu diskunum en í hinum endanum eru þeir svo til hreindir. Þetta er vegna þess að lífræna efnið brotnar niður fremst í einingunni en aftar í henni er ekki nóg æti fyrir örverur til að þrífast. Þetta er vísbending um að hreinsieiningin geti hreinsað mun meira magn af lífrænu efni en rennur í hana í dag.



Mynd 5. Hreinsieiningin í Varmalandi. Fyrsta myndin sýnir skóflurnar sem dæla skólpinu yfir í diskaeiningarnar og fremstu diskana. Önnur myndin sýnir hinn enda diskaeininganna og skóflurnar sem dæla skólpinu yfir í plötuskiljuna. Þriðja myndin sýnir plötuskiljuna, þar sem örverurnar sökkva til botns og fjórða myndin sýnir stjórnþúnaðinn. (Myndir: Guðmundur Brynjúlfsson)

Í plötuskiljunni falla bakteríurnar til botns. Þeim er svo dælt yfir í setþróna til að auðga bakteríuflórana þar áður en skólpinu er veitt „aftur“ yfir í diskaeininguna. Á milli diskaeiningar og plötuskilju er stjórnrymi, en þar sést m.a. mótörinn sem snýr diskunum og skóflunum, en þau snúast á sama ási.

Settjarnir og geislatæki

Eftir líffræðilegu hreinsunina fer skólpið í gegnum geislun þar sem bakteríum er fækkað. Upphaflega áttu að vera settjarnir á öllum stöðunum, þar sem sólarljósið sér um að brjóta niður örverurnar, en vegna aðstæðna eru aðeins tjarnir á Hvanneyri og í Reykholti. Á Bifröst og á Varmalandi var sett upp geislatæki sem skólpið rennur í gegnum á leið út í viðtaka. Á Bifröst var það gert vegna þess að það er erfitt að setja þetta tjörn í hraunið og á Varmalandi var það vegna plássleysis. Frá settjörnum og geislatækjum rennur skólpið út í viðtaka.



Mynd 6. Tjörnin á Hvanneyri (t.v.) og á Reykholti (t.h.) (Myndir: Guðmundur Brynjúlfsson)

Stjórnþúnaður

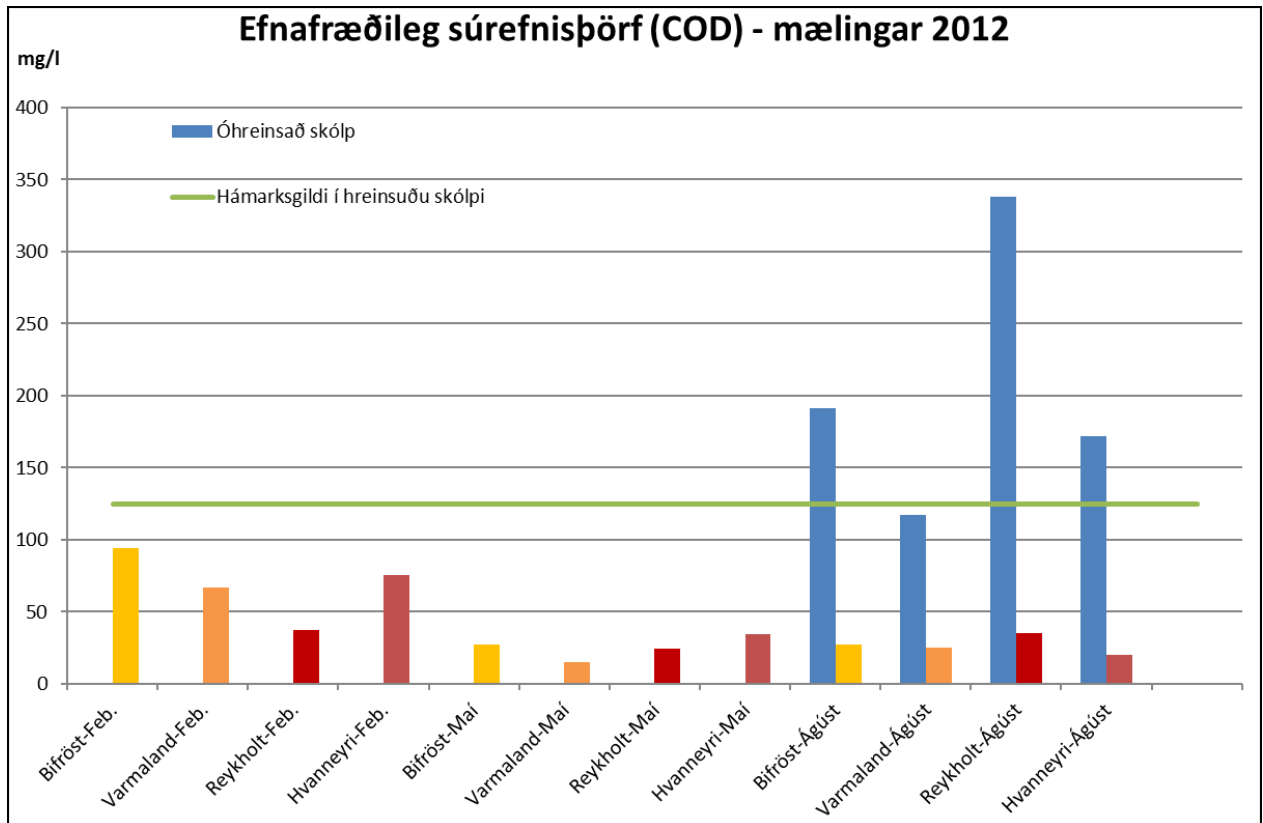
Stjórnþúnaður er staðsettur í stjórnstöðvarhúsinum sem sjást m.a. á myndum 1, 3 og 6. Stjórnþúnaður er tengdur við Stjórnstöð Orkuveitur Reykjavíkur á Bæjarhálsi og þannig er hægt að fylgjast með virkni stöðvanna úr fjarlægð. Í stjórnstöðvunum er einnig klósettaðstaða og geymsla fyrir hreinlætistöki.

Hreinsivirkni og eftirlit

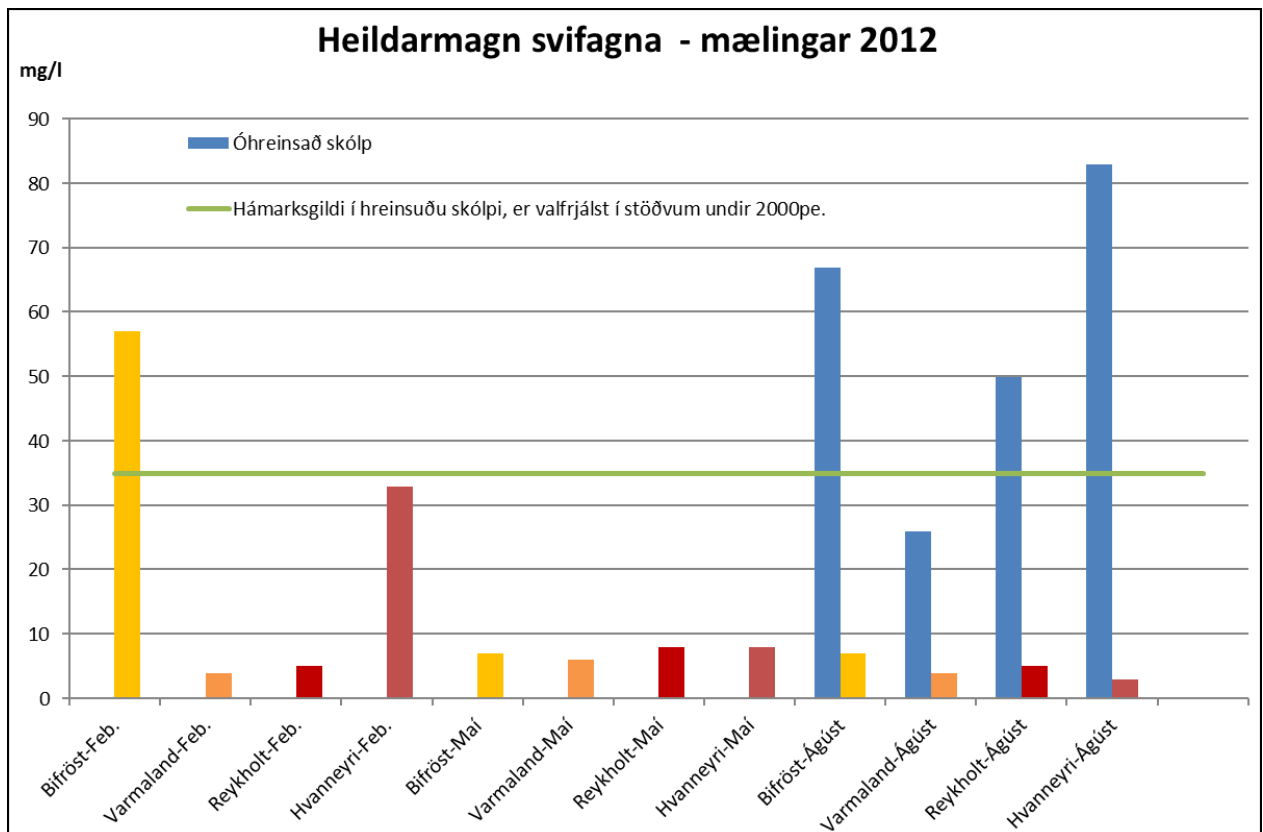
Samkvæmt starfsleyfi (Heilbrigðiseftirlit Vesturlands, 2009) eru sýni tekin fjórum sinnum á ári úr útrás stöðvanna og einu sinni á ári er einnig mælt við innrennsli í stöðvarnar, fyrir hreinsun. Mælt er COD, svifagnir, fita, TP, TN og örverur. Ítarlegri greiningu skal gera á fjögurra ára fresti. Verkís sér um sýnatöku og mælingar.

Myndir 7-10 sýna niðurstöður mælinga fyrir árið 2012.

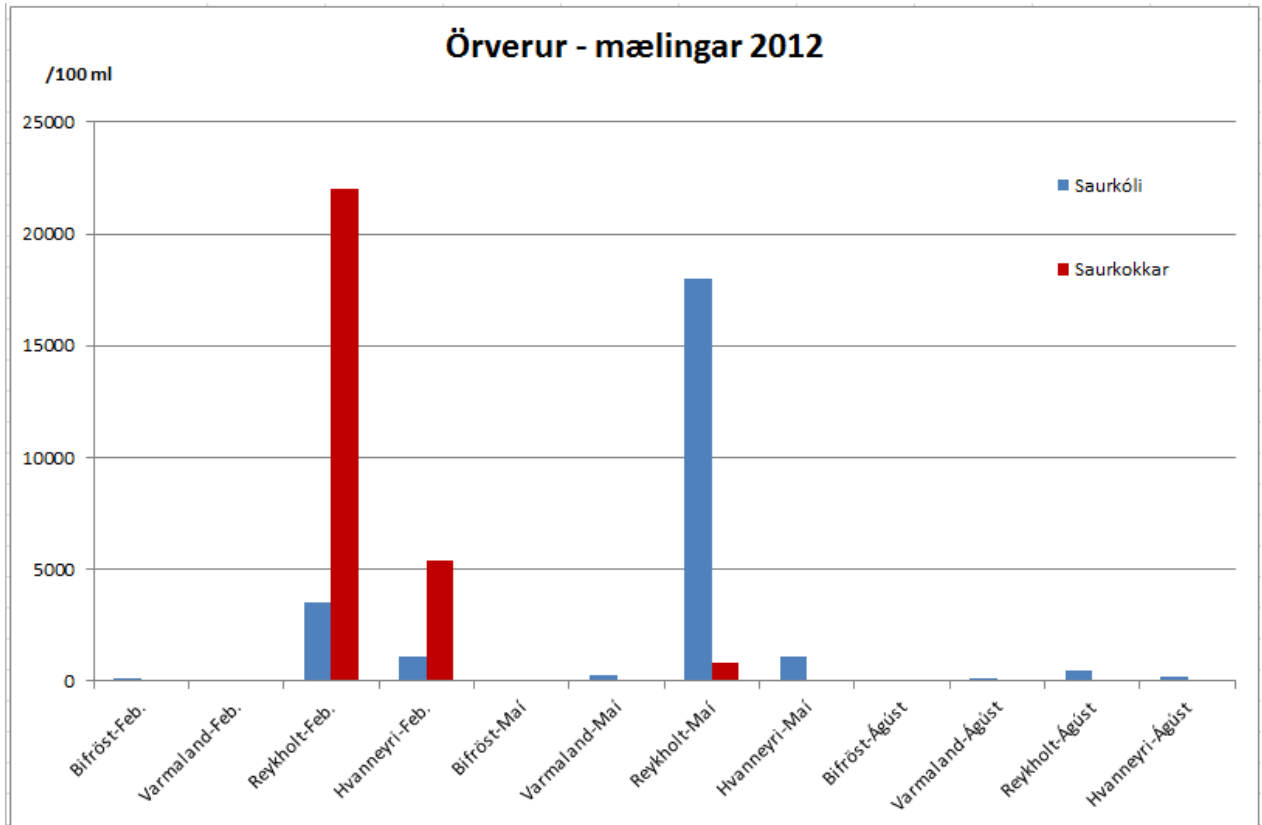
Mynd 7 sýnir efnafræðilega súrefnisþörf í skólpinu skv. mælingum sem gerðar hafa verið árið 2012. Hámarksgildi skv. starfsleyfi og reglugerð er 125 mg/l og er magn lífræns efnis í skólpinu alltaf undir því. Bláu súlurnar sýna mælingu á óhreinsuðu skólpi og sjá má að hreinsunin er mjög góð.



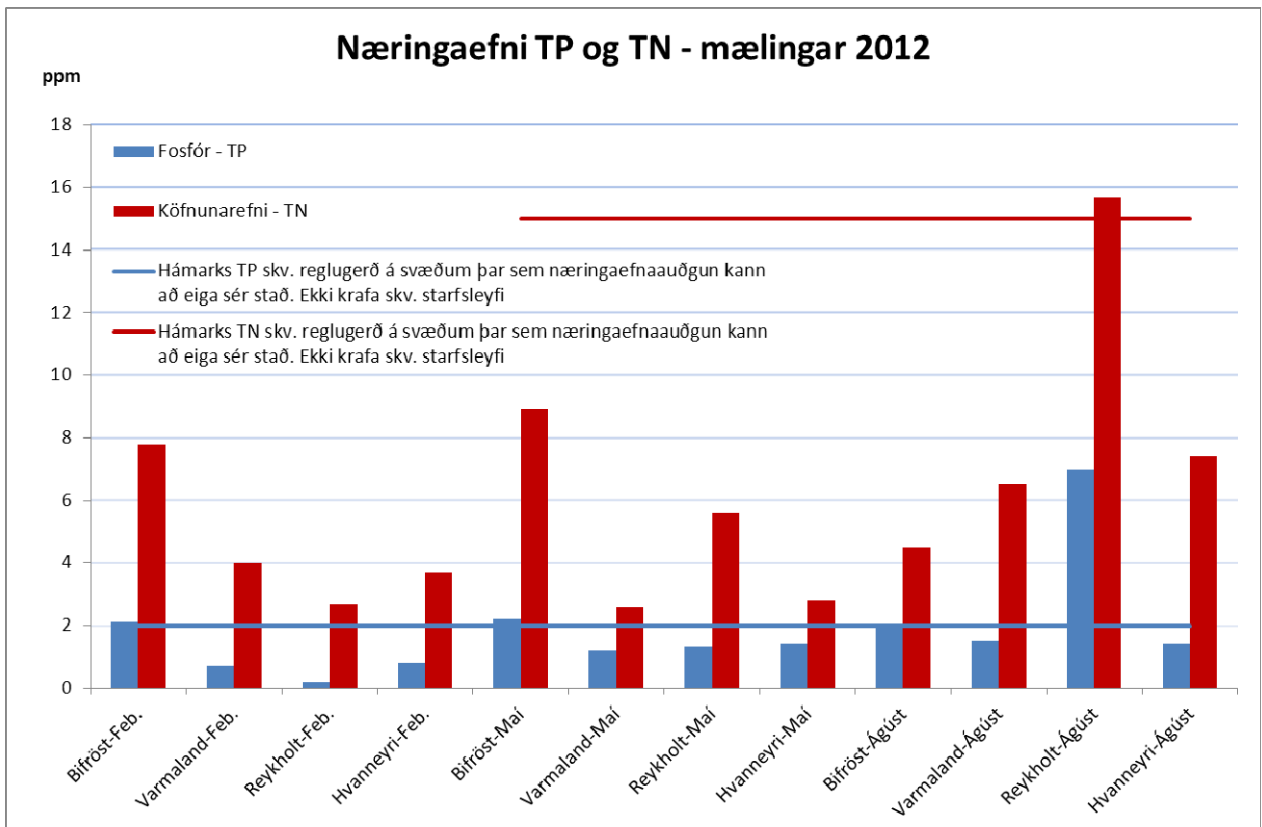
Mynd 7. Efnafræðileg súrefnisþörf (COD) í skólpinu. Niðurstöður mælinga 2012.



