



RORUM



Um áhrif virkjana á náttúru og menningarminjar

Sigmundur Einarsson
og
Þorleifur Eiríksson

Verkefni fyrir faghóp 1 í Rammaáætlun 3
Náttúruminjasafn Íslands og RORUM

NMSI 2016 002

Náttúruminjasafn Íslands
Brynjólfsgata 5 • 107 Reykjavík • +354 577 1800 • nmsi@nmsi.is • www.nmsi.is



Lykilsíða

Skýrsla:	Dags.:	Dreifing:
NMSI 2016 002	24.10.2016	Opin
Heiti skýrslu:	Fjöldi síðna:	
Um áhrif virkjana á náttúru og menningarminjar	42	
Höfundar:		
Sigmundur Einarsson og Þorleifur Eiríksson		
Framkvæmd:		
RORUM ehf. og Náttúruminjasafn Íslands		
Unnið fyrir:		
Faghóp 1 í Rammaáætlun 3		
Útdráttur:		
<p>Lýst er þeim umhverfisáhrifum sem ætla má að byggingar raforkuvera í jökulá annars vegar og á háhitasvæði hins vegar geta haft í för með sér. Jafnframt er dregið saman yfirlit um þær umhverfissóknir sem fram fóru vegna Blönduvirkjunar og Nesjavallavirkjunar, bæði rannsóknir sem fóru fram fyrir og eftir að starfsemi virkjananna hófst, en báðar voru reistar fyrir gildistöku laga um mat á umhverfisáhrifum árið 1993. Lagt er mat á gildi rannsókna í ljósi þeirra umhverfisáhrifa sem orðið hafa.</p>		
Abstract:		
<p>The expected environmental impact of power stations in glacial rivers and high temperature geothermal areas is described. Also, an overview is given of the environmental research carried out before and after the construction of the Blanda and Nesjavellir power stations, but both started just before the first Icelandic law on environmental impact assessment came into force in 1993. The usefulness of the research carried out is evaluated and compared with the observed environmental impact.</p>		
Lykilorð:		
Umhverfissóknir, umhverfisáhrif.		
Keywords:		
Environmental research, environmental impact.		



Efnisyfirlit

Lykilsíða	2
Efnisyfirlit.....	3
Inngangur	4
Markmið verkefnis	4
Vatnsaflsvirkjanir og íslensk vatnsföll.....	5
Blönduvirkjun	8
Áhrifsvæði Blönduvirkjunar	8
Rannsóknir fyrir virkjun	8
Um áhrif virkjunar	12
Samantekt um Blönduvirkjun.....	15
Jarðgufuvirkjanir og íslensk háhitasvæði	17
Nesjavallavirkjun	21
Rannsóknir fyrir virkjun	21
Um áhrif virkjunar og síðari rannsóknir.....	23
Samantekt	25
Niðurlag	25
Heimildir	26
Viðauki: Gagnaskrá	31
Blönduvirkjun	31
Nesjavallavirkjun	38



Inngangur

Samkvæmt lögum nr. 48/2011 um verndar- og orkunýtingaráætlun landsvæða skipar verkefnisstjórn faghópa með sérfræðingum á viðeigandi sviðum sem hafa það hlutverk að fara yfir virkjunaráform hver frá sínum sjónarhóli, meta þau með stigagjöf og gera tillögur til verkefnisstjórnar. Samkvæmt starfsreglum verkefnisstjórnar verndar- og orkunýtingaráætlunar nr. 515/2015 skulu faghópar beita samræmdum viðmiðum og almennt viðurkenndum aðferðum við mat og flokkun á virkjunarkostum og verndar- og nýtingargildi viðkomandi landsvæða. Aðferðir við undirbúning og gerð tillagna skulu taka mið af þeim aðferðum sem þróaðar hafa verið á vegum fyrri verkefnisstjórna og skulu faghópar vinna að endurbótum á þeim eftir því sem aukin þekking og aðrar aðstæður gefa tilefni til. Niðurstöður verkefnisstjórnar og faghópa skulu jafnan vera rekjanlegar, þannig að ljóst sé hvernig komist var að viðkomandi niðurstöðu.

Faghópur 1 í 3. áfanga rammaáætlunar ákvað að taka ný skref til endurbóta á aðferðum í þeim tilgangi að skýra og skerpa vinnu við samanburð á verðmætum einstakra virkjunarkosta. Faghópurinn lagði til og skipulagði tvö verkefni í þessum tilgangi. Fyrra verkefnið fjallar um samþætt *mat á fjölbreytni náttúru og menningarminja á Íslandi*. Með því var ætlunin að móta aðferð til að meta saman fjölbreytni náttúru og menningarminja í íslensku umhverfi. Verkefnið var unnið samhliða vinnu faghópsins við verðmæta- og áhrifamat og kom þar að góðum notum (Þorleifur Eiríksson & Sigmundur Einarsson 2016; Stefán Gíslason 2016). Verkefnið sem hér greinir frá er systurverkefni og fjallar um *áhrif íslenskra virkjana á náttúru og menningarminjar*.

Faghópurinn samdi við Náttúruminjasafn Íslands og Rorum ehf. um að tveir starfsmenn, þeir Þorleifur Eiríksson líffræðingur og Sigmundur Einarsson jarðfræðingur aðstoðuðu faghópinn við meginverkefni hans og stýrðu framangreindum verkefnum í samvinnu við faghópinn.

Markmið verkefnis

Markmið verkefnisins var að meta áhrif virkjana á Íslandi á náttúru og menningarminjar og umhverfi í víðum skilningi, þar með talið á landslag og víðerni. Ákveðið var að taka sem dæmi eina vatnsaflsvirkjun og eina varmaflsvirkjun og urðu Blönduvirkjun og Nesjavallavirkjun fyrir valinu, en þær virkjanir hafa báðar verið reknar í rúman aldarfjórðung. Í verkefninu er farið yfir og lagt mat á rannsóknir á náttúru- og menningarminjum vegna undirbúnings þessara virkjana. Rannsóknirnar eru metnar miðað við tímann þegar þær fóru fram og hvort þær teldust fullnægjandi í dag. Til viðbótar við heimildaskrá er Viðauki: Gagnaskrá um Blönduvirkjun og Nesjavallavirkjun.



Vatnsaflsvirkjanir og íslensk vatnsföll

Í fljótu bragði virðist vatnsorka vera augljós kostur þegar horft er til vinnslu ódýrrar og umhverfisvænnar raforku. Slík orka endurnýjast í sífellu og sjálf orkuframleiðslan veldur ekki mengun. Virkjun vatnsafls fylgja þó að jafnaði töluverðar breytingar á umhverfinu. Helstu breytingarnar tengjast annars vegar aðgerðum til að jafna rennsli viðkomandi vatnsfalls yfir lengri og skemmri tíma og hins vegar aðgerðum til að koma fyrir orkuveri sem nýtir tiltekna fallhæð og rennsli sem ætlað er að knýja hverfla virkjunar (sjá t.d. Poff o.fl. 1997; Graf 2006).

Virkjun vatnsfalls miðast að jafnaði við að nýta fallorku vatnsins á tiltölulega bröttum kafla í ánni. Inntakslón er myndað ofan við brattann og vatnið leitt þaðan í lokaðri rás, ofan- eða neðanjarðar, til hverfla í stöðvarhúsi og útfalls neðan við brattann. Jafnframt hverfur vatnið úr náttúrulegum farvegi árinna meðfram virkjuninni.

Um íslensk vatnsföll

Íslensk vatnsföll hafa frá fornu fari verið flokkuð í tvo flokka eftir eðli og uppruna, bergvatnsár og jökulár. Bergvatnsár má síðan flokka í lindár og dragár. Flestar stærri ár landsins eru af blönduðum uppruna (Þorleifur Einarsson 1968; Hilmar J. Malmquist 1998).

Lindár hafa tiltölulega stöðugt rennsli árið um kring. Upptök flestra stærri lindáa eru í eða við gosbeltin þar sem vatnsmiklar lindir spretta fram (t.d. Brúará, Ytri Rangá, Svartá í Bárðardal). Sumar lindár falla úr stórum stöðuvötnum á lindasvæðum (Sogið úr Þingvallavatni, Laxá í Aðaldal úr Mývatni).

Dragár eru myndaðar af úrkomuvatni sem safnast saman á yfirborði, einkum á svæðum þar sem berggrunnur er þéttur, s.s. á blágrýtissvæðum landsins. Rennsli er afar breytilegt og fylgir gjarnan skammtímasveiflum úrkomu (t.d. Grímsá í Skriðdal, Stóra Laxá, Hrutafjarðará).

Jökulár eru leysingavatn frá jöklum. Rennsli jökulánna er óstöðugt og einkennist af mikilli árstíðasveiflu og miklum aurburði. Þær eru yfirleitt vatnslitlar að vetrinum en vatnsmiklar á sumrin (t.d. Jökulsá á Dal, Hornafjarðarfljót).

Stíflur og miðlunarlón

Þar sem raforkunotkun er tiltölulega jöfn yfir árið er almennt talið óhjákvæmilegt að framleiðsla raforku sé að sama skapi nokkuð jöfn árið um kring. Af þessum sökum er einfaldast að virkja vatnsföll sem hafa tiltölulega stöðugt rennsli. Við upphaf rafvæðingar í landinu voru einkum virkjaðar lindár, s.s. Elliðaárnar, Sogið og Laxá í Þingeyjarsýslu, með tiltölulega lítilli miðlun. Við frekari rafvæðingu var tekið að virkja stærri vatnsföll, en öll mestu vatnsföll landsins eru jökulár, mismikið blandaðar linda- og dragvatni. Allar stærstu vatnsaflsvirkjanir landsins (>50 MW) eru reistar í jökulám en flestar minni virkjanir (<50 MW) í bergvatnsám, sem ýmist eru lindár eða dragár.

Rennsli jökulánna er mjög árstíðabundið þar sem þorri alls þess vatns sem fellur frá jöklum myndast við bráðnun íss yfir sumartímann og getur vetrarrennsli eindreginna jökuláa því verið afar takmarkað. Þessi náttúrlega rennissveifla veldur því að virkjun jökuláa til raforkuframleiðslu er ekki talin heppileg nema til komi veruleg jöfnun rennslis. Slíkum ráðstöfunum fylgja óhjákvæmilega stór miðlunarlón. Þau eru staðsett ofarlega á viðkomandi



vatnasviði, yfirleitt á hálendinu. Slíkar framkvæmdir geta krafist mikillar stíflugerðar og stundum er vatni veitt á milli vatnasviða (t.d. Þjórsá til Tungnaár um Kvíslaveitur og Þórisvatn, Jökulsá á Dal til Jökulsár í Fljótsdal/Lagarfljóts).

Vatni er safnað í lón yfir sumartímann og miðlað úr því að vetrinum og fram á næsta vor uns leysing hefst á ný. Vatnsborð miðlunarlóna er því breytilegt, lægst á vorin en hæst á haustin.

Söfnun aurs í miðlunarlón

Vatnsföll bera með sér bergmylsnu og flytja hana niður eftir farveginum í átt til sjávar. Við svörfun jökla verður til mikið magn af bergmylsnu sem jökulárnar flytja með sér allt til sjávar. Jökulár einkennast því af miklu rennsli og miklum aurburði yfir sumartímann en vetrarrensli er verulega minna og aurburður einnig. Þessi rennslissveifla veldur því að við virkjun jökulvatna til framleiðslu raforku er talið nauðsynlegt að jafna rennslið þannig að það verði tiltölulega jafnt árið um kring. Slíkum ráðstöfunum fylgja óhjákvæmilega stíflur og miðlunarlón sem yfirleitt eru staðsett á efri hluta vatnasviðs. Við virkjun í dragám þarf einnig að jafna rennsli með miðlun en við virkjun í lindám er þörfin fyrir miðlun yfirleitt minni.

Miklum framkvæmdum á borð við byggingu stíflumannvirkja fylgir að jafnaði umtalsvert rask auk byggingar inntaks- eða veitumannvirkja, vegagerðar o.fl. Vor- og sumarvatni er safnað í miðlunarlónið og notað til að auka við rennslið yfir veturinn. Slíkar ráðstafanir draga jafnframt verulega úr leysingarflóðum í farvegum virkjaðra vatnsfalla.

Sem fyrr segir bera jökulár með sér mikinn aur. Hluti aursins berst með vatninu, svonefndur svifaur, en stór hluti hans skoppar eða skriður með botninum og nefnist botnskrið. Við það að byggja stíflu og mynda lón í farvegi jökulár stöðvast megnið af aurburði árinna og sest fyrir í lóninu en eini framburðurinn sem berst niður fyrir stíflu eru agnir í sviflausn. Eftir því sem aurinn safnast fyrir í lóni minnkar miðlunarrými þess að sama skapi. Þetta gerist misjafnlega hratt og ræðst bæði af stærð lóns og magni aurburðar sem er breytilegur frá einu vatnsfalli til annars. Líftími miðlunarlóns ræðst því af magni aurs sem í það berst og því hvenær miðlunargeta lóns telst ekki lengur fullnægjandi.

Vatnsbotn miðlunarlóna í jökulám er að jafnaði þakinn fínu efni sem sest þar til. Þegar vatnsborð miðlunarlóns stendur lágt er hætta á að þetta fínefni fjúki upp frá þurrum vatnsbotninum og valdi rykmengun eða fjúki upp á bakkana og valdi þar skemmdum á gróðri.

Vatnsaflsvirkjun/vatnsorkuver

Vatnsaflsvirkjun er að jafnaði valinn staður í farvegi vatnsfalls þar sem áin fellur tiltölulega bratt á stuttum kafla. Áin er stífluð ofan við eða efst í bratta hluta árinna og þar myndað inntakslón. Inntakslón eru yfirleitt fremur lítil (~1-2 km²) og ekki hugsuð sem miðlunarlón (t.d. Bjarnarlón/Búrfellsstöð, Gilsárlón/Blöndustöð). Stærri inntakslón (~10-20 km²) geta jafnframt gegnt hlutverki til varnar ísmyndun á veturnum (t.d. Sultartangalón). Í sumum nýrri virkjunum og virkjunarhugmyndum er vatn leitt frá stóru miðlunarlóni um löng jarðgöng að sjálfri virkjuninni, jafnvel tugi kílómetra. Stór miðlunarlón geta því jafnframt verið inntakslón (Háslón/Fljótsdalsstöð, Bugslón/Skatastaðavirkjun).



Frá inntakslóni er vatninu stýrt um inntaksmannvirki í aðrennslisgöng eða þrýstipípur til hverfla virkjunar sem staðsettir eru neðan við brattann. Hverflarnir snúa rafölum sem framleiða rafmagn. Frá *hverflunum* fellur vatnið síðan um frárennslisgöng og/eða -skurð í farveg árinna. Í farveginum milli inntakslóns og frárennslis virkjunar er rennsli að jafnaði verulega skert, einkum á veturna. Umframvatni á hverjum tíma er veitt um yfirfall við inntakslón og fellur það um farveg árinna framhjá virkjuninni. Þetta á einkum við yfir sumartímann.

Sérstakar ráðstafanir þarf að gera við árfarvegi sem eru stundum í notkun og stundum ekki og hafa jafnframt hlutverk sem neyðaryfirfall. Þetta á einkum við þegar slíkir farvegir eru í byggð.

Farvegur neðan virkjunar

Þegar vatnsfall hefur verið virkjað líkt og hér hefur verið lýst verður sú meginbreyting á vatnsfallinu neðan virkjunar að þorri alls aurburðar (>90%) berst ekki lengur eftir farveginum heldur sest til botns í miðlunarlóninu. Þegar vatnsfallið hefur létt af sér framburðinum breytist rofgeta þess þannig að í stað þess að vera því sem næst mettað af aurburði verður það „svangt“ (e. hungry) og hefur þá tilhneigingu til að taka til sín efni. Þetta leiðir með tímanum til þess að á svæðum þar sem áin flæmdist áður um á eyrum mun hún smám saman grafa sig niður í farveginum. Ásýnd farvegarins neðan virkjunar getur því með tímanum tekið verulegum breytingum. Jafnað rennsli hefur einnig áhrif á ásýnd vatnsfalla.

Um náttúru og menningarminjar

Hér að framan hefur einkum verið fjallað um áhrif virkjunar á farveg og rennslisátt vatnsfalls en það eru jafnframt helstu áhrif virkjunar á jarðminjar. Því til viðbótar geta verið áhrif á grunnvatn auk þess sem vatnsaflsvirkjunum fylgir óhjákvæmilega töluvert jarðrask, þ. á m. efnistaka.

Stíflur, miðlunarlón og inntakslón geta haft margvísleg áhrif á lífríki vatnsfalla. Ef dæmi er tekið af fiskum má nefna að stíflur hindra ferðir þeirra upp og niður eftir farvegi; breytingar á árstíðabundnum rennslisveiflum geta truflað hrygningu og klak, breytingar á kornastærð í árfarvegi geta raskað uppeldissvæðum seiða og stöðvun aurburðar í miðlunarlóni getur haft áhrif á framboð næringarefna í neðri hluta farvegar (sjá t.d. Hilmar J. Malmquist 1998; Hilmar J. Malmquist o.fl. 2001; Magnús Jóhannsson o.fl. 2002; Ferguson o.fl. 2010; Hilmar J. Malmquist 2013; Skúli Skúlason & Haraldur Rafn Ingvason 2013). Lífríkið umhverfis vatnsföllin verður einnig fyrir áhrifum. Breyttir rennslisáttir geta t.d. leitt til breytinga á gróðurlendi sem aftur leiða til breytinga á fuglalífi og öðru dýralífi.

Menningarminjar geta orðið fyrir margvíslegum áhrifum af virkjun vatnsfalla í næsta nágrenni. Mest er líklega hættu á að minjar hverfi undir lón. Einnig geta minjar verið í hættu á framkvæmdasvæðum. Miklar breytingar á rennslisáttum vatnsfalls geta valdið því að minjar slitna úr samhengi við þær umhverfisaðstæður sem áður ríktu og skópu minjarnar. Skýrt dæmi um slíkt væri forn kláfur eða ferjustaður við jökulvatn sem veitt hefur verið í annan farveg. Þá getur rof vegna breytts vatnsrennslis grafið undan minjum á árbökkum og bökkum lónstæða.



Blönduvirkjun

Blönduvirkjun var talin heppilegur fulltrúi vatnsaflsvirkjana. Þar er um að ræða tiltölulega stóra virkjun, 150 MW, sem hefur verið starfrækt í u.þ.b. 25 ár og er í jökulá líkt og aðrar stærri vatnsaflsvirkjanir landsins. Áhrifasvæði Blönduvirkjunar er tiltölulega skýrt afmarkað, ólíkt virkjunum á vatnasviði Þjórsár og Tungnaár þar sem áhrifasvæði einstakra orkuvera eru samtvinnað og ekki einfalt að binda tiltekin áhrif við einstakar virkjanir. Að auki liggur fyrir ítarleg samantekt um umhverfisáhrif Blönduvirkjunar, sem Almenna verkfræðistofan vann fyrir Landsvirkjun eftir aldamótin síðustu (Sigmundur Einarsson o.fl. 2004).

Blönduvirkjun er í hálendisbrúninni við norðurenda Kjalvegur og virkjar hún fall Blöndu af hálendinu niður Blöndudal. Blanda var stífluð við Reftjarnarbungu og Kolkukvísl, sem féll til Vatnsdalsár, var stífluð nærri upptökum. Við það myndaðist miðlunarlón, Blöndulón.

Virkjunin var tekin í notkun árið 1991, en haustið áður hófst vatnssöfnun í Blöndulón. Virkjunin var komin í fullan rekstur 1992. Árið 1996 var miðlun aukin með stækkun Blöndulóns. Uppsett afl Blönduvirkjunar er 150 MW og vinnslugetan er 910 GWh/ári. Blöndulón er 56 km² að flatarmáli og miðlunarrými þess er um 412 Gl. Vatni er veitt frá Kolkustíflu um veituskurði og vötn, samtals um 25 km leið að inntakslóni virkjunarinnar, Gilsárlóni. Lónið er um 5 km² með 20 Gl miðlunarrými (Landsvirkjun 2016).

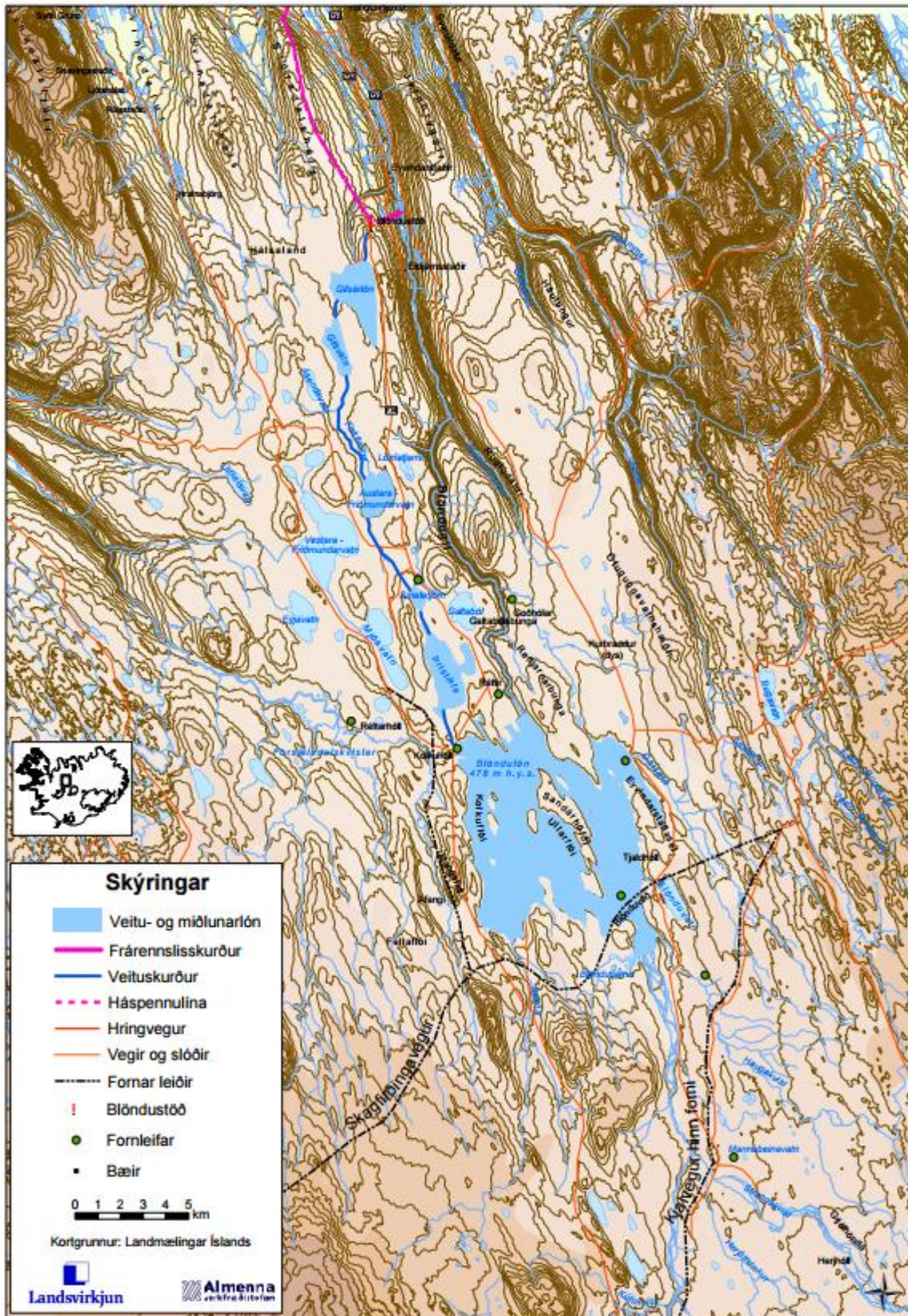
Áhrifasvæði Blönduvirkjunar

Virkjunarsvæði Blöndu tekur til alls farvegur árinna frá ósi til jökla. Áhrifasvæðið er fyrirferðarmest uppi á hálendinu þar sem lóna- og skurðasvæði teygir sig um 35 km leið frá innrennsli Blöndu í Blöndulón að inntaki virkjunar í Gilsárlóni (mynd 1). Heiðarnar á hálendinu eru hluti af samfelldu grónu hálendi sem nær frá uppsveitum Borgarfjarðarsýslu, um heiðar Húnvetninga allt til Skagafjarðar. Frá Reftjarnarbungu að útfalli frá virkjun er rennsli Blöndu afar takmarkað nema þegar áin rennur um yfirfall síðsumars (sjá t.d. mynd 2). Frá útfalli til ósa hefur rennsli Blöndu verið jafnað yfir árið og aurburður í ánni er stórum minni en áður var.

Rannsóknir fyrir virkjun

Sem fyrr segir var Blönduvirkjun tekin í notkun árið 1991. Þá voru lög um mat á umhverfisáhrifum ekki komin til sögunnar en fyrstu lögin tóku gildi árið 1993. Engar reglur giltu um það hvað þyrfti að rannsaka og voru rannsóknir gerðar eftir því sem tilefni þótti til í hverju tilviki. Rannsóknir réðust einkum af þremur þáttum:

- Í fyrsta lagi voru nauðsynlegar rannsóknir vegna virkjunarinnar sjálfrar, s.s. varðandi rennslis-hætti árinna og gerð jarðlaga á virkjunarsvæðinu.
- Í öðru lagi voru rannsóknir á náttúruferli í samræmi við óskir Náttúruverndarráðs.
- Í þriðja lagi voru rannsóknir sem sneru að hugsanlegri skerðingu á hlunnindum landeigenda á virkjunarsvæðinu, annars vegar vegna veiða í ám og vötnum og hins vegar vegna skerðingar á beitolöndum á hálendinu. Í athugasemdum með frumvarpi til laga um raforkuver (Alþingi 1981) kemur fram að ríkisstjórnin muni beita sér fyrir því að hafnar verði tilraunir með uppgræðslu og gróðurbætur á virkjunarsvæði Blöndu.



Mynd 1. Blöndulón og nágrenni (Sigmundur Einarsson o.fl. 2004).



Jörð og vatn

Rennsli og aurburður

Mælingar á rennsli Blöndu hófust árið 1949 á vegum Vatnamælinga raforkumálastjóra (Sigurjón Rist 1990). Sýnataka til mælinga á svifaur hófst á sjöunda áratug síðustu aldar, en sýni hafa verið tekin árlega frá 1974 (Svanur Pálsson & Guðmundur Vigfússon 1999). Þessar rannsóknir voru upphaflega þáttur í heildarránsóknum Raforkumálaskrifstofunnar vegna möguleika til virkjunar vatnsafls í landinu. Við skipulagsbreytingar í stjórnsýslu orkumála urðu Vatnamælingar hluti Orkustofnunar og færðust enn síðar til Veðurstofunnar.

Farvegur Blöndu í Langadal

Í skýrslu Skúla Víkingssonar & Sigbjörns Guðjónssonar (1984) um rannsóknir á landmótun og árseti í farvegi Blöndu í Langadal kemur fram að markmið rannsóknarinnar hafi verið að kanna þær breytingar sem orðið höfðu á farvegi Blöndu áratugina á undan til þess að unnt yrði að meta hvort væntanlegar breytingar eftir virkjun yrðu á einhvern hátt frábrugðnar.

Jarðgrunnkort var gert af landinu næst Blöndu neðan Eiðsstaða í Blöndudal og loftmyndir notaðar til að kanna breytingar á farveginum áratugina næst á undan. Meginniðurstaða skýrslunnar var sú að breytingar á farvegi hafi einkum orðið á kaflanum frá fremri Blöndubru að Buðlunganesi og að á því svæði sé einkum breytinga að vænta.

Rannsóknir á jarðvegi og jarðvegsrofi

Hörður Kristinsson & Helgi Hallgrímsson (1977) mátu jarðvegsþykkt á hálendinu og síðar rannsökuðu Ingibjörg Kaldal & Skúli Víkingsson (1982) jarðgrunn og jarðveg í lónstæði og mátu jafnframt hættu á jarðvegseyðingu af völdum lónsins. Milli 30 og 40 jarðgrunnssnið voru könnuð með skóflubor í lónstæðinu. Hætta á jarðvegsrofi var einnig metin í tengslum við mat á beitarpoli 1983 (Ingvi Þorsteinsson o.fl. 1984) og jarðvegssýnum var safnað í tengslum við beitarrannsóknir á svæði innan lónstæðisins 1987 (Borgþór Magnússon & Sigurður Magnússon 1992).

Í tengslum við mat á beitarpoli (Ingvi Þorsteinsson o.fl. 1984) var metið jarðvegsrof á afréttunum beggja vegna Blöndu. Nokkur jarðvegseyðing reyndist á öllu svæðinu en allmikil eða mikil á suðurhluta Auðkúluheiðar og norðurhluta Eyvindarstaðaheiðar. Norðausturhluti Eyvindarstaðaheiðar var ekki athugaður vegna veðurs en þar var álitnið að ástand væri verst.

Gróður

Gróðurlagning á Auðkúlu- og Eyvindarstaðaheiðum hafði farið fram á vegum Rannsóknarstofnunar landbúnaðarins á árunum 1961-1966 og hafði Orkustofnun gefið út gróðurlagningu af virkjunarsvæðinu árið 1975. Lagningin var aukin og endurskoðuð 1978 og 1980 vegna fyrirhugaðra virkjunarframkvæmda (Ingvi Þorsteinsson 1980).

Tegundalistar

Í skýrslu Harðar Kristinssonar og Helga Hallgrímssonar (1977) var birt skrá yfir tegundir háplantna, mosa, fléttna og sveppa sem greindar voru á virkjunarsvæðinu. Borgþór Magnússon & Sigurður H. Magnússon (1992) birtu skrá yfir tegundir í mólendi eftir landnýtingartilraun sem fram fór á árunum 1975-1989. Það svæði fór síðar undir lón. Þá



rannsakaði Ingibjörg Svala Jónsdóttir (1984) gróður í hólma í Lómatjörnum og á nálægu beittu landi.

Beitarþol

Ingvi Þorsteinsson (1980) rannsakaði ástand og beitarþol afréttalands vestan og austan Blöndu á hálendinu. Tilgangurinn var að meta heildarbeitarþol afréttanna og hve mikið beittland tapaðist við virkjunina. Niðurstöður voru endurskoðaðar 1983 (Ingvi Þorsteinsson o.fl. 1984). Tegundasamsetning var metin ásamt gróðurþekju og gróður- og jarðvegsprofi. Gerðar voru beartilraunir á vegum Rannsóknarstofnunar landbúnaðarins á tilraunasvæði í um 470 m hæð á árunum 1975-1989. Tilgangurinn var m.a. að finna hagkvæmustu leið til að nýta land til beitar án þess að valda gróðurskemmdum.

Dýralíf á landi

Smádýr

Hörður Kristinsson & Helgi Hallgrímsson (1977) könnuðu smádýr í jarðvegi og skráðu fugla sem sáust á virkjunarsvæðinu þá daga sem náttúrufar var kannað. Engar rannsóknir voru gerðar á öðru dýralífi á landi.

Vatnalíf

Rannsóknir á vatnalífi

Fjórar tegundir ferskvatnsfiska lifa á vatnasviði Blöndu: Lax, urriði, bleikja og hornsíli. Áll er mjög sjaldgæfur. Laxfiskarnir hafa allir efnahagslega þýðingu fyrir íbúa héraðsins og beindust náttúrufræðirannsóknir að þeim sérstaklega. Fiskur átti allgreiða leið um allt vatnasvæðið fyrir virkjun.

Fiskistofnar

Þegar undirbúningur Blönduvirkjunar hófst um miðjan áttunda áratuginn var strax farið að huga að áhrifum virkjunar á fiskstofna. Fyrstu rannsóknir voru á vegum Orkustofnunar. Veiðimálastofnun hóf ítarlegar rannsóknir á fiskistofnum vatnasviðsins 1981. Mestur hluti rannsóknanna fór fram á árunum 1986 til 1995. Miðað var við að mæla fiskgengd og veiði í nokkur ár fyrir virkjun og síðan sömu þætti í nokkur ár eftir virkjun. Mælingar á fiskgengd í Blöndu voru taldar vera lykilateiði til að meta áhrif virkjunarinnar á fiskstofna Blöndu þar sem veiði í Blöndukerfinu og í nálægum ám fylgist ekki alltaf að (Sigurður Guðjónsson 1993).

Fyrir virkjun var Blanda ein af gjöfulustu laxveiðiám landsins og gekk laxinn alla leið upp á hálendið. Í ám og vötnum var ýmist staðbundin bleikja eða sjóbleikja en urriði var að mestu staðbundin í heiðavötnum (Hilmar J. Malmquist 2013). Fyrir virkjun gekk sjóbleikja alla leið upp í Seyðisárdrög á Kili og var það einhver allra lengsta gönguleið fisks hér á landi. Þessi stofn hvarf við virkjunina (Friðjón Már Viðarsson 1987; Guðni Guðbergsson & Þórólfur Antonsson 1996).

Rannsóknir á öðru lífríki í vatni

Rannsóknir á helstu líffræðilegum einkennum vatna á fyrirhugaðri veituleið frá Blöndulóni hófust árið og tóku til samsetningar gróðurs og dýralífs í Austara- og Vestara-



Friðmundarvatni, Þrístiklu, Mjóavatni og Gilsvatni (Hákon Aðalsteinsson 1978). Þá var afkoma og fæða bleikju í Þrístiklu og Austara-Friðmundarvatni rannsökuð og auk þess bleikjustofnar í Austara-Friðmundarvatni (Guðni Guðbergsson & Þórólfur Antonsson 1996).

Menningarminjar

Ef horft er til fylgiskjala með frumvarpi til laga um raforkuver nr. 60/1981 (Alþingi 1981) sem heimila virkjun Blöndu virðist ekki hafa verið talin ástæða til að óska eftir álitum þjóðminjavarðar vegna málsins. Á hinn bóginn var leitað álits Náttúruverndarráðs. Svo virðist því sem staða minjaverndar hafi á þessum tíma hafi verið sínu veikari en staða náttúruverndar. Samkvæmt skýrslu Verkfræðistofu Sigurðar Thoroddsen (1995) var leitað eftir álitum þjóðminjasafns Íslands vegna stækkunar Blöndulóns árið 1996 vegna hugsanlegra fornminja sem hverfa myndu í stækkað Blöndulón. Samkvæmt svörum þjóðminjasafnsins voru engar friðlýstar eða skráðar fornminjar þekktar á því svæði sem stækkunin náði yfir.

Þannig virðist ekki hafa verið talin ástæða til að kanna fornminjar á svæðinu þar sem engar slíkar voru þar friðlýstar eða á skrá. Engar skipulegar skráningar eða rannsóknir voru því gerðar á menningarminjum vegna Blönduvirkjunar.

Í skýrslu Harðar Kristinssonar & Helga Hallgrímssonar (1977), *Náttúruverndarkönnun á virkjunarsvæði Blöndu*, er reyndar greint frá ýmsum sögum í og við framkvæmda-svæðið á hálendinu. Fyrirsjáanlegt var að sumar þeirra hyrfu undir lón eða stíflur, þ. á m. gangnamannaskálar og fornar þjóðleiðir. Aðeins er um að ræða lauslegar lýsingar. Lýsingunum fylgir kort og nokkrar ljósmyndir.

Landslag og víðerni

Engin bein umfjöllun virðist hafa verið um landslag og víðerni fyrir virkjun. Í skýrslu Harðar Kristinssonar & Helga Hallgrímssonar (1977), *Náttúruverndarkönnun á virkjunarsvæði Blöndu*, eru ágætar lýsingar á landslagi á hálendissvæðinu en ekki lagt mat á gildi þess eða væntanlegar breytingar.

Um áhrif virkjunar

EKKI voru gerðar rannsóknir á lífríki í sjó við ósa Blöndu. Fram fóru rannsóknir á farvegi Blöndu í Langadal fyrir virkjun (Skúli Víkingsson & Sigbjörn Guðjónsson 1984) en ekki var rannsakað rof eða setmyndun við ströndina.

Segja má að flestar þær breytingar sem urðu á náttúrufari við virkjun Blöndu hafi verið fyrirséðar. Þar á meðal voru stórfelldar breytingar á ám og vötnum á Auðkúlu- og Eyvindarstaðaheiði samfara verulegum breytingum á gróðurfari og vatnalífríki.

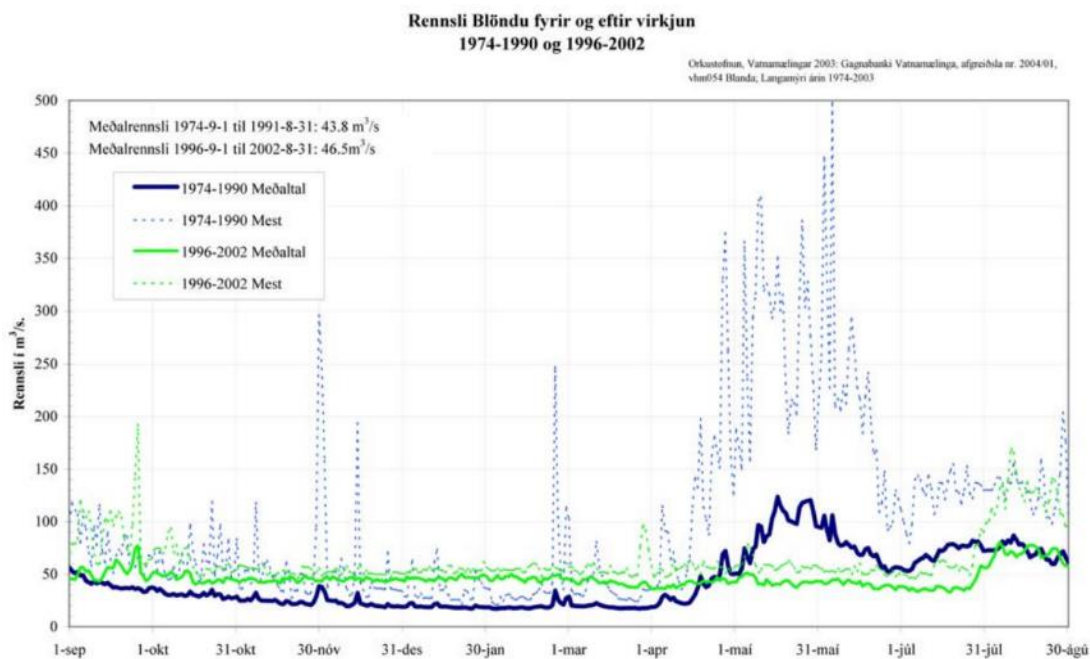
Jörð og vatn

Rennsli og aurburður

Miklar breytingar urðu á rennslisáttum Blöndu við virkjun árinna. Áhrifa virkjunarinnar á ána og farveginn gætir allt frá því hún fellur í Blöndulón uns hún fellur í sjó við Blönduós. Miðlun úr Blöndulóni, einkum eftir að lónið var stækkað árið 1996, veldur því að rennsli í Blöndu er nú mun jafnara en áður var. Rennsli í Blöndudal við Löngumýri er nú tiltölulega stöðugt, eða um 40 m³/s mestan hluta ársins. Flóð eru mun minni og sjaldgæfari en áður. Af

mynd 2 má sjá að á árabílinu 1974-1990 kom oft fyrir að rennsli árinna næði 300 m³/s í flóðum og mesta flóð á tímabilinu varð um 500 m³/s. Til samanburðar náði stærsti flóðtoppurinn á árabílinu 1996-2002 aðeins um 170 m³/s.

Meðalframburður svifaurs í Blöndu við Löngumýri var um 570 þús. tonn á ári á tímabilinu 1951-1990 (Svanur Pálsson & Guðmundur Vigfússon 1999