

Örplast í fráveituvatni

Hugsanlegar aðgerðir til úrbóta

Minnisblað, unnið fyrir Skrifstofu umhverfisgæða hjá Reykjavíkurborg



Stefán Gíslason
Environice
Nóvember 2016

Efnisyfirlit

Inngangur	3
1. Skilgreiningar	3
2. Fráveitukerfið í Reykjavík	3
3. Örplast í hafi	4
3.1 Plastmengun í hafi	4
3.2 Örplast	5
3.3 Hreinsigeta fráveitukerfa	6
3.4 Takmarkanir á nýtingu seyru	7
3.5 Fyrirbyggjandi aðgerðir	8
4. Aðgerðir til úrbóta	8
5. Meginniðurstöður	11
6. Heimildir	12

Inngangur

Að beiðni Skrifstofu umhverfisgæða á Umhverfis- og skipulagssviði Reykjavíkurborgar hefur Umhverfisráðgjöf Íslands ehf. (Environice) tekið saman þetta minnisblað um nokkur atriði sem varða örplast í fráveituvatni frá höfuðborgarsvæðinu, einkum með tilliti til möguleika á hreinsun örplasts úr vatninu og kostnaðar við aðgerðir sem líklegar eru til að tryggja viðunandi hreinsun.

1. Skilgreiningar

Í 3. grein reglugerðar nr. 798/1999 um fráveitur og skólp er að finna eftirfarandi skilgreiningar á hreinsiaðferðum í skólphreinsistöðvum:¹

Eins þreps hreinsun er hreinsun skólps með aflfræðilegum og/eða efnafræðilegum aðferðum þar sem svifagnir eru botnfelldar eða önnur hreinsun þar sem BOD5-gildi skólps er lækkað um að minnsta kosti 20% áður en það er losað og heildarmagn svifagna í skólpi er lækkað um að minnsta kosti 50%.

Grófhreinsun er hreinsun fastra hluta úr fráveituvatni með rist, síu eða öðrum búnaði til að koma í veg fyrir sjónmengun.

Tveggja þrepa hreinsun er frekari hreinsun skólps en eins þreps með aðferð sem oftast felur í sér líffræðilega hreinsun sem fylgt er eftir með botnfellingu eða öðru ferli, sbr. kröfur í I. viðauka, 1. töflu. Rotþró með siturlögn eða sandsíu telst t.d. vera tveggja þrepa hreinsun.

Í sömu reglugerð er persónueining skilgreind sem:

það „magn lífrænna efna, næringarsalta og annarra efna sem samsvarar því sem einn einstaklingur er að jafnaði talinn losa frá sér á sólarhring. Ein pe. af lífrænu efni er það magn lífrænna efna í skólpi sem getur brotnað niður líffræðilega með 60 g súrefnis á dag mælt með 5 sólarhringa lífefnafræðilegri súrefnisnotkun“.²

2. Fráveitukerfið í Reykjavík

Veitur ohf. annast uppbyggingu og rekstur fráveitu í Reykjavík. Í borginni eru reknar tvær eins þreps hreinsistöðvar þar sem grófefni, sandur og fita er hreinsað úr skólpinu áður en því er dælt 4-5 km út í Faxaflóa. Önnur stöðin er staðsett við Ánanaust og hin við

¹ Umhverfisráðuneytið (1999): *Reglugerð nr. 798/1999 um fráveitur og skólp*.
<http://www.reglugerd.is/reglugerdir/allar/nr/798-1999>.

² Sama heimild.

Klettagarða. Auk Reykjavíkurborgar þjóna stöðvarnar Kópavogi, Mosfellsbæ, Seltjarnarnesi og hluta Garðabæjar.³

Á árinu 2014 var meðalrennsli um stöðina við Klettagarða 1.279 l/sek eða 4.604 m³/klst. Meðalrennsli um stöðina við Ánanaust var 1.119 l/sek eða 4.028 m³/klst. Reiknaður fjöldi persónueininga (pe) var 179.698 í Klettagörðum og 147.486 í Ánanaustum.⁴ Samanlagður heildarfjöldi persónueininga var því 327.184, en samanlagt þjóna stöðvarnar tvær lauslega áætlað um 180.000 manna byggð.