Mynd 8. Heildarmagn svifagna í skólpinu. Niðurstöður mælinga 2012.



Mynd 9. Heildarmagn örvera í skólpinu. Niðurstöður mælinga 2012. Ekkert lágmarksgildi né þynningarsvæði er skilgreint í stöðvunum í Borgarfirði.



Mynd 10. Heildarmagn næringarefna í skólpinu. Niðurstöður mælinga 2012

Mynd 8 sýnir heildarmagn svifagna í skólpinu skv. mælingum sem gerðar hafa verið árið 2012. Miðað er við að vera undir 35 mg/l sem er hámarksgildi skv. reglugerð í stöðvum yfir 2000pe. Einu sinni fer mælt gildi yfir það, á Bifröst í febrúar. Ekki er vitað hvað veldur því að gildið er svona hátt. Bláu súlurnar sýna mælingu á óhreinsuðu skólpi og á mælingunum í ágúst má sjá að heildarmagn svifagna minnkar mikið í stöðvunum.

Mynd 9 sýnir fjölda örvera, saurkólí og saurkokka, í hreinsuðu skólpi. Á Bifröst og í Varmalandi eru geislataeki og það má sjá að þar eru heldur færri örverur í skólpinu. Á Reykholti og Hvanneyri eru tjarnir þar sem sólaljósið brýtur niður örverurnar. Þar eru tekin punktsýni úr tjörnunum, sem gefa kannski ekki eins nákvæma niðurstöðu. Á Bifröst og Varmalandi eru sýnin tekin með sjálfvirkum sýnatökum dreift yfir einn sólahring (Verkís, 2012). Eins og búast má við er virkni í tjörnunum meiri yfir sumarmánuðina, þegar sólin skín lengur og í ágúst er mjög góð hreinsun á örverum í tjörnunum. Í febrúar er hreinsunin aðeins síðri. Ekki er ákvæði um hreinsun örvera í starfsleyfi stöðvanna og ekkert þynningarsvæði er skilgreint.

Mynd 10 sýnir heildarmagn næringarefna í hreinsuðu skólpi. Skv. reglugerð er hámarksgildi fosfórs 2 ppm og köfnunarefnis 15 ppm þar sem næringarefnauðgun kann að eiga sér stað í viðtaka. Viðtakar hreinsistöðvanna í Borgarfirði hafa ekki verið skilgreindir sem slíkir. Í flestum tilfellum er magn næringarefna þó undir þessum mörkum. Stöðvarnar eru ekki gerðar til að brjóta niður næringarefni þó að niðurbrot eigi sér stað í stöðvunum samt sem áður.

Tafla 3 sýnir meðaltöl úr mælingum á blandsýnum úr hreinsuðu fráveituvatni teknum árið 2011 (ath. myndirnar sýna mælingar árið 2012). Tölurnar í svigum eru staðalfrávik mæligilda yfir árið. Taflan er fengin úr skýrslu frá Verkís yfir mælingar 2011. Árið 2011 voru níu sinnum tekin sýni í hverri stöð. Sýni voru tekin með sjálfvirkum sýnatökum yfir einn sólahring í stöðvunum á Bifröst og í Varmalandi. Tekin voru 150 ml sýni fjórum sinnum yfir klukkustund allan sólarhringinn í 12 glös á Bifröst eftir geislataeki, en blandsýni í tvö ílát á Varmalandi einnig eftir geislataeki. Punktsýni voru tekin úr settjörnum í Reykholti og á Hvanneyri. (Verkís, 2012)

Tafla 3. Meðaltöl úr mælingum á blandsýnum úr hreinsuðu fráveituvatni teknum árið 2011. Staðalfrávik í sviga (Verkís, 2012).

Stöð	Svifagnir	COD	Fita	TP	TN
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Bifröst	8.2 (10.0)	32.4 (20.4)	2.9 (3.0)	1.7 (0.4)	6.4 (1.9)
Varmaland	4.3 (2.3)	24.1 (14.1)	6.1 (10.9)	1.5 (1.3)	6.1 (3.9)
Reykholt	10 (11.0)	23.9 (19.8)	3.8 (2.9)	0.9 (0.9)	6.2 (3.1)
Hanneyri	6.2(3.2)	29.0 (19.0)	3.1 (3.9)	0.8 (0.1)	6.0(1.9)

Rekstur

Rekstur lífrænu stöðvanna hefur almennt gengið vel. Rekstrarmenn komu aðallega úr röðum starfsmanna Orkuveitunnar á Vesturlandi sem höfðu fyrst og fremst langa reynslu af rekstri vatns- og hitaveitna, auk fráveitu frá árinu 2006. Fremur lítil þekking var því fyrir hendi sem höfðaði sérstaklega til reksturs lífrænna hreinsistöðva í fráveitu. Þegar stöðin á Varmalandi var tilbúin til reksturs var hópi væntanlegra rekstrarmanna safnað saman til fræðslufundar undir stjórn Hildar Ingvarsdóttur frá Orkuveitu Reykjavíkur sem var verkefnisstjóri við uppbyggingu stöðvanna. Leiðbeinandi var fulltrúi frá fyrirtækinu System S&P sem framleiddi

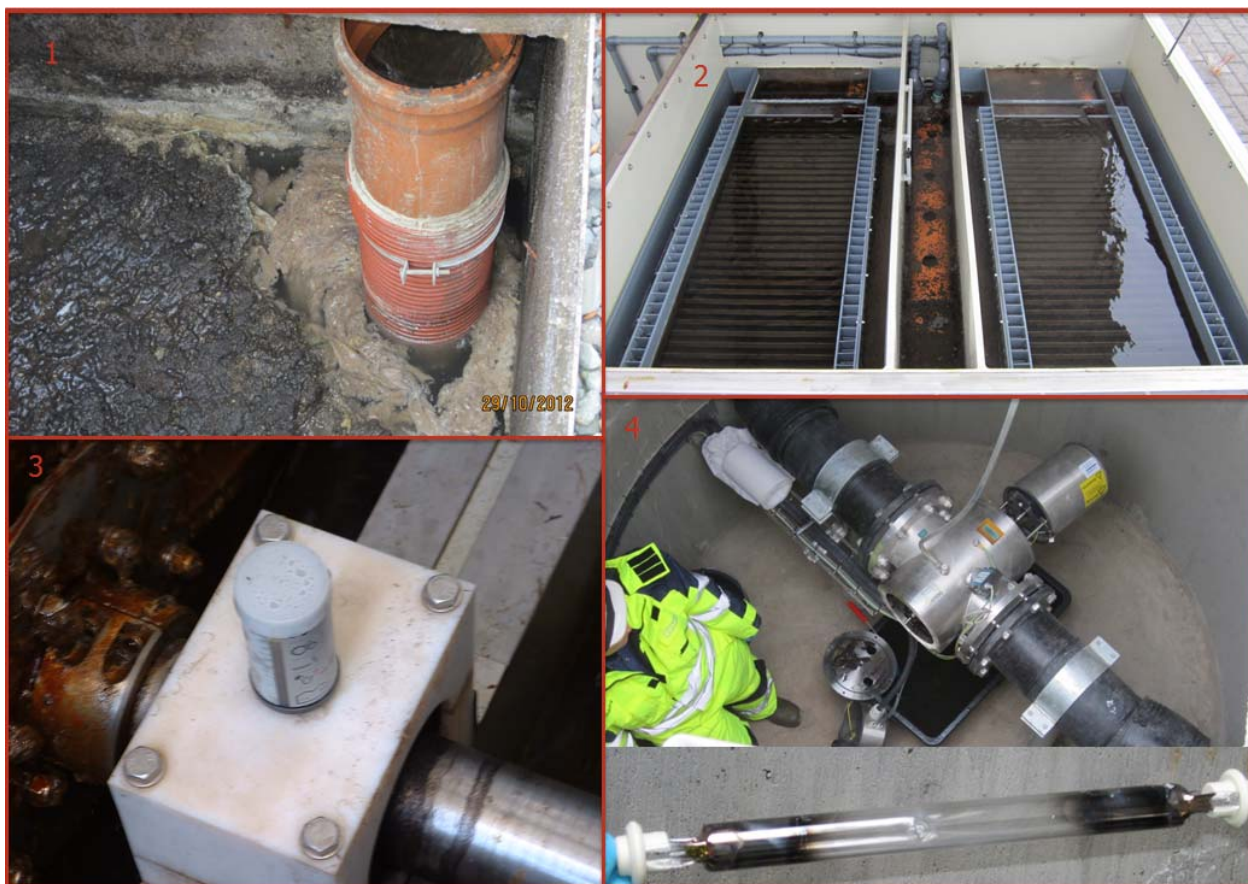
hreinsieiningarnar. Reynsla af rekstri stöðvarinnar á Varmalandi átti svo eftir að nýtast rekstri þeirra stöðva sem teknar voru í rekstur næstu mánuði á eftir.

Reglubundið eftirlit og viðhald:

Fylgst var vel með stöðvunum, sérstaklega fyrst í stað, en þær voru undir daglegu eftirliti fyrstu vikunnar. Þar sem engin sérstök vandamál voru á ferðinni var eftirlit fært fljótlega niður í tvær heimsóknir í viku, sem svo seinna breyttist í heimsókn vikulega. Nú fer reglubundið eftirlit fram á 2ja vikna fresti og ekki annað að sjá en það sé í fullkomnu lagi. Til viðbótar eftirliti eru stöðvarnar fjarvaktadar gegnum Stjórnstöð Orkuveitu Reykjavíkur á Bæjarhálsi.

Eftirfarandi eru dæmi um reglubundið eftirlit:

- 2ja vikna fresti - Reglubundið eftirlit, farið í stöðvarnar, hreinsieiningar opnaðar, hljóð og lykt athugað, skafin seyru ofan af yfirborði plötuskilju o.fl.
- 3ja mánaða fresti – Mæld þykkt á seyru og botnfalli í safnþró. Safnþró hreinsuð þegar mælingar gefa til kynna að þykkt seyru sé að nálgast hámark. Plötuskiljur hreinsaðar, smurt í legur o.fl.
- 12 mánaða fresti – Olía á mótorum auk ýmissa smærri verkefna sem ekki eru athuguð á öðrum tímum.
- Eftirlit er skráð í DMM eftirlitskerfi, aðrar skráningar, s.s. frávikaskráningar, vigtarseðlar o.fl. sem kveðið er á um í starfsleyfi eru skráðar á Sharepoint, miðlægan gagnagrunn innan fyrirtækisins.
- Skipt er um perur í geislatækjum þegar styrkleiki perunnar er kominn í lágmark, líftími peranna er misjafn en getur verið allt að einu ári.



Mynd 11. Helstu viðhaldsaðgerðir. Magnmælingar á seyru í safnþró (1), losun plötuskilju (2), smyrja í koppa (3) og skipta um geislaþerur (4).

Helstu vandamál sem komið hafa upp.

Geislataeki: Vegna þess hvað rennsli um stöðvarnar er lítið miðað við stærð geislataekjanna voru perur að brenna löngu fyrir áætlaðan líftíma, tækin unnu alltof heit. Af þeim sökum þurfti að fækka perum í tækjunum. Þá hefur einnig komið fyrir að perur hafa brunnið út eftir að rafmagn hefur farið af stöð og eru úrbætur varðandi það í skoðun. Þá hefur þurft að endurbæta loftræstingu í stjórnskápum fyrir geislataekin til þess að auka líftíma búnaðarins.

Safnþrær: Mjög erfitt er að losa seyru úr safnþrónum, en seyran er losuð með sögi upp um lúgur á þrónni. Almennt finnst engin ólykt inni á lóðum hreinsistöðvanna, nema í Bifröst þar sem hefur aðeins borið á ólykt frá öndunarstútum safnþróarinnar.

Settjarnir: Á settjörnunum hefur nokkuð borið á gróðurmyndun, einkum þegar sólar nýtur í ríkum mæli. Þessi gróður hefur verið hreinsaður af yfirborðinu með þar til gerðri grind og hreinsibíll síðan sögið gróðurinn upp til förgunar (sjá mynd 12).



Mynd 12. Gróðurmyndun og hreinsun á tjörn í Reykholti. (1) gróðurmyndun 16. maí 2012, (2) hreinsun á gróðri með holræsabíl 16. maí 2012, (3) og (4) ný útfærsla á hreinsun á gróðri með þar til gerðri grind í 20. ágúst 2012.

Rekstrarkostnaður

Aðal rekstrarútgjöld vegna stöðvanna er rafmagnskostnaður og kaup á þjónustu hreinsibíla vegna uppdælingar á seyru úr safnþrónum og förgun seyrunnar, en seyruna þarf að urða á viðurkenndum urðunarstað. Þá má nefna kaup á geislaperum og glerjum, auk vinnu eigin starfsmanna við eftirlit og viðhald.

Samantekt og umræður

Vinna við hönnun stöðvanna hófst árið 2006 og voru þær formlega teknar í rekstur í október 2010. Í heildina stóð því verkið yfir í rúmlega 4 ár. Mörg verkefni þurfti að leysa sem ekki hefur verið fjallað um hér, t.d. varðandi skipulagsmál og ýmsa útfærslu verkefna á hönnunar- og verktíma. Við upphaf framkvæmdatíma var gert ráð fyrir að verkinu yrði lokið í júlí 2009 svo framkvæmdin fór eitt ár yfir áætlaðan verktíma.

Hreinsivirkni stöðvanna er góð og þær standast þær kröfur sem til þeirra voru gerðar. Hreinsivirknin er aðeins minni á veturna en á sumrin og það stafar af meiri kulda og gæti líka verið vegna þess að þá er skólpið þynnra vegna íblöndunar hitaveituvatns. Rennsli í gegnum stöðvarnar er mun minna en gert var ráð fyrir í hönnunargögnum svo þær eru alls ekki fullnýttar. Hreinsivirknin helst þó en það hefur verið vandræði með ofhitnun í geislataekjum vegna lítills rennslis.

Í heildina litið hefur rekstur stöðvanna gengið vel. Hreinsieiningarnar hafa gengið nánast án vandræða. Helstu vandræðin í rekstrinum er vont aðgengi að setþróum, sem gerir hreinsun þeirra erfiða og vandamál með geislataeki og gróðurmyndun á tjörnum. Vandamálin með geislataekin, eru vegna þess að það er lítið rennsli í gegnum þau þannig að þau ofhita og svo virðast perurnar vera mjög viðkvæmar fyrir rafmagnstruflunum, en það hefur þurft að skipta oft um þær. Það þarf að skoða það betur hvort gróðurmyndun á tjörnum hafi neikvæð áhrif á hreinsigetuna. Ekki er víst að gróðurinn sé slæmur fyrir hreinsunina og það mæti skoða betur.

Lífrænar hreinsistöðvar í Borgarfirði hafa nú verið í rekstri í um 3ja ára skeið. Enginn vafi leikur á því að með tilkomu stöðvanna hafa fráveitumál á viðkomandi þéttbýlisstöðum tekið verulegum framförum. Eins og fram kom í byrjun þessarar greinargerðar var fyrsta lífræna hreinsistöðin af fjórum í Borgarfirði, stöðin á Varmalandi tekin í notkun 2. október árið 2009. Nákvæmlega 100 árum fyrr, hinn 2. október árið 1909, var vatnsveita Reykvíkinga frá Gvendarbrunnum formlega tekin í notkun og voru það eins og þekkt er miklar framfarir frá því sem áður var varðandi aðbúnað fólks í Reykjavík. Víst er að engan sem upplifði þann atburð getur hafa grunað að sá tími kæmi að menn færu að meðhöndla skólpið á þann hátt að reyna að breyta því aftur í vatn, sem reyndin varð svo í Borgarfirði réttum eitt hundrað árum síðar.

