



Flokkun þörungasamfélaga í ám undir álagi

Mælingar á umhverfisgæðum í nokkrum ám á
Suður- og Vesturlandi

Verkefnið er styrkt af Umhverfis- og auðlindaráðuneytinu

RORUM ehf

Brynjólfsgata 5 • 107 Reykjavík • +354 577 3337 • +354 864 7999 • rorum@rorum.is • www.rorum.is

Skýrsla nr.: RORUM 2015 005	Dags.: 10.11.2015	Dreifing: Opin Skilmálar: © Gunnar Steinn Jónsson
Heiti skýrslu: Flokkun þörungasamfélaga í ám undir álagi <i>Mælingar á umhverfisgæðum í nokkrum ám á Suður- og Vesturlandi</i>		Upplag: Rafræn dreifing Fjöldi síðna: 19 bls.
Höfundur: Gunnar Steinn Jónsson, líffræðingur gunnar.steinn@internet.is gsj@rorum.is		Útgáfa: RORUM ehf Brynjólfsgata 5 107 Reykjavík www.rorum.is
Styrktaraðili: Umhverfis- og auðlindaráðuneytið		
Samvinnuaðilar: Höfundur þakkar Birgi Þórðarsyni og heilbrigðiseftirliti Suðurlands fyrir aðstoð við sýnatöku og Veiðimálastofnun, Sigurði Guðjónssyni, fyrir að veita aðstöðu fyrir úrvinnslu sýna.		
Úrdráttur: Í skýrslunni eru niðurstöður tilraunaverkefnis þar sem samfélög kísilþörungna eru notuð til þess að meta ástand eða gæði vatns. Aðferðin sýndi sig að vera næm í ám með þekktu álagsþætti, t.d. beina losun frá þéttbýli og óbeina og fjölbreytta losun í dreifbýli. Niðurstöðurnar sýndu ekki leitni milli gæðagilda flokkunarinnar og stærðar landbúnaðarlands samkvæmt CORINE landflokunarkerfinu. Það kann að skýrast af því að allt landbúnaðarland er undir í kerfinu og það er því veikur mælikvarði fyrir losun frá ræktuðu og ábornu landi. Aðferðin virðist henta vel til að meta áhrif af álagi í nágrenni við þéttbýl svæði og til eftirlits með losun (mengun).		

Efnisyfirlit:

	Bls
1. Inngangur	4
2. Samantekt	4
3. Aðferð til gæðaflokkunar	5
4. Val á ám til rannsóknar	7
4.1 Ár valdar til rannsókna	7
5. Aðferðir	8
5.1 Söfnun sýna	8
5.2 Úrvinnsla sýna	8
5.3 Smásjárskoðun	9
5.4 Gæðamál	9
5.5 Útreikningar	9
6. Niðurstöður og umræður	10
6.1 Tegundarauðgi og ógreint	10
6.2 Líffræðileg gæðaflokkun	10
6.3 Klasaflokkun	12
7. Árangursmat fyrir verkefnið	12
7.1 Gagnavinnsla	12
7.2 Greiningar og talningar kísilþöruna	13
8. Heimildir	13
9. Viðaukar	15
9.1 Viðauki 1	15
9.2 Viðauki 2.	16

1. Inngangur

Aukin krafa er um að meta „vistfræðilegt ástand“ til gæðaflokkunar á yfirborðsvatni en gæði vatns hefur að mestu verið metið út frá efnafræðilegu ástandi hér á landi.

Samkvæmt reglugerð 796/1999 um varnir gegn mengun vatns skulu heilbrigðisnefndir flokka vatn til þess að viðhalda náttúrulegu ástandi þess og til þess að vernda það gegn mengun frá mannlegri starfsemi. Heilbrigðisnefndir skulu skilgreina langtímamarkmið fyrir vatn. Meta má náttúrulegt ástand út frá upprunalegri efna- og eðlis- eða **vistfræðilegu ástandi** þess eða annarra sambærilegra vatna.

Með innleiðingu vatnatilskipunarinnar var lögð aukin áhersla á að skilgreina hið vistfræðilega ástand (sbr. reglugerð 535/2011 um flokkun vatnshlota, eiginleika þeirra, álagsgreiningu og vöktun). Í 6. grein reglugerðar 535/2011 er fjallað um að koma á aðferðafræði og gerð gæðamarkmiða, sem byggir á tölulegum mælikvörðum til þess að lýsa vistfræðilegu ástandi, svokallað vistfræðilegt gæðahlutfall. Þessir mælikvarðar eru fundnir með útreikningum á líffræðilegum gögnum.

Í kjölfar lögleiðingarinnar var hafin vinna hér á landi við að skilgreina aðferðafræði til gæðaflokkunar sem hægt væri að vísa til. Ein aðferðafræðin er að nota vatnagróður til gæðaflokkunar (Gunnar Steinn Jónsson, Iris Hansen, Halla Margrét Jóhannesdóttir og Ingi Rúnar Jónsson, 2014).

Markmið þessarar rannsóknar var að leggja mat á vistfræðilegt ástand þörungasamfélaga í völdum ám á Suður- og Vesturlandi sem kunna að vera undir álagi af mengun og þau flokkuð m.t.t. umhverfisgæða. Skoða fýsileika þess fyrir heilbrigðiseftirlitið í landinu að nota samfélög kísilþörungna til þess að flokka ástand vatns og til eftirlits með álagi og losun. Í því sambandi að gera kostnaðargreiningu og meta aðferðalegar hindranir.

Rannsóknin var styrkt af Umhverfis- og auðlindaráðuneytinu

Ég þakka Birgi Þórðarsyni og heilbrigðiseftirliti Suðurlands fyrir aðstoð við sýnatöku og Veiðimálastofnun, Sigurði Guðjónssyni, fyrir að veita mér aðstöðu fyrir úrvinnslu sýna.

2. Samantekt

Notaður var franskur vísir sem byggir á að nota töluleg gildi fyrir einstakar tegundir (IPS Specific Pollution sensitivity Index) til að meta vistfræðilegt ástand og flokka valdar ár á Suður- og Vesturlandi. Annarsvegar töluleg gildi sem segir til um þol eða viðkvæmni tegundarinnar fyrir mengun og hinsvegar gildi sem vísar til hvort tegundin hafi vítt eða þröngt svið þegar kemur að kjöraðstæðum og útbreiðslu (Zelinka & Marvan 1961).

Um 110 kísilþörungar voru greindar til tegunda í þessu verkefni. Fjöldi tegunda í hverju sýni var á milli 22 og 56. Í þeirri á sem reyndist undir mestu álagi voru greindar 37 tegundir. Það var ekki að sjá samband milli fjölda tegunda og álags. Hlutfall af ógreindu var 5% af öllum töldum frumum í þessari rannsókn.