Samkvæmt árlegri yfirlitsskýrslu Verkís um sýnatöku og mælingar við hreinsistöðvarnar árið 2014 var hreinsivirkni stöðvanna m.t.t. svifagna 14,1% í Klettagörðum og 5,3% í Ánanaustum.⁵

3. Örplast í hafi

3.1 Plastmengun í hafi

Plastmengun í hafi er vaxandi vandamál. Árið 2014 voru framleidd samtals um 311 milljón tonn af plasti í heiminum og er talið að á hverju ári lendi um 4,8-12,7 milljónir tonna af plasti í sjónum.⁶ Plast er til margra hluta nytsamlegt og vörur úr plasti eru ekki síst eftirsóknarverðar vegna þess hversu lengi þær endast. Góð ending einkennir að sjálfsögðu sömuleiðis það plast sem fer villur vega og hafnar úti í náttúrunni. Þar brotnar plastið niður í smærri agnir með tíð og tíma, einkum þar sem nóg er af súrefni og sólarljósi. Jafnvel við slíkar aðstæður getur fullt niðurbrot þó tekið aldir. Sé málið skoðað á þeim tímaásum sem mönnum er tamt að nota er því nánast hægt að segja að plast sem lendir í sjónum muni velkjast þar um „aldir og ævi“. Plast finnst nú hvar sem er í heimshöfunum, allt frá miðbaugi til heimskauta og allt frá efstu lögum sjávar niður á botn. Skaðleg áhrif þess á dýralíf eru margvísleg og plastið getur einnig haft neikvæð efnahagsleg áhrif á fiskveiðar, ferðamennsku og sjóflutninga svo eitthvað sé nefnt.⁷

³ Veitur ohf. (á.á): *Starfsemi. Fráveita*. Upplýsingar á heimasíðu. <https://www.veitur.is/fraveita>.

⁴ Birgir Tómas Arnar og Snorri Þórisson (2015): *Skólphreinsistöðvar. Sýnataka og mælingar. Árleg yfirlitsskýrsla 2014*. Reykjavík. Orkuveita Reykjavíkur, febrúar 2015. https://www.veitur.is/sites/veitur.is/files/atoms/files/2014_ananaust_og_klettagardar_arleg_yfirlitsskyrsla_0.pdf.

⁵ Sama heimild.

⁶ UNEP (2016): *Marine plastic debris and microplastics – Global lessons and research to inspire action and guide policy change*. Umhverfisstofnun Sameinuðu þjóðanna, Nairobi. http://www.unep.org/gpa/documents/publications/Marine_Plastic_Debris_and_Microplastic.pdf.

⁷ Sama heimild.

3.2 Örplast

Á síðustu misserum hefur athygli manna í auknum mæli beinst að örplasti (e. microplastics), þ.e. plastögnum sem eru minna en 5 mm í þvermál. Uppruni örplasts getur verið margvíslegur. Eitthvað af því verður til við að stærri plasthlutir molna í smærri agnir en auk þess er örplasti bætt í ýmsar neytendavörur, svo sem sumar snyrtivörur, til að gefa þeim tiltekna eiginleika.

Fjöldi örplastagna í efstu lögum sjávar hefur margfaldast á fáum árum. Örplast af ýmsu tagi hefur fundist í miklu magni í sjávarlífverum, m.a. í lífverum sem eru undirstaðan í fæðukeðju manna. Lítið er vitað um skaðleg áhrif þessarar plastmengunar á heilsu manna en þó er ljóst að örplast getur borið með sér skaðleg efni, bæði efni sem fyrirfinnast í plastinu sjálfu og efni sem hafa tilhneigingu til að setjast utan á plastagnir. Skaðinn getur því orðið verulegur til langs tíma, hvort sem lítið er á vistfræðilega, heilsufarslega eða efnahagslega þætti.

Örplastið sem lendir í sjónum getur verið af ýmsum toga, en þrjár nýlegar rannsóknir í Þýskalandi,⁸ Danmörku⁹ og Noregi¹⁰ benda allar til að ryk úr hjólbörðum eigi þar stærstan hlut að máli. Sams konar vísbendingar koma fram í skýrslu sem unnin var fyrir Umhverfisstofnun Svíþjóðar (Naturvårdsverket) fyrir á þessu ári, en þar var reynt var að leggja mat á heildarmagn örplastagna sem berast í fráveitukerfi landsins og þaðan til hafs. Í skýrslunni er áætlað að um 13.000 tonn af örplasti úr hjólbörðum falli til á hverju ári, en erfitt sé að áætla hversu stór hluti þess berist í fráveitukerfið eða beint út í viðtakann og hversu mikið taki sér varanlega bólfestu meðfram vegum. Sama megi segja um örplast úr gervigrasi en áætlað er að árlega falli til 2.300-3.900 tonn af slíku örplasti í Svíþjóð. Þá er gert ráð fyrir að árlega tapist 300-530 tonn af örplasti við vinnslu hráefnis í plastvinnslu. Engin leið er að segja til um hversu mikið af þessu efni berst í fráveitur og viðtaka. Engar haldbærar tölur eru heldur til um þátt úrgangsmeðhöndlunar, endurvinnslu og fleiri athafna sem gætu skipt verulegu máli í örplastmenguninni.¹¹