Heimildaskrá

- Heilbrigðiseftirlit Vesturlands (2009), Starfsleyfi og fylgiskjöl með starfsleyfi til að starfrækja Hreinsistöð fráveitukerfis fyrir Reykholt, útgefið í Borgarnesi 10. ágúst 2009
- Heilbrigðiseftirlit Vesturlands (2009), Starfsleyfi og fylgiskjöl með starfsleyfi til að starfrækja Hreinsistöð fráveitukerfis fyrir Hvanneyri, útgefið í Borgarnesi 10. ágúst 2009
- Heilbrigðiseftirlit Vesturlands (2009), Starfsleyfi og fylgiskjöl með starfsleyfi til að starfrækja Hreinsistöð fráveitukerfis fyrir Varmaland, útgefið í Borgarnesi 10. ágúst 2009
- Heilbrigðiseftirlit Vesturlands (2009), Starfsleyfi og fylgiskjöl með starfsleyfi til að starfrækja Hreinsistöð fráveitukerfis fyrir Bifröst, útgefið í Borgarnesi 10. ágúst 2009
- Verkís (2012), Skólphreinsistöðvar, sýnataka og mælingar, árleg yfirlitsskýrsla 2011, Borgarbyggð, höfundar; Birgir Tómas Arnar og Snorri Þórisson, verknúmer; 06046-021, febrúar 2012

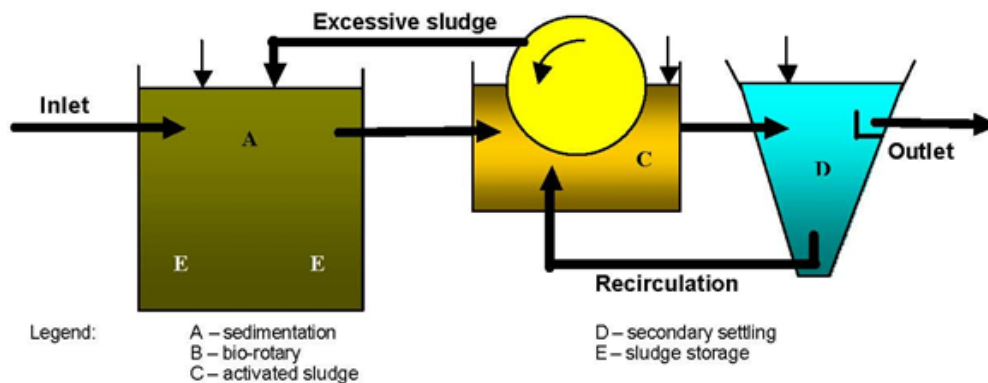
Fjögurra þrepa hreinsivirki frá Bólholti ehf.

Óskar Bjarnason

Framkvæmdastjóri, Bólholti ehf, netfang: bolholt@centrum.is.

Inngangur

Bólholt ehf hefur verið með hreinsistöðvar síðan árið 2000, sem eru með svokallaða virka seyrumedhöndlun eða “Activated Sludge Method“ á ensku.



Mynd 1. Yfirlitsmynd um uppbyggingu Bólholt stöðva

Við hreinsunina er notuð 4 þrepa aðferð:

- Afífræðileg (mekanísk)
- Líffræðileg
- Nítrun – til að fjarlægja köfnunarefni
- Afnítrun, til að fjarlægja ammóníak

Auk þess sem UV geislan er beitt í mörgum tilfellum til að ná niður E-Coli gerlum. Þessi aðferð hefur gefist vel og eru nú 9 stórar stöðvar og 4 minni starfandi á landinu. Meðal annars eru stöðvar á Borg í Grímsnesi, Flúðum, Egilsstöðum, við verksmiðju Alcoa á Reyðarfirði og í Mosfellsdal.

Uppsetning stöðva

Í mörgum tilfellum er hægt að nýta eldri rotþrær við uppsetningu stöðvanna sem bæði sparar kostnað og eykur hagkvæmni. Það þarf ekki að fara í kostnaðarsamar aðgerðir við að sameina útrásir þar sem hægt er að fá stöðvar í stærðum frá 5 PE (persónueiningum) og upp í 5000 PE og í mörgum tilfellum er hægt að bæta við og breyta stöðvunum eftir því sem útrásirnar stækka og breytast. Þessum stöðvum hefur stundum verið líkt við Lego Duplo, sem allir þekkja mjög vel. Myndir 2 og 3 á næstu síðu eru teknar af uppsetningu stöðva. Myndir 4 og 5 gefa hugmynd um hvernig stöðvarnar líta út fullbúnar.



Mynd 2. Frá uppsetingu hreinsistöðvar á bökkum Eyvindarár á Egilsstöðum.



Mynd 3. Gengið frá hreinsivirki, það fellur vel inn í umhverfið.



Mynd 4. Hreinsistöð við Einbúabla á Egilsstöðum, vatnið sem búið er að hreinsa frá skólpinu fellur í ferskt vatn Eyvindarár.



Mynd 5. Hreinsivirki í Hallormsstaðaskógi

Sýnatökur í útrás

Tafla 1 sýnir efnafræðilegt innihald í útrennsli einnar Bólholtstöðvar. Efnafræðileg súrefnisþörf (COD) eru langt undir viðmunamörkum reglugerðar nr. 798/1999 um fráveitur og skólp, þ.e. 125 mg/l.

Tafla 1. Sýnatökur í útrás einnar Bólholtstöðvar árin 2010-2012

Dags.	pH	O ₂ mg/L	COD mg/L	PO ₄ -P mg/L	P-total mg/L	N-total mg/L	Rennsli m ³ /dag	Hítast. °C
nóv.10	7	6	69	0,5	0,165	0,5	35-50	15-17
des.10	7	6	59	12,9	4,257	1,1	40-50	11-13
Árið 2011								
jan.11	6	12	60	13,7	4,521	10,7	43-47	11-14
feb.11	7	5,7	49	12,9	4,257	7,2	47-57	11-13
mar.11	7	10,3	35	11,1	3,663	11,1	26-36	11-15
apr.11	7	6,1	67	16,6	5,478	12,1	43-47	11-15
maí.11	6	7,3	25	18	5,94	3,9	40-50	12-15
jún.11	6	4,9	71	17,6	5,808	11,3	36-50	15-20
júl.11	7	6,5	99	8,3	2,739	3,2	26-45	15-20
ágú.11	7	8,3	43	14	4,62	5,8	28-45	15-24
sep.11	7	6,3	59	12,6	4,158	5,3	36-45	19-25
okt.11	7	6,7	61	12,1	3,993	9,6	40-50	18-25
nóv.11	6	11,3	25	4,6	1,518	0,3	50-55	15-25
des.11	6	9,1	24	1,7	0,561	3,8	50-55	12-22
Árið 2012								
jan.12	6	5,3	84	2,3	0,759	1,6	45-50	12-20
28.2.2012	6	6	48	0,7	0,231	7,3	45-50	12-22
27.3.2012	6	7	37	1,1	0,363	10,8	35-45	12-20
26.4.2012	6	4,7	120	8,9	2,937	12,9	35-45	12-22
29.5.2012	6	8,7	50	0,9	0,297	8,2	35-45	12-22
27.jún	6	7	66	0,5	0,165	9	35-45	12-22
24.7.2012	6	7,5	49	2	0,66	5,5	45-50	12-22
28.8.2012	6	7,6	67	2	0,66	2,5	55-60	12-22
27.9.2012	6	7,7	55	2,8	0,924	4,7	55-60	12-22
30.10.2012	6	6,3	40	2,8	0,924	8,8	55-60	12-22
19.11.2012	6	10,2	42	1,7	0,561	3,6	55-60	12-22
13.des	6	11,6	117	7,6	2,508	3,9	55-60	10-24

Lokaorð



Íslendingar eiga að vanda til við lausnir á hreinsun skólps og hugsa til langrar framtíðar þegar kemur að ákvörðunum í þessum málaflökki. Vatn er auðlind skilum því ómenguðu út í náttúruna!

Mynd 6. Hreiniskref í Bólholt stöð fyrir 5-25 PE

Hreinsistöðvar á Borg og Flúðum

Börkur Brynjarsson¹ og Hannibal Kjartansson²

¹Tæknimaður, Gímsness- og Gafningshreppi, netfang: borkur@gogg.is

²Veitustjóri, Hrunamannahreppi, netfang: hannibal@fludir.is

Inngangur

Í uppsveitum Árnessýslu flokkast hinir svokölluðu viðtakar almennt sem viðkvæmir og því er ekki sama hvernig er staðið að hreinsun skólps. Á heildina litið er seyrurni safnað í rotþrær og afvatnið síðan látið renna um hefðbundið siturbeð. Þó eru nokkrir staðir sem meðhöndla vatnið á sérstakan hátt eins og á Laugarvatni og í Sólheimum. Hér á eftir verður farið yfir fráveitu á Borg í Grímsnesi og á Flúðum í Hrunamannahreppi. Á báðum stöðum eru starfræktar líffræðileg hreinsivirki frá Bólholti ehf, sem byggja á aðferðinni “activated sludge”. Stöðvarnar koma í forhönnuðum einingum.

Uppbygging stöðva

Á Borg í Grímsnesi voru í upphafi staðsettar nokkrar rotþrær. Þegar ákveðið var að fara í uppbyggingu þéttbýliskjarna með tilheyrandi þjónustu og gatnagerð fyrir 10 árum síðan þurfti að huga að fráveitumálum. Svæðið er landbúnaðarsvæði með engum viðtaka fyrir skólþ. Staðsetningin skólphreinsistöðvarinnar var ákveðin í vesturkanti byggðarinnar (sjá gulan ferning á mynd 1) og fengið var leyfi til þess að láta afrennslið renna í skurð á landi Stóru Borgar, þar sem vatnið rennur svo út í læk. Landeigandi Stóru Borgar var ekki sérstaklega ánægður með að fá þetta vatn inn á sitt land en það náðist samkomulag við hann með því að setja eitt siturbeð í viðbót. Þannig að allt vatn fer þarna í gegn í lokinn áður en það fer í skurðinn.



Mynd 1. Borg í Grímsnesi. Guli ferhyrningurinn afmarkar svæðið undir skólphreinsistöðina og gula línan útrásina frá stöðinni yfir í skurð á landi Stóru Borgar.

Á Borg eru þrjú aðskildir straumar af fráveituvatni: Í fyrsta lagi skólpi, í öðru lagi regn- og hitaveitu vatn og að lokum sundlaugarvatn. Skólpið er leitt í gegnum líffræðilega hreinsistöð sem var keypt frá Bólholti. Regnvatnið fer í gegnum sand- og olíuskilju meðan sundlaugarvatnið fer í gegnum siturbeð til að klórinn nái að falla út. Að lokum er öllum þremur straumum blandað saman og leitt í viðbótar siturbeðið og síðan veitt í sama skurð. COD mæling við útfall skólphreinsistöðvar mælist 77 mg/L en þegar skólpmatnið hefur blandast öllu hinu, þá mælist loka styrkur COD í útrás undir 10 mg/L sem er í samræmi við reglugerð nr. 798/1999 um fráveitur og skólpi.

Á Flúðum er eins stöð og á Borg nema aðeins öflugri. Stöðin á Flúðum er fyrir 350 pe á meðan stöðin á Borg er fyrir 250 pe. Í báðum tilfellum íbúafjöldinn innan við helmingur af stærð stöðvanna. Staðsetning stöðvarinnar á Flúðum er við Litlu Laxá sem er fremur viðkvæmur viðtaki en til að koma lögnum þessa leið varð að fara í miklar jarðvinnuframkvæmdir. Bæði var farið með regnvatn og skólpmatn í Litlu Laxá. Regnvanti var veitt í ána nokkru ofar en skólpmatninu sem er veitt í hreinsistöðina sem er staðsett við enda gulu línunar lengst til vinstri á mynd 2.



Mynd 2. Fráveitukerfið á Flúðum. Gulu línurnar er yfirlit yfir stofnlagir fráveitunar.

Mælingar á COD í útrás skólphreinsistöðvarinnar á Flúðum er um 30 mg/L sem er í samræmi við reglugerð nr. 798/1999. Slökkt er á útfjólubláu ljósatækinu því mælingar á saurkólígerlum í útrás skólpmatstöðvar er lægri en mælist utan þynningarsvæðis í sjálfri ánni. Þetta sparar töluverðan pening. Heildar rafmagnskostnaður er 600 þkr á ári.

Bygging stöðvanna

Hreinsistöðin frá Bólholti kom í forbyggðum einingum. Vanda þarf niðursetningu á þessum einingum svo að skólphreinsistöðin vinni rétt. Við niðursetningu á Borg urðu ýmis ljón á veginum. Eins og sést á mynd 3, þá var grafið niður fyrir tönkunum sem voru lagðir tómir í grunninn. Síðan kom mikil rigning sem leiddi til þess að grunnvatnsborð hækkaði og tankarnir flutu. Síðan þetta hafa einingar af þessum toga verið fylltar af vatni við niðursetningu til þess að minnka uppdriftskraft. Einnig er æskilegt að setja niður stöðvarnar á þurrkatímum á sumrin, frekar en í rigningu á haustin.



Mynd 3. Vandamál við niðursetningu forbyggða eininga (Borg í Grímsnesi).

Annað vandamál sem kom upp á byggingartíma var við gröft á djúpum skurðum í mýrlendi fyrir útrásina á Flúðum (sjá mynd 4). Burður mýrlendisins var ekki nægilegur þannig að skurðir féllu saman og litlu munaði að grafa í skurði færi í kaf með vélamanni. Mildi þykir að stjórnandi gröfunnar náði að forða sér og varð ekki fyrir meiðslum.



Mynd 4. Skurðagröftur fyrir fráveitukerfið á Flúðum.

Mynd 5 sýnir fullbyggða hreinsistöð á Borg og hvernig hún fellur í umhverfið.



Mynd 5. Líffræðilega skólphreinsistöðin á Borg í Grímsnesi.

Samantekt og umræður

Reynsla okkar af þessum stöðvum er ágæt en taka má fram að tíminn sem þær hafa verið í notkun er aðeins 6-7 ár. Stöðvarnar eru viðkvæmar fyrir aðskotahlutum eins og blautklútum, dömubindum og fleiru sem ekki eyðist upp. Þessir aðskotahlutir stífla grófhreinsunina sem er við inntak stöðvarinnar. Til að koma í veg fyrir þetta var sett niður sandfang framan við stöðina á Borg. Á Flúðum var settur brunnur þannig að aðskotahlutir fljóta upp en seyra rennur svo undan og inn í stöðina. Þetta er mun betri lausn en á Borg þar sem sandfangið er að stíflast vegna fitu sem flýtur ofan á. Mögulega mætti leysa þetta og sleppa sandfangi eða brunni með því að nota t.d. kvörn.

Endalausar lotur

Ketill Hallgrímsson

*Umsjónarmaður vatnshreinsivirkis Alcoa Fjarðaáls, Reyðarfirði,
netfang:ketill.hallgrimsson@alcoa.com*

Inngangur

Hér verður kynnt skólphreinsun og hreinsiaðferðin sem var notuð við byggingu álversins í Reyðarfirði. Ákveðið var að reisa álver í kjölfar undirskriftar samninga 2003 um stóriðju í Reyðarfirði og hófust framkvæmdir 2005. Við svona framkvæmd þarf mikinn mannafla á framkvæmdartíma, en ekki var til húsnæði á svæðinu fyrir mannskapinn. Það var leyst með byggingu vinnubúða sem voru ætlaðar fyrir um 1800 manns. Þetta var veruleg fólksfjölgun, íbúar á staðnum voru rétt undir 700. Við verkið var umhverfisstefna Alcoa höfð að leiðarljósi og var það yfirlýst stefna að hafa sem minnst áhrif á náttúruna og umhverfið, þ.e. skilja eftir pínulítið skófar. Flestum þótti nóg um meðan jarðvegsframkvæmdir stóðu yfir, ekki mátti renna moldarlitað vatn frá lóðinni og sem dæmi voru settar heyrúllur í læki og skurði til að sía vatnið sem síðan rann til sjávar. Það mátti hvergi sjást olúsmit á vinnuvélum og það var nánast brottrekstarkök að pissa utan í dekk eða stein. Og **...ekkert skólp fer óhreinsað frá þessari framkvæmd**. Höfuðástæða þessa viðmiðs er trúlega það umhverfi sem Bechtel og Alcoa koma úr; stífar reglur og eftirlit, bæði opinbert og umhverfissamtök. Þar í sveit þekkest ekki óhreinsað skólp, nema rétt meðan sturtað er niður úr salerninu.

Hönnun og starfsleyfi

Hönnun stöðvarinnar miðaði við 1800 manns í vinnubúðum og til viðbótar kom fólk yfir daginn sem bjó ekki í vinnubúðunum. Allt þetta fólk lagði sitt til skólpkerfisins. Vinnubúðirnar voru reistar sem bráðabirgðahúsnæði og skyldi fjarlægjast þegar uppbyggingu væri lokið og álverið komið í gang. Til að finna hvaða stærð af hreinsivirki þyrfti voru notuð viðmið frá bæjarveitunni í Montreal Kanada og áætlaður heildarfjöldi um 2000 manns þegar mest væri (munnleg heimild). Starfsleyfi fyrir starfseminu var gefið út fyrir 2025 **pe** (persónueiningar). Var það túlkað sem að hreinsunin annaði afurðum frá 2025 manns.

