



Icelandic Museum
of Natural History

Brynjólfsgata 5
IS-107 Reykjavík

S./Tel. 577 1800

nmsi@nmsi.is
www.nmsi.is

SAGA geopark: Thoughts on biological/limnological characteristics and distinctive features

Hilmar J. Malmquist director, freshwater ecologist

Meeting organized by Saga geopark & Evris npo
Hótel Húsafell - August 9th 2016

Biological/limnological characteristics – distinctive features

1. Lake Blávatn (Bluewater), on top of mountain Ok
Iceland's youngest lake, a crater lake formed by glacial melting.
A freshwater ecosystem in the making – **great scientific interest.**
2. Freshwater diversity –
relations between geology, limnology and biology
Richness in types of freshwater + waterfalls.
The importance of the springfed component.
sub-terranean amphipods – endemic species – **great scientific interest.**
3. Terrestrial biology
The moss and the birch.....
4. Supervision – monitoring – protection
What do you do to protect the nature?

LAKE BLÁVATN



Formed and discovered in August 2007.
A clear crater lake – geomorphical global rarity.



© Malli

H. J. Malmquist/09.08.2016

3

Photographed by author on August 7th 2007. Until then nobody had reported about a lake there (the mountain is frequented by hikers).

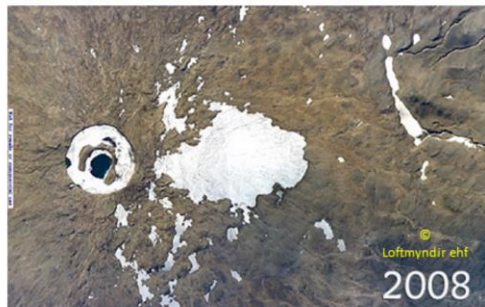
LAKE BLÁVATN



Warming in Iceland –
in line with global warming
(northern hemisphere).

Annual mean air temperature in
Stykkishólmur, W-Iceland, during 1798–
2007 (Björnsson et al. 2008):

Linear trend = 0.71° C/century



GLACIAL RETREAT.
Glacier Ok in 1999 and 2008.

H. J. Malmquist/09.06.2016

4

Björnsson H., Sveinbjörnsdóttir Á.E., Daníelsdóttir A.K., Snorrason Á., Sigurðsson B.D., Sveinbjörnsson E., Viggósson G., Sigurjónsson J., Baldursson S., Þorvaldsdóttir S. & Jónsson T. (2008). Hnattrænar loftslagsbreytingar og áhrif þeirra á Íslandi - Skýrsla vísindanefndar um loftslagsbreytingar. Umhverfisiráðuneytið. (Global climate change and its effects in Iceland. The ministry of environment).

LAKE BLUEWATER – BLÁVATN



Mountain Ok, September 15th 2003.



H. J. Malmquist/09.08.2016

5

LAKE BLÁVATN



Mountain Ok, late summer 2008 (crater diameter = 857 m).



LAKE BLÁVATN



Mountain Ok, July 7th 2010.
The lake gets bigger.



© Arnar Bergþórsson

LAKE BLÁVATN



Mountain Ok, August 24th 2010.
The lake gets bigger.



© Oddur Sigurðsson

LAKE BLUEWATER – BLÁVATN



Mountain Ok, August 24th 2010.
First research field trip.



© Náttúrufræðistofa Kópavogs

H. J. Malmquist/09.08.2016

9

LAKE BLÁVATN



Limnological features

H.a.b.sl.:	1.114 m
Max breadth	~ 240 m
Max length:	~ 400 m
Areal:	~ 0,1 km ²
Mean depth:	(2,7 m)
Max depth:	(4,5 m)
Volume:	(0,27 Gt)
Catchment:	~ 0,6 km ² !
No run-off!	



H. J. Malmquist/09.08.2016

10

Hæð er 1114 m. Líklega er Blávatn hæsta stöðuvatn landsins. Öskjuvatn er í 1050 m h.y.s. Grímsvötn eru í 1400 m h.y.s. en þau teljast ekki til eiginlegra stöðuvatna heldur er um ketil að ræða sem fyllist og tæmist vegna áhrifa eldvirkni og jarðvarma. Önnur vötn sem standa hátt eru á Tröllaskaga

Flatarmál um 9600 m² (240x400 = 10 ha = 0,1 km²). Blávatn er því í hópi u.þ.b. 1650 annarra stöðuvatna sem er á stærðarbilinu 0,1-1,0 km². Alls er talið að það séu um 1840 stöðuvötn á landinu >0,1 km². = 0,05%!

