

Náttúrurannsóknastöðin við Mývatn

Rannsóknáætlun 2017–2020

– Lífandi vísindi í þágu verndar –

Inngangur

Mývatn og Laxá og vatnasvið þeirra er lífríkt og fjölbreytt vatnakerfi sem á sér tæpast hliðstæðu á jörðinni. Svæðið í heild sinni er náttúruperla þar sem samspil jarðelda og vatns hafa skapað stórbrotin skilyrði fyrir óvenjulegt lífríki sem hefur verið lífæð fólks frá upphafi byggðar og enn er bæði aðdráttarafl og undrunarefni. Jarðskorpuhreyfingar á svæðinu hafa veitt fágæta innsýn í eðli landreks og sköpun Íslands. Vatnakerfið á svæðinu er óvenju frjósamt og auðugt að vatnalífi þar sem fuglalífi og fiskgengd er við brugðið og margar tegundir eru sjaldgæfar utan þess. Mannlíf á svæðinu á sér djúpar rætur sem að mörgu leyti byggðust á þeim sérstöku hlunnindum sem þar eru, en á einnig við að glíma harðneskju hins eldbrunna landslags.

Svæðið laðar að sér fjölda ferðamanna og fóstrar jafnframt mannlíf sem nýtir náttúruauðlindir þess. Náttúra svæðisins er friðlýst með lögum og með fulltingi alþjóðasamninga en tekur samt umtalsverðum breytingum, m.a. vegna jarðfoks, eldvirkni, námuvinnslu, jarðhitanýtingar, ræktunar, breytinga á búfjárbætur, efnalosunar í grunnvatn, samgöngumannvirkja og annarrar mannvirkjagerðar. Ofangreindar forsendur kalla á náttúruvöktun til langs tíma og rannsóknir á lífríkinu til að skilja innra samspil þess, sögu og viðbrögð við álagi af manna völdum.

Náttúrurannsóknastöðin við Mývatn (RAMÝ) var stofnuð með lögum um verndun Mývatns og Laxár árið 1974, og var henni ætlað að stuðla að rannsóknum sem gagnast myndu við verndun svæðisins og lífríkis þess. Verkefni stöðvarinnar voru skilgreind nánar í reglugerð árið 2012,¹ og er rannsóknunum ætlað að fela í sér (1) yfirlit yfir náttúru svæðisins; (2) yfirlit yfir breytingar á henni; (3) orsakasamhengi í vistkerfi Mývatns og Laxár og (4) áhrif af athöfnum manna. Samkvæmt 3. grein reglugerðarinnar skal gera rannsóknáætlun til fjögurra ára í senn. Rannsóknáætlun skv. þessu ákvæði hefur verið í undirbúningi frá árinu 2014, m.a. í samvinnu við fagráð stofnunarinnar, og birtist nú hér í fyrsta sinn.

¹ nr. 664/2012 (3. grein).

Rannsóknasvæði

Rannsóknasvæði RAMÝ er skilgreint í lögum nr. 97/2004 um verndun Mývatns og Laxár: „Ákvæði laganna taka til Mývatns og Laxár með eyjum, hölmum og kvíslum, allt að ósi árinna við Skjálfandaflóa, ásamt 200 m breiðum bakka meðfram Mývatni öllu og Laxá báðum megin. Auk þess ná lög þessi til eftirtalinna votlendissvæða, ásamt 200 m bakka meðfram vötnum, ám og lækjum: Sortulækjar, Geirastaðahrauns, Sandvatns ytra, Belgjarskógar, Slýja, Neslandatanga, Framengja, Krákár frá Strengjabrekku að Laxá, Grænavatns, Helluvaðsár og Arnarvatns, ásamt votlendi sem því tilheyrir, sbr. kort í fylgiskjali I með lögum þessum. Þá taka lögin enn fremur til vatnsverndar á vatnasviði Mývatns og Laxár, sbr. kort í fylgiskjali II með lögum þessum.”

Kortin sem lögin vísa til eru á 1. og 2. mynd (bls. 3), en fernt til viðbótar þarf að hafa í huga: (1) Sumar rannsóknaspurningar krefjast samanburðar við önnur svæði á Íslandi. (2) Farfuglar ferðast heimshorna á milli. Verndun fuglastofna á Mývatns-svæðinu er því fjölbjóðlegt verkefni þar sem náttúra á vetrarstöðvum fuglanna skiptir ekki síður máli. (3) Vatnasvið Mývatns og Laxár er nú talið mun stærra en það sem skilgreint er í lögnum (sbr. 3. mynd). Það er nú talið ná langleiðina austur að Jökulsá á Fjöllum og allt suður í Bárðarbungu. (4) Samkvæmt reglugerðinni um RAMÝ er stöðinni heimilt að stunda rannsóknir utan svæðisins ef þær leiða fram gagnlegan samanburð við náttúru Mývatns og Laxársvæðisins og verndun þess.

Viðtakendur og milliliðir

Helstu þjóðfélagshópar og stofnanir sem hafa gagn að rannsóknum á Mývatni og Laxá eru:

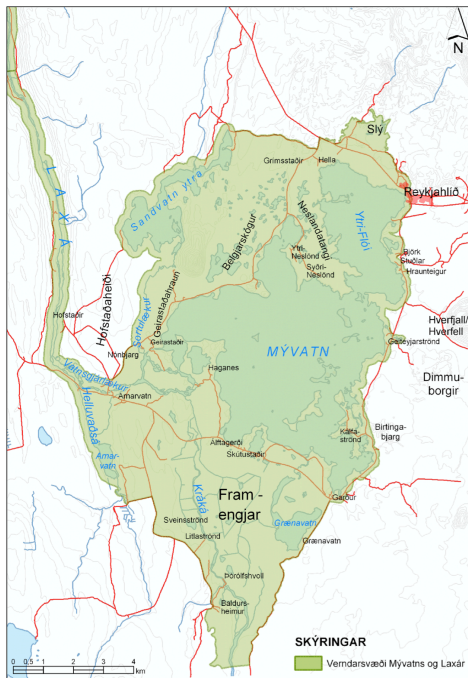
(1) *Almenningur nær og fjær.*

Svæðið er tvímælalaust á heimsmaelikvarða hvað varðar landslag, lífríki, jarðminjar og sem jarðsöguvettvangur.

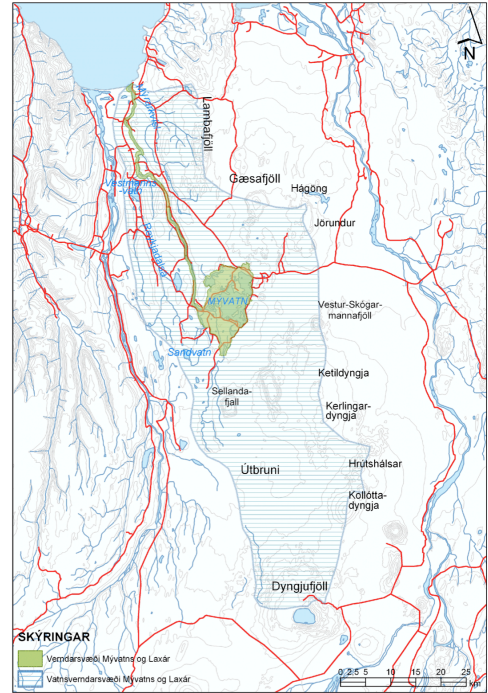
(2) *Umhverfisstofnun (UST).*

Hún fer með umsjón verndarsvæðisins og gerir m.a. verndaráætlun.² Innan vatnasviðsins eru einnig sérfríðuð svæði í umsjón UST, s.s. Hverfjall, Dimmuborgir, Seljahjallagil, Skútustaðagígar og Vestmannsvatn.

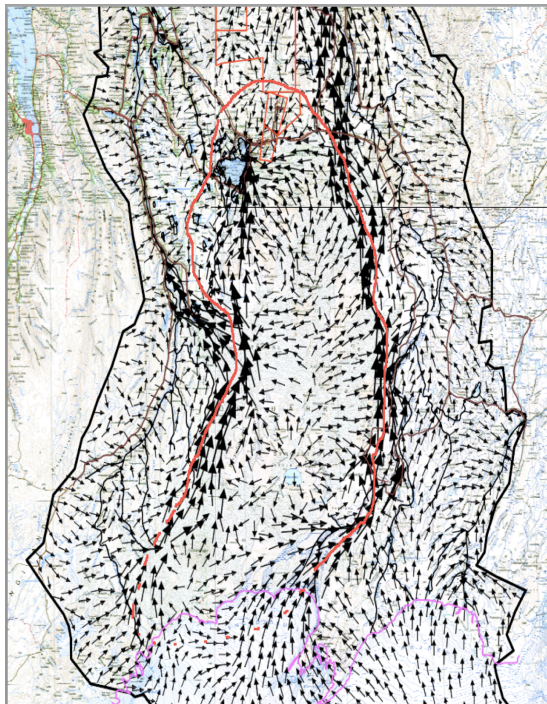
² Verndaráætlun Mývatns og Laxár. <http://www.ust.is/library/Skrar/Einstaklingar/Fridlyst-svaedi/Fridlysingar/verndaraetlun%20Mývatns%20og%20Laxár-www.pdf>



1. mynd. Efri hluti verndarsvæðis Mývatns og Laxár skv. fylgiskjali I með lögum um vernd svæðisins frá 2004.



2. mynd. Vatnasvið Mývatns og Laxár eins og það er skilgreint í lögum um verndun Mývatns og Laxár frá 2004.



3. mynd. Vatnasvið Mývatns.
 Heimild: Verkfræðistofan Vatnaskil 2008.
 Norðausturland. Lokaskýrsla um gerð grunnvatnslikans í gosbeltinu norðan við Kröflu.

(3) *Vatnajökulsþjóðgarður.*

Hann fer með umsjón á suðurhluta vatnasviðsins og þar eru einnig sérfríðuð svæði s.s. Herðubreiðarlindir, Grafarlönd eystri og Askja.

(4) *Sveitarfélögin.*

Þau eru Skútustaðahreppur, Þingeyjarsveit og Norðurþing.

(5) *Umhverfis- og auðlindaráðuneytið.*

Það fer með yfirstjórn verndarmála á svæðinu öllu.

(6) *Náttúrufræðistofnun Íslands.* Hún stundar undirstöðurannsóknir á náttúru landsins og skipulega heimildasöfnun um hana.

(7) *Hafrannsóknastofnun – rannsókn- og ráðgjafarstofnun hafs og vatna.*

Hún vinnur að fiskrannsóknum í íslenskum vötnum og veiðiráðgjöf.

(8) *Alþjóðasáttmálar.*

a. Ramsar sáttmálinn um verndun votlendis, einkum þess sem hefur alþjóðlega þýðingu fyrir fugla. Ísland hefur tilnefnt Mývatn og Laxá á skrá samningsins yfir alþjóðlega mikilvæg votlendissvæði.

b. Bernarsamningurinn. Samningur um verndun villtra plantna og dýra og lífsvæða í Evrópu. Hann hefur það markmið að vernda evrópskar tegundir villtra plantna og dýra og lífsvæði þeirra, einkum þeirra tegunda og lífsvæða sem fjölþjóðlegar samvinnu þarf með.

c. Sáttmáli um líffræðilegan fjölbreytileika. Markmið hans er að stuðla að verndun og sjálfbærri notkun líffræðilegrar fjölbreytni.

(10) *Heimsminjaskrá (World Heritage, UNESCO).*

Mývatn er á bráðbirgðalista heimsminjaskrárinnar. Menntamálaráðuneytið fer með málið fyrir Íslands hönd.

(11) *Minjastofnun.*

Urmull merkilegra fornminja er á Mývatns- og Laxásvæðinu og ber Minjastofnun ábyrgð á verndun þeirra.

(12) *Vísindasamfélagið.*

Svæðið hefur mikið vísindalegt gild, bæði vegna sérstöðu sinnar og vegna þess hve miklar rannsóknir hafa þegar farið fram, þar á meðal langtímaskráning lífríkisins.

(13) *Verndarsamtök* (Fuglavernd, Náttúruverndarsamtök, Landvernd, Fjöreggið).

(14) *Veiðifélög*.

Fimm veiðifélög eru á svæðinu, Veiðifélag Mývatns, Veiðifélag Laxár og Krákár, Veiðifélag Laxár í Aðaldal, Veiðifélag Reykjadalsár og Eyvindarlækjar og Veiðifélag Mýrarkvíslar.

(15) *Fyrirtæki*.

Orkufyrirtæki: Þrjár vatnsaflsvirkjanir eru á svæðinu (Laxá 2 og 3, Núpavirkjun), og tvær gufuvirkjanir (Krafla, Bjarnarflag). Ferðaþjónustur t.d. hótél, veiðihús, böð og annað. Fjórar fiskverkanir eru á svæðinu (á Skútustöðum, Geiteyjarströnd, Grímsstöðum og Laugum).

(16) *Menntakerfið*.

Mývatnssvæðið er löngu orðið kennslubókadæmi og fræðsluvettvangur á sviði náttúrufræði og skyldra greina.

Ógnir við náttúru Mývatns og Laxár

Aðsteðjandi ógnir við náttúru Mývatn og Laxár og upplifun af henni eru þessar helstar: (1) Mæld, fyrirsjáanleg eða hugsanleg mengun grunnvatns vegna landbúnaðar, iðnaðar og byggðar. (2) Hnattræn hlýnun, sem raskar lofthita og úrkomu, næringarefnaferlum Mývatns, lífsferlum og samkeppnisstöðu tegunda og hleypir af stað sjúkdómsvöldum. Margir af þessum ferlum eru sennilega háðir lítt þekktum þröskuldsgildum. (3) Ágengni framandi tegunda. Hér er átt við gróður á borð við lúpínu, kerfil og trjátegundir en einnig vatnadýr og vatnaplöntur sem geta borist með mönnum. (4) Útsýnisskerðing og ásýndarbreyting vegna byggðar.

Auk þessara skilgreindu ógna eru vissar breytingar að verða á lífríki svæðisins sem eru áhyggju- og rannsóknarefni. Þar ber hæst langtíma breyting á birtuskilyrðum í Mývatni sem hefur rýrt lífskilyrði botngróðurs.

Helstu rannsóknaspurningar

Helstu rannsóknaspurningar falla í þrjá flokka: Í fyrsta lagi þarf að lýsa náttúrunni og hegðun hennar, landslagi, lífríki, jarðmyndunum, vatnafari, veðurlagi og loftslagi. Í öðru lagi þarf að greina breytileika allra þessara þátta í tíma og rúmi og grafast fyrir um orsakir hans. Í þriðja lagi þarf að meta, mæla og spá fyrir um áhrif manna á náttúruna.

Forgangsröðun rannsóknaspurninga byggist m.a. á eftirfarandi viðmiðum:

Lífríki: Hverjir eru *undirstöðuþættir* lífríkisins? Hvernig breytast þeir og hvert er innbyrðis samspil þeirra? Hvaða *visitegundir*³ eru bestar og hvert er ástand þeirra? Hverjar eru (a) *algengustu tegundir*, (b) *einkennistegundir*, (c) *lykiltegundir*, (d) *nytjategundir* og (f) *ábyrgðartegundir* og hvert er ástand þeirra? Hvar hafa fartegundir vetursetu og hvers vegna einmitt þar? Hvað annað er *sérstætt* í lífríkinu? Hver er saga og helstu ástæður jarðfoks. Hvaða tegundir eru framandi um þessar mundir og hver eru áhrif þeirra nú og í framtíðinni. Hvaða tegundir gætu ógnað vistkerfum og hvers vegna? Hvernig hefur *mannvist* mótað lífríkið?

Jarðfræði: Hver eru helstu innræn og útræn sköpunaröfl jarðmyndana og hver er saga þeirra? Hvaða jarðmyndanir eru einstakar eða sjaldgæfar á heimsvísu eða landsvísu?

Hvert er samspil jarðhita og lífríkis? Hvert er samspil jarðgrunns og uppsprettuvatns?

Landslag: Hver eru helstu landslagseinkenni og hvað mótar þau? Hvernig hefur landslag breyst og hvers vegna? Hvernig hefur *mannvist* mótað landslagið? Hver eru áhrif nútíma framkvæmda og ferðamennsku á landslag?

Val á rannsóknaspurningum

Rannsóknaspurningarnar hér að framan eru mjög viðamiklar og ekki leystar nema í samstarfi margra rannsóknahópa yfir langt tímabil. Úr sumum hefur verið leyst á sæmilega viðunandi hátt, en önnur verkefni bíða betri tíma.

Lengi hefur verið ljóst að sveiflurnar í fæðukeðjum Mývatns endurspeglar undirstöðuferla í lífríki Mývatns, gefa vísbendingar um innri tengsl og hafa áhrif langt út fyrir vatnið sjálft. Rannsóknir á sveiflunum eru jafnframt rannsóknir á lífskilyrðum allra þeirra dýrategunda sem byggja afkomu sína á Mývatni og Laxá. Rannsóknastarf RAMÝ hefur alltaf tekið mið af þessu og svo mun verða enn um hríð. Mikill skilningur hefur þegar fengist á lífríkinu með þessari nálgun, en nokkur lykilatriði þarf að rannsaka enn frekar. Þar má helst nefna gagnvirk áhrif lífríkis og næringarefnaflæðis, einkum flæði næringarefna úr lífrænum setlögum á vatnsbotninum og niturbindingu.

³ *Visitegund:* Stofn visitegundar endurspeglar ástand stærri hluta lífríkisins eða einhverja ógn við það, dæmi kúluskítur; e. *indicator species*. *Einkennistegund:* Tegund sem er sérstök fyrir svæði og einkennir lífríkið, dæmi húsönd; e. *character species*. *Lykiltegund:* Tegund sem hefur mikið vægi í vistkerfi, oftast sem eftirsótt átutegund, dæmi kornáta *Erycercus lamellatus*, e. *key species*. Tegund sem er burðarás í vistkerfi og brottfall hennar myndi breyta því mikið, dæmi slæðumý *Tanytarsus*; e. *keystone species*. Einnig tegundir sem skapa skjól fyrir aðrar, dæmi slý, *Cladophora tegundir*, e. *umbrella species*. *Nytjategund:* Tegund sem hlunnindanyttjar eru af. *Ábyrgðartegund:* Tegund eða stofn sem íbúar lands eða landsvæðis geta stefnt í hættu með framferði sínu og bera þannig sérstaka ábyrgð á gagnvart umheiminum.

Rannsóknastöðin vinnur að langtímaverkefnum sem tengjast vöktun lífríkisins. Gagnasöfnin eru nú orðin mjög stór og ná yfir langt tímabil og greining þeirra mun varpa ljósi á vistfræði mikilvægra tegunda, t.d. bleikju, flórgoða, húsandar, hrafnandar, skúfandar, duggandar og vatnaskúfs (þ.m.t. kúluskíts).

Ýmislegt hefur verið nefnt sem hugsanlegar ástæður lífríkisbreytinga án þess að orsakasamhengi sé sýnilegt í fljótu bragði. Þar á meðal má nefna stjórnun rennslis úr Mývatni, affall frá gufuborholum í nágrenninu, landris í Kröflueldum og náttúrleg grynunkun Mývatns. Meðan ekki liggja fyrir nánari tilgátur um orsakasamhengi eru þessir umhverfisþættir ekki tíundaðir sérstaklega í rannsóknáætluninni, en fylgst er með þeim eins og kostur er af RAMÝ og ýmsum fleiri aðilum.

Verkefnalisti

Í eftirfarandi lista má finna núverandi rannsóknaverkefni og önnur sem eru fyrirhuguð í náninni framtíð ef fjárveiting fæst. Flestöll eru unnin í samvinnu við aðra rannsóknahópa og oft kostuð af þeim að stórum hluta. Verkefni þar sem helstu niðurstöður hafa verið birtar í sérfræðitímaritum og telja má lokið í bili eru ekki á listanum. Stærstu verkefni í þeim hópi varða vistkerfi Laxár, efnafræði Mývatns og vistfræði vatnafugla.

1. *Hið síkvika vistkerfi Mývatns – Lake Mývatn ecosystem dynamics.*

Verkefnið felst í að skrá breytingar og rekja orsakasamhengi í fæðuvef, næringar-efnakeðjum og birtuskilyrðum Mývatns og gera reiknilíkön sem lýsa vistkerfinu. Hafið.

2. *Blábakteriur í vistkerfi Mývatns. Niturbinding og eituráhrif – Cyanobacteria as risk factors and sources of nitrogen in Lake Mývatn.*

Verkefnið felst í að kortleggja helstu blábakteriur í Mývatni í tíma og rúmi, mæla niturbindingu þeirra, áhrif á birtu og eituráhrif. Hafið.

3. *Fiskstofnar í Mývatnssveit: Umhverfi, stofnbreytingar og erfðamynstur. – Fish populations in and around Mývatn, their environment, population changes and genetic diversity.*

Skóðaður er útlits- og erfðabreytileiki fiska í Mývatni og nágrenni og hann settur í samhengi við stofnstærðir, stofnbreytingar, fæðuframboð og aðra umhverfisþætti. Hafið.

4. *Kúluskítvötn á Íslandi. – Lake balls in Iceland.*

Rannsókuð er útbreiðsla og lífskilyrði kúluskíts í vötnum þar sem hann finnst enn, svo að varpa megi ljósi á lífskilyrði plöntunnar í Mývatni. Ekki hafið.

5. Vatnafuglastofnar á Mývatni og Laxá. – Ecology of Lake Myvatn waterbirds.

Fylgst er árlega með öllum vatnafuglastofnum en tvö sérstök rannsóknaverkefni eru í gangi:

- a. Húsendur: Breytingar á stofnstærð, útbreiðslu og umhverfi (hafið).
- b. Vitnisburður fornleifa um nýtingu (hafið).

6. Ágengar plöntur. – Invasive plant species.

Verkefnið er að sjá fyrir hvað gæti gerst þegar lúpína fer að breiðast um gróið land við Mývatn og felst í tilraun með lífrænan áburð á jaðri lúpínubreiðu (hafið).

7. Landnotkun og umhverfi fyrr á tímum. – Former landuse and environment in north-east Iceland.

Landslag við Mývatn og Laxá er mótað af mannvist í ellefu hundruð ár. Verkefnið felst í kortlagningu fornaldarbyggðar og skógareyðingar í héraðinu.

- a. Byggðamynstur fornaldar í ljósi garðlaga (hafið).
- b. Kolagrafir sem vitnisburður um skógareyðingu (hafið).

8. Efnaskipti Laxár. – Whole system metabolism of the river Laxá.

Verkefnið felst í því að beita nýlegri tækni til að mæla efnaskipti í Laxá (ekki hafið).

9. Efnastyrkur í grunnvatni og breytingar á honum. – Chemistry of groundwater: patterns and processes.

Stefnt er að ítarlegri greiningu á útbreiðslu næringarefna í aðstreymi grunnvatns og breytingum á henni (hófst 2017).

Nánar um nokkur verkefni

Hið síkvika vistkerfi Mývatns.

Rannsóknir á lífríki Mývatns hafa í sívaxandi mæli beinst að fæðuvef vatnsins, en hann lýsir því hvernig efni berst frá einu fæðuþrepi til annars. Vöktun fæðuvefsins hefur leitt í ljós miklar sveiflukennar breytingar. Í nokkur ár ríkir góðari þar sem átuskilyrði fyrir fugl og fisk eru góð en á tveimur til þremur misserum breytist þetta ástand í hallæri með nær algerum átuskorti og viðkoma bleikju og vatnafugla bregst án þess að nokkuð samsvarandi sjáist í hinu ytra umhverfi vatnsins, s.s. veðri, súrefnisástandi eða grunnvatni. Lífríkið er tvö til þrjú ár að jafna sig en svo endurtekur sagan sig. Fyrsta skráða hrúnið varð 1970. Þessar öfgakenndu sveiflur geta varla hafa staðið mjög lengi. Þótt lífríkið hafi verið einhverjum sveiflum undirorpið alla tíð hljóta lægðirnar yfirleitt að hafa verið mildari. Lífríkishrunin hafa hindrað eðlilega endurnýjun bleikjustofnsins og gert hann ofur viðkvæman fyrir veiði.

Sveiflurnar virðast eiga rætur í innviðum fæðuvefsins sjálfs en síður í utanaðkomandi þáttum. Margt bendir til þess að mýflugan *Tanytarsus gracilentus* (slæðumý) sé undirrot þeirra. Lirfur hennar ná svo miklum þéttleika á vatnsbotninum að fæða gengur til þurrðar og stofninn hrynur. Aðrir lífverustofnar fylgja með, því að flestir þeirra lifa á sömu fæðu og slæðumýslirfurnar eða eru ofar í fæðuvefnum. Með aðstoð reiknilíkans hefur verið líkt eftir atburðarás sveiflunnar. Líkanið bendir til þess að lífríki Mývatns geti verið mjög viðkvæmt fyrir smávægilegum breytingum á ytri aðstæðum.

Lífríkislag botnsins hefur sennilega mikil áhrif á næringarefnaskipti milli

botnsetsins og vatnbolsins og stjórnar þá hve mikill blábakteríublóminn er hverju sinni. Áhersla er nú lögð á að rannsaka þessi efnaskipti.

Helstu undirverkefni:

- a. Áhrif mýlirfa á framleiðslu kísilþörungum (hafið).
- b. Áhrif kísilþörungum á mýlifur (hafið).
- c. Áhrif hornsíla á botndýr (hafið).
- d. Áhrif hornsíla á svifdýr (hafið).
- e. Áhrif mýlirfa á efnaflæði milli vatns og botnsets (ekki hafið).
- f. Áhrif hornsíla á næringarefnaveltu (ekki hafið).
- g. Vöktun lífríkis (hafið).

Áhrif blábaktería í vistkerfi Mývatns.

Mývatn breytist á tvo vegu. Annars vegar eru *sveiflur* sem taka 5–9 ár og einkennast í lágmarksárum af átuleysi (fátt af mýi og krabbadýrum), viðkomubresti hjá bleikju og fuglum og mikilli fjölgun á blábakteríum. Hins vegar er *langtíma hnignun* (birtuskilyrðum hrakar, botngróður er að hverfa, blábakteríumor er þéttara og varir lengur á sumrin, grænþörungasvif eykst, silungi fækkar). Blábakteríumorið er náttúrulegt í hinu frjósama Mývatni en virðist þykkara, útbreiddara og standa lengur fram á haust nú en áður þekktist. Árin 2014 og 2015 var blábakteríumorið mjög þykkt. Á milli blábakteríuáranna hafa verið tímabil sem vatnið er tiltölulega tært, stundum mjög tært, allt sumarið, en tíðni slíkra tilfella virðist fara lækkanði. Á sama tímabili hefur grænþörungateppið, sem einkennt hefur Syðriflóa, látið undan síga. Þörungateppið stækkaði og minnkaði eftir birtuskilyrðum í vatninu. Líklegasta skýringin á hvarfi þörungamottunnar er birtuleysi af völdum blábaktería og á seinni árum hugsanlega einnig af völdum svifþörungum þegar bakteríurnar eru ekki til staðar.

Margar tegundir blábaktería eru eitradar og framleiða ýmis eitur sem geta verkað á taugakerfi, lifur og nýru hryggdýra og veikt eða drepið skordýralirfur og krabbadýr. Tegundirnar í Mývatni eru þekktir eiturfamleiðendur. Ekki hafa allir stofnar tegundar gen til að framleiða eitur og jafnvel þótt þeir hafi þau eru genin ekki endilega virk. Ekki er vitað hvort bakteríurnar hér á landi eru eitradar, og engin dæmi eru þekkt um eitrun hér á landi.

Ekki eru áhrif blábakteríanna öll neikvæð. Niturbinding þeirra stuðlar að frjósemi vatnsins og þær eru mikilvæg fæða fyrir bitmýið og þar með allt lífríki Laxár.

Vinnutilgátur fræðimanna um hinar miklu sveiflur blábakteríanna í Mývatni eru að mýlirfur og/eða hornsíli hafi, í krafti fjöldans, veruleg áhrif á framboð fosfórs í vatninu, og geti þannig „kveikt eða slökkt“ á blábakteríublómanum. Mýlirfurnar með því að breyta súrefnisástandi og/eða smáþörungagróðri á botninum og hornsíli með því að hraða veltu næringarefna.

Helstu undirverkefni:

- a. Tegundasamsetning og útbreiðsla blábaktería í svifi Mývatns (hafið)
- b. Niturbinding blábaktería í svifi og á botni í Mývatni (ekki hafið)
- c. Áhrif blábaktería á svifdýr (ekki hafið).
- d. Áhrif blábaktería á mýlirfur (ekki hafið).
- e. Saga blábakteríumors í Mývatni fyrir 1970 (ekki hafið).
- f. Eiturefni í blábakteríum Mývatns (ekki hafið).

- g. Blábakteríur í svifi annarra vatna á Íslandi (ekki hafið).
- h. Samkeppni blábaktería og grænþörungasvifs (hafið).
- i. Áhrif blábaktería á botngróður (hafið).

Fiskstofnar í Mývatnssveit: Stofnsamsetning, umhverfi og erfðamynstur.

Bleikju hefur stórfækkað í vatninu á rannsóknatímabilinu. Stofn hennar hefur illa þolað síendurtekinn fæðuskort sem fylgir átusveiflum í vatninu. Hún tímgastr því ekki vel, og langan tíma tók að aðlaga veiðisóknina þessum nýja veruleika. Til eru veiðitölur allt frá 1900 og glögg frásögn af veiðinni á síðari hluta 19. aldar. Eftir stöðugleikatímabil frá 1922–1972 fór veiðinni hrakandi og nú hefur verið gripið til róttækrar sóknartakmörkunar. Vöktun stofnsins hófst með núverandi sniði árið 1986 og sýnir m.a. að oft hefur mjög lítið verið af smáblikju. Frekari vöktun er fyrirhugað með loftmyndatökum til að fá vísitölu fyrir hrygningarvirkni stofnsins. Stefnt er að því að gera tölfræðilega stofngreiningu á Mývatnsbleikjunni og bera saman við átuskiyrði.

Hornsílastofninn í Mývatni hefur verið mjög stór frá því vöktun hans hófst um 1989 og mun þéttari í Ytriflóa en Syðriflóa. Stofnstærðin hefur sveiflast í öfugum takti við mýsveiflur. Sumarið 2015 var stofninn í lágmarki miðað við sl. 25 ár. Fátt í fyrirbyggjandi rannsóknum styður þá tilgátu að hornsílin éti upp mýið og knýi þannig mýsveiflurnar. Hins vegar er nú unnið með rannsóknatilgátur um að stór sílastofn geti fækkað í stofnum vissra mikilvægra átutegunda og þannig ýkt lífríkissveiflurnar og auk þess gætu þau hraðað umsetningu fosfórs í vatninu og hvatt þannig til blábakteríublóma.

Gjáarlontur eru smávaxin bleikjuafbrigði í hraunhellum við Mývatn. Þetta eru margir litlir og einangraðir stofnar sem hafa mikið verndargildi, einkum af þróunarfræðilegum ástæðum. Verið er að kanna erfðabreytileika þeirra og þróun með tilliti til umhverfisáðstæðna. Krús er sérstakt bleikjuafbrigði í Mývatni sem þarf að rannsaka af sömu ástæðum.

Helstu undirverkefni:

- a. Mývatnsbleikjan: Stofnstærð, fæða og fæðuframboð (hafið).
- b. Riðastöðvar bleikju í Mývatni (hafið).
- c. Hornsíli: Svæðisbundinn erfðabreytileiki og stofnstærðarferill (hafið).
- d. Hellableikjur (gjáarlontur). Tegundamyndun og lífskiyrði (hafið).
- e. Sníkjudýr í hornsílum og bleikju (hafið).
- f. Áhrif hornsíla á dýrasvif í Mývatni (hafið).

Vatnafuglastofnar á Mývatni og Laxá.

Viðkoma margra andategunda mótast af átusveiflum; í átuleysisárum komast sjaldan upp ungar, en í átuárum gengur oftast vel, og veðurlag ræður sjaldan úrslitum. Flestar hinna 14 andartegunda á Mývatni og Laxá lifa á mýlirfum og krabbadýrum á vatnsbotninum. Viðkoma flórgoða er háð hornsílafjölda í vatninu. Engin einsleit þróun er hjá varpstofnum hinna fjölmörgu vatnafuglategunda. Flórgoði, gargönd og skúfönd eru dæmi um stofna sem fjölgað hefur mikið í, en ástæða er til að gefa gaum að viðkomubresti og fækkun duggandar og straumandar. Breytingar á stærð

varpstofnanna eru tvenns konar. Reglan er sú að sveiflur í átumagni skila sér í fjölda fullorðinna fugla næstu árin á eftir, en til viðbótar þessum skammtímasveiflum koma langtímabreytingar sem eru mismunandi fyrir hvern fuglastofn. Ekki er vitað fyrir víst hvað veldur þeim, en almennt eru mestar líkur á að þær tengist skilyrðum á vetrarstöðvum fuglanna. Enginn fuglastofnanna sýnir eindregna langtíma hnignum, nema duggöndin þar sem viðkoma hefur verið lítil það sem af er öldinni og mikil fækkun verið í varpstofninum undanfarin ár. Líklegir orsakavaldar eru minnkandi krabbadyraáta og rýrnun þörungamottunnar, en auk þess samkeppni við náskylda en harðgerðari tegund, skúfönd, sem nam hér land um aldamótin 1900 og hefur fjölgað mikið.

Í Laxá mótast ástand mála af lífríkissveiflum í Mývatni. Lífríki í efri hluta Laxár er afar mikið og fjölbreytt en einkennist öðru fremur af bitmýi, urriða, húsönd og straumönd. Bitmýslirfur sía svifþörungum og blábakteríum úr árvatninu og nærast á þeim. Þegar blábakteríublómar eru í Mývatni eykst vöxtur og stofnstærð bitmýs mikið miðað við tæru tímabilin á milli. Kemur það m.a. fram í því að sá kafli næst útfallinu lengist þar sem tvær göngur af bitmýi koma í stað aðeins einnar. Afkoma húsandar, straumandar og urriða tengist ástandi bitmýsstofnsins náði. Til eru ítarlegri gögn um húsandarstofninn en aðrar andartegundir og er fyrirhugað að vinna sérstaklega úr þeim.

Lokaorð

Í þessari skýrslu hefur verið gerð grein fyrir hlutverki Náttúruvísindastöðvarinnar við Mývatn, hverjir nýta niðurstöður, fræðslu og ráðgjöf frá henni, hvaða rannsóknarverkefni eru í vinnslu og hvaða rannsóknarefni ætlunin er að setja á dagskrá til ársins 2020. Þessa rannsóknáætlun ber að skoða í því ljósi að megnið af rannsóknunum er kostað af vísindasjóðum, bæði innlendum og erlendum, og byggir á áhuga og víðtækri samvinnu vísindamanna í ýmsum löndum. Rannsóknáætlun stöðvarinnar verður því sífellt í endurskoðun eftir því hvernig samstarf þróast milli manna og hvernig fjárveitingar fást. Rannsóknastöðin við Mývatn mun þó alltaf gegna lykilhlutverki sem þekkingar- og gagnaveita, rannsóknamiðstöð og ráðgjafi.

Valdar heimildir

Árni Einarsson, Arnþór Garðarsson, Gísli Már Gíslason og A.R. Ives 2002. Consumer-resource interactions and cyclic population dynamics of *Tanytarsus gracilentus* (Diptera: Chironomidae). *Journal of Animal Ecology* 71: 832–845.

Árni Einarsson 2003. Vatnagróður í Ytriflóa Mývatns. Náttúruvísunastöðin við Mývatn, skýrsla. 18. bls.

Árni Einarsson og Marianne Jensdóttir 2003. The lake balls. Náttúrufræðingurinn (Natural History Magazine, Reykjavík) 71, 34-39 (in Icelandic, English summary).

Árni Einarsson og Erla Björk Örnólfsdóttir 2004. Long-term changes in benthic Cladocera populations in Lake Myvatn, Iceland. *Aquatic Ecology* 38: 253–262.

Árni Einarsson, Gerður Stefánsdóttir, Helgi Jóhannesson, Jón S. Ólafsson, Gísli Már Gíslason, Wakana I., Guðni Guðbergsson og Arnþór Garðarsson 2004. The ecology of Lake Myvatn and the River Laxá: Variation in space and time. *Aquatic Ecology* 38: 317–348.

Árni Einarsson, Arnþór Garðarsson, Gísli Már Gíslason og Guðni Guðbergsson 2006. Populations of ducks and trout of the River Laxá, Iceland, in relation to variation in food resources. *Hydrobiologia* 567: 183–194.

Árni Einarsson 2010. Fæðuvefur Mývatns. Náttúrufræðingurinn 79: 57-67.

Árni Einarsson 2014. The lake balls of Mývatn. In memoriam. Náttúruvísunastöðin við Mývatn. Skýrsla, 66 bls.

Arnþór Garðarsson, Árni Einarsson, Erlendur Jónsson, Gísli Már Gíslason, Haraldur Rafn Ingvason, Jón S. Ólafsson og Þóra Hrafnisdóttir 2000. Stofnvísitölur mýflugna í Mývatnssveit í tuttugu ár, 1977-1996. Náttúruvísunastöðin við Mývatn, fjölrit 5.

Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson 2004. Resource limitation of diving ducks at Myvatn: food limits production. *Aquatic Ecology* 38: 285–295.

Arnþór Garðarsson, Árni Einarsson, Gísli Már Gíslason, Þóra Hrafnisdóttir, Haraldur R. Ingvason, Erlendur Jónsson og Jón S. Ólafsson 2004. Population fluctuations of chironomid and simuliid Diptera at Myvatn in 1977- 1996. *Aquatic Ecology* 38: 209–217.

Arnþór Garðarsson 2006. Temporal processes and duck populations: examples from Mývatn. *Hydrobiologia* 567: 89–100.

Bartrons, M., Árni Einarsson, Nobre, R.L.G., Herren, C.M., Webert, K.C., Brucet, S., Sólveig R. Ólafsdóttir og Ives, A.R. 2015. Spatial patterns reveal strong abiotic and biotic drivers of zooplankton community composition in Lake Mývatn, Iceland. *Ecosphere* 6(6):105: 1–20.

Gísli Már Gíslason 1991. Lífið í Laxá. Bls. 218-235 í: Náttúra Mývatns. Ritstj. Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson. Hið íslenska náttúrufræðifélag, Reykjavík.

Gísli Már Gíslason 1994. River management in cold regions: a case study of the River Laxá, North Iceland. Bls. 464–483 í: The Rivers Handbook. Hydrological and Ecological Principles. 2. Bindi. Ritstj. P. Calow og G.E. Petts. Blackwell, Oxford.

Gísli Már Gíslason, Ásgrímur Guðmundsson og Árni Einarsson 1998. Population densities of the three-spined stickleback (*Gasterosteus aculeatus* L.) in a shallow lake. Verh. Internat. Verein. Limnol. 26: 2244–2250.

Gísli Már Gíslason og Vigfús Jóhannsson 1991. Effects of food and temperature on the life cycle of *Simulium vittatum* Zett. (Diptera: Simuliidae) in the River Laxá, N-Iceland. Verh. int. Verien. Limnol. 26: 2244–2250.

Guðni Guðbergsson 2004. Arctic charr in Lake Myvatn: The centennial catch record in the light of recent stock estimates. Aquatic Ecology 38: 271–284.

Guðni Guðbergsson 2014. Silungurinn í Mývatni. Yfirlit yfir rannsóknir og veiðitölur 1986–2013. Veiðimálastofnun, skýrsla VMST/14014.

Gunnar Steinn Jónsson 2016. Mývatn – ákoma og afrennsli. Skýrsla tekin saman fyrir umhverfis- og auðlindaráðuneytið.

Hauptfleish U. 2012. High Resolution Palaeolimnology of Lake Mývatn, Iceland. Doktorsritgerð, Háskóli Íslands Jarðvísindadeild.

Ives, A.R., Árni Einarsson, V.A.A. Jansen og Arnþór Garðarsson 2008. High-amplitude fluctuations and alternative dynamical states of midges in Lake Myvatn. Nature 452: 84–87.

Jón Ólafsson 1979. The chemistry of Lake Mývatn and River Laxá. Oikos 32: 82–112.

Jón Ólafsson 1991. Undirstöður lífríkis í Mývatni. Í: Náttúra Mývatns. Ritstjórar Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson. Hið íslenska náttúrufræðifélag. Reykjavík. Bls. 141–165.

Marianne Jensdóttir 2005. Grænþörungabreiður (Cladophorales) sem búsvæði fyrir hryggleysingja í Mývatni. MS ritgerð líffræðiskor Háskóla Íslands. Reykjavík.

Pétur M. Jónasson og Hákon Aðalsteinsson 1979. Phytoplankton production in shallow eutrophic Lake Mývatn, Iceland. Oikos 32: 113–138.

Samstarfshópur um Mývatn 2016. Skýrsla Samstarfshóps um Mývatn: Ástand mála, orsakir vanda og mögulegar aðgerðir. Umhverfissráðuneytið, skýrsla. 35 bls.

Sérfræðinganevnd um Mývatnsrannsóknir 1991. Áhrif Kísiliðjunnar hf. á lífríki Mývatns. Umhverfissráðuneytið, skýrsla.