Skólphreinsistöðin sem varð fyrir valinu var framleidd af Premier Tech / Eco Process. Erfitt þótti að bera afkastagetu stöðvarinnar (sjá töflu 1) saman við reglugerðina, sem fjallar um mælieininguna PE og hreinsunarþrep m.v. fólksfjölda og þynningarsvæði. Að lokum var starfsleyfið umreiknað yfir í leyfilegan heildarstyrk skólps í innrennsli 121,5 kg/24h BOD₅. Skv. töflu 1 réð stöðin við $BOD\ 225\text{mg/L} * 428\text{m}^3/\text{d} = 96,3\ \text{kg BOD/sólarhring}$. Munurinn er 25,2 kg BOD sem starfsleyfið leyfir meira en stöðin er hönnuð fyrir eða nákvæmlega 26,2%.

Annað sem hefði verið gott að taka tillit til á hönnunartímanum var samsetning úrgangsins. Í vinnubúðum búa að mestu karlmenn sem vinna erfiðisvinnu. Þeir borða (feitt)kjöt og kartöflur, lítið grænmeti og pasta, drekka bjór á laugardögum og eina vatnsnotkun þeirra er til að busta tennurnar og fara í sturtu. Þannig er efnasamsetning skólps ekki dæmigerð og fyrir blandað samfélag.

Tafla 1 Geta búnaðar í skólphreinsistöðinni frá framleiðanda

Table 2.1: Summary of Wastewater Characteristics and Effluent Design Criteria			
	Primary Settler Influent	BioSequencer Influent	UV Disinfection Effluent
Average Flow	428 m ³ /d (17,8 m ³ /h)		
Maximum Hourly peak flow	(2136 m ³ /d) 89 m ³ /h		
Maximum duration for peak flow	2 hours		
Biochemical Oxygen Demand, BOD ₅	225 mg/L	157 mg/L	≤ 30 mg/L
Total Suspended Solids, TSS	269 mg/L	134 mg/L	≤ 30 mg/L
Total Kjeldahl Nitrogen, TKN	-	40 mg/L	-
Ammonia Nitrogen, N-NH ₃	-	-	≤ 10 mg/L
Oil & Grease	≤ 50 mg/L	≤ 50 mg/L	≤ 10 mg/L
Faecal Coliform	-	-	≤ 200MPN/100mL
Temperature	15°C		
Ph	6 - 8		

Skólphreinsistöðin fyrir álverið á Reyðarfirði

Bráðabirgðastöð



Mynd 1 Bráðabirgðastöð fyrir álver á Reyðarfirði

Byrjað var með að setja upp litla færanlega stöð á meðan skólphreinsistöðin var reist. Þessi stöð sem byggir á „extended aeration“ var fengin notuð sunnan úr Borgarfirði og þjónaði sínu hlutverki í um ½ ár, en þá var hún komin að þolmörkum. Þessi stöð þurfti að berjast fyrir lífi sínu líkt og skólphreinsistöðin seinna: Handþurrkupappír var allt að stífla og kæfa.

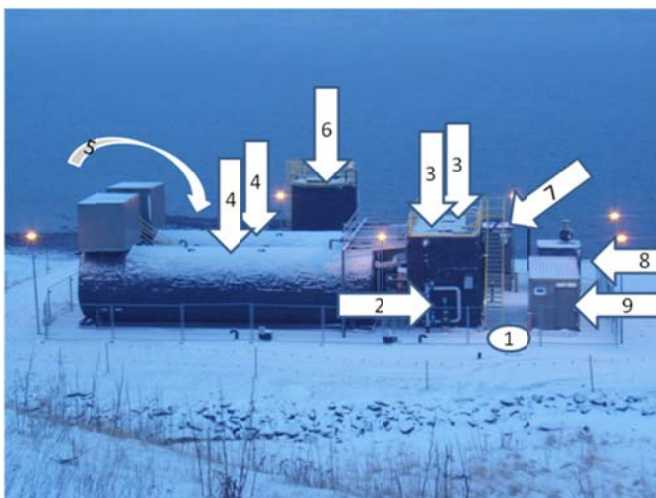
Bygging nýrrar stöðvar



Ný skólphreinsistöð, **Saurbær**, var reist á 18x25m eða 450 m² reit, staðsett beint fyrir neðan vinnubúðirnar og var sjálfrennsli þangað (Mynd 2). Til að byrja með, var skólpl flutt með dælubílum frá iðnaðarlóðinni til hreinsistöðvarinnar. Síðar var lögð 4 km lögn sem fór í um 60 metra hæð. Dælustöð tengd lögninni sá um að dæla skólpinu frá iðnaðarlóðinni til hreinsistöðvarinnar.

Ekki var hægt að tengja öll salerni við lagnir. Talsvert var af ferðasalernum (kömrum) dreift um svæðið og skrifstofu/þjónustueiningum með skólptanka. Þessa tanka þurfti að tæma reglulega og flytja í skólphreinsistöðina. Þegar reikningar og mældum BOD styrk og rennsli inni stöðunni sýndu að lífrænt álag var kominn yfir þau mörk sem rituð voru í starfsleyfi, var gripið til þess ráðs að keyra því sem umfram var, þ.e. sterkasta skólpið úr ferðasalernunum allt að 16m³ á dag 40 km til Egilsstaða.

Stöðin var framleidd af kanadísku fyrirtæki, Premier Tech / Eco Process. Hún kom til landsins í forsmíðuðum einingum sem var stillt upp á sinn stað. Þar á eftir voru rör lögð á milli eininganna, tengd saman og skrúfuð fast. Þar með var stöðin tilbúin. Mynd 3 sýnir hvernig skólphreinsistöðin leit út fullbyggð, þar sem mismunandi hlutar kerfisins hafa verið númeraðir:



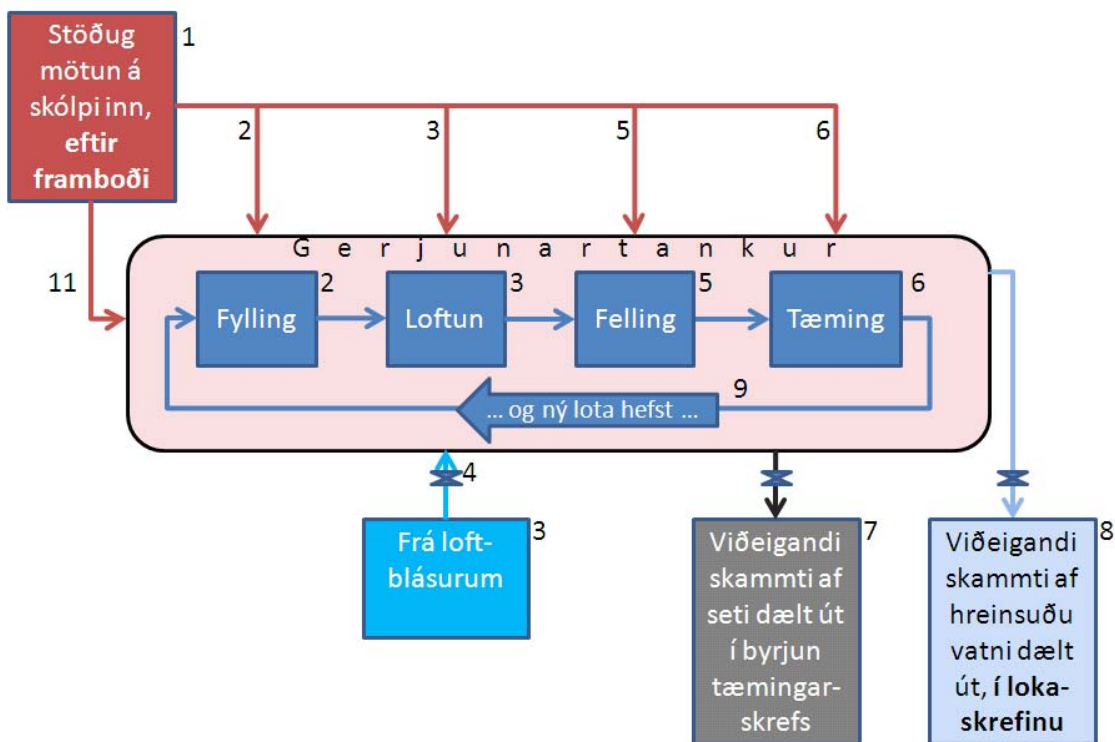
1. Dælubrunnur.
2. Kvörn.
3. Tveir settankar.
4. Tveir gerjunartankar.
5. Hús fyrir loftblásara og UV-ljós (sem er bak við og sést ekki).
6. Einn tanki fyrir eftirgerjun.
7. Hús til afvötnunar og mælinga
8. Loftþreinsibúnaður;
9. Stjórn og aðstaða starfsmanna.

Eins og áður sagði var stöðin með “tvær línur”, þ.e. tvo hliðtengd sett af set- og gerjunartönkum, sem keyrðar voru úr takti við hvor aðra. Byrjað var með aðra línuna en hin gangsett til viðbótar þegar fyrirséð var að ein væri ekki nóg. Skólpinu var dælt með dælustöð (1) gegnum kvörnina (3) og upp á settanka (4) þar sem 25mm rist (5) tók það grófasta út (sjá mynd 4). Í settankinum féllu þungu og stærri stykki til botns meðan léttari fljóta. Vatnið hélt áfram um yfirfall yfir í gerjunartanka (6), þar sem lofti var blásið til að gefa súrefni fyrir lífrænu starfssemina og vinveittar bakteríur sem vinna á skólpinu. Blásturinn hrærði líka í skólpinu. Seyran var látin setjast í gerjunartankinum og hreinsaða vatninu dælt úr yfirborðinu og það látið renna að UV-ljósum (7) til sóttþreinsunar. Botnfalli úr settanka (4) og gerjunartanka (6) dælt yfir í eftirgerjunartanka (8). Úr eftirgerjun var seyrinni dælt í afvötnun (9), vatnið pressað úr og því veitt til baka í dælustöðina (1). Kakan sem varð til við pressunina fór í stýrðu falli út í gám eða annað ílát og er fargað á viðeigandi hátt. Nánari myndir af rekstri stöðvarinnar er í viðauka í lok greinarinnar.

Hreinsunaraðferin sem stöðin byggir á minnir mjög á “activated sludge” aðferð ef grannt er skoðað. Mesti munurinn er þó að **hér fer allt fram í sama tanka**, ekki þarf að dæla botnfalli til baka eða hafa sérstakar hrærur og eftirfellingartanka. Notað er “active sludge” sem er örvað og allt gert í sama tankanum.

Þessi aðferð er einnig mjög lík lotuhreinsun þar sem fyllt er á hreinsitank, loftað, hreinsun kláruð á þeim skammti, tæmt og byrjað aftur með nýjan skammt. Þó er smá viðbót sem fellur ekki öllum fræðimönnum vel í geð en svínvirkar. Viðbótin er að það er **aldrei tæmt alveg**, bara fjarlægður skammtur, sem er reiknaður út frá innrennslinu, og því ekki byrjað með nýtt, heldur er **alltaf** “active sludge” í tankanum og **alltaf** rennsli inn í stöðina, sem ræðst af því rennsli sem kemur frá veitunni.

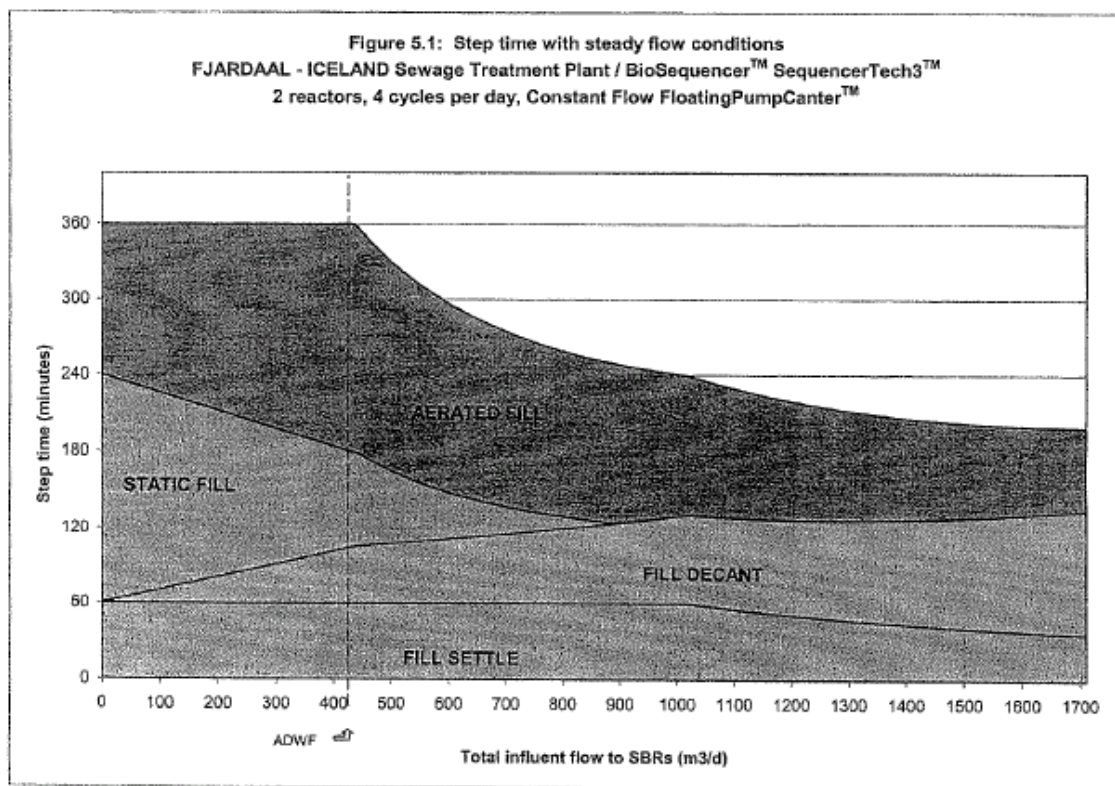
Flæðirit lotuhreinsunar (SBR)



Mynd 6 Flæðirit lotuhreinsunar

Á mynd 6 er farið nánar í gegnum flæðirit lotuhreinsunar í gerjunartanki.

1. Skólpið kemur frá dælustöð gegnum settanka.
2. Fylling hefst, ekkert annað er í gangi hér.
3. Loftun tekur við, loftblásarar skaffa það.
4. Loftun lýkur og felling hefst. Nú getur hin línan fengið loft, ef þarf.
5. Felling hefst. Takið eftir að skólpi er dælt inn allan tímann, í beinu samhengi við innrennsli. Engar gusur, helst jöfn dæling.
6. Felling lýkur og tæming hefst. Enn er dælt inn skólpi eftir framboði.
7. Í upphafi tæmingar er dælt út seti.
8. Dæling út hefst á sama tíma. Dælt er út reiknuðum skammti m.v. innrennsli.
9. Dæling lýkur og ný lota hefst.
10. Byrjað er á fyllingu og allt endurtekið endalaust ...
11. Þó áfyllingin sé teiknuð á fjórum stöðum á blokkmyndinni er hún í raun bara á einum stað og í gagnstæðum enda m.v. tæmingu.



Mynd 7 Tíma - flæði línurit

Á mynd 7 er sýnt hvernig reiknaður tími er m.v. rennslið. Að vísu er rennslið ekki “rennsli” heldur er það magn reiknað út frá vökvahæð í gerjunartankanum. Við stöðugt rennsli upp að hámarksgildi $428 \text{ m}^3/24\text{h}$, er lotutíminn 360 mínútur en ef rennslið er meira verður lotan styttri. Það er til að reyna að ná í skottið á flæðinu inn. Eins sést að tíminn í hvert skref er breytilegur eftir rennslinu. Við minnkandi rennsli lengist fylling á kostnað loftunar.



Mynd 8 Hæð í gerjunartönkum

Mynd 8 sýnir rennsli í gegnum báðar línurnar, önnur rauð og hin blá. Myndin sýnir að línurnar tvær eru fylltar og tæmdar á víxl. Einnig má sjá sterka dægursveifluna, með hámarkið á morgnana og annað hámark eftir vinnu og í kringum kvöldmatinn.