⁸ Roland Essel o.fl. (2015): *Sources of microplastics relevant to marine protection in Germany*. Umhverfisráðuneyti Þýskalands, 64/2015, Report No. (UFA-FB) 002147/E.

<http://www.umweltbundesamt.de/en/publikationen/sources-of-microplastics-relevant-to-marine>.

⁹ Carsten Lassen o.fl (2015): *Microplastics – occurrences, effects and sources of releases to the environment in Denmark*. Umhverfisstofnun Danmerkur (Miljøstyrelsen).

<http://www2.mst.dk/Udgiv/publications/2015/10/978-87-93352-80-3.pdf>.

¹⁰ Peter Sundt o.fl. (2014): *Sources of microplastic pollution to the marine environment*. Mepex, Noregi.

<http://www.miljodirektoratet.no/Documents/publikasjoner/M321/M321.pdf>.

¹¹ Kerstin Magnusson o.fl. (2016): *Swedish sources and pathways for microplastics to the marine environment. A review of existing data*. IVL skýrsla C 183, mars 2016.

<https://www.naturvardsverket.se/upload/miljoarbete-i-samhallet/miljoarbete-i-sverige/regeringsuppdrag/2016/mikroplaster/swedish-sources-and-pathways-for-microplastics-to-marine%20environment-ivl-c183.pdf>.

Áætlað er að á árinu 2012 hafi fráveitukerfi í Svíþjóð tekið við samtals 250-2.000 tonnum af örplastögnum frá sænskum heimilum, þ.e. plastkornum úr snyrtivörum, gerviþráðum úr taupvotti og plastsalla úr heimilisryki. Langstærstur hluti þessa magns var hreinsaður úr fráveituvatninu í skólphreinsistöðvum og er áætlað að aðeins 4-30 tonn hafi komist alla leið í viðtakann. Þarna er fyrst og fremst um að ræða örplastagnir >300 µm. Meiri óvissa ríkir um smærri agnir, sérstaklega agnir <20 µm.¹²

Í skýrslu sem norska ráðgjafarfyrtækið Mepex tók saman fyrir Umhverfisstofnun Noregs (Miljødirektoratet) á árinu 2014 er áætlað að þarlendis fari árlega samtals um 4.500 tonn af örplasti í sjóinn og að ryk úr hjólbörðum sé um það bil helmingur þar af, eða um 2.250 tonn. Þetta sé jafnframt um helmingur þess hjólbarðaryks sem til fellur.¹³

Eitthvað af því örplasti sem fellur til á landi verður eftir þar, eitthvað fýkur til sjávar en stór hluti af heildarmagninu berst væntanlega í sjó og vötn með ofanvatni eða með fráveitukerfi byggða. Því er ljóst að fráveitur eru mikilvæg uppspretta örplasts í hafi og þar felast því jafnframt mikilvæg tækifæri til að draga úr umfangi vandans.

3.3 Hreinsigeta fráveitukerfa

Í norrænni rannsókn sem unnin var á árunum 2014 og 2015 var þáttur fráveitukerfa í flutningi örplasts til sjávar tekinn til sérstakrar skoðunar. Gerðar voru mælingar á fjölda örplastagna í innrennsli og útrennsli sex skólphreinsistöðva og þar með lagt mat á hreinsivirkni stöðvanna hvað þetta varðar. Rannsóknin náði til Svíþjóðar, Finnlands og Íslands og voru skoðaðar tvær stöðvar í hverju landi, önnur stór og hin lítil á norrænan mælikvarða. Jafnframt voru gerðar rannsóknir á vatni, setlögum og lífríki í viðtakanum í grennd við útrásir stöðvanna. Rannsóknin miðaðist við örplastagnir ≥300 µm í vatni og ≥100 µm í setlögum og lífríki. Niðurstöðurnar voru birtar í skýrslu í ritröð Norrænu ráðherranefndarinnar, TemaNord, vorið 2016.¹⁴

Í norrænu skýrslunni sem hér er vísað til kemur fram að skólphreinsistöðvarnar í Svíþjóð og Finnlandi náðu að hreinsa rúmlega 99,7% af örplastögnunum úr fráveituvatninu áður en því var veitt út í viðtakann. Þessar stöðvar áttu það sameiginlegt að vera útbúnar fyrir

¹² Kerstin Magnusson o.fl. (2016): *Swedish sources and pathways for microplastics to the marine environment. A review of existing data.* IVL skýrsla C 183, mars 2016.

<https://www.naturvardsverket.se/upload/miljoarbete-i-samhallet/miljoarbete-i-sverige/regeringsuppdrag/2016/mikroplaster/swedish-sources-and-pathways-for-microplastics-to-marine%20environment-ivl-c183.pdf>.

¹³ Peter Sundt o.fl. (2014): *Sources of microplastic pollution to the marine environment.* Mepex, Noregi.

<http://www.miljodirektoratet.no/Documents/publikasjoner/M321/M321.pdf>.

¹⁴ Kerstin Magnusson o.fl. (2016): *Microlitter in sewage treatment systems: A Nordic perspective on waste water treatment plants as pathways for microscopic anthropogenic particles to marine systems.* TemaNord 2016:510. Norræna ráðherranefndin, Kaupmannahöfn.

<http://norden.diva-portal.org/smash/get/diva2:923936/FULLTEXT01.pdf>.

efnafræðilega og líffræðilega hreinsun, auk aflfræðilegrar („mekanískrar“) hreinsunar. Örplastagnir sluppu hins vegar að mestu óhindrað í gegnum íslensku hreinsistöðvarnar þar sem eingöngu var um aflfræðilega hreinsun að ræða, nánar tiltekið einungis grófhreinsun. Þannig voru að meðaltali um 10-40 örplastagnir í hverjum rúmmetra vatns í útrennsli sænsku og finnsku stöðvanna en um 1.500 agnir í rúmmetra frá þeim íslensku.¹⁵

Af niðurstöðum umræddrar skýrslu má ráða að fullkomnar hreinsistöðvar nái að hreinsa úr fráveituvatninu langstærstan hluta þess örplasts sem þangað berst. Aðrar rannsóknir hafa gefið svipaðar vísbendingar, m.a. rannsókn á vegum HELCOM-samningsins frá 2014¹⁶ og rannsókn Steve A. Carr og féлага sem gerð var í Kaliforníu á árunum 2014-2015. Í síðastnefndu rannsókninni kom enn fremur fram að yfirgnæfandi hluti örplastsins félli til botns í settjörnum á fyrsta þrepi hreinsunar eða safnaðist fyrir í froðu á yfirborði tjarnanna.¹⁷ Efnafræðileg og líffræðileg hreinsun virðist með öðrum orðum ekki ráða úrslitum hvað varðar getu hreinsistöðva til að fanga örplast. Grófhreinsun á borð við þá sem framkvæmd er í hreinsistöðvum á höfuðborgarsvæðinu hefur hins vegar óveruleg áhrif ein og sér, en þar er fast efni fjarlæggt og vatninu síðan beint í gegnum 3 mm síur.¹⁸

3.4 Takmarkanir á nýtingu seyru

Fræðilega séð má nýta seyru úr skólphreinsistöðvum til landgræðslu eða jafnvel til áburðar. Þessa nýtingu þarf hins vegar að endurskoða ef seyran inniheldur mikið af örplasti. Með því að nýta til áburðar eða uppgræðslu seyru sem menguð er af örplasti er í raun verið að færa vandamálið frá einum viðtaka til annars. Örplastið verður þá til staðar í jarðvegi og í gróðri á viðkomandi landsvæði um langa framtíð, að frátöldum þeim hluta þess sem tekinn er upp af grasbítum og öðrum lífverum, fjarlægður með uppskeru nytjaplantna af svæðinu eða færður úr stað með hjálp vinda og úrkomu. Í fyllingu tímans mun hluti af plastinu líklega skila sér til sjávar með einum eða öðrum hætti.

¹⁵ Kerstin Magnusson o.fl. (2016): *Microlitter in sewage treatment systems: A Nordic perspective on waste water treatment plants as pathways for microscopic anthropogenic particles to marine systems*. TemaNord 2016:510. Norræna ráðherranefndin, Kaupmannahöfn.
<http://norden.diva-portal.org/smash/get/diva2:923936/FULLTEXT01.pdf>.

¹⁶ HELCOM (2014): *Preliminary study on synthetic microfibers and particles at a municipal waste treatment plant*. BASE project 2012-2014.
<http://helcom.fi/Lists/Publications/Microplastics%20at%20a%20municipal%20waste%20water%20treatment%20plant.pdf>.

¹⁷ Steve A. Carr, Jin Liu og Arnold G. Tesoro (2016): *Transport and fate of microplastic particles in wastewater treatment plants*. Water Research, Volume 91, 15. mars 2016, bls. 174-182.
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0043135416300021>.

¹⁸ Kerstin Magnusson o.fl. (2016): *Microlitter in sewage treatment systems: A Nordic perspective on waste water treatment plants as pathways for microscopic anthropogenic particles to marine systems*. TemaNord 2016:510. Norræna ráðherranefndin, Kaupmannahöfn.
<http://norden.diva-portal.org/smash/get/diva2:923936/FULLTEXT01.pdf>.

Rétt er að gera ráð fyrir að niðurbrotstími örplasts á yfirborði lands sé styttri en í sjó, þar sem á landi er aðgangur greiðari að súrefni og sólarljósi sem flýta niðurbrotinu. Fyrst um sinn verður þar þó fyrst um að ræða niðurbrot stærri örplastagna í smærri agnir og síðar í einstakar fjölliður. Gera má ráð fyrir að jafnvel við þessar aðstæður taki það plastið áratugi eða aldir að brotna að fullu niður í grunnsameindir á borð við vatn og koltvísýring.

Það sem hér hefur verið sagt um nýtingu örplastmengaðrar seyru á einnig við ef seyran er nýtt til gasgerðar og/eða jarðgerðar. Plastið brotnar að óverulegu leyti niður í slíku ferli og mun fylgja fasta efninu (moltunni) sem til fellur í vinnslunni.

Af framanskráðu er rökrétt að draga þá ályktun að brennsla eða urðun séu einu ásættanlegu farvegirnir fyrir örplastmengaða seyru, þó með þeim fyrirvara að örplast berist ekki í viðtaka með sigvatni urðunarstaðar.

3.5 Fyrirbyggjandi aðgerðir

Góður árangur af hreinsun örplastagna úr fráveituvatni í fullkomnum skólphreinsistöðvum leysir ekki allan vanda. Aðgerðir til að draga úr magni örplasts í fráveitum þurfa öllu öðru fremur að beinast að uppsprettum vandans, þ.e. að heimilum og öðrum þeim stöðum þar sem líklegt er að örplast sleppi út í fráveituna.¹⁹

4. Aðgerðir til úrbóta

Í þeim rannsóknnum sem vísað er til í þessu minnisblaði kemur fram að hægt sé að hreinsa langstærstan hluta þess örplasts sem berst til skólphreinsistöðva úr fráveituvatninu með eins þreps hreinsun, nánar tiltekið með aflfræðilegum aðferðum einum og sér án þess að beitt sé efnafræðilegum eða líffræðilegum aðferðum. Afdrif agnanna ráðast öðru fremur af eðlismassa þeirra, en eðlismassinn er mismunandi eftir því hvaða fjölliður (plasttegundir) er um að ræða, þ.e. frá u.þ.b. 0,90 g/cm³ upp í u.þ.b. 1,40 g/cm³.²⁰ Fleiri þættir hafa þó áhrif á afdrifin, m.a. ásætur (e. fouling) á yfirborði agnanna sem geta breytt eðlismassa og floteiginleikum. Eins geta smærri plastagnir loðað við stærri agnir af ýmsu tagi og flotid með þeim eða sokkið.

Af framansögðu má ráða að hægt væri ná verulegum árangri í hreinsun örplasts úr fráveituvatni á höfuðborgarsvæðinu með því að bæta settjörnum við þann búnað sem

¹⁹ Kerstin Magnusson o.fl. (2016): *Microlitter in sewage treatment systems: A Nordic perspective on waste water treatment plants as pathways for microscopic anthropogenic particles to marine systems*. TemaNord 2016:510. Norræna ráðherranefndin, Kaupmannahöfn.

<http://norden.diva-portal.org/smash/get/diva2:923936/FULLTEXT01.pdf>.

²⁰ UNEP (2016): *Marine plastic debris and microplastics – Global lessons and research to inspire action and guide policy change*. Umhverfisstofnun Sameinuðu þjóðanna, Nairobi.

http://www.unep.org/gpa/documents/publications/Marine_Plastic_Debris_and_Microplastic.pdf.

fyrir er. Fráveituvatni væri þá veitt í settjörn eftir grófhreinsun og núverandi síun, froða skafin ofan af tjörnunum og botnfalli safnað. Vatninu væri síðan veitt út í viðtaka án frekari síunar eða hreinsunar og seyrinni fargað með viðeigandi hætti. Út frá þeim rannsóknum sem hér hafa verið kynntar má ætla að með þessu móti megi fjarlægja a.m.k. 97-99% plastagna úr fráveituvatninu áður en því er veitt í viðtaka.

Afkastageta settjarna ræðst af samhenginu milli stærðar þeirra og innstreymis vatns. Eftir því sem innstreymið er meira þarf yfirborðsflatarmál tjarnanna að vera stærra. Hönnun settjarnar snýst í raun um að tryggja ákveðinn viðverutíma vatns í tjörninni þannig að mikil meirihluti agna sem til staðar eru í vatninu nái að fljóta upp á yfirborð eða sökkva til botns. Stærð agna skiptir máli í þessu sambandi og einnig er mikilvægt að settjarnir séu þannig hannaðar að í þeim myndist ekki hringiður eða aðrar aðstæður sem stuðla að því að set þyrlist upp af botni tjarnanna og blandist vatninu á nýjan leik.

Engir nákvæmir útreikningar liggja fyrir á líklegum kostnaði við að bæta settjörnum við þann búnað sem fyrir er í skólphreinsistöðvum höfuðborgarsvæðisins. Í samtölum við sérfræðinga á þessu sviði hafa verið nefndar tölur á bilinu 1-2 milljarðar króna fyrir hvora stöð, en slíkar ágiskanir geta aðeins gefið vísbendingu um stærðargráðu verksins. Meðal þátta sem þarf að taka til sérstakrar skoðunar áður en hægt er að leggja fram kostnaðaráætlanir sem mark er á takandi eru landrými og hámarksrennsli. Landrými og aðrar aðstæður í nágrenni núverandi stöðva getur haft veruleg áhrif á endanlegan kostnað og við hönnun settjarna verður að taka tillit til rennslistoppa eftir því sem mögulegt er.

Fræðilega séð er mögulegt að bæta síum við það grófhreinsikerfi sem til staðar er í hreinsistöðvum í Reykjavík og ná þannig sambærilegum árangri í hreinsun örplasts úr fráveituvatninu og næst í settjörnum. Ef til vill yrði þó slíkt síukerfi erfitt í rekstri við núverandi aðstæður, þar sem gríðarlegur fjöldi agna á stærðarbilinu 300-3.000 μm (0,3-3,0 mm) er til staðar í vatninu eftir grófhreinsunina. Við þessar aðstæður er hætt við að síur stíflist fljótt. Reynsla af framkvæmd norræna verkefnisins sem vísað er til hér að framan bendir einmitt til að svo verði.²¹ Til að gera síukerfi rekstrarhæft við þessar aðstæður þyrfti væntanlega að byggja upp kerfi með mörgum síum í minnkandi stærð.

Við gerð þessa minnisblaðs var ekki mögulegt að komast að vel rökstuddri niðurstöðu um það hvort síulausnin eða settjarnalausnin væri fýsilegri frá tæknilegu og fjárhagslegu sjónarmiði. Settjarnarlausnin er tæknilega einföld og hætta á bilunum því lítil. Settjarnir þurfa hins vegar mikið landrými. Sé reiknað með rennsli upp á 5.000 m³/klst, sem er

²¹ Kerstin Magnusson o.fl. (2016): *Microlitter in sewage treatment systems: A Nordic perspective on waste water treatment plants as pathways for microscopic anthropogenic particles to marine systems*. TemaNord 2016:510. Norræna ráðherranefndin, Kaupmannahöfn.
<http://norden.diva-portal.org/smash/get/diva2:923936/FULLTEXT01.pdf>.

nálægt meðalrennsli um stöðina við Klettagarða, (var 4.604 m³/klst árið 2014), þyrfti yfirborðsflatarmál 2 m djúprar tjarnar að vera a.m.k. 6.250 m² og rúmmál því 12.500 m³.²² Meðalrennslið eitt og sér dugar hins vegar ekki sem hönnunarforsenda. Út frá reynslu frá öðrum borgum á Norðurlöndunum má ætla að munurinn á minnsta og mesta rennsli geti verið allt að 800%²³ og ef ekki á illa að fara þarf hönnun tjarnanna að taka mið af hámarksrennslinu. Mælingar Verkís á rennsli um stöðina við Klettagarða árið 2014 benda reyndar ekki til svo mikillar sveiflu, þar sem lágmarksdagrennslið var nálægt 950 l/sek (um 4.600 m³/klst) og hámarksdagrennslið um 1.500 l/sek (5.400 m³/klst).²⁴ Þessi litla sveifla kann að skýrast af því að ofanvatn, þ.m.t. af götum, berist að mestu leyti til sjávar eftir öðrum leiðum, en þess er að vænta að sveiflur í úrkomu o.fl. speglist fremur í magni ofanvatns en annars fráveituvatns. Í ofanvatninu er væntanlega mikið af örplasti úr hjólbörðum o.fl. og því má líklega líta á þessa tiltölulega litlu rennslissveiflur sem áminningu um mikilvægi þess að finna líka leiðir til að hreinsa örplast úr vatni sem ekki skilar sér í skólphreinstöðvarnar eins og kerfið er uppbyggt í dag.

Við framanskráð má bæta að opnar settjarnir utandyra geta verið erfiðar í rekstri í langvarandi frostum, sérstaklega þegar rennsli er lítið. Fljótt á litið er ólíklegt að frost myndu trufla rekstur opinna settjarna í Reykjavík að neinu ráði, en ekki er hægt að fullyrða um slíkt að óathuguðu máli.

Væri síulausnin valin yrðu í því tilfelli sem hér um ræðir væntanlega settar upp rafknúnar tromlusúr með möskva allt niður í t.d. 10 µm. Eins og fram hefur komið gæti síukerfi reynst erfitt í rekstri við núverandi aðstæður vegna þess hversu mikið af ögnum er til staðar í vatninu eftir grófhreinsunina. Síur hafa líka þann galla að vera orkufrekari og tæknilega flóknari en settjarnir og líklegri til að þurfa mikið viðhald. Kosturinn við þær í samanburði við settjarnir er hins vegar sá að þær þurfa mun minna rými og auðveldara er að hanna síukerfi þannig að það ráði við miklar rennslisbreytingar. Kerfið samanstendur þá af fleiri samhlíða síum sem koma sjálfkrafa inn eftir því sem vatnsmagnið eykst.²⁵ Þá hafa síur þann kost að geta stöðvað agnir án tillits til eðlismassa þeirra.

Hvaða lausn sem verður fyrir valinu er ástæða til að undirstrika að um leið og tekst að hreinsa yfirgnæfandi hluta af öllu örplasti úr fráveituvatninu er líka búið að koma að mestu í veg fyrir losun ýmissa mengandi efna út í viðtakann, svo sem þalata,

²² Christian Baresel, IVL Svenska Miljöinstitutet (2016). Tölvupóstur 28. nóvember.

²³ Sama heimild.

²⁴ Birgir Tómas Arnar og Snorri Þórisson (2015): *Skólphreinsistöðvar. Sýnataka og mælingar. Árleg yfirlitsskýrsla 2014. Reykjavík. Orkuveita Reykjavíkur, febrúar 2015.*
https://www.veitur.is/sites/veitur.is/files/atoms/files/2014_ananaust_og_klettagardar_arleg_yfirlitsskyrsla_0.pdf.

²⁵ Christian Baresel, IVL Svenska Miljöinstitutet (2016). Tölvupóstur 28. nóvember.

eldvarnarefna, tiltekinna lyfja o.s.frv.,²⁶ en efni af þessu tagi hafa tilhneigingu til að loða við plastið.

5. Meginniðurstöður

Meginniðurstöður þessa minnisblaðs má draga saman í eftirfarandi tíu punkta:

1. Fráveitukerfið á höfuðborgarsvæðinu hreinsar lítið sem ekkert af örplasti úr fráveituvatni við núverandi aðstæður.
2. Fullkomnar hreinsistöðvar ná að hreinsa úr fráveituvatninu langstærstan hluta þess örplasts sem þangað berst.
3. Hægt er að hreinsa langstærstan hluta þess örplasts sem berst til skólphreinsistöðva úr fráveituvatninu með eins þreps hreinsun, þ.e. með því að bæta annað hvort settjörnum eða síukerfi við núverandi kerfi.
4. Hreinsun örplasts úr fráveituvatni leiðir sjálfkrafa til bættrar hreinsunar ýmissa mengandi efna.
5. Settjarnir eru tæknilega einföld lausn en rúmfrek og lítt sveigjanleg m.t.t. sveiflna í rennsli.
6. Síukerfi eru sveigjanlegri m.t.t. sveiflna í rennsli en þurfa orku og viðhald, auk þess sem þeim fylgir stífluhætta.
7. Ekki eru forsendur til að fullyrða um hvort settjarnir eða síukerfi henti betur við þær aðstæður sem hér um ræðir.
8. Ekki eru forsendur til að áætla kostnað við umræddar breytingar á fráveitukerfi höfuðborgarsvæðisins.
9. Taka þarf afdrif ofanvatns til sérstakrar skoðunar ef ætlunin er að lágmarka útskolun örplasts með vatni.
10. Seyra sem inniheldur mikið af örplasti hentar ekki til landbóta eða áburðar og getur jafnvel skapað vandamál á urðunarstöðum til lengri tíma lítið.

²⁶ Kerstin Magnusson, IVL Svenska Miljöinstitutet (2016). Tölvupóstur 17. nóvember

6. Heimildir

1. Birgir Tómas Arnar og Snorri Þórisson (2015): *Skólphreinsistöðvar. Sýnataka og mælingar. Árleg yfirlitsskýrsla 2014*. Reykjavík. Orkuveita Reykjavíkur, febrúar 2015.
https://www.veitur.is/sites/veitur.is/files/atoms/files/2014_ananaust_og_klettagardar_arleg_yfirlitsskyrsla_0.pdf.
2. Carsten Lassen o.fl (2015): *Microplastics – occurrences, effects and sources of releases to the environment in Denmark*. Umhverfisstofnun Danmerkur (Miljøstyrelsen).
<http://www2.mst.dk/Udgiv/publications/2015/10/978-87-93352-80-3.pdf>.
3. Christian Baresel, IVL Svenska Miljöinstitutet (2016). Tölvupóstur 28. nóvember.
4. HELCOM (2014): *Preliminary study on synthetic microfibers and particles at a municipal waste treatment plant*. BASE project 2012-2014.
<http://helcom.fi/Lists/Publications/Microplastics%20at%20a%20municipal%20waste%20water%20treatment%20plant.pdf>.
5. Kerstin Magnusson o.fl. (2016): *Microlitter in sewage treatment systems: A Nordic perspective on waste water treatment plants as pathways for microscopic anthropogenic particles to marine systems*. TemaNord 2016:510. Norræna ráðherranefndin, Kaupmannahöfn.
<http://norden.diva-portal.org/smash/get/diva2:923936/FULLTEXT01.pdf>.
6. Kerstin Magnusson o.fl. (2016): *Swedish sources and pathways for microplastics to the marine environment. A review of existing data*. IVL skýrsla C 183, mars 2016.
<https://www.naturvardsverket.se/upload/miljoarbete-i-samhallet/miljoarbete-i-sverige/regeringsuppdrag/2016/mikroplaster/swedish-sources-and-pathways-for-microplastics-to-marine%20environment-ivl-c183.pdf>.
7. Kerstin Magnusson, IVL Svenska Miljöinstitutet (2016). Tölvupóstur 17. nóvember
8. Peter Sundt o.fl. (2014): *Sources of microplastic pollution to the marine environment*. Mepex, Noregi.
<http://www.miljodirektoratet.no/Documents/publikasjoner/M321/M321.pdf>.
9. Roland Essel o.fl. (2015): *Sources of microplastics relevant to marine protection in Germany*. Umhverfísráðuneyti Þýskalands, 64/2015, Report No. (UFA-FB) 002147/E.
<http://www.umweltbundesamt.de/en/publikationen/sources-of-microplastics-relevant-to-marine>.
10. Steve A. Carr, Jin Liu og Arnold G. Tesoro (2016): *Transport and fate of microplastic particles in wastewater treatment plants*. Water Research, Volume 91, 15. mars 2016, bls. 174-182.
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0043135416300021>.
11. Umhverfísráðuneytið (1999): *Reglugerð nr. 798/1999 um fráveitur og skólþ.*
<http://www.reglugerd.is/reglugerdir/allar/nr/798-1999>.
12. UNEP (2016): *Marine plastic debris and microplastics – Global lessons and research to inspire action and guide policy change*. Umhverfisstofnun Sameinuðu þjóðanna, Nairobi.
http://www.unep.org/gpa/documents/publications/Marine_Plastic_Debris_and_Microplastic.pdf.
13. Veitur ohf. (á.á): *Starfsemi. Fráveita*. Upplýsingar á heimasíðu. <https://www.veitur.is/fraveita>.