Tekin voru 13 sýni úr 11 ám. Samkvæmt útreikningum falla níu sýni í flokk fyrir mjög góð gæði (fl. I), eitt í flokk fyrir góð gæði (fl. II), tvö sýni í flokk, ekki með viðunandi gæði (fl. III) og eitt í lægsta flokkinn með léleg gæði (fl. V). Annað sýnið sem flokkast ekki með

viðunandi gæði er á mörkum flokka II og III og því er rétt að setja fyrirvara og segja að flokkun sé óútkljáð.

Samfélög kísilþörungna í ám með hátt hlutfall landbúnaðarlands (samkvæmt CORINE flokkun) á vatnasviði sýna mjög góð gæði með IPS prófun í þessari rannsókn og leitni til lakari gæða með hækkuðu hlutfalli landbúnaðarlands er ekki greinanleg. Þau tvö til þrjú samfélög sem falla í óviðunandi flokka í þessari rannsókn eru undir beinu álagi af lífrænni mengun og/eða undir fjölbreyttu álagi af garðyrkju, byggð og iðnaði.

Niðurstaða þessarar rannsóknar er að útskolun frá hefðbundnum dreifbærum landbúnaði eins og hann er almennt stundaður hér á landi virðist ekki ein og sér vera til þess fallin að rýra gæði kísilþörungasamfélaga í ám sem renna um slík svæði. Frávik frá mjög góðum gæðum í þessari rannsókn tengjast annarri ræktun, auknum umsvifum á svæðinu (iðnaður, byggð) og meðferð úrgangs (skólp). Aðferðin virðist henta vel til að meta áhrif af dreifðu álagi í nágrenni við þéttbýl svæði og til eftirlits með losun (mengun).

Kostir aðferðarinnar eru þeir að hún er ódýr, hún svarar vel við losun mengunar, er viðurkennd fyrir mat á vistfræðilegu ástandi m.a. af ESB (sbr. ákvörðun ESB (2008/915/EC) og virðist óháð gerðum vatnshlota.

Þörungagreiningarnar má síðan einnig nota við flokkun samfélagsgerða.

Ókostirnir eru fyrst og fremst þeir að krafist er mikillar nákvæmni í tegundagreiningum sem byggir á reynslu og sérþekkingu á þörungum.

Verð fyrir hverja gæðagreiningu í rannsókninni var reikuð á kr. 290.000.

Höfundur telur að þetta sé aðferð sem heilbrigðiseftirlitið eigi að nýta til eftirlits, og hún sé sérstaklega næm við læki í og við þéttbýli með fjölbreytta losun og við hvers konar sérhæfða losun.

3. Aðferð til gæðaflokkunar

Við val á aðferðum til að meta vistfræðileg gæði ferskvatns á Íslandi út frá samfélagsgerð þörungna, var notaður kísilþörungagagnagrunnur vatnaflókarannsóknna sem er í vörslu höfundar þessarar skýrslu (Gunnar Steinn Jónsson, Ingi Rúnar Jónsson og Sigurður Már Einarsson 1998).

Gögnin voru notuð til þess að prófa mismunandi flokkunarkerfi og hvernig þau kæmu út miðað við Íslenskar aðstæður. Niðurstöður hennar eru tekin saman í skýrslu: „Mat á vistfræðilegu ástandi vatnshlota. Vatnagróður“ (Gunnar Steinn Jónsson, Iris Hansen, Halla Margrét Jóhannesdóttir og Ingi Rúnar Jónsson, 2014).

Megin niðurstöður skýrslunnar voru: „Að rétt sé að taka mið af flokkunarkerfi annarra landa og að flokkunarkerfi eins og ýmis Evrópuríki nota við mat á gæðum vatns, geti vel nýst hér á landi. Að sérhæfður vísir til flokkunar sem byggir á næmi kísilþörungna fyrir mengun; skammstafaður „IPS“, sé líklegur til að gagnast hérlendis, enda hafa margar Evrópuþjóðir valið að nota hann með öðru. Dreifingu „IPS“ gilda þarf samt að aðlaga að íslenskum aðstæðum þannig að vatnsgæðagildi fyrir vatn sem er án teljandi álags falli að mestu innan

tveggja efstu gæðaflokkanna (tafla 1). Safna þarf sýnum úr vatni sem er undir álagi. Með því má prófa flokkunarkerfið og stilla af gæðastuðla þess. “

Í töflu 1 er sýnt dæmi um notkun Evrópuríkja á framangreindum vísir til flokkunar sem byggir á næmi kísilþörungum fyrir mengun; skammstafaður „IPS“. Hann er alþjóðlega viðurkenndur, m.a. af Evrópusambandinu vegna vatnatilskipunarinnar (sbr. ákvörðun ESB (2008/915/EC), hvað varðar „phytobenthos“) og var talinn líklegur til að gagnast héraendis (Gunnar Steinn Jónsson, Iris Hansen, Halla Margrét Jóhannesdóttir og Ingi Rúnar Jónsson, 2014).

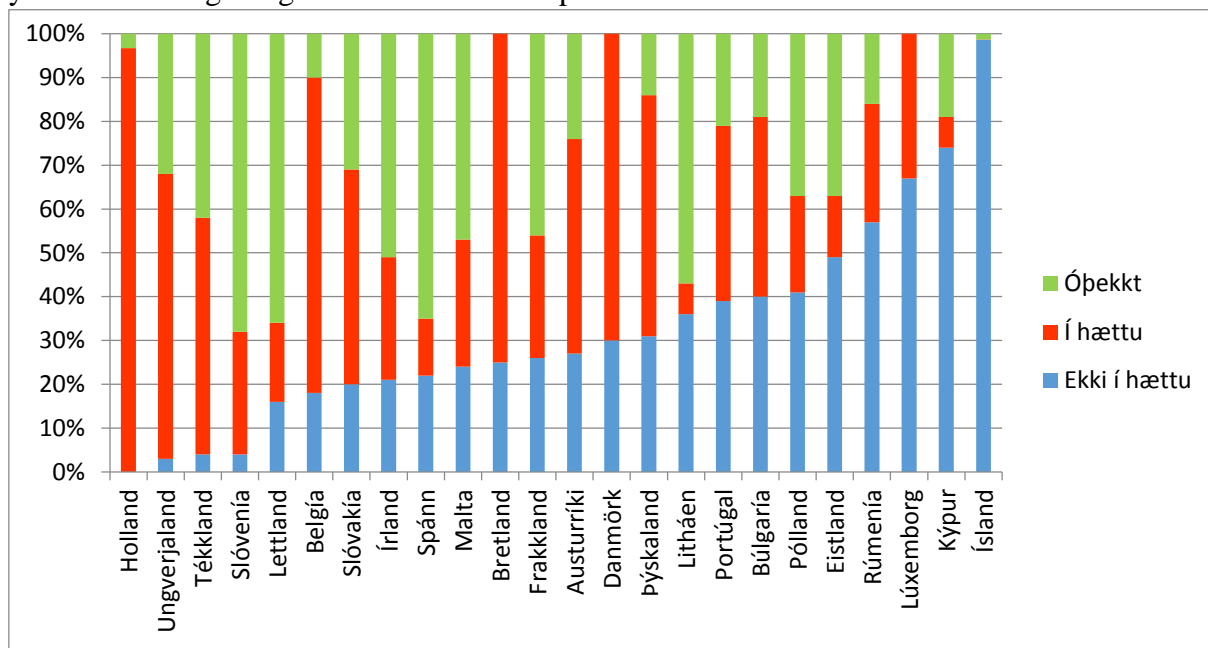
Málsmeðferðin uppfyllir skilyrði II viðauka, gr. 1.3 vatnatilskipunar (2000/60/EB), þ.m.t. um sérfræðiálit. Verkefnið gengur út á að prófa aðferðina í ám sem kunna að vera undir álagi.

Tafla 1. Dæmi um líffræðilega gæðaflokkun í vatni í Evrópu, sem byggir á tegundasamsetningu kísilþörungasamfélaga, á næmi þeirra fyrir mengun og útreikningum á svokölluðum „IPS gildum“. Í dálkinum lengst til hægri eru tillögur starfshóps, að IPS gildum miðað við ástand, sem nær til allra vatnagerða á Íslandi (Gunnar Steinn Jónsson, Iris Hansen, Halla Margrét Jóhannesdóttir og Ingi Rúnar Jónsson, 2014).

Vistfræðileg gæði vatns	Tegunda auðgi	Dæmi um IPS gildi í Evrópu				
		Frakkland Belgía	Ungverjaland (Íáglendi)	Svíþjóð	Finland	Allar gerðir á Íslandi-tillaga
Mjög gott	> 29	17-20	15,5-20	> 17,5	> 17	> 14
Gott	20-29	13-17	11,5-15,5	14,5-17,5	15-17	11,5-14
Ekki viðunandi	10-19	9-13	8-11,5	10,5-14,5	12-15	9-11,5
Slakt	< 10	5-9	5-8	7-10,5	9-12	6-9
Lélegt		< 5	< 5	< 7	< 9	< 6

4. Val á ám til rannsóknar

Í stöðuskýrslu fyrir vatnasvæði Íslands (Jóhanna Björk Weisshappel 2013) og skýrslu stjórnvalda til eftirlitsstofnunar EFTA (Gunnar Steinn Jónsson og fl. 2014) kemur fram að stjórnvöld hafa skilgreint liðlega 2600 svokölluð vatnshlot og þar af 1866 árvatnshlot. Orðið vatnshlot er notað yfir einingu vatns vegna stjórnsýslu og til samanburðar. Af þeim liðlega 2600 vatnshlotum á Íslandi eru 33 (21 árvatnshlot) sem uppfylla ekki, eða hugsanlega uppfylla ekki gæðaviðmið. Gögnin í stöðuskýrslunni eru sambærileg þeim sem önnur Evrópuríki unnu um miðjan síðasta áratug og sem eru samantekin í skýrslu framkvæmdastjórnarinnar til þingsins og ráðsins (COM(2007) 128 final.). Á meðfylgjandi súluriti (Mynd 1.) er ástand yfirborðsvatns á Íslandi, samkvæmt stöðuskýrslunni, borið saman við þessa fyrstu samantekt Evrópusambandsins (COM(2007) 128 final.). Um er að ræða yfirborðsvatn og var grunnvatn ekki með í þessari samantekt.



Mynd 1. Súluritið sýnir, hlutfallslegan fjölda vatnshlota í Evrópu sem eru í hættu á að uppfylla ekki góð gæði (rautt), sem ekki eru í hættu (blátt) og þar sem ástandið er óviss (grænt) (COM(2007) 128 final.). Íslandi hefur hér verið bætt inn á mynd Evrópusambandsins frá 2007 (lengst til hægri) og löndum endurraðað eftir fjölda vatnshlota „ekki í hættu“.

Súluritið sýnir hlutfallslegan fjölda vatnshlota þar sem ástandið er gott (ekki í hættu, blár litur), þar sem ástandið er ófullnægjandi (í hættu, rauður litur) og þar sem er óvissa um ástandið (óþekkt, grænt). Samkvæmt súluritinu sker Ísland sig nokkuð úr öðrum Evrópuríkjum hvað varðar vatnsgæði. Noregur og Svíþjóð eru reyndar ekki með í þessari samantekt.

4.1 Ár valdar til rannsókna

Í töflu 2 er listi yfir 14 ár (vatnshlot) sem samkvæmt stöðuskýrslunni eru hugsanlega undir álagi. Á listanum eru þau vatnshlot á Íslandi sem greindust með með hæst hlutfall landbúnaðarlands (CORINE) á vatnasviði (Jóhanna Björk Weisshappel 2013).

Tafla 2. Í töflunni er listi yfir vatnshlot með nafni, númeri, vatnshlotagerð, flatarmáli og hlutfalli landbúnaðar á vatnasviði viðkomandi vatnshlots (Umhverfisstofnun, 2013). Skyggðar ár, eru þær ár sem teknar voru til rannsóknar fyrir þetta verkefni.

Vatnshotanúmer	Vatnshlotanafn	Flatarmál Vatnasviðs Km ²	% af vatnasviði í viðkomandi CORINE flokki	Vatnshlota- gerð
<i>CORINE flokkur 211 – Akur og garðyrkja</i>				
IS20071780-R	Seljadalsá	28,4	8,03	111
<i>CORINE flokkur 231 – Tún og bithagar</i>				
IS20072191-R	Selgil	19,0	29,8	112
103-728-R	Eyjafljót	38,6	33,8	112
IS20071016-R	Hryggjarkvísl	11,5	34,0	111
IS50034108-R	Torfalækur	24,0	34,5	122
103-740-R	Þórunúpsgil	12,7	38,4	111
104-201-R	Farvegur og smálækir	11,1	38,5	122
103-845-R	Langholtsós	26,4	42,76	121
103-917-R	Skipaós?	12,6	43,22	111
104-193-R	Lækur úr Vatnshamravatni	3,8	44,54	121
104-134-R	Súluá/Austurlækur	2,2	44,62	121
103-736-R	Flókastaðaá	14,5	48,41	111
IS10006836-R	Kalmansá	6,8	51,60	121
103-738-R	Móeiðarhvalsalda	12,4	52,14	111
<i>CORINE flokkur 242 – Blönduð ræktun</i>				
IS20072832-R	Reykjavísl	13,3	7,2	121

Viðfangsefni þessarar rannsóknar eru þær ár sem eru skyggðar á töflu 2. Við Þórunúpsgil voru tekin sýni fyrir ofan (Þórunúpsgil I) og neðan Hvolsvöll (Þórunúpsgil II). Einnig voru tekin sýni ofan og neðan Hveragerðis í Varmá í Ölfusi (103-792-R) og neðan affalls af kolsýrustöð í Berjaholts-/Hæðarendalæk í Grímsnesi (104-849-R). Alls eru þetta þrettán sýni sem safnað var, kísilþörungur greindir til tegunda og hlutfallslegur fjöldi þeirra talinn.

5. Aðferðir

5.1 Söfnun sýna

Söfnun sýna var í samræmi við leiðbeiningar og skráningablað fyrir vatnaflókarannsóknir (Gunnar Steinn Jónsson, Ingi Rúnar Jónsson og Sigurður Már Einarsson 1998). Söfnun var framkvæmd á grýttum botni (hnullungsgrjót - með fínni mól, grófara grjóti). Söfnunarsvæðið náði u.þ.b. yfir 10 m af lengd árinna. Söfnun var framkvæmd í rennlisrennunni, en ekki í lygnum við bakka á 15 til 30 sm dýpi. Straumur hægur til stríður. Ekki var gerð stöðluð magnsöfnun á þörungasýnum, heldur teknir nokkrir steinar í aðskilda plastpoka. Kjörstærð um eða yfir 10 sm í þvermál og ekki að fullu grónir af þráðþörungum eða mosa. Safnað var í ágúst – september 2014.

5.2 Úrvinnsla sýna

Á rannsóknarstofu voru lifandi þörungur á steinunum skoðaðir, steinarnir hreinsaðir af þörungum og tekið blandsýni fyrir frekari hreinsun kísilþörungum. Kísilskeljar voru hreinsaðar

með því að minnka vatn í blandsýninu með skilvindu. Saltpéturssýru var bætt í skilvinduglasið, u.þ.b. jafn miklu rúmmáli og sýnið, og það látið standa í loftunarskáp í nokkra daga. Hrist var upp í glösunum og sýru bætt við eftir þörfum. Sýran var skoluð burt með eimuðu vatni og skilvindu. Skola þarf fimm til sex sinnum með eimuðu vatni. Einn til tveir dropar af sýninu voru látnir þorna á þekjugleri. Þekjuglerið (með kísilskeljunum) síðan steipt á smásjargler með Naphrax sem er efni með háan ljósbrotsstuðul (>1,6).

5.3 Smásjárskoðun

Tegundargreining og talning á hlutfallslegum fjölda einstakra kísilþörungategunda var gerð í ljóssmásjá við 1000x stækkun og með olíulinsu. Nokkrar helstu heimildir við greiningar má sjá í heimildarlista.

Talið var minnst 318 skeljar og mest 803 skeljar í hverju sýni.

5.4 Gæðamál

Tegundagreining og talning er framkvæmd af höfundi þessarar skýrslu. Höfundurinn er með PhD gráðu í þörungafraeðum og hefur skipulagt og framkvæmt rannsóknir á þörungum, m.a. kísilþörungum.

5.5 Útreikningar

IPS Specific Pollution sensitivity Index (Cemagref 1982) er franskur vísir sem byggir á að nota töluleg gildi fyrir einstakar tegundir. Annarsvegar töluleg gildi sem segir til um þol eða viðkvæmni tegundarinnar fyrir mengun og hinsvegar gildi sem vísar til hvort tegundin hafi vítt eða þröngt svið þegar kemur að kjöraðstæðum og útbreiðslu (Zelinka & Marvan 1961). IPS er í þessari rannsókn reiknað samkvæmt sænskum leiðbeiningum og notuð töluleg gildi fyrir vísitategundir samkvæmt tegundarlista sænsku Umhverfisstofnunarinnar (Naturvårdsverket 2009). Einng var gerð klasagreining (Bray-Curtis, Community Ecology Package (vegan)) í R tölfraeðiforritinu.

6. Niðurstöður og umræður

6.1 Tegundarauðgi og ógreint

Í viðauka 2 er listi með nöfnum um 110 kísilþörungategunda sem fundust og voru greindar til tegunda í þessu verkefni.

Fjöldi greindra tegunda í hverju sýni var á milli 22 og 56. Í þeirri á sem reyndist undir mestu álagi voru greindar 37 tegundir. Það var ekki að sjá samband milli fjölda tegunda og álags.

Í vatnaflókasafninu voru greindar á bilinu 11 – 50 tegundir í hverju sýni. Lítil tegundaaúðgi var þar frekar talin vísbending um næringarsnauðar aðstæður en álag (Gunnar Steinn Jónsson, Iris Hansen, Halla Margrét Jóhannesdóttir og Ingi Rúnar Jónsson, 2014).

Hlutfall af ógreindu var 5% af öllum töldum frumum í þessari rannsókn. Sveiflaðist það milli sýna frá 2 % í 14 %. Það er sá tími sem er til ráðstöfunar og reynsla greinandans sem ræður þessu hlutfalli, en sýni eru miserfið af ýmsum ástæðum. Í rannsókn sem þessari er það matsatriði hversu miklum tíma eigi að verja við að greina tegundir sem eru undir t.d. 1% í fjölda. Þær hafa hver um sig lítil áhrif á IPS gildið. Það eru tegundir sem eru hlutfallslega í miklum fjölda sem ráða í hvaða gæðaflokki áin lendar. Mjög mikilvægt er að þær tegundir séu greindar rétt til tegunda.

Ekki er hér verið að gera lítið úr því að gera nákvæman tegundarlista fyrir árnar. Slíkir listar eru mikilvæg gögn inn í gagnagrunn um algengar kísilþörungategundir hér á landi og útbreiðslu þeirra, auk þess sem nákvæmir listar eru mikilvægir við klasagreiningar og flokkun samfélagsgerða. Við skipulag rannsókna sem þessarar er ákvörðun um greiningatíma ákvörðun um kostnað við verkefnið.

6.2 Líffræðileg gæðaflokkun

Töluleg gildi gæðaflokkunarinnar eru sýnd í viðauka I og greindar tegundir í viðauka 2.

Mynd 2 sýnir annarsvegar tengsl hlutfallslegrar stærðar landbúnaðarlands við gæðaflokkunargildi (IPS) og hins vegar hvernig samfélög ána sem eru undir rannsókn falla í gæðaflokka sbr. töflu 1. Þrettán sýni úr ellefu ám voru flokkuð. Samkvæmt útreikningunum (viðauki 1) falla níu sýni í flokk fyrir mjög góð gæði (fl. I), eitt í flokk fyrir góð gæði (fl. II), tvö sýni í flokk, ekki með viðunandi gæði (fl. III) og eitt í lágsta flokkinn með léleg gæði (fl. V). Annað sýnið sem flokkast ekki með viðunandi gæði er á mörkum flokka II og III og því er rétt að setja fyrirvara og segja að flokkun sé óútkljáð.

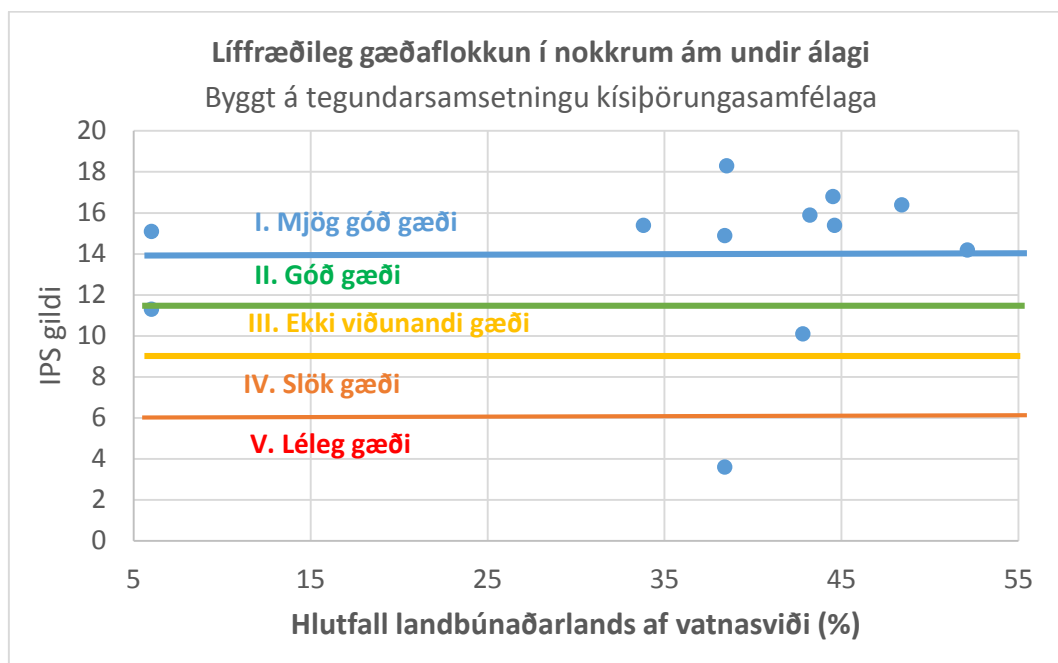
Með lökust gæði er sýni úr vatnshloti nr. 103-740-R, neðan við Hvolsvöll en þangað berst afrennsli frá skólpestöð Hvolsvallar. Strax við sýnatöku var ljóst að áin við sýnatökustað (a.m.k. 50 m neðan við útrás) var ekki viðunandi, samkvæmt V viðauka, gr. 1.2.1. vatnatilskipunar ESB (2000/60/EB). Einföld smásjárskoðun sýndi tegundir sem einkenna mikla mengun og matið var staðfest með frekari smásjárskoðun og IPS greiningu. Við Fljótshlíðarveg ofan Hvolsvallar greindist sama á með mjög góð gæði. Áin fellur því um fjóra flokka við að taka við skólpinu.

Sýni úr vatnshloti 103-845-R greinist samkvæmt IPS greiningunni í flokk III (ekki viðunandi gæði). Við fyrstu skoðun voru áberandi skánir afblágrænum bakteríum og lítið var um kísilþörungaskánir á sýnatökustað. Samkvæmt töflu 2 er landbúnaðarland 43% af vatnasviði

árinnar. Auk beutilands og túnræktar er mikil grænmetis og kornrækt við ána, sumarhúsabyggð og iðnaður. Það er því mikið og fjölbreytt álag við ána.

Sýni úr vatnshloti 103-792-R, tekið neðan við skólpestöð Hveragerðis, greinist samkvæmt IPS greiningunni með IPS gildi 11,3 (sem er flokkur III, ekki viðunandi gæði). Gildið er alveg á mörkum tveggja flokka þannig að höfundinum þykir rétt að hafa flokkunina opna, þ.e. að áin á sýnatökustað falli undir flokk II eða III og að endurtaka þurfi rannsóknina til þess að staðfesta greininguna. Sama vatnshlot ofan Hveragerðis greindist með mjög góð gæði. Áin er með lágt hlutfall landbúnaðarlands á vatnasviði og er ekki á töflu 2. Varmá fellur því um einn til tvo flokka við að taka við skólpi frá Hveragerði.

Næst í röðinni, neðan frá, er sýni úr vatnshloti 104-849-R sem ekki er heldur á töflu 2. Sýni var tekið í affalli fyrir neðan CO₂ stöð v/ Berjaholtslæk í Grímsnesi, affallið er undir miklum jarðhitaáhrifum. IPS gildið reyndist vera 12,2 sem er flokkur II og góð gæði.



Mynd 2. Myndin sýnir annarsvegar tengsl hlutfallslegrar stærðar landbúnaðarlands við reiknuð gæðaflokkunargildi (IPS) og hins vegar hvernig samfélög ána sem eru undir rannsókn falla í gæðaflokka sbr. töflu 1.

Samfélög kísilþörungna í ám með hátt hlutfall landbúnaðarlands á vatnasviði sýna mjög góð gæði með IPS prófun í þessari rannsókn og leitni til lakari gæða með hækkun hlutfalli landbúnaðarlands er ekki greinanleg. Þau tvö til þrjú samfélög sem falla í óviðunandi flokka í þessari rannsókn eru undir beinu álagi af lífrænni mengun og/eða undir fjölbreyttu álagi af garðyrkju, byggð og iðnaði.

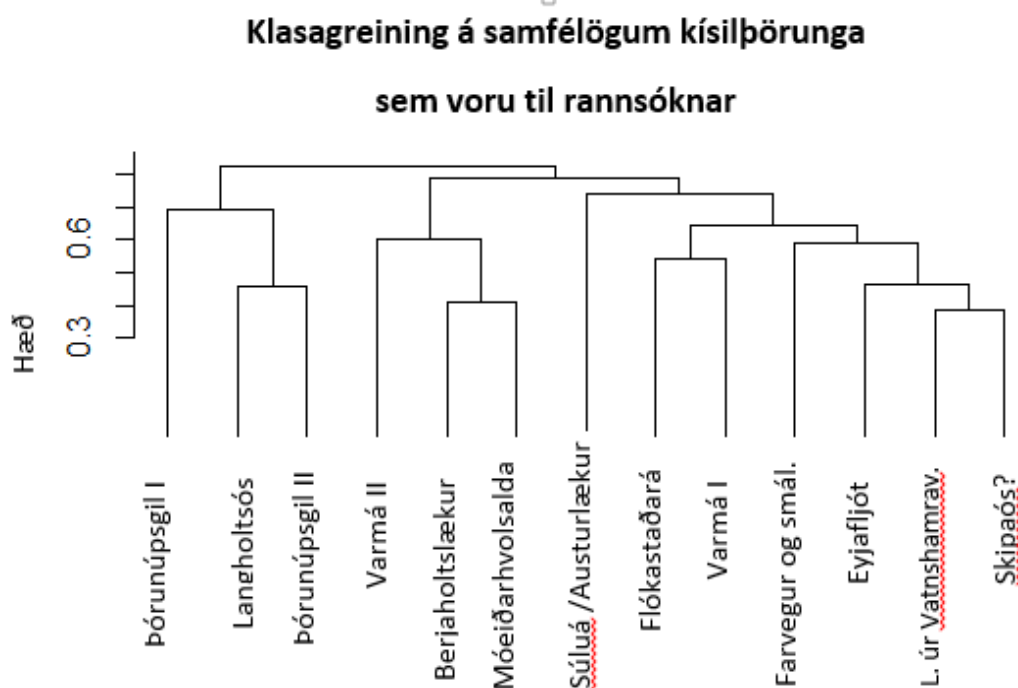
Annað mikilvægt atriði varðandi túlkun, er að landbúnaðarland samkvæmt þeirri skilgreiningu sem hér er höfð til hliðsjónar, er ekki aðeins áborin tún eða ræktarland, heldur sambland af túnum, framræstu landi, beutilandi og ræktanlegu landi á landbúnaðarsvæðum. Þannig getur aðeins lítill hluti þessa lands sem skilgreint er sem landbúnaðarland (sbr. töflu 2) verið undir ræktun og áborið.

Niðurstaða þessarar rannsóknar er að útskolun frá hefðbundnum dreifbærum landbúnaði eins og hann er almennt stundaður hér á landi virðist ekki ein og sér vera til þess fallin að rýra gæði kísilþörungasamfélaga í ám sem renna um slík svæði. Frávik frá mjög góðum gæðum í þessari rannsókn tengjast annarri ræktun, auknum umsvifum á svæðinu (iðnaður, byggð) og meðferð úrgangs (skólp). Aðferðin virðist henta vel til að meta áhrif af álagi í nágrenni við þéttbýl svæði og til eftirlits með losun (mengun). Höfundur telur að það sé nokkuð um, aðallega smálæki, sem þetta eigi við um og sem leggja eigi áherslu á að meta til gæða með þessari aðferð. Efnamælingar mæla augnabliksgildi en líffræðilegar mælingar eru mælikvarðar á uppsöfnuð áhrif.

6.3 Klasaflokkun

Kísilþörungasamfélög í kísilþörungagagnagrunni vatnaflókarannsóknna voru skoðuð með klasaflokkun. Niðurstaðan var að það má skipta samfélögum í nokkra hópa (3-5) samfélagsgerða, sem einkennast af líkri tegundasamsetningu í megin dráttum.

Mynd 3 sýnir hvernig þörungasamfélög ána í þessari rannsókn raðast í hríslurit eftir skyldleika. Ásinn sýnir frá 0-1 skyldleika og minnkandi skyldleiki upp skalann. Menguðu stöðvarnar Þórunúpsgil II og Langholtsós raðast saman, en lengra er aftur móti frá þeim í t.d. Varmá II.



Mynd 3. Myndin sýnir niðurstöður klasagreiningar, hríslurit (*Bray-Curtis, Community Ecology Package (vegan)* í R).

Aðferðir eins og klasagreining hafa gildi við túlkun niðurstaðna úr rannsóknum sem þessari. Með stærra og fjölbreyttara gagnasafni væri hægt að sjá hvernig ár undir mismunandi álagi raða sér í samfélagsgerðir óháð gæðaflokkun. Aðferðin er ekki sérhæfð eins og IPS greiningin, hefur aðra vistfræðilega skírskotun og gæti vísað á áhrif sem IPS nær ekki til, sbr.

jarðhita. Niðurstöður þessarar rannsóknar verða sameinaðar og keyrðar saman með vatnaflókagrunninum þegar endurskoðun á tegundarsamsetningu hans verður lokið.

7. Árangursmat fyrir verkefnið

7.1 Gagnavinnsla

a) *Sýna niðurstöður óyggjandi tengsl á milli gæðaflokkunar og álags (Mynd 2)?*

Svar: Ekki er að sjá tengsl milli gæðaflokkunar og hlutfalls landbúnaðarlands af vatnasviði, hins vegar er bein losun og blanda beinnar og óbeinnar losunar sterkur áhrifavaldur við gæðaflokkun samkvæmt IPS.

b) *Er aðferðin nógu næm til þess að greina á milli flokkana „góðs“ og „ekki viðunandi“ ástands?*

Svar: Við rannsóknina var allur „gæðaskalinn“ nýttur. Ekki er til betri sönnun fyrir gildi aðferðarinnar. Aðferðin byggir í reynd á vísitögundum og innbyrðis hlutföllum þeirra í samfélaginu. Hugsanlega þarf álagið að fara yfir einhvern þröskuld áður en að það fari að draga úr reikningslegum gæðum. Fleiri sýni vantar frá stöðum sem taka við mengun, til að skilja að fullu dreifinguna milli flokka. Klasagreining og samanburður við stærra gagnasafn gæti verið stuðningur við að meta áhrif.

c) *Gefðu aðferðinni sem verið er að prófa huglægt gæðamat og notaðu sömu flokka og í töflu 1 (þ.e. „Mjög gott“, „Gott“, „Ekki viðunandi“ osfr.):*

Svar: Ég gef aðferðinni einkunnina „Gott“. Hún svaraði ekki áhrifum af dreifðri losun dreifbærs landbúnaðar, en um leið og mengunarvaldar voru sýnilegir svaraði aðferðin greinilega.

7.2 Greiningar og talningar kísilþörunga

a) *Var tímaáætlun í þennan þátt (16 tímar per sýni) raunhæf?*

Svar: Hún var nokkuð raunhæf. Meðaltalið var 18 tímar \pm 6 tímar.

b) *Komu upp fagleg / tæknileg vandamál við greiningu og talningu?*

Svar: Já og nei. Æskilegt væri að koma sér upp gagnagrunni með algengustu vísitögundunum með myndum og viðmiðunarsýnum. Þetta snýst um reynslu og þjálfun.

c) *Hvert er hlutfall ógreindra þörunga í talningunum?*

Hlutfall af ógreindu var 5% af öllum töldum frumum í þessari rannsókn. Sveiflaðist það milli sýna frá 2 % í 14 %.

8. Heimildir

Cemagref. 1982. Etude des méthodes biologiques d'appréciation quantitative de la qualité des eaux., Rapport Division Qualité des Eaux Lyon-Agence Financière de Bassin RhôneMéditerranée-Corse: 218 bls.

COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL. Towards sustainable water management in the European Union - First stage in the implementation of the Water Framework Directive 2000/60/EC. COM(2007) 128 final

Gunnar Steinn Jónsson, Ingi Rúnar Jónsson og Sigurður Már Einarsson 1998. Rannsókn á útbreiðslu kísilþörungans vatnaflóka (*Didymosphenia geminata*) í ám á Íslandi 1997. Skýrsla Veiðimálastofnunar, VMST-R/98003, 30 bls.

Gunnar Steinn Jónsson, Iris Hansen, Halla Margrét Jóhannesdóttir og Ingi Rúnar Jónsson, 2014. Mat á vistfræðilegu ástandi vatnshlota: Vatnagróður. Stöðuskýrsla til Umhverfisstofnunar. VMST/14010.

Gunnar Steinn Jónsson, Helgi Jensson, Jóhanna Björk Weisshappel, Tryggvi Þórðarsson og Svanfríður Dóra Karlsdóttir 2014. Water Framework Directive (2000/60/EC) Article 5 (and 6), Summary Report Characteristics and impact analyses Environment Agency of Iceland.

Horst Lange-Bertalot (ritstjóri) 2013. Diatomeen im Süßwasser-Benthos von Mitteleuropa. 2. útgáfa. Koelts Scientific Books, 61462 Königsten.

Jóhanna Björk Weisshappel (ritstjóri) 2013. Stöðuskýrsla fyrir vatnasvæði Íslands. Skipting vatns í vatnshlot og mat á helsta álagi af starfsemi manna á vatn. UST-2013:11

Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1986. Bacillariophyceae. 1. Teil: Naviculaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2/1. Durchgesehener Nachdruck der 1.Auflage 1997, 1999. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg Berlin. 876 bls.

Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1988. Bacillariophyceae. 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2/2. Ergänzter Nachdruck der 1. Aufl. 1997, 1999. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg Berlin. 611 bls.

Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1991. Bacillariophyceae. 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2/3. 2. Aufl. 2000. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg Berlin. 599 bls.

Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1991. Bacillariophyceae. 4. Teil: Achnantheaceae, Kritische Ergänzungen zu Achnanthes s.l., Navicula s.str., Gomphonema, Gesamtliteraturverzeichnis Teil 1-4. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2/4. Ergänzter Nachdruck 2004. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg Berlin. 468 bls.

Naturvårdsverket 2009. Handledning för miljöövervakning. Påväxt i rinnande vatten – kiselalgsanalys. Version 3:1: 2009-03-13.

Niels Foged 1974. Freshwater Diatoms in Iceland. Bibliotheca Phycologica Band 15. Verlag, J. Cramer.

Umhverfisstofnun, 2013. Stöðuskýrsla fyrir vatnasvæði Íslands. Skipting vatns í vatnshlot og mat á helsta álagi af starfsemi manna á vatn. UST-2013:11.

Zelinka, M. & Marvan, P. 1961. Zur Präzisierung der biologischen Klassifikation der Reinheit fliessender Gewässer. Archiv Hydrobiol. 57: 389-407.

9. Viðaukar

9.1 Viðauki 1

Í töflu í viðauka 1 er nafn vatnsfalls, vatnshlotaúmer, hnit sýnatökustöðvar, dagsetning sýnatöku, hlutfall landbúnaðarlands af vatnasviði og niðurstöður útreikninga á gæðagildum fyrir viðkomandi á (IPS-gildi).

Nafn vatnsfalls	Vatnshlota númer	GPS N	GPS W	Dags. Sýnatöku	Tún og bithagar. Hlutfall vatnas.	IPS gildi
Eyjafljót	103-728-R	63°39,642	20°24,544	18.8.2014	33,8	15,4
Pórunúpsgil I	103-740-R	63°44,884	20°12,373	18.8.2014	38,4	14,9
Pórunúpsgil II	103-740-R	63°44,107	20°14,059	18.8.2014	38,4	3,6
Farvegur og smálækir	104-201-R	64°37,304	21°35,238	20.8.2014	38,5	18,3
Langholtsós	103-845-R	64°09,161	20°21,749	18.8.2014	42,8	10,1
Skipaós?	103-917-R	63°49,622	20°50,440	11.9.2014	43,2	15,9
Lækur úr Vatns- hamravatni	104-193-R	64°33,241	21°45,179	20.8.2014	44,5	16,8
Súluá / Austurlækur	104-134-R	64°24,077	21°57,415	20.8.2014	44,6	15,4
Flókastaðaá	103-736-R	63°43,534	20°13,921	18.8.2014	48,4	16,4
Móeiðarhvols- alda	103-738-R	63°45,849	20°19,604	18.8.2014	52,1	14,2
Varmá I	103-792-R	64°00,789	21°11,253	11.9.2014		15,1
Varmá II	103-792-R	63°59,235	21°10,595	11.9.2014		11,3
Fyrir neðan CO₂ stöð v/ Berjaholtslæk	104-849-R	64°04,304	20°51,349	30.8.2014		12,2

9.2 VIÐAUKI 2

Tegundarlisti rannsóknar á kísilþörungasamfélögum undir álagi. Tegundarheiti í stafrófsröð. Hlutfallslegur fjöldi: I = < 1%, II = 1 – 5%, III = 5 - 10%, IV = > 10%.

Kóði	Tegundarlisti	Hlutfallslegur fjöldi
AEXG	<i>Achnantheidium exiguum</i> (Grunow) Czarn.	II
ADMI	<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	IV
ASAT	<i>Achnantheium subatomoides</i> (Hustedt) Round & Bukht.	I
ALIB	<i>Amphora libyca</i> Ehrenberg	I
APED	<i>Amphora pediculus</i> (Kützing) Grunow ex A.Schmidt	I
AFOR	<i>Asterionella formosa</i> Hassall	I
BMIC	<i>Brachysira microcephala</i> (Grunow) Compère	I
CBAC	<i>Caloneis bacillum</i> (Grunow) Cleve	I
CPSE	<i>Cavinula pseudoscutiformis</i> (Hustedt) D.G.Mann & A.J.Stickle	I
CPLA	<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	I
CPLE	<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i> (Ehrenberg) Grunow	II
CHAL	<i>Craticula halophila</i> (Grunow) D.G.Mann	I
CMEN	<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	I
CSOL	<i>Cymatopleura solea</i> (Brébisson) W.Smith	I
CAFF	<i>Cymbella affinis</i> Kützing	I
CCYM	<i>Cymbella cymbiformis</i> C.Agardh	I
CBNA	<i>Cymbopleura naviculiformis</i> (Auerswald ex Heiberg) Krammer	I
DSUR	<i>Delphineis surirella</i> (Ehrenberg) G.W.Andrews	I
DMES	<i>Diatoma mesodon</i> (Ehrenberg) Kützing	I
DITE	<i>Diatoma tenuis</i> C.Agardh	I
DGEM	<i>Didymosphenia geminata</i> (Lyngbye) M.Schmidt	I
DELL	<i>Diploneis elliptica</i> var. <i>elliptica</i> (Kützing) Cleve	I
ECAE	<i>Encyonema caespitosum</i> Kützing	I
ENMI	<i>Encyonema minutum</i> (Hilse) D.G.Mann	II
ENRE	<i>Encyonema reichardtii</i> (Krammer) D.G.Mann	I
ESLE	<i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch) D.G.Mann	I
NMIN	<i>Eolimna minima</i> (Grunow) Lange-Bertalot	I
ESOR	<i>Epithemia sorex</i> Kützing	I
ETUR	<i>Epithemia turgida</i> (Ehrenberg) Kützing	I
AFLEX	<i>Eucoconeis flexella</i> (Kützing) Meister	I
EULA	<i>Eucoconeis laevis</i> (Østrup) Lange-Bertalot	I
EMIN	<i>Eunotia minor</i> (Kützing) Grunow in van Heurck	I
FCAP	<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières	III
FCGR	<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>gracilis</i> (Oestrup) Hustedt	III
FCRP	<i>Fragilaria capucina</i> subsp. <i>rumpens</i> (Kützing) Lange-Bertalot	I
FCVA	<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>vaucheriae</i> (Kützing) Lange-Bertalot	II
FARC	<i>Fragilaria acus</i> (Kützing) Lange-Bertalot	I
FCRO	<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	I

Kóði	Tegundarlisti	Hlutfallslegur fjöldi
FNAN	<i>Fragilaria nanana</i> Lange-Bertalot	I
FFBI	<i>Fragilariforma bicapitata</i> (Mayer) D.M.Williams & Round	I
FFVI	<i>Fragilariforma virescens</i> (Ralfs) D.M.Williams & Round	I
TING	<i>Geissleria thingvallae</i> (Østrup) Metzeltin & Lange-Bertalot	I
CLVE	<i>Gomphoneis clevei</i> (Fricke) Gil	I
GACU	<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehrenberg	I
GABR	<i>Gomphonema acuminatum</i> var. <i>brebissonii</i> (Kützing) Cleve	I
GCLA	<i>Gomphonema clavatum</i> Ehrenberg	I
GCOR	<i>Gomphonema coronatum</i> Ehrenberg	I
GPXS	<i>Gomphonema exilissimum</i> (Grunow) Lange-Bertalot & E.Reichardt	II
GMIC	<i>Gomphonema micropus</i> Kützing	I
GOLI	<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson	I
GPAR	<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing	II
GPUM	<i>Gomphonema pumilum</i> (Grunow) E.Reichardt & Lange-Bertalot	I
GTRU	<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg	I
HARC	<i>Hannaea arcus</i> (Ehrenb.) Patrick	I
NSUB	<i>Kobayasiella subtilissima</i> (Cleve) Lange-Bertalot	I
MVAR	<i>Melosira varians</i> C.Agardh	I
MCIR	<i>Meridion circulare</i> (Grev.) C.Agardh	I
MCCO	<i>Meridion circulare</i> var. <i>constrictum</i> (Ralfs) Van Heurck	I
NCPR	<i>Navicula capitatoradiata</i> Germain	I
NCRY	<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing	I
NEXI	<i>Navicula exilis</i> Kützing	I
NGRE	<i>Navicula gregaria</i> Donkin	II
NLAN	<i>Navicula lanceolata</i> (Agardh) Ehrenberg	I
NNOT	<i>Navicula notha</i> Wallace	I
NRAD	<i>Navicula radiosa</i> Kützing	I
NRCH	<i>Navicula reichardtiana</i> Lange-Bertalot	I
NRHY	<i>Navicula rhychocephala</i> Kützing	I
NRHT	<i>Navicula rhyndotella</i> Lange-Bertalot	I
NSLE	<i>Navicula slesvicensis</i> Grunow in van Heurck	I
NTPT	<i>Navicula tripunctata</i> (O.F.Müller) Bory de Saint-Vincent	I
NVEN	<i>Navicula veneta</i> Kützing	I
FCBI	<i>Neidium binodis</i> (Ehrenberg) Hustedt	I
NAMP	<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow	I
NCOM	<i>Nitzschia communis</i> Rabenhorst	I
NDIS	<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Grunow	I
NFON	<i>Nitzschia fonticola</i> (Grunow) Grunow in Van Heurck	III

Kóði	Tegundarlisti	Hlutfallslegur fjöldi
NIGR	<i>Nitzschia gracilis</i> Hantzsch	I
NINC	<i>Nitzschia inconspicua</i> Grunow	II
NPAL	<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W.Smith	II
NPAD	<i>Nitzschia palea</i> var. <i>debilis</i> (Kützing) Grunow	I
NPAE	<i>Nitzschia paleacea</i> Grunow	I
NIPM	<i>Nitzschia perminuta</i> (Grunow) M.Peragallo	I
NSIO	<i>Nitzschia sigmoidea</i> (Nitzsch) W.Smith	I
PBOR	<i>Pinnularia borealis</i> Ehrenberg	I
PMES	<i>Pinnularia mesolepta</i> (Ehrenberg) W.Smith	I
PVIR	<i>Pinnularia viridis</i> (Nitzsch) Ehrenberg	I
PELG	<i>Placoneis elginensis</i> (Gregory) E.J.Cox	I
ALAN	<i>Planothidium lanceolatum</i> (Brébisson ex Kützing) Lange-Bertalot	II
ALAR	<i>Planothidium rostratum</i> (Oestrup) Lange-Bertalot	I
FBRE	<i>Pseudostaurosira brevistriata</i> (Grunow) D.M.Williams & Round	II
PPRS	<i>Pseudostaurosira parasitica</i> (W.Smith) Morales	I
RSIN	<i>Reimeria sinuata</i> (Gregory) Kociolek & Stoermer	I
RABB	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C.Agardh) Lange-Bertalot	II
RGIB	<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) O. Müller	I
NPUP	<i>Sellaphora pupula</i> D.G. Mann	I
SSEM	<i>Sellaphora seminulum</i> (Grunow) D.G.Mann	III
SSTM	<i>Sellaphora stroemii</i> (Hustedt) H.Kobayasi	I
FEXI	<i>Stauroforma exiguiformis</i> (Lange-Bertalot) R.J.Flower, V.J.Jones & F.E.Round	I
STLE	<i>Stauroneis legumen</i> (Ehrenberg) Kützing	I
SPHO	<i>Stauroneis phoenicenteron</i> (Nitzsch) Ehrenberg	I
SCON	<i>Staurosira construens</i> Ehrenberg	IV
SSVE	<i>Staurosira venter</i> (Ehrenberg) H.Kobayasi	II
STILA	<i>Staurosirella lapponica</i> (Grunow) D.M.Williams & Round	I
SPIN	<i>Staurosirella pinnata</i> (Ehrenberg) D.M.Williams & Round	II

RORUM

SBRE	<i>Surirella brebissonii</i> Krammer & Lange-Bertalot	I
TFLO	<i>Tabellaria flocculosa</i> (Roth) Kützing	I
TFAS	<i>Tabularia fasciculata</i> (C.Agardh) D.M.Williams & Round	I
TEMA	<i>Tetracyclus emarginatus</i> (Ehrenberg) W.Smith	I
FDEL	<i>Ulnaria delicatissima</i> (W.Smith) M.Aboal & P.C.Silva	I
UULN	<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) P.Compère	II
	Ógreint	II