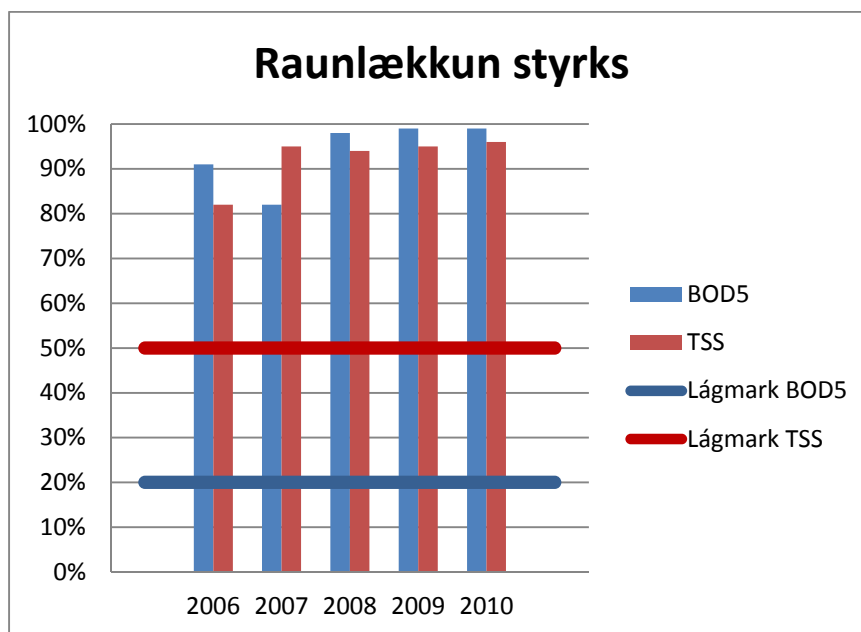
Eftirlit

Tafla 2 sýnir lista yfri ráðlagðar mælingar frá framleiðanda. Fylgt var eftir þessum lista og gott betur því að sumar af þessum mælingum voru gerðar oftar.

Tafla 2 Listi yfir mælingar frá framleiðanda

PARAMETER	SAMPLING LOCATION	MINIMUM FREQUENCY
Flow rate	Influent	Once a day for every day
Total BOD ₅	Influent/Effluent	Once a week for the first three months, then once a month
Filtered BOD ₅	Influent/Effluent	Once a week for the first three months, then once a month
COD	Influent/Effluent	Three times a week for the first three months, then once a week
Filtered COD	Influent/Effluent	Once a week for the first three months, then once a month
TSS	Influent/Effluent	Once a week for the first three months, then once a month
VSS	Influent/Effluent	Once a week for the first three months, then once a month
MLSS	SBR _s	Once a week for the first three months, then once a month
MLVSS	SBR _s	Once a week for the first three months, then once a month
Settled Sludge Volume	SBR _s	Three times a week for the first three months, then once a week
TKN	Influent/Effluent	Once a week for the first three months, then once a month
NH ₃	Influent/Effluent	Once a week for the first three months, then once a month
NO ₃	Influent/Effluent	Once a week for the first three months, then once a month
Ptotal	Influent/Effluent	Once a week for the first three months, then once a month
pH	Influent/Effluent	Three times a week for the first three months, then once a week
Oil & grease:	Influent/Effluent	Once a week for the first three months, then once a month
Temperature	SBR _s	Three times a week for the first three months, then once a week
Biological Examination	SBR _s	Once a week for the first three months, then once a month
Dissolved Oxygen (D.O.)	Effluent	Three times a week for the first three months, then once a week
D.O. cycle profile	SBR _s	Once a week for the first three months, then once per month

Gerð er prósentu krafa um hreinsun í starfsleyfinu og því var fylgjast með styrk og magni inn- og útrennslið. Þetta % - ákvæði vakti þó ugg þar sem spurningin um var hvað skal gera ef innrennslið er það dauft eða hreint að ekki er hægt að ná % - markinu. Sá uggur reyndist ástæðulaus. Eins og sést á mynd 9 var hreinsunin langt yfir % - mörkunum og aðeins í tveim tilfellum undir 90% !



Mynd 9 Hreinsivirkni skóphreinsistöðvar Alcoa á Reyðarfirði (mæld í % lækkun)

Einnig var fylgst með framleiðslu á seyruköku. Tafla 3 sýnir að ramleiðslan var ótrúlega mikil, eða um 20 tonn á mánuði þegar mest var. Með minnkandi umsvifum snarlækkaði magn seyru sem þurfti að farga niður í 2-3 tonn. Frá þessari stöð var einungis send pressuð seyrukaka, það þurr að ekki var hægt að dæla henni.

Tafla 3 Mánaðarlegt magn seyruköku 2007 og 2008

Mánuður	Þyngd seyru (kg/mán)	
	2007	2008
Janúar	23.480	31.201
Febrúar	17.300	0
Mars	28.240	11.860
Apríl	23.860	0
Maí	15.520	0
Júní	22.280	4.680
Júlí	17.400	0
Ágúst	19.060	0
September	18.040	3.100
Október	17.210	3.180
Nóvember	18.760	2.260
Desember	8.360	3.080
Samtals	229.690	59.361

Rekstur

Eins og nefnt var að framan voru handþurrkur vandamál í upphafi reksturs. Pappírinn í þeim er seigur og leystist ekki upp á leiðinni líkt og klósettpappír, sem leiddi til þess að dælur og ristar stífludust. Lausnin var tvíþætt; breyta um tegund og gerð af pappír og svo setja kvörnina (sjá mynd 5). Hægt að gera svona pappírsbreytingu í vinnubúðum þar sem innkaup eru á einni hendi. Í blönduðu samfélagi kaupir fólk hvað sem er. Annað rekstrarvandamál sem kom upp í upphafi var lyktarmengun.

Sagan um vondu lyktina:

Fyrstu jólin nálgudust, bara önnur línan notuð og vitað var að yfir jólavíkuna yrði nánast enginn verkamaður í vinnubúðunum. Olli þetta þáverandi yfirmanni verulegu hugarangri þar sem hann sá fyrir sér að allar góðu og duglegu bakteríurnar dræpast úr hungri þar sem enginn skaffaði þeim mat í 10 daga. Kom hann upp með ýmsar hugmyndir til að tryggja mat handa þeim, s.s. kaupa 1 tonn þurrfóður (hundamat), sækja talsvert magn húsdýraáburðs o.fl. en þeim var öllum hafnað vegna kostnaðar. Eina lausnin sem hann fann og ekki kostaði var að geyma skólp. Það var jú þarna tómur tankur, 150 tonna. Byrjað var að safna í nóvember og gekk það vel. Til að þetta yrði ekki alveg dautt var blásið lofti í þetta stöku sinnum og hrærðist í um leið. Lyktin var ekki svo slæm Líður nú að jólum, vinnubúðirnar tæmast og gefa þarf góðu bakteríunum að borða. Þegar það verk hófst, kom vond lykt fyrir alvöru en vindar voru hagstæðir og fnykinn lagði frá byggðinni. Nálgast jólahátíðin og skipudust þá vindar þannig að óþægilega vond lykt barst að næstu húsum. Lyktin var það slæm að sagt var að jólatréð í stofunni á næsta heimilinu hafi drepist.

Næstu jól eftir var kominn nýr yfirmaður og sami vandi fyrirséður; allir færu heim. Lausnin var að breyta stillingum aðeins, bakteríurnar lifðu og engin lykt kom!

Lyktarvandamálið var leyst með því að bæta við lyktareyðandi búnaði (sjá nr. 8, mynd 3).

Að frátöldum þessum byrjunarörðugleikum, þá var reksturinn einfaldur og kostnaðarliðir fáir. Eftir að álagið fór niður fyrir 100% nægði að einn maður færi til eftirlits, mælinga og kökugerðar einn dag í viku. Efni sem þurfti að kaupa var polymer til íblöndunar við seyrna og efnasett til mælinga. Viðhald á þessum 5 ár fólst í því að skipta um olíu á blásurunum og hreinsa rusl úr dælum. Einu sinni skipt um perur í UV-ljósum og net í pressunni.

Samantekt og umræður

- Eftir á að hyggja var stöðin keyrð á 25% yfirálagi meirihluta tímabilsins, áður en að reikningar á mældu BOD og rennsli inni stöðina sýndu
- Þurfti talsverða ummönun á meðan álagið var yfir 100%
- Handþurrkupappír skapaði mikla rekstrarörðugleika sem leyst var með öflugri kvörn
- Stöðin réð vel við snöggar breytingar á innrennsli, sbr. söguna um vondu lyktina
- Eftir að umsvifin minnkuðu og álagið fór niður, þ.e. seinasta árið, þurfti bara einn mann ½ - 1 dag í viku til að mæla og gera köku
- Búnaður einfaldur, bara dælur og loftblásarar

Það var samdóma álit þeirra sem stóðu að rekstri stöðvarinnar að hún hafi staðið sig vel. Að lokum er gott að minnst á það að tölur sem notaðar voru við útreikninga fyrir þessa stöð, byggðu á tölum frá Skólþveitu Montreal, Kanada (munnleg heimild). Í stórborg eða bæjum er styrkur og samsetning skólps allt öðruvísi en í vinnubúðum með verkamenn sem vinna erfiðisvinnu og þurfa því orkuríkan mat og það skilar sér í skólpið. Þvottur, uppvask og slík þjónusta er á iðnaðarstigi, t.d. voru fjórar þvottavélar sem leystu það hlutverk fyrir 1800 manns en ekki 400 vélar sem skrölta með nærbuxur, par af sokkum, fullt af vatni og sápu eins og búast mætti við í blandaðri byggð.

Viðauki: Myndir úr rekstri stöðvarinnar



Mynd 10 sýnir tækið, á það voru nánast allar mælingar gerðar. Svifagnir (TSS), BOD₅ og bakteríu-mælingar voru gerðar hjá Rannsóknarstofnun fiskiðnaðarins, síðar Matís, Neskaupstað. Notuð voru “testkit” við mælingarnar þar sem þurfti bara að mæla rétt magn vökva, blanda forþökkuðum skömmtum út í, velja viðeigandi forskrift á tækinu og lesa af.

Mynd 10 Mælitækið fyrir profusetin



Á mynd 11 er verið að nota mælitæki sem heitir “drulludómari” eða sludge judge á ensku. Er í raun bara glært rör með einstefnuloka í neðri endanum. Gefur þversnið af innihaldi tankans þegar ýtt er rólega niður að botni tanka. Þarna er verið að mæla þykkt á seti í botni tankans og horfa eftir handþurrkum eða pappírnum.

Mynd 11 Notkun á drulludómara



Á mynd 12 sést búnaðurinn í gerjunartankinum. Á botninum sést stofnlögnin fyrir loftið og út frá henni loftdreifararnir til beggja handa, líkt og tindar á hrífu. Flotholtin sem bera dæluna renna á vírunum eftir vökvahæð og dælan er á milli þeirra. Dælan tekur um 15 cm undir yfirborðinu. Hnén sem eru neðst á myndinni tengjast barkanum sem flytur frá dælunni.

Mynd 12 Séð ofan í tóman gerjunartanka

Hér fer lífræna starfssemin fram. Loftdreifararnir eru settir örlitlum götum svo loftið verði í litlum bólum og blandist vatninu vel, líkt og er í fiskabúri. Engin hræra er notuð.



Á mynd 13 er loftun í fullum gangi. Mikil ólga er og góð blöndun. Ekki er þörf á sérstökum hrærum til að tryggja blöndun. Eins er bannað að hræra þegar skrefin „felling og dæling“ eru kláruð. Þá á vatnið að vera kyrrt svo bakteríurnar falli til botns.

Mynd 13 Loftun í gangi í gerjunartanki



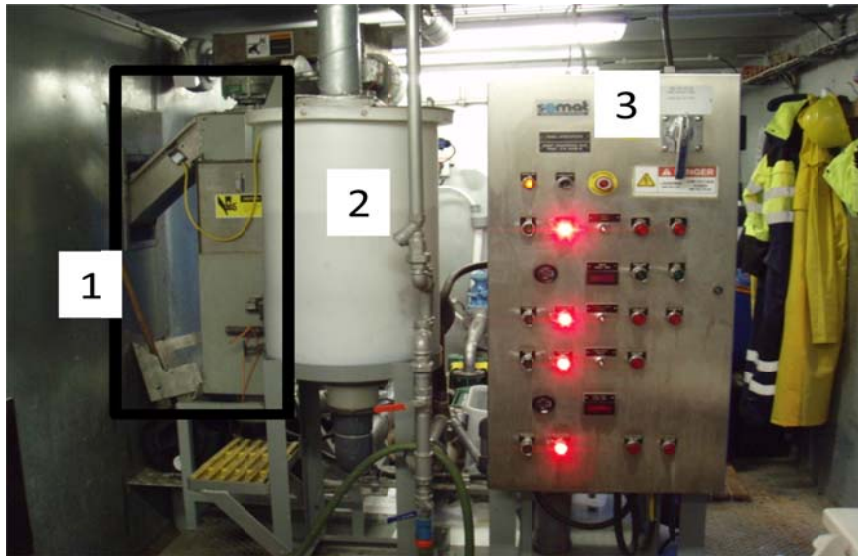
Gerjunarankurinn nánast fullur, búið að taka dæluna upp til skoðunar.

Mynd 14 Fullur gerjunartankur



Á mynd 15 er fellingarprófi lokið. Sýnið er tekið þegar blástur er á fullu, rétt áður en felling hefst, svipað og sést á mynd 14. Tekið er sýni úr hvorum gerjunartanka og eru þau því ekki á sama tíma. Í glasinu hægra megin er allt eðlilegt en í því vinstra hefur setið flotið upp.

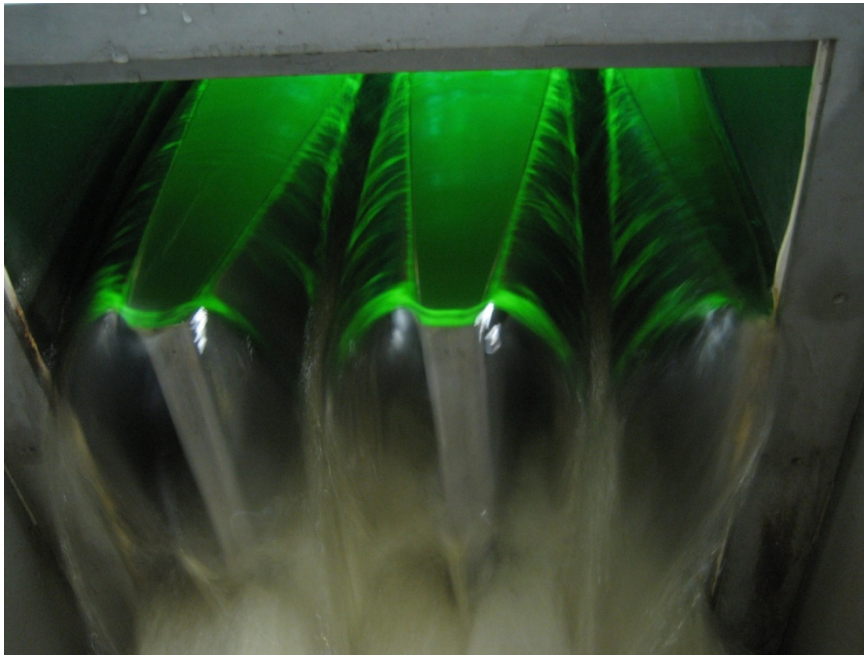
Mynd 15 Fellingarpróf



Afvötnunar búnaður virkaði vel. Pressan er frekar smá, en skilaði sínu hlutverki vel, var ekki flöskuháls. Til að hægt sé að pressa vatn úr seyrinni þarf fyrst að blanda hjálparefni, polymer, út í seyrana og tryggja mjög góða blöndun. Þegar rétt hlutfall er notað hleypur seyran í kekki, líkt og þegar súr mjólk er sett í kaffi, og vatnið skilst frá. Pressan getur tekið um 70% af vatninu úr. Best þykir að hafa kökuna sem þurrasta, dýrt að keyra vatni í förgun.



Við afvötnun á seyrinni verða til tvær afurðir, vatn og kaka. Á mynd 17 er seyran eftir pressun, þá kölluð kaka. Hún hlóðst upp þannig að jafna þurfti í ílátinu til að nýta rýmið. Þurrstig kökunnar átti að vera þannig að ef tekin var handfylli og hnoðað líkt og snjóbolta, því síðan kastað í vegg, ætti að sitja eftir smávegis, eins og gerir eftir snjóbolta. Ath.! Við þetta próf þarf að vera með hanska!!! og muna að þrífa vegginn.



Hin afurðin, vatnið, fer gegnum útfjólublátt ljós til sótthreinsunar. Ljósín eru í opnum stökk og því auðvelt að þjónusta þau en gæta þarf þess að halda ljósunum hreinum til að tryggja virknina. Þar sem hreinsaða vatninu er dælt út í lotum, og ekkert þess á milli, er slökkt á ljósunum mestan hluta sólarhringsins.

Mynd 18 Hreinsaða vatnið



Aðalafurðin er svo vatnið sem hefur ekki merkjanleg áhrif á viðtakandann. Þegar hreinsunin er að virka rétt er vatnið kristaltært.

...“nánast drykkjarhæft“...

Mynd 19 Kristaltært vatn

Spörum pening ...



... notum seyrukökuna ...



... til uppgræðslu og áburðar!



Mynd 20 Hagur af seyru

HEIMILDASKRÁ

(n.d.). Retrieved október 20, 2012, from SequencerTech.com: <http://sequencertech.com>

Hallgrímsson, K. *Myndir frá Saurbæ*. Reyðarfjörður.

Heilbrigðisnefnd Austurlands. (2005). *Starfslexfi fyrir skólphreinsistöð*.

Premier Tech / Eco Process. (2004). *Technical Data Sheet Sequencing Batch Reactor*.

Rodrigue, P. (2008). *Annual Report for Sewage Treatment Plant [for 2007]*. Skjalasafn Alcoa. Reyðarfjörður: CDM.

Rodrigue, P. (2009). *Annual Report for Sewage Treatment Plant [for 2008]*. Skjalasafn Alcoa. Reyðarfjörður: CDM.

Rodrigue, P. (2010). *Annual Report for Sewage Treatment Plant [for 2009]*. Skjalasafn Alcoa. Reyðarfjörður: CDM.

Rodrigue, P. (2011). *Annual Report for Sewage Treatment Plant [for 2010]*. Skjalasafn Alcoa. Reyðarfjörður: CDM.

State-of-the-art Sequencing Batch Reactors. (n.d.). Retrieved október 20, 2012, from SequencerTech.com: http://sequencertech.com/biotechnology/sbr/process_policy_reason.html

Tilbúið votlendi á Sólheimum

Guðmundur Ármann Pétursson

Framkvæmdastjóri, Sólheimum í Grímsnesi, netfang: gap@solheimar.is

Inngangur

Á Sólheimum í Grímsnesi eru rúmlega 100 manns með lögheimili. Á staðnum er einnig veitt fjölpætt þjónusta fyrir ferðamenn og gesti. Þannig dvelja mun fleiri þar en íbúafjöldi gefur til kynna. Árið 1998 var ákveðið að endurskoða fráveitumál. Í samræmi við stefnu Sólheima og starfsemi var ákveðið að leggja sig fram um að finna náttúrulega leið til hreinsunar á skólpi. Verkfræðistofan Hönnun hf. (nú Mannvit hf.) fengin til að gera frumathugun. Brynjólfur Björnsson, núverandi fagstjóri fráveitu hjá Mannviti hf., annaðist bæði frumathugun og umsjón með verkinu sjálfu.

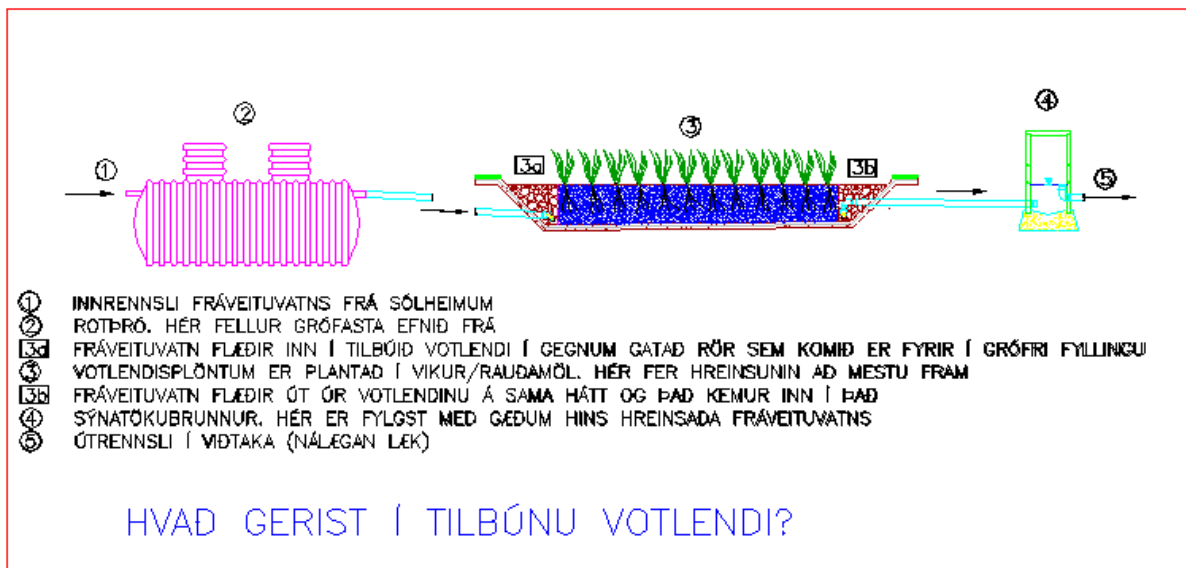
Skoðaðir voru þrjú valkostir fyrir hreinsun fráveituvatns, þ.e. í tilbúnu votlendi (constructed wetlands), í gróðurhúsi og í tjörn. Fljótlega var valið á milli tilbúins votlendis og gróðurhúss. Á þessum tíma var búið að prófa tilbúin votlendi í tiltölulega hlýju loftslagi, og einnig var verið að skoða þennan valkost í kaldara loftslagi s.s. á Norðulöndum og í Eistlandi. Reynslan sýndi að þetta var tæknilega einfalt úrræði með litlum rekstrarkostnaði, en hafði ekki verið prófað hérlandis. Gróðurhúsaleiðin þótti glæsileg lausn sem bauð upp á margskonar möguleika í fræðslu og fyrirkomulagi. Hins vegar var rekstrarkostnaður umtalsverður, og krafðist m.a. sérhæfðan starfsmann með dagleg verkefni. Stofnkostnaður 3 til 4 sinnum hærri en stofnkostnaður við tilbúið votlendi.

Af þessum sökum var ákveðið að byggja tilbúið votlendi. Kostir þess eru: (1) góð hreinsun lífrænna efna, (2) tiltölulega lítill kostnaður, bæði við framkvæmdir og rekstur og (3) auðvelt að halda svæði þrifalegu. Helstu ókostir eru hins vegar þeir að (1) hreinsun næringarefna er að öllu jöfnu ekki mikil, nema að kerfi séu yfirhönnuð; (2) Þau þurfa talsvert landrými, t.d. 5 m² á persónueiningu. (3) Alltaf er hættu á að votlendi stíflist, og því þarf að vanda vel til þeirra. Verkefnið samstarfsverkefni Sólheima, Hönnunar hf., Iðntæknistofnunar og Líffræðistofnunar Háskóla Íslands, styrkt af Rannsóknarráði Íslands (nú RANNÍS).

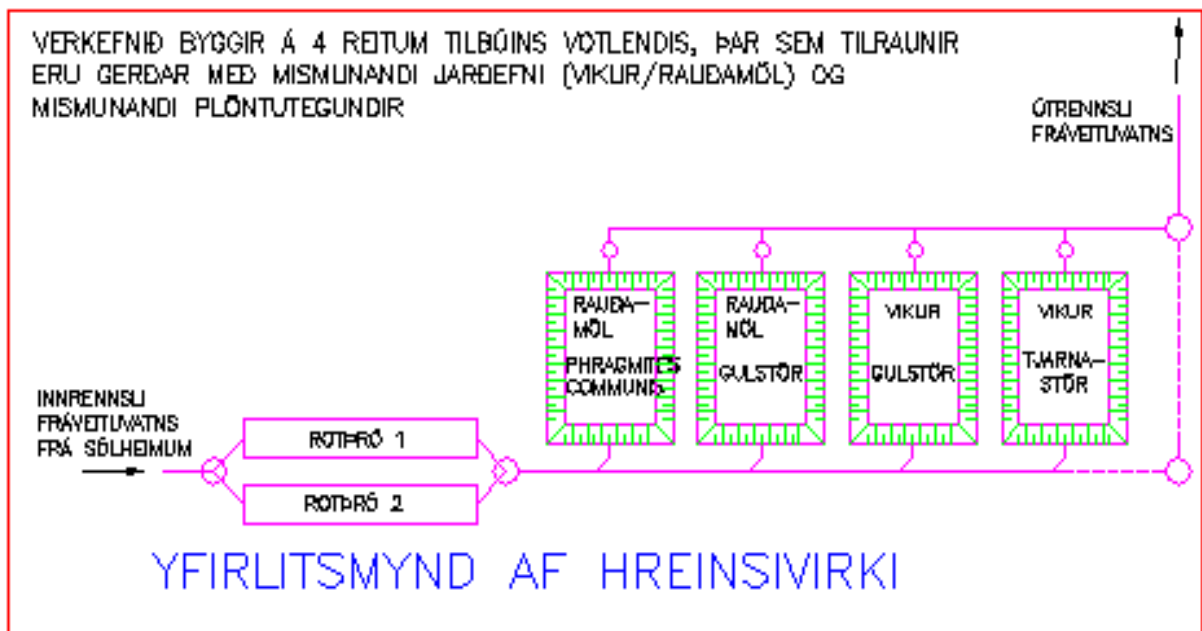
Uppbygging votlendis

Á mynd 1 eru sýndar sýndar yfirlitsmyndir af kerfinu á Sólheimum. Fyrst fer skólpið í gegnum rotþró þar sem grófasta efnið fellur frá (nr. 2, mynd 1A). Síðan fer grófhreinsaða skólpið í gegnum tilbúna votlendið þar sem hreinsunin fer að mestu leyti fram. Síðan kemur sýnatökubrunnurinn, þar sem hægt er að taka sýni og fylgjast með hreinsun skólpsins. Að lokum er útrennsli í viðtaka. Mynd 1B sýnir fjóra tilraunareiti. Stærð reitanna var 25 m², dýptin 60 cm og botnhalli 10%. Tvær gerðir af jarðvegi (rauðamöl og vikur) voru prófaðar og þrjár plöntutegundir (gulstör í tveimur reitum, tjarnarstör og þakreyr í sitthvorum reit).

A)



B)



Mynd 1. A) Þversnið og B) yfirlitsmynd af tilbúnu votlendi á Sólheimum. (Mynd: Brynjólfur Björnsson)

Mynd 2 sýnir hvernig tilraunareitirnir voru uppbyggðir. Á mynd 2A tekin á byggingartímanum, sést hvernig PEH dúkur var lagður á botninn til þéttingar. Til þess að minnka hættu á að fyllingarefnið rífi PEHdúkin var jarðvegsdúkur yfir honum, og síðan sandlag. Brunnurinn sem sést á myndinni er sýnatökubrunnurinn, sem er við útrennslið úr votlendinu. Gangstéttahellur í kringum reitina voru til þess að halda dúkunum niðri, auðvelda aðgengi og gera svæðið snyrtilegra. Á mynd 2B var búið að setja fyllingarefnið í reitina. Hér sést einnig vel að tveir reitir voru fylltir með vikri og tveir með rauðamöl. Inntaksvirkin úr krossviði sjást greinilega og einnig sýnatökubrunnarnir. Búið var að planta í reitina. Sigvandamál var á byggingartíma sem náðist að laga.

A)



B)



C)



Mynd 2. Myndir af votlendinu A) á byggingartíma í ágúst 1999, B) september 1999 og C) eins árs í september 2000. (Mynd: Brynjólfur Björnsson)

Á mynd 2C sjást reitirnir þegar þeir eru búnir að vera í notkun í 1 ár. Gróðurinn hefur tekið vel við sér og dafnað vel.

Rekstur

Í upphafi var töluverð rennslistregða var í gegnum reitina, þannig að reitirnir stífluðust. Innrennslinu var breytt 2 árum eftir að kerfið var tekið í notkun og þá komst rennsli á alla reitina á nýjan leik. Almennt séð hefur reynslan verið sú að ekki skipti öllu máli hvað efni eða gróður var notaður, ekki var afgerandi munur milli reita.

Staðan í dag er sú að kerfið er sprungið vegna ört vaxandi byggðar. Einnig eru tilraunareitirnir ekki að virka sem skyldi eftir Suðurlandsskjálftana 2000 og 2008. Þannig er rotþróin keyrð á yfirálagi og tæmd mun oftast en eðlilegt væri í virku kerfi. Unnið að lausn málsins í samvinnu við Heilbrigðiseftirlit Suðurlands.

Samantekt

Tilbúin votlendi eiga fyllilega rétt á sér og er klárlega einn af þeim valkostum sem ber að skoða þegar kemur að skólphreinsun minni bæjarfélaga. Stefnan er að bæta, laga og stækka núverandi votlendi á Sólheimum, þannig að það anní 250 manna íbúabyggð. Þetta jafngildir stækkun úr núverandi 100 m² yfir 1250 m². Þessi reynsla frá Sólheimum mun verða gott veganesti fyrir stjórnun fráveitumála fyrir minni bæjarfélög á Íslandi.

Þakkir

Brynjólfur Björnssyni, fagstjóra veitna hjá Mannviti, er þakkað fyrir tæknilegar upplýsingar og myndir af votlendum.

Eftirlit með hreinsivirkni líffræðilegra skólphreinsistöðva á Suðurlandi

Birgir Þórðarson¹, Hrund Ó. Andradóttir², og Tryggvi Þórðarson³

¹ Heilbrigðiseftirlit Suðurlands, Selfossi, netfang: birgir@sudurland.is.

² Umhverfis- og byggingarverkfræðideild, Háskóla Íslands, Reykjavík, netfang: hrund@hi.is

³ Umhverfisstofnun, Reykjavík, netfang: tryggvi.thordarson@umhverfisstofnun.is.

Inngangur

Hér verður gerð grein fyrir mælingum á hreinsivirkni og gæðum viðtaka fyrir líffræðilegar skólphreinsistöðvar í Hveragerði (lífrænt álag: 5.000 pe), Hellu (2.500 pe) og Laugarvatni (<1.000 pe). Bæði er um að ræða opinbert eftirlit Heilbrigðiseftirlit Suðurlands og innra eftirlit í skólphreinsistöðinni í Hveragerði. Að lokum er fjallað um frárennismál á Þingvöllum, sagt frá nýjum seyrumedhöndlunar verkefni og talað almennt um stöðu fráveitumála á Suðurlandi.

Hveragerði

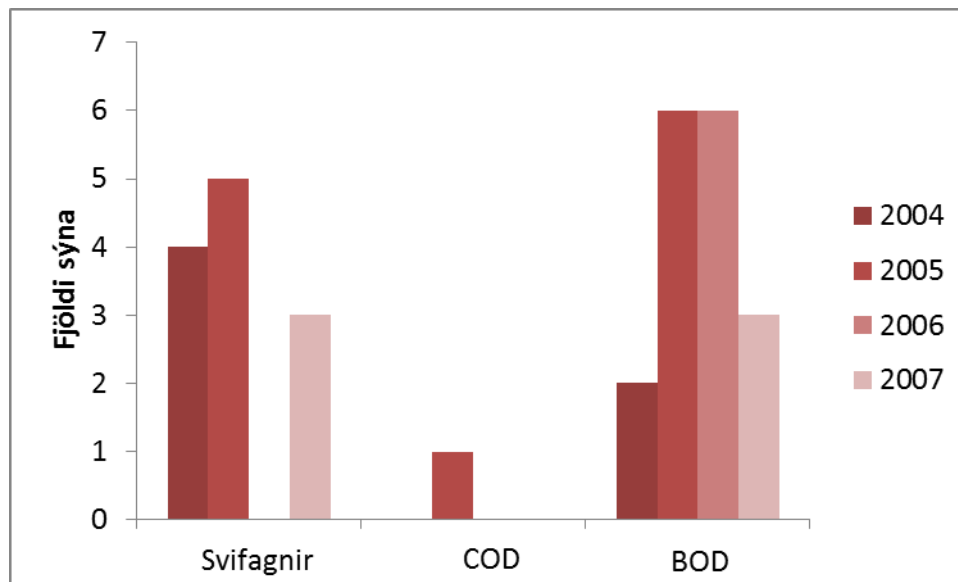
Líffræðilega hreinsistöðin í Hveragerði er af Kaldnes gerð, eins og er lýst ítarlega af Guðmundi Baldurssyni (2012). Innra mengunareftirlit var framkvæmt af Tryggva Þórðarsyni hjá Háskólasetrinu á Hveragerði árin 2003-2007. Markmiðið með innra eftirlitinu var að ákvarða að hve miklu leyti stöðin stóðst kröfur um hreinsivirkni gefnar í starfsleyfi og reglugerð nr. 798/1999 um fráveitur og skólþ. Að jafnaði voru tekin um 12 sólarhringssafnsýni á ári til mælinga. Sýnin voru tekin í innrennsli og útrennsli stöðvar, svo og í útrás frá siturbeði, þar sem frekari síun á sér stað. Samantekt á mengunarmælingum á þessu árabili er gefin í töflu 1.

Tafla 1. Meðaltöl fyrir hreinsivirkni skólphreinsistöðvarinnar í Hveragerði á árunum 2003-2007 (Háskólasetrið í Hveragerði, 2004, 2005, 2006, 2009a og 2009b).

	Mældur styrkur			Fjöldi sýna			Hreinsun (%)	
	Inn í stöð	Út	Í útrás	Inn í stöð	Út	Í útrás	Í stöð	Heild
BOD ₅ (mg/L)	99,5	39,5	24,2	48	48	48	60	76
COD (mg/L)	196	81	52	53	53	52	59	73
COD _{fast} (mg/L)	155	69	37	11	11	11	55	76
COD _{uppl} (mg/L)	46	29	19	11	11	11	38	58
Svifagnir, vigt (mg/L)	103	43	27	50	50	49	58	74
Ljósmælir (mg/L)	90	41	26	1088	1147	320	54	71
Botnfell. agnir (mg/L)	7,6	0,6		1079	1151		92	
TOC (mg/L)	13,2	9,9	7,8	54	54	53	25	41
Heildar N (mg/L)	7,0	6,4	4,9	54	54	53	8	30
Nítrat NO ₃ ⁻ (mg/L)	0,3	0,4	0,5	49	49	49	-7	-31
Ammóníak NH ₄ ⁻ (mg/L)	3,6	4,2	3,1	54	54	53	-17	13
Heildar P (mg/L)	1,3	1,2	0,9	54	54	53	4	31
Fósfat PO ₄ ⁻ (mg/L)	0,9	1,0	0,7	51	51	51	-8	21
Saurkólfbakt. (10 ⁶ /100 ml)	2,1	1,9	0,8	53	53	52	12	61

Tafla 1 sýnir að styrkur lífrænna efna í skólpinu sem barst í stöðina var tiltölulega lágur. Lífeðlisfræðileg súrefnisþörf (BOD_5) mældist um $100 \text{ mg O}_2/\text{L}$, sem er t.d. helmingurinn af styrkleika í venjulegu bandarísku húsaskólpi (Hammer og Hammer, 2008, bls. 314). Heildarmagn svifanga (um 100 mg/L) er einnig helmingur af því sem gerist í Bandaríkjunum. Þessi litli mengunarstyrkur skýrist varla af öðru en miklu magni aðskotavatns í skólplagnirnar, væntanlega bæði hitaveitu- og regnvatns.

Reglugerð nr. 798/1999 um fráveitur og skólp tilgreinir eftirfarandi hámarksstyrk í útrás skólphreinsistöðva: 25 mg/L BOD_5 , 125 mg/L COD og 35 mg/L svifagnir (SS). Samkvæmt töflu 1, er meðaltalið réttu megin við mörkin. Nánar tiltekur reglugerðin hinsvegar að 2 sýni megi vera yfir losunarmörkum eða yfir kröfu um hreinsigetu en þó ekki meira en 100% yfir losunarmörkin (150% fyrir svifagnir). Mynd 1 sýnir að styrkur efnafræðilegrar súrefnisþarfar (COD) uppfyllti alltaf þessar kröfu, meðan styrkur svifagna og BOD_5 hefur mælst oftar en tvisvar yfir losunarkröfum þrjú ár af fjórum.



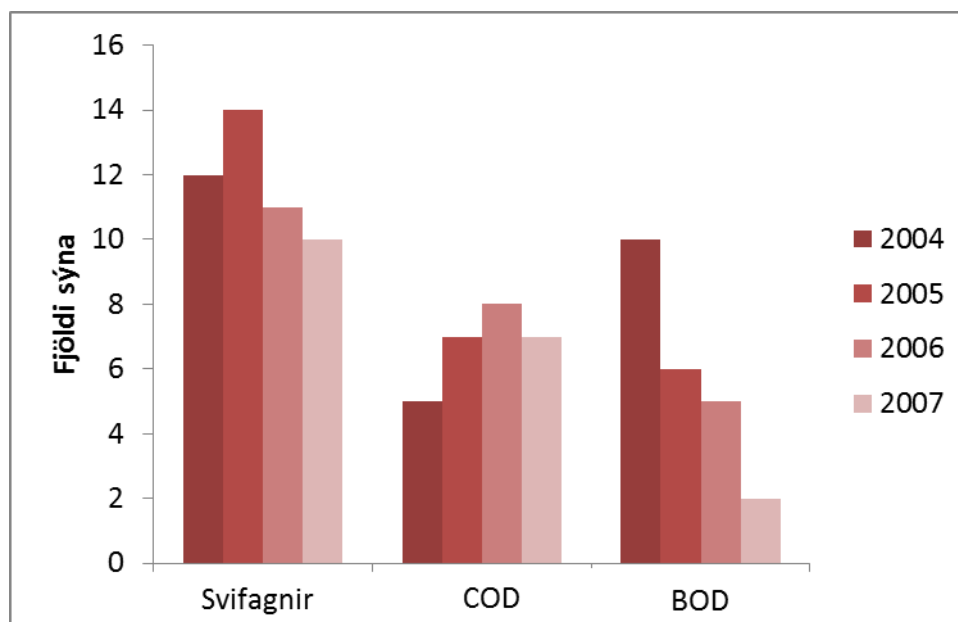
Mynd 1. Fjöldi sýna sem uppfylla ekki kröfur reglugerðar nr. 798/1999 um styrk í útrás.

Heildarhreinsivirkni stöðvarinnar í síðustu dálkum í töflu 1 er reiknuð út frá prósentulækkun mælds styrks í útrás miðað við innrennsli. Hreinsivirkni stöðvarinnar sjálfrar, án siturbeðsins sem tekur við útrennslinu, er reiknuð á samsvarandi hátt. Samkvæmt þessu, mældist hreinsivirkni stöðvarinnar kringum 60% fyrir svifagnir, lífeðlis- og efnafræðilega súrefnisþörf (BOD og COD) fyrir árin 2003-2007. Að siturbeðinu meðtöldu var meðalhreinsunin 76% fyrir BOD_5 og 73% fyrir COD , sem samsvarar nokkurn veginn hreinsikröfu reglugerðar um fráveitur og skólp um 70-90% lágmarkslækkun fyrir BOD_5 og 75% fyrir COD . Heildarhreinsun svifagna var svipuð, þ.e. 74%, sem er hins vegar talsvert undir valfrjálsum viðmiðum reglugerðarinnar um >90% hreinsun. Þessi lága hreinsun svifagna var rekin til þess að eftirfelliþró hafi líklega verið of lítil miðað við álag á stöðina. Hreinsun á uppleysta hluta COD segir til um hreinsunina í líffræðilega þreppinu og á fasta hlutanum um hreinsunina í eftirfelliakerinu. Tölurnar í töflu 1 gefa vísbendingu um að líffræðilega hreinsunin hafi ekki skilað eðlilegum afköstum árið 2007 þegar sýnataka fór fram eða aðeins 58%. Orsakir þess geta verið fleiri en ein. Sem hugsanlegar skýringar má t.d. nefna of mikla notkun sótthreinsiefna eða annarra örverueyðandi efna á heimilum, stofnunum og í atvinnurekstri, of lítinn loftblástur í líffræðilegu kerjunum eða að plastkubbar í kerjunum hafi verið orðnir lélegir eða í of litlu magni.

Mynd 2 sýnir að frátöldu BOD árið 2007 voru fleiri en 2 sýni sem ekki uppfylltu kröfur reglugerðar um lágmarkshreinsun fyrir BOD og COD öll árin. Myndin sýnir jafnframt að mikill meirihluti sýna uppfylltu ekki valfrjáls viðmið um hreinsun svifagna en venjulega hafa fengist martækar niðurstöður úr 9-14 sýnum á hverju ári.

Vegna færri sýna árið 2003 var árangur hreinsivirkisins aðeins metinn fyrir árin 2004 -2007. Árin 2006 og 2007 náði hreinsivirkið ekki að uppfylla ákvæði reglugerðar um fráveitur og skólþ (BOD¹ og COD). Ef valfrjálsi þátturinn svifagnir er tekinn með uppfyllti hreinsivirkið heldur ekki kröfur reglugerðarinnar árið 2004. Hveragerðisbær hafði sett sér það markmið fyrir hreinsivirkið að það uppfyllti einnig kröfur reglugerðar um fráveitur og skólþ fyrir þátt.

Eins og áður var rætt þá kemur mikið af aðskotavatni inn í stöðina. Á álagstímum er hluti af óhreinsuðu skólþi veitt beint í Varmá (27% af tímanum árið 2003, 17% árið 2004). Þetta getur haft áhrif á mælingarnar í útrás t.d. þegar rignir að ráði. Þess vegna er heildarhreinsivirkni sjálfrar stöðvarinnar og síubeðsins saman í töflu 1 að einhverju leyti vanmetin fyrir þann hluta sem fer í gegn um hreinsivirkið. Á móti kemur hluti skólþsins fer þá óhreinsað beint í viðtaka. Mælingar gefa hinsvegar til kynna að hreinsivirkni innan stöðvarinnar sjálfrar sé ekki mikið háð rennsli enda tekur hún ekki við stærstu rennslistoppunum.



Mynd 2. Fjöldi sýna sem uppfylla ekki kröfur reglugerðar nr. 798/1999 um lágmarks hreinsivirkni (70% BOD, 75% COD og 90% svifagnir).

Að lokum, Heilbrigðiseftirliti Suðurlands hefur annast sýnatökur fyrir Hveragerðisbæ í viðtakanum Varmá, sem er venjulegur viðtaki en er á náttúruverndarskrá. Gerðar eru mælingar á saurkólíabakteríum fjórum sinnum á ári á fjórum stöðum: ofan útrásar í Varmá, við útrás innan þynningarsvæðis, í útrás og neðan þynningarsvæðis (200m fjarlægð frá útrás). Einnig er mælt COD og heildarmagn lífræns kolefnis (TOC) og stundum köfnunarefnis- og fosfórs. Tafla 2 gefur niðurstöðu eins sýnis. Mæligildi þess fyrir COD og saurkólígildi í útrás árið 2012 voru hærri en að meðaltali árin 2003-2007 (sbr. töflu 1). Fjöldi saurkólíabaktería var

¹ Miðað var við 90% hreinsun BOD en það var það markmið sem Hveragerðisbær hafði sett sér fyrir hreinsivirkið.

Það mikill að langt var í frá að hann næði slakari umhverfismörkunum fyrir yfirborðsvatn². Heilbrigðiseftirlit Suðurlands hefur bent á mögulegar lausnir til að bæta hreinsivirkni stöðvarinnar. Nú hafa breytingar verið gerðar þannig að yfirfallsvatn fer í gegnum grófhreinsun. Einnig stendur til að laga siturbeðið sem tekur við útrás frá stöðinni.

Tafla 2. Sýnataka í útrás hreinsivirkis og í viðtakanum Varmá í Hveragerði, 30. maí 2012 (Heilbrigðiseftirlit Suðurlands, 2012).

	Ofan við Hreinsivirki	Í útrás	Við hreinsivirki	Neðan hreinsivirkis
COD (mg/L)	48	115	125	29
Saurkólíbakt. (fj./100 ml)	29	1.200.000	810.000	39.000

Hvolsvöllur

Á Hvolsvelli er starfrækt elsta hreinsivirki skólps á landsbyggðinni. Stöðin var hönnuð af Brynjólfi Björnssyni, Reyni Elíeserssyni og fleirum ráðgjöfum hjá verkfræðistofunni Hönnun hf. á sínum tíma. Stöðin var hönnuð fyrir meðalrennsli ~19 l/s, sem samsvarar rúmlega 5.000 PE fyrir lífrænt álaga (Brynjólfur Björnsson, fagstjóri veitu hjá Mannviti, munnl. heimild 18. desember 2012). Hreinsivirkið tekur við heimilisskólpi og útrennsli frá sand- og fituskilju vinnslustöðvar Sláturfélags Suðurlands, sem er eitt stærsta matvælafyrirtæki á landinu. Fráveituvatn fer fyrst um stóra rotþró þar sem stærstu og þyngstu efnin eru felld út. Síðan fer vatnið í hripturn (einnig nefndur siturturn) þar sem lífræn hreinsun fer fram fyrir tilstuðlan vistkerfis sem byggir á framleiðslu örvera sem búa á plasteiningum. Örverurnar fá næringu úr skólpinu sem er úðað yfir yfirborðið efst í turninum en loft á greiða leið upp á við. Mannvirkið var upphaflega byggt 1990 og var þá eitt það tæknilegasta í geiranum á þeim tíma. Það var endurgert árið 2005, þegar tékkneskur turn af Vítkovice gerð var byggður (sjá mynd 1). Viðhald stöðvarinnar er gott. Seyran er losuð árlega með dælingu. Þá er hún grófsíuð og ýmist grafin í reinar og plantað trjám þar í, eða djúplægð og sáð í. Land er ekki nytjað fyrr en eftir 2-3 ár og þá til heyöflunar fyrir hross. Skepnur ganga ekki á þessu landi. Þetta verklag hefur verið viðhaft að mestu s.l. 25 ár.



Mynd 1. Hripturn á Hvolsvelli.

² Fyrir yfirborðsvatn þar sem útvistarsvæði eða matvælaiðnaður er ekki í nánd (1000 bakteríur/100 ml).

Heilbrigðiseftirlit Suðurlands tekur sýni einu sinni á ári. Síðustu niðurstöður gefa til kynna að mælt COD í útreunslu er langt undir 125 mg/L kröfum reglugerðar nr. 798/1999 til tveggja þrepa hreinsunar (sjá töflu 3).

Tafla 3. Sýnataka í fráveitu hreinsivirkis á Hvolsvelli, 2. október 2012 (Birgir Þórðarson, 2012).

	Í útrás	Í viðtaka	
		Ofan vegar	Neðan vegar
COD (mg/L)	10	10	12
Saurkólígerlar (fj./100 ml)	63.000	11.000	3.700
Vatnshitastig (°C)	12	10	8
Veðurfar		Logn, sól, 8°C	

Hins vegar er skólþviðtakinn fremur vatnslítill lækur. Það tekur þannig nokkra vegalengd og tíma fyrir allháa saurkólímengun í vatninu að lækka og hitastig vatnsins er oft um 15-20°C (sjá töflu 3). Kröfur reglugerðar nr.798/1999 segja að fjöldi hitapolinna kólbaktería, saurkólígerla eða saurkokka skuli í a.m.k. 90% tilfella vera undir 1000 pr. 100 ml miðað við lágmark 10 sýni. Á viðkvæmum svæðum og þar sem útivistarsvæði eru við fjörur, ellegar matvælaíðnaður í grennd, skal fjöldi hitapolinna kólbaktería eða saurkólígerla eða saurkokka í a.m.k. 90% tilfella vera undir 100 pr. 100 ml miðað við lágmark 10 sýni (Fylgiskjal 2, Reglugerð nr.798/199 9 um fráveitur og skólþ). Tafla 3 sýnir hins vegar mæld gildi saurkólígerla í viðtaka sem eru mun hærri, eða 3.700 í 100 ml. Mæld gildi utan þynningarsvæðis útrásar ná ekki að uppfylla kröfur reglugerðarinnar. Heilbrigðiseftirlit Suðurlands hefur því mælt til þess að sóttgreinsibúnaður verði tekinn í notkun í stöðinni, s.s. útfjölublá ljós eða jafnvel klórhreinsibúnaði.

Laugarvatn

Á Laugarvatni eru steypar rotþrær staðsettar við stærstu byggingarnar, t.d. við f.v. Hússtjórnunarskóla, sem nú er Háskóli Íslands. Þær eru tengdar inná safnræsi þéttbýlisins. Síðan fer skólþið um jöfnunartank, dælistöð og loks í lífræna hreinsun í hripturni (byggðan 1995), sem er af sambærilegri gerð og turninn á Hvolsvelli nema minni. Þaðan fer hreinsað skólþ um steinabeð og út í skurð með mjög köldu mýrarvatni í um 200 metra áður en það berst í viðtakann Laugarvatn.

Eldri lagnavandamál, þ.e. margar „draugaútrásir“, og léleg umhirða á turninum hafa valdið töluverðri mengun í Laugarvatni á árum áður. Heilbrigðiseftirlit Suðurlands hefur þannig varað við böðum í vatninu. Undanfarin tvö ár hefur verið unnið markvisst að úrbótum (Kristinn J. Gíslason, staðarverkfræðingur Bláskógabyggðar og umsjónarmaður fasteigna sveitarfélagsins, munnl. heimild 18. desember 2012): Lögð hefur verið ný ofanvatnslögn sem leiðir ofanvatn niður í Laugarvatn. Umframvatn frá einkaaðila hefur verið aftengt frá sameiginlegu fráveitukerfi til þess að minnka álag á kerfið. Hluti frárennsliskerfis hefur verið myndaður, til að kortleggja vandamál og framtíðarlausnir. Gert hefur hefur verið við siturdreyfara og loftun hripturns. Einnig hefur sitursvæðið verið endurgerð með uppsetningu loftunar- og rennslisjöfnunar tanks. Vonir eru um að þessar nýju aðgerðir dugi til þess að mengun hverfi að mestu í viðtakanum og hægt verði að opna baðströnd Fortuna og halda alþóðlegt sundmót í Laugarvatni sem hluta af „Járnmanns“ keppni með 500 þátttakendum n.k. sumar.

Þingvellir

Þingvallavatnið er frægt fyrir tærleika sinn. Nýlegar rannsóknir gefa til kynna að markverðar breytingar hafa orðið á efnasamsetningu stöðuvatnsins á undanförunum áratugum (Hilmar Malmquist o.fl., 2012). Sér í lagi hefur styrkur uppleysts nítrats (NO_3^-) aukist í írennslinu, magn þörungasvifs (blaðgrænu-a) aukist í vatnsbolnum og rýni vatnsins minnkað í kjölfarið. Jafnvel eftir tveggja þrepa hreinsun, getur töluvert magn næringarefna verið til staðar í útrennsli slíkra stöðva. Því er áhugavert að skoða stöðu frárennismála á Þingvallasvæðinu.

Í þjóðgarðinum á Þingvöllum standa fjölmörg frístundahús. Úttekt á gæðum fráveitna frístundahúsa stendur yfir á þessu ári en niðurstöður liggja ekki enn fyrir. Þjónustusvæði í þjóðgarðinum eru með hefðbundnar rotþrær, nema á Haka er starfrækt líffræðileg skólphreinsistöð, þ.e. Kessel stöð sem byggir lotutækni (e. „*Sequence Batch Reactor* [SBR]“). Í því felst að það séu tvær raðtengdar línur: Þegar annar gerjunartankur hefur verið fylltur, þá fer fram loftun og þar á eftir eru lífræn efni felld niður og tankurinn tæmdur. Á meðan tekur hinn tankurinn við skólprennslinu. Þannig vinna tankarnir á víxl. Á eftir líffræðilega hreinsun fer frárennsli í gegnum vikursitursú, þar sem sem fer fram frekari síun og örveruniðurbrot líkt og í hripturni.

Við sundurenda vatnsins er starfrækt hótél og jarðvarmavirkjun. Hótél Hengill hefur til þessa flutt sitt frárennsli úr klósettum til Reykjavíkur. Til að lágmarka rúmmál þess sem þarf að flytja er notuð vatnssparandi tækni í allri starfsemi. Grávatn úr baðhluta fer hins vegar í sand/hára og fituskilju og í 2 metra þykka sandsú. Kælivatni frá Nesjavallavirkjunar veitt í Þingvallavatn. Þetta vatn er með svipaða efniseiginleika og Þingvallavatn, og hefur því ekki áhrif á efnaeiginleika vatnsins. Hins vegar er kælivatnið mun heitara og getur þannig haft staðbundin áhrif á vatnavistkerfin. Til þess að minnka varmamengun, stendur Orkuveita Reykjavíkur fyrir tilraun á loftkælingu á kælivatni. Öðru úrgangsvatni sem myndast við jarðvarmaframleiðsluna er losað í djúpholur.

Að lokum er talsverður fjárbúskapur enn á tveimur jörðum ríkisins við Þingvallavatn, og minni á öðrum tveimum býlum. Þessari starfsemi fylgir tilheyrandi hefðbundin áburðarnotkun. Áhugavert væri að kanna hvort áburður af þessari starfsemi geti hugsanlega borist út í Þingvallavatn í rigningum.

Landgræðsla með seyru

Að lokum er vert að minnast á samstarfsverkefni Hrunamannahrepps, Landgræðslu ríkisins og Heilbrigðiseftirlits Suðurlands sem snýr að því að nota seyru til að græða upp land. Seyrulósun á þessu svæði er árleg við íbúðarhús, annað hvert ár í frístundabyggð og ferðaþjónustustöðum árlega eða oftár. Sumarið 2012 var hafin tilraun með að safna seyru frá íbúa- og frístundabyggð. Seyrunni var dælt upp, flutt og afvötnuð með vindingu. Síðan voru aðskotahlutir sigtaðir frá og restin af seyru losuð í sérsníðaða lokaða vinnslugáma og þar sem hún var látin dvelja í nokkra mánuði. Þá var seyrunni dreift á örfoka land, þar sem hún fór í gegnum „hakkavél“ í hverjum niðurfellingstút plægingartækisins. Seyran var nýtt til landbóta bæði með og án sáningar. Svipuð tilraun með mörg lífræn úrgangsefni en án sáningar hefur staðið yfir í 3 ár á Geitasandi við Gunnarsholt og lauk í haustið 2012. Landgræðsla ríkisins mun birta niðurstöður fyrir bæði þessi landbóta verkefni.

Samantekt og umræður

Fráveitumál hafa ekki verið forgangsmál sveitarfélaga á landsbyggðinni, vegna kostnaðar. Heilbrigðiseftirlit Suðurlands rak á árunum 1994 – 2000 verkefni undir heitinu „Hreint Suðurland“. Markmið þessa fimm ára verkefnis var að koma vatns- og fráveitumálum í gott horf í samstarfi við viðkomandi sveitarfélög. Farið var á alla sveitabæi Suðurlands og gerð könnun á þessum þáttum, auk annarra umhverfisþátta. Í framhaldi var unnið að úrbótum; betri og öruggari vatnsveitur og hreinsun fráveitu með rotþróm og sitursvæðum. Árangur var góður í dreifbýlinu en síðri í þéttbýlinu. Þó var unnið að safnræsagerð og einni útrás á flestum þéttbýliskjörnum. Enn er þó ekki nein hreinsun t.d. á Selfossi: Utan hreinsunar hjá Mjólkursamlagi Suðurlands, fer allt frárennsli um eina aðal útrás í Ölfusá neðan við Selfoss auk útrásar sláturhúss Sláturfélags Suðurlands. Sama á við um Þorlákshöfn, Eyrabakka og Stokkseyri. Segja má þó að fráveitumál í dreifbýli og í þorpum inni í landinu (Borg, Flúðir, Hvolsvöllur, Hveragerði, Vík, Klaustur) séu í allgóðu horfi á Suðurlandi og að fráveitumál framangreindra strandbæja séu allavega á teikniborði og á fjárhagsáætlun viðkomandi sveitarfélaga.

Að lokum, töluverð fræðsla og námskeiðahald fylgdi verkefninu „Hreint Suðurland“, bæði um vatns- og fráveitur í samstarfi við fráveitunefnd Umhverfissráðuneytisins þá var við störf. Gagnaskráningar í forrit lentu þó í biðstöðu, vegna kostnaðar á þeim tíma, en eru í dag að fæðast á kortum, m.a. sem hluti af vinnu vatnasvæðisnefndanna. Þannig eru t.d. öll vatnsból á Suðurlandi komin inn á kortagrunn verkefnisins í dag.

Heimildaskrá:

- Birgir Þórðarson (2012, 2. okt.), *Sýnataka á hreinsivirkni fráveitu á Hvolsvelli í Rangárþingi eystra*, Heilbrigðiseftirlit Suðurlands, Selfossi, 14 bls.
- Brynjólfur Björnsson, fagstjóri veitu hjá Mannviti, munnl. heimild 18. desember 2012.
- Guðmundur F. Baldursson (2012), *Skólphreinsistöðin í Hveragerði*, í Hrund Ó. Andradóttir (ritstj.), *Málþing um líffræðilega hreinsun skólps, Ráðstefnurit* (bls. 20-23), Vatns- og fráveitufélag Íslands, Háskóli Íslands: Reykjavík.
- Hammer M.J. og Hammer M.J. Jr. (2008). *Water and wastewater technology*. Pearsons Education Inc., New Jersey.
- Hilmar J. Malmquist, Finnur Ingimarsson, Haraldur Rafn Ingvason, Stefán Már Stefánsson og Þóra Hrafnadóttir (2012), *Vöktun á lífríki og vatnsgæðum Þingvallavatns: Yfirlit yfir fimm fyrstu vöktunarárin 2007–2011 og samanburður við eldri gögn*, Fjölrit nr. 3-2012, Náttúrufræðistofa Kópavogs, 68 bls.
- Háskólasetrið í Hveragerði (2009b, mars). *Skólphreinsistöðin í Hveragerði, Ársskýrsla 2007*. Unnið fyrir Tækni- og umhverfismálasvið Hveragerðisbæjar, Hveragerði, 27 bls.
- Háskólasetrið í Hveragerði (2009a, mars). *Skólphreinsistöðin í Hveragerði, Ársskýrsla 2006*. Unnið fyrir Tækni- og umhverfismálasvið Hveragerðisbæjar, Hveragerði, 26 bls.
- Háskólasetrið í Hveragerði (2006, desember). *Skólphreinsistöðin í Hveragerði, Ársskýrsla 2005*. Unnið fyrir Tækni- og umhverfismálasvið Hveragerðisbæjar, Hveragerði, 21 bls.
- Háskólasetrið í Hveragerði (2005, október). *Skólphreinsistöðin í Hveragerði, Ársskýrsla 2004*. Unnið fyrir Tækni- og umhverfismálasvið Hveragerðisbæjar, Hveragerði, 33 bls.
- Háskólasetrið í Hveragerði (2004, nóvember). *Skólphreinsistöðin í Hveragerði, Ársskýrsla 2003*. Unnið fyrir Tækni- og umhverfismálasvið Hveragerðisbæjar, Hveragerði, 40 bls.
- Heilbrigðiseftirlit Suðurlands (2012), *Könnun á umhverfisgæðum í Varmá við Hveragerði*- Sýnataka í Varmá og hreinsivirki Hveragerðis 30. maí 2012, Heilbrigðiseftirlit Suðurlands 06-2012, Selfossi, 12 bls.
- Kristinn J. Gíslason, staðarverkfræðingur Bláskógabyggðar og umsjónarmaður fasteigna sveitarfélagsins, munnl. heimild 18. desember 2012

Ávinningur líffræðilegrar skólphreinsunar Eyvindará sem viðtaki skólps

Árni Kristinsson¹ og Helga Hreinsdóttir²

¹ Varaformaður Heilbrigðisnefndar Austurlands og stjórnarmaður í Hitaveitu Egilsstaða og Fella, netfang: arn@iegilsstadir.is

² Framkvæmdastjóri Heilbrigðiseftirlits Austurlands, netfang: haust@haust.is.

Inngangur

Þéttbýlið á Egilsstöðum hefur stækkað ört frá stofnun þess um 1947. Fráveita frá elsta hluta þorpsins er leidd um rotþró í Lagarfljót. Þegar þéttbýlið óx og þróaðist til norðurs voru settar niður 3 rotþrær til viðbótar og fráveita frá þeim leidd í Eyvindará. Áin var orðin mjög mikið menguð fyrir aldamótin og saurgerlamælingar sýndu að ástandið var óviðunandi. Bæjarstjórn tók metnaðarfulla ákvörðun um að láta hreinsa skólpið í lífrænum hreinsistöðvum með UV-geislun áður en því yrði hleypt út í ána. Markmiðið var að endurheimta hreinleika Eyvindarár.



Mynd 1. Horft yfir Eyvindará að íbúðabyggð í Votahvammi. Flugvöllur og Lagarfljót í bakgrunni.

Hreinsun Eyvindarár, lífræn hreinsun skólps

Árið 2004 var samið við fyrirtækið Bólholt ehf. um rekstur skólphreinsistöðvar í Einbúabla og árið eftir voru tekin í notkun tvö hreinsivirki til viðbótar; í Mánatröð og við Melshorn.

Heilbrigðiseftirlit Austurlands tekur sýni af fráveituvatni frá skólphreinsistöðvunum a.m.k. 4 sinnum árlega og lætur mæla saurkóli, enterókokka og COD. Eftir byrjunarörðugleika virtust skólphreinsistöðvarnar virka vel og vatn sem frá þeim rann var tært.

Sýni af árvatni voru tekin allvíða í ánni á árinu 2006 og ollu niðurstöðurnar miklum vonbrigðum. Ánn var alls ekki eins hrein og vonir stóðu til. Meginhluti mengunar mældist þar sem hesthúsabyggð hafði nýlega verið aflögð og töldu menn að ánn þyrfti meiri tíma til að hreinsa sig.

Engin sýni voru svo tekin af árvatninu fyrr en árið 2011. Niðurstöðurnar voru skárri, en alls ekki nógu góðar, sex sýni af átta sýndu saurkólígerla yfir 1000, hæsta gildið var 6.800. Helstu skýringar töldu menn vera að rekstur skólphreinsistöðvarinnar í Einbúablá hafði gengið illa, annars vegar vegna mikils magns af hreinsiklútum og fastefnum sem bárust inn í hreinsivirkið og stífluðu, en ekki síður vegna olíu sem berst inn á hreinsikerfið og eyðileggur lífræna hreinsivirkni. Einnig lék grunur á rangtengingum lagna í nýju íbúðahverfunum.

- Án árangurs hefur verið leitað að uppruna olíumengunar í skólpið. Olíuskiljur eru við verkstæði í iðnaðarhverfinu og þær virðast þökkalega vel þjónustaðar, en vitað er að olía berst af plönnum og götum inn á skólperfið auk þess sem sig í lögnum getur valdið uppsöfnun olíu.
- Í kjölfar leitar að rangtengingum var lögnum breytt í a.m.k. sjö húsum.

Í október 2012 voru aftur tekin sýni af árvatninu. Niðurstaðan var mun skárri en árið 2011, en samt enn ekki nógu góð (tafla 1). Í töflu 2 eru sýndar niðurstöður tveggja seinustu sýna af fráveituvatni frá skólphreinsivirkjunum áður en árvatnssýnin voru tekin í okt. 2012.

Tafla 1. Niðurstöður rannsókna á saurgerlum í Eyvindará, október 2012.

Sýnatökustaður	Saurkólígerlar í 100 ml	Entero kokkar í 100 ml
Neðan Einbúablár og ofan við Mánatröð	750	200
Eyvindará, við horn ofan fyrrv. hesthús	520	110
Niður af Votahvammi ofan við hreinsivirkið	800	82
Til móts við vatnsból Fella	530	110

Tafla 2. Niðurstöður rannsókna á fráveituvatni frá skólphreinsivirkum við Eyvindará. Síðustu 2 sýni úr hverri stöð áður en sýni voru tekin af árvatninu í okt. 2012.

Einbúablá	kólí	kokkar	COD
2.10.2012	680	820	<10
10.10.2012	1.100	590	75
Mánatröð			
28.8.2012	0	0	12
25.9.2012	0	0	<10
Melshorn			
17.7.2012	0	1	20
25.9.2012	0	0	<10

Enn eru vandamál í skólphreinsivirkinu í Einbúablánni, en hinar skólphreinsistöðvarnar eru greinilega að skila vatni út í ána sem er hreinna en árvatnið sjálft. Því var enn lagst yfir lagnakerfið og skýringa leitað með aðstoð Óskars Bjarnasonar hjá Bólholti og Guðmundar Davíðssonar framkvæmdastjóra Hitaveitu Egilsstaða og Fella.

Í ljós kom að dælubrunnur við Melshorn hafði verið bilaður í a.m.k. 2 vikur, þannig að skólprann um yfirfallslögn út í Eyvindarána. Að öllum líkindum er skólprann enn tengt inn á yfirfallslögn við Mánaströð og hugsanlega eru fleiri rangtengingar á lagnakerfi húsa. Vandamál með olúskot við skólphreinsivirkið í Einbúablá vekja spurningar um hvort lífræn hreinsun skólps henti við iðnaðarhverfi og/eða hvort hægt sé að tengja olúskilju á lögn neðan við iðnaðarhverfið, framan við skólphreinsistöðina.

Samantekt og umræður

Markmið um að endurheimta hreinleika Eyvindarár, þannig að hún geti flokkast sem lítt eða ekki menguð (blátt og/eða grænt) hafa enn ekki náðst, en ástandið hefur batnað mjög mikið.

Lífræn hreinsun skólps virðist henta mjög vel fyrir frárennsli frá íbúðabyggð, en vandamál eru þar sem iðnaðarskólprann berst inn á hreinsivirki.

Bilanir í lagnakerfum og dælubrunnum sem og hugsanlegar rangtengingar lagna verður að lagfæra þannig að allt skólpmengað vatn fari gegnum skólphreinsivirkin.