Tölur um dýpi (o. þ.a.l. um rúmmál) ber að taka með fyrirvara vegna íss á botninum sem að líkindum á eftir að bráðna fljótlega. Stærð vatnasviðsins er um 577000 m² ($Pí \times (857/2) \times (857/2)$) og er reiknað út frá þvermáli ytri gígsins sem er 857 m.

Physico-chemical features

Cold lake – poor in nutrients + minerals – ultra oligotrophic

Blávatn – pelagic samples unsieved

Cold: $\leq 2^\circ \text{C}$.

pH: 6,9–7,2

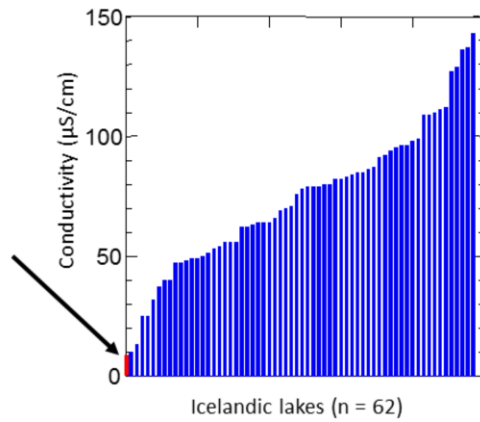
Conductivity: 7–9 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

TOC: 0,33 mg/l

TN: 58 $\mu\text{g}/\text{l}$

TP: 7 $\mu\text{g}/\text{l}$

SiO_2 : 0,20 mg/l



LAKE BLÁVATN



THE FLORA

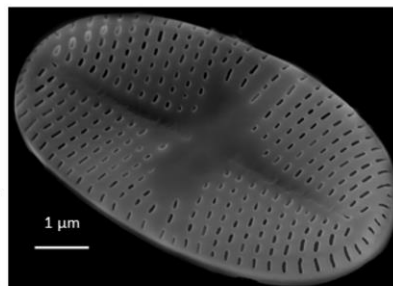
Planctonic algae

15 species: 78 mg/m³ (72.606 ind/l)

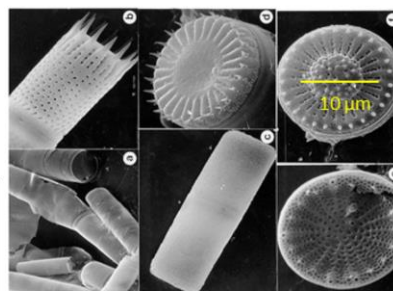
Chlorophyll-a: 1,065 µg/l

Diatomes dominant (~90%)

Achnanthes subatomoides (~18%/70%)
small (5–11 µm)
lives world wide in harsh conditions



Aulacoseira islandica f. *curvata* (~46%/1%)
small-medium sized (10–25 µm)
Indicator of clean water
Resting spores may survive for hundred years



H. J. Malmquist/09.08.2016

12

Allar tegundir í Blávatni eru þekktar í Þingvallavatni (og fjölmörgum öðrum vötnum).

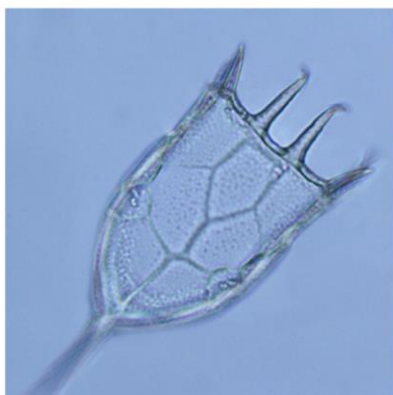
Sviflægir þörungar voru mest áberandi lífveruhópurinn í vatninu (15 flokkunareiningar, 72.606 einstakl./l, 78 mg/m³, en þar af var hlutdeild kísilþörungna (Diatomea) 87% af fjölda og 90% af lífþyngd.

Tvær algengustu kísilþörungategundirnar voru *Achnanthes subatomoides* og *Aulacoseira islandica* f. *curvata*.

A. subatomoides er langeskingur (Pennales) og af ætt (Family) agneskja (*Achnanthes*).

THE FAUNA – very simple

Only Pelagic Rotifera (2 species) and Benthic Tardigrada (1 or 2 species)



The rotifer *Keratella cochlearis*. 90–320 μm .



The rotifer *Gastropus minor* (cf.). 80–140 μm .
First record in Iceland.

Í svífsýnum (45 μm netháfur) fundust þyrlidýrin (Rotifera) *Keratella cochlearis* og *Gastropus minor* (cf.).

Þyrlidýr eru eindregin ferksvatnsdýr (örfá í sjó). Margar tegundir þekktar fyrir cryptobiosis. Einkynja, yfirleitt meyfæðing. Þekktar um 150 tegundir á Íslandi. *K. Cochlearis* mjög algeng á Íslandi.

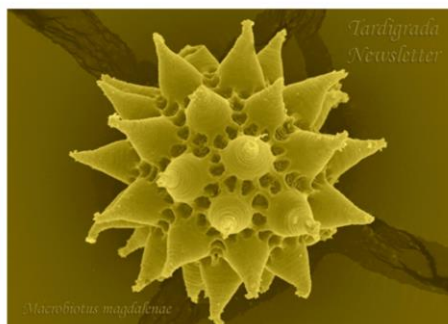
Keratella cochlearis is a nearly ubiquitous species, found in almost any body of water imaginable. Indeed, members of the genus *Keratella* are found throughout the entire world. Because *Keratella* is able to survive with low amounts of food, it is often found in food-poor environments which cannot sustain larger zooplankton. The small size of *Keratella*, however, means that its populations can be greatly impacted by the presence of predators (Thorpe & Corich 2001). Feeds on particles up to 12 μm in diameter (detritus, bacteria, small algae, small protozoans). 89–320 μm .

THE FAUNA – very simple

Benthic Tardigrada (2 species) in „profundal“ sediment.

Hypsibius convergens and *Isohypsibius* sp.

Adults: 1.857 ind./m². Eggs: 399 ind./m².



TARDIGRADES. Small (<200 µm)

Very tough resting stage – tolerant to high and low T, dryness, O₂-deficiency and X-rays.

Known for **CRYPTOBIOSIS** – lasting for hundreds of years!

Einu dýrin sem fundust í seti á botninum fyrir utan grýtta fjörubeltið voru bessadýr (enginn dýr fundust í grýttu fjörubelti).

Setið var mjög þunnt og leir- og sandkennt. Helgi Hallgrímsson (Veröldin í vatninu, 1990) segir að hér á landi séu þekktar 18 tegundir og vitnar í Tuxen (Tuxen S.L. Tardigrada. Zoology of Iceland III. Bls. 24. 1941). Um helmingur tegundanna ku vera í vatni og aðallega um að ræða 2 ættkvíslir, þ.e. *Macrobiotus* og *Hypsibius*. Tegunirnar tvær í Blávatni voru *Hypsibius convergens* og *Isohypsibius* sp.

From the Latin *Tardus* for slow and *Gradu* a step, meaning slow stepper. Originally described by Goeze (1773) as "Kleiner Wasser Bär", hence the common name "water bear".

Tardigrades (Latin: Tardigrada) also known as water bears are microscopic animals (their body size varies from 0.05 to 1.2 mm). In the contemporary taxonomy they are considered as one of the invertebrate Phyla (that means they are not insects, mites or crustaceans, they are just tardigrades). There are over a 1000 described species so far, however it is estimated that the total number of tardigrade species may exceed ten times as many.

The evolutionary history of tardigrades is mostly a mystery. Given that they

bodies are tiny and soft, they don't fossilise easily and finding any fossils that somehow survived to our days is like winning a lottery! However, both molecular and traditional taxonomy suggests that they are most related either to Arthropods or Nematodes. Anyway, what is sure is that they are an old group of animals (the oldest known fossils come from mid Cambrian, ca. half a billion years ago!), and that they belong to the mega-clade Ecdysozoa (moulting animals).

All tardigrades have four pairs of legs and a complicated feeding (buccal) apparatus. They come in the variety of colours (transparent, white, red, orange, yellow, green, purple, black). Water bears also show a variety of reproductive strategies (including parthenogenesis and hermaphroditism). Some species lay richly ornamented eggs ([click here for some photos of terrestrial tardigrades and their eggs](#)).

One of the main reasons for which water bears are considered weird, is their ability to survive in extreme conditions. When they are in the active stage (i.e. when they crawl around, eat and reproduce) they are no tougher than any other animal. However, when conditions worsen water bears can dry or freeze - this peculiar form of existence is called cryptobiosis (or anabiosis). When cryptobiotic, tardigrades look like they are dead - they don't eat, don't move, and don't breathe - in other words their metabolism is undetectable. In this anabiotic stage they can be exposed to very high X-ray radiation of 570 000 rads (500 would kill a human!), very high pressure or vacuum, finally they can withstand temperatures as high as over plus 150° C and as low as minus 272.8° C (almost absolute zero)! Tardigrades are so tough that when they have been sent to the outer space and then brought back to Earth and hydrated, they exhibited rates of survival close to the individuals that have never left the laboratory!

Thanks to these record-breaking properties, Tardigrades can inhabit a huge variety of environments - from the ocean floors (7 km below sea level) up to the high mountain tops (even higher than 6 km above sea level). Although all tardigrades in the active stage need water, beside the marine and freshwater environments, they can be found in terrestrial habitats too. The only requirement is that these habitats have liquid water at least seasonally (such as moss cushions, lichens, soil, even ice surface). As you may already suspect, Tardigrades live on all continents.

Their cryptobiotic properties helped scientists to develop so called 'dry vaccines'. In such vaccines water is replaced with trehalose (a non-reducing sugar used by water bears to protect their tissues and DNA during cryptobiosis). Dry vaccines don't require refrigeration and thus can be

delivered and stored at room temperature in the most remote developing countries in the World. Other possible applications of the knowledge that we can obtain from tardigrades, are in the field of transplantology. Just imagine you could preserve intact organs for months or even years and then bring them back to life by simply adding water.

SUMMARY

1. A new lake – crater lake, topmost, youngest lake in Iceland
 - Formed by climate change and glacial melting.
 - Clear lake, unpolluted, high altitude.
 - Small catchment, barren grounds.
2. Cold, ultra-oligotrophic
3. Very simple biota – ecosystem in its infancy
 - 15 species of alga + 2 species rotifers + 2 species tardigrades.
 - Organisms small, resistant/tough, asexual reproduction + parthenogenesis.
4. Exceptional scientific opportunity
 - To study from start evolution of young, pristine freshwater ecosystem, more or less without direct anthropogenic interference.
 - Lake Blávatn is a „miniature, inverted Surtsey island“.
5. Needs protection (Nature Conservation Act no. 60/2013)

Limnological features in Iceland

- Rich in surface- and groundwater
- High run-off, $\sim 55 \text{ l/s/km}^2$, among the highest in Europe
- High rate of chemical weathering, $\sim 500 \text{ m. ton silt/year/km}^2$ (2–4 times that in Europe)
- High precipitation but low evaporation
- 40% highlands ($> 400 \text{ m a.s.l.}$) – rich in waterfalls

Diversity of freshwater types:

- Glacial water
- Run-off („bergvatn“)
 - Direct run-off (3-4 sub-types of lakes)
 - [Springfed systems](#)

All types of freshwater within Saga geopark

- Pure + mixture glacial rivers, glacial lagoons
- Pure + mixture direct run-off rivers, extensive, productive run-off wetland systems
- Pure + mixture springfed rivers and lakes
- Diversity of waterfalls (up to 80–100 m high)

Vatn er í grundvallaratriðum frábrugðið öðrum jarðefnum að því leyti að það finnst náttúrulega í þrenns konar ástandi, þ.e. í föstu, fljótandi og loftkenndu formi.

Ísland er auðugt af vatni, bæði yfirborðsvatni og grunnvatni. Úrkoma er mikil, uppgufun lítil og jarðlög eru lek svo mikið er af hreinu grunnvatni. Meðalafrennsli af hverjum ferkílómetra lands er um 55 l/s sem er með því mesta sem þekkist í Evrópu. Jafnframt er hraði efnarofs mikill og aurburður meiri en víðast annars staðar. Árlega berast með afrennslinu um 500 tonn af aur af hverjum ferkílómetra lands en það er 2–4 sinnum meiri aurburður en þekkist á meginlöndum.¹⁰¹

Grunnvatnið er liður í hringrás vatnsins á landinu og verður ekki frá því skilið. Upphaf þess er í þeirri úrkomu sem sígur í jörðu en rennur ekki af yfirborði, hvort sem það er beint úr rigningu eða eftir að hafa verið bundið um tíma í snjó eða jöklum. Það sprettur svo aftur fram á yfirborði í lindum, lekum og seytlum og leggur til um 20% þess vatns sem rennur í fallvötnum landsins. Einnig rennur það af landinu í neðanjarðarlindum. Óvíða á jörðinni er að finna jafn stór lindasvæði og á Íslandi. Auk lindavatnspáttarins eru um 60% afrennslis af landinu með upptök á dragárvæðum og 20% með uppruna á jöklum. Í heildstæðri umfjöllun um vatnsföll, stöðuvötn og annað yfirborðsvatn er nauðsynlegt að taka grunnvatnið með í reikninginn. Einkenni

Þess er hins vegar að vera neðanjarðar og að mestu ósýnilegt frá yfirborði.¹⁰²

Á alþjóðavísu eru lindavötn á yngri móbergsmýndun Íslands mjög athyglisverð. Lindavötn á Íslandi og hraunumhverfi þeirra eiga vart sinn líka í Evrópu hvað varðar umfang og eðlis- og efnaeiginleika, sem grundvallast á berggerðinni, hinu unga, hripleka basalhrauni. Vatnafræðilegir eiginleikar lindavatna einkennast m.a. af hreinleika, steinefnaríku innihaldi og stöðugleika í hitastigi og rennsli.

Tíu stærstu vatnasvið á Íslandi eru öll að stofni til jökulvötn en með mismiklum draga- og lindavatnsáhrifum (Tafla 3.2). Ellefta stærsta vatnasviðið er lindavatnskerfi, Laxá í Aðaldal. Virkjanir með rennslisstýringu og miðlun hafa verið reistar í meginfarvegi fimm þessara ellefu vatnakerfa: Þjórsár, Jökulsár á Dal, Lagarfljóts, Blöndu og Laxár í Þingeyjarsýslu. Á vatnasviði Ölfusár/Hvítár eru auk þess þrjár virkjanir í Soginu.

Ein helsta hættan í sambandi við nýtingu neysluvatns í nágrenni framtíð er sókn bæði umferðar, atvinnustarfsemi og íbúðabyggðar inn á gjöful og viðkvæm grunnvatnssvæði. Þetta gildir einkum um jaðarsvæði höfuðborgarsvæðisins (111), en einnig um rík grunnvatnssvæði annars staðar á landinu, t.d. vatnasvið Þingvallavatns. Vanþekking, hagsmunaárekstrar eða skammtímasjónarmið geta einnig skapað hættu á því að spillt sé góðu neysluvatni.

111: Kristinn Einarsson og Valborg Steingrímsdóttir 2008. Vatnafar á Íslandi, þróun og framtíðarhorfur. Skýrsla Vatnalaganefndar. Lönaðarráðuneytið, september 2008, bls. 55–58.

10 largest catchments areas in Iceland and status regarding energy utilization in 2011.

River Hvítá (strong springfed component), Borgarfjörður no. 7.
„INTACT“ catchment area.

Tafla 3.2. Tíu stærstu vatnasvið á Íslandi og staða þeirra m.t.t. orkunýtingar 2011.¹⁰⁸

Vatnasvið	Stærð, km ²	Staða og áætlanir um nýtingu
Jökulsá á Fjöllum	7.750	Óraskað
Þjórsá	7.530	Stíflur og lón, áætlanir um fleiri virkjanir
Ölfusá/Hvítá	6.100	Lítt snortið að undanskildum virkjunum í Soginu, áætlanir um virkjanir við Selfoss
Skjálfandafljót	3.860	Óraskað
Jökulsá á Dal	3.700	Raskað með Kárahnjúkavirkjun
Héraðsvötn	3.650	Óraskað, nokkrar virkjunarhugmyndir til skoðunar
Hvítá í Borgarfirði	3.550	Óraskað
Lagarfljót	2.900	Raskað, Lagarfljótavirkjun og Kárahnjúkavirkjun
Kúðaflljót	2.400	Óraskað en virkjanir fyrirhugaðar í Hólmsá og Skaltá
Blanda	2.370	Raskað með Blönduvirkjun

Aagot V. Óskarsdóttir o.fl. 2011..

FRESHWATER DIVERSITY



Springfed systems – exceptionally rich in Iceland.
World 10 largest springfed areas in Iceland?

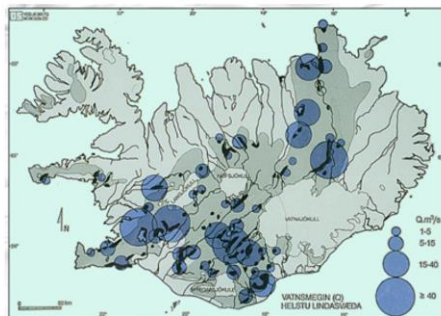
Located mainly in conjunction with young, ≤ 10.000 ys, bedrock – lava fields.
Distributed within and along the tectonic and volcanic rift zone.

Lava characteristics:

- high permeability
- high buffer capacity
- high solvability

Limnological consequences:

- run-off stability
- stability in T ($3-4^{\circ}\text{C}$)
- stability in mineral input



H. J. Malmquist/09.06.2016

18

Óvíða á jörðinni er að finna jafn stór lindasvæði og á Íslandi. Auk lindavatnspáttarins eru um 60% afrennslis af landinu með upptök á dragárvæðum og 20% með uppruna á jöklum. Í heildstæðri umfjöllun um vatnsföll, stöðuvötn og annað yfirborðsvatn er nauðsynlegt að taka grunnvatnið með í reikninginn. Einkenni þess er hins vegar að vera neðanjarðar og að mestu ósýnilegt frá yfirborði.¹⁰²

Á alþjóðavísu eru lindavötn á yngri móbergsmýndun Íslands mjög athyglisverð. Lindavötn á Íslandi og hraunumhverfi þeirra eiga vart sinn líka í Evrópu hvað varðar umfang og eðlis- og efnaeiginleika, sem grundvallast á berggerðinni, hinu unga, hripleka basalhrauni. Vatnafræðilegir eiginleikar lindavatna einkennast m.a. af hreinleika, steinefnaríku innihaldi og stöðugleika í hitastigi og rennsli.

Tíu stærstu vatnasvið á Íslandi eru öll að stofni til jökulvötn en með mismiklum draga- og lindavatnsáhrifum (Tafla 3.2). Ellefta stærsta vatnasviðið er lindavatnskerfi, Laxá í Aðaldal. Virkjanir með rennslisstýringu og miðlun hafa verið reistar í meginfarvegi fimm þessara ellefu vatnakerfa: Þjórsár, Jökulsár á Dal, Lagarfljóts, Blöndu og Laxár í Þingeyjarsýslu. Á vatnasviði Ölfusár/Hvítár eru auk þess þrjár virkjanir í Soginu.

10 largest springed areas in Iceland

Húsafell – Oddar – Hraunfossar among 10 largest, ranking no. 4th.

Tafla 3.3. Tíu mestu lindasvæði á Íslandi.¹⁰⁹ Skráin tekur til svæða þar sem upp koma að meðaltali a.m.k. 1 m³/s af vatni á hverjum ferkílómetra lands. Flatarmál á við það svæði sem lindir liggja á.

Lindasvæði	Rennsli m ³ /s	Flatarmál km ²	Veitir	Verndarstaða
Þingvallavatn	85	2–4	Sprungur, hraun	Litill hluti innan Þingvallabjörggarðs. Reglugerð um verndun vatnasviðs.
Brúará	36	7	Hraun, móberg	
Mývatn	32	10	Sprungur, hraun	Verndað með sérstökum lögum.
Hraunfossar-Húsafell	25–30	7	Hraun	Hraunfossar og Barnafoss friðlýst sem náttúruvætti.
Haukadalur	26	5	Grágrýti	
Eldvatn í Meðallandi	25	24	Hraun	
Rangárvellir	19	10	Hraun	
Lón í Kelduhverfi	19	4	Sprungur	
Svartá v. Vaðöldu	18	2	Hraun, grágrýti	
Rangárbotnar	15	3	Hraun	

Aagot V. Óskarsdóttir o.fl. 2011..

Vatnsmestu eindregnu lindasvæði landsins eru á vatnasviði Þingvallavatns, Brúarár í Árnessýslu og Mývatns. Önnur mjög gjöful lindasvæði eru upp með Hvítá í Borgarfirði frá Hraunfossum að lindum í Húsafellsskógi, í Haukadal frá Laugará í Fljótsbotna, Eldvatn í Meðallandi, Rangárvellir (Teitsvatn, Keldnalækir, Stokkalækur og Reyðarvatn-Hróarslækur), Lón í Kelduhverfi, Svartá við Vaðöldu og í Rangárbotnum (Tafla 3.3). Hluti Þingvallavatns er innan Þjóðgarðs, sbr. lög nr. 47/2004, og um Þingvallavatn gilda lög nr. 85/2005 ásamt reglugerð nr. 605/2006 sem skírskota sérstaklega til verndunar á vatninu og vatnasviði þess. Mývatn og Laxá eru vernduð með sérstökum lögum nr. 97/2004 og Hraunfossar og Barnafoss eru friðlýst sem náttúruvætti. Sjö af 11 stærstu lindasvæðum landsins njóta því ekki sérstakrar verndar.

Lava as a freshwater habitat



Lava bottom – complex 3-dimensional space, with myriads of interstitial „**lebens raum**“ for various small organisms.

Surface area of rocks is irregular, covered with micro-spaces and small holes.

Therefore: More species and greater abundance/density pr. species than on washed, smooth rocks from tertiary catchments

Eiginleikar hraungrýtis á ungum jarðmyndunum og lítt veðruðum: yfirborð óreglulegt, hrufótt, þakið smáholum með mikið yfirborð. Veitir smálífverum skjól gegn afráni. Fyrir vikið eru fleiri tegundir lífvera og meira af hverri á hraungrýti en á „gömlu“, þvegnu og sléttu fjörugrjóti frá eldri jarðmyndunum.

Two new species of subterranean amphipods discovered

First discovered at springfed Lake Þingvallavatn in 1998 and 2000.

Crymostygius thingvallensis. Big (22 mm) – found only in Þingvallavatn og Herðubreiðarlindir.

Crangonyx islandicus. Small (<7 mm). „Common“ in springs in the volcanic active zone.

Both are new species to science – *C. thingvallensis* belongs to a new family. Among very few endemic species in Iceland.

Molecular evidence that the species may have survived cold periods of last ice-ages, even past 40 million years, beneath the glacier within the groundwater system.



B. K. Kristjánsson & J. Svavarsson. 2007. Kornobis et.al. 2010.

H. J. Malmquist/09.08.2016

21

Um síðustu aldamót fundust tvær áður óþekktar tegundir af marflóm í uppsprettum við bakka Þingvallavatns. Þessi fundur telst til merkari uppgötvana í náttúrufræði hér á landi í seinni tíð. Allt bendir til að þær hafi þraukað af kuldaskið fyrri ísalda, jafnvel í 40 milljónir ára, væntanlega undir jökulísnum í vatnsmiklum grunnvatnskerfum í tengslum við jarðvarma á eldvirka beltinu þegar flestar ef ekki allar aðrar tegundir hér á landi dóu út. Hér eru því á ferð afkomendur elstu lífvera landsins.

Heimildir:

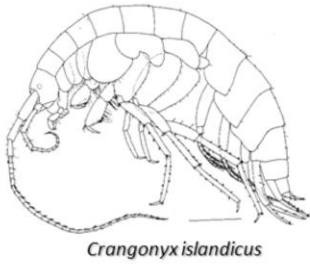
Bjarni K. Kristjánsson & Jörundur Svavarsson. 2007. Grunnvatnsmarflær á Íslandi. Náttúrufræðingurinn 76. 22-28.

Jörundur Svavarsson & Bjarni K. Kristjánsson. 2006. *Crangonyx islandicus* sp. nov., a subterranean freshwater amphipod (Crustacea, Amphipoda, Crangonyctidae) from springs in lava fields in Iceland. Zootaxa 1365. 1-17.

Kornobis, E., Snæbjörn Pálsson, Bjarni K. Kristjánsson & Jörundur Svavarsson. 2010. Molecular evidence of the survival of subterranean amphipods (Arthropoda) during Ice Age underneath glaciers in Iceland. Molecular Ecology 19. 2516-2530.

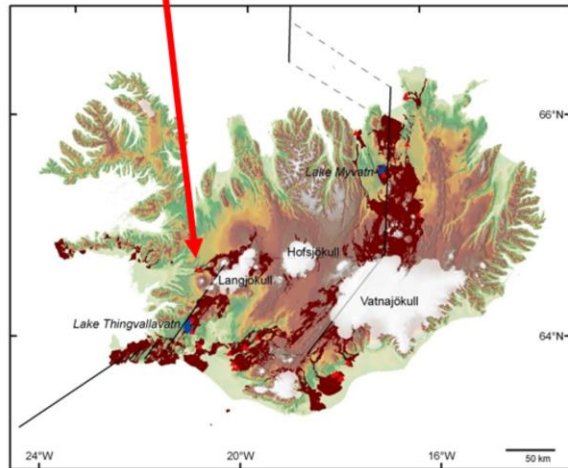
Crangonyx islandicus thrives at Oddar and Hrauná

Distribution of both subterranean amphipods is more or less confined to springfed areas in the tectonic/volcanic active rift zone.



Crangonyx islandicus

Crymostygius: ★
Crangonyx: ▲



OTHER FACTORS TO LOOK AT...



- **More emphases on MOSS associated with lava?**
Large flats of *Racomitrium lanuginosum* known in several locations in the N-Atlantic, e.g. In the Scottish highlands and Jan Mayen, but nowhere do they get as widespread and thick as in lavafields in Iceland.
Such moss covered lava fields are rare ecosystems in global respect.
- **More emphases on BIRCH?**
Birch (*Betula pubescens*), a key ecosystem type in Iceland.
Highly complex systems, supporting organismal diversity, providing diverse ecosystem services, resilient to volcanism.
The only native tree species forming woods/shrubbery.
Covers now 1%. In need of protection.
- **More infor on HOW to PROTECT the GEOLOGY/NATURE**
What about research? What about monitoring projects?
Who? What? When? Where?
What measures are to be taken for the protection of Nature?
Measureable actions – timeframe for execution.

Varðandi mosann:

Það er þekkt víðar í hafrænu loftslagi við Norður-Atlantshaf að hraungambri (*Racomitrium lanuginosum*) myndi breiður á lítt grónum melum, m.a. til fjalla í Skotlandi, á Jan Mayen og Svalbarða en þær ná hvergi nærri víðáttu né grósku íslensku mosahraunanna. Mosavaxin hraun af þessu tagi eru fágæt vistkerfi á heimsvísu og hugsanlega eru þau hvergi til utan Íslands. Þegar hærra dregur og lengra inn til landsins í Skaftáreldahrauni og Hekluhraunum þynnist hraungambriinn og verður ekki eins einráður. Í staðinn koma breiskjufléttur (*Stereocaulon vesuvianum*) og mynda annað, ekki síður óvenjulegt og fágætt vistkerfi á heimsvísu þótt hliðstæð vistkerfi séu reyndar þekkt hátt til fjalla á öðrum eldvirkum eða norðlægum svæðum. Náttúrufræðistofnun telur breiskjuhraunavist aðra af tveimur verðmætustu vistgerðum á miðhálandinu.

Sigurður H. Magnússon o.fl. 2009. Vistgerðir á miðhálandi Íslands. Flokkun, lýsing og verndargildi. Náttúrufræðistofnun Íslands.



H. J. Malmquist/09.08.2016

24

References:

Aagot V Óskarsdóttir (ritstj.) o.fl. 2011. Náttúruvernd. Hvítbók um löggjöf til verndar náttúru Íslands. Nefnd um endurskoðun náttúruverndarlaga. Umhverfissráðuneytið. 477 bls.

Svavarsson J. and Kristjánsson B.K. 2004. Crymostygidae, a new family of subterranean freshwater gammaridean amphipods (Crustacea) recorded from subarctic Europe. *Journal of Natural History*, 38:15, pp. 1881-1894.

Svavarsson J. and Kristjánsson B.K. 2006. *Crangonyx islandicus* sp. nov., a subterranean freshwater amphipod (Crustacea, Amphipoda, Crangonyctidae) from springs in lava fields in Iceland. *Zootaxa*, 1365, pp. 1-17.

Bjarni K. Kristjánsson & Jörundur Svavarsson. 2007. Grunnvatnsmarflær á Íslandi. *Náttúrufræðingurinn* 76. 22-28.

Kornobis, E., Snæbjörn Pálsson, Bjarni K. Kristjánsson & Jörundur Svavarsson. 2010. Molecular evidence of the survival of subterranean amphipods (Arthropoda) during Ice Age underneath

glaciers in Iceland. *Molecular Ecology* 19. 2516-2530.

Kristinn Einarsson og Valborg Steingrímsdóttir 2008. Vatnafar á Íslandi, þróun og framtíðarhorfur. Skýrsla Vatnalaganefndar. Iðnaðarráðuneytið, september 2008, bls. 55–58.

Hilmar J. Malmquist 1998. Ár og vötn á Íslandi: Vistfræði og votlendistengsl. Í: Íslensk votlendi. Verndun og nýting (Jón S. Ólafsson ritstj.). Háskólaútgáfan, Reykjavík, bls. 37–55.

Hilmar J. Malmquist, Finnur Ingimarsson, Haraldur Rafn Ingvason, Stefán Már Stefánsson og Þóra Hrafnisdóttir. 2013. Blávatn. Nýjasta vatn landsins. Náttúrufræðingurinn 83 (1.–2.): 13–23. (English summary).

Freysteinn Sigurðsson 2005. Vatn og vatnafar á Íslandi: Viðfangsefni vatnalaga. Í: Rannsóknir í félagsvísindum VI: Lagadeild (Róbert Spanó ritstj.). Reykjavík, bls. 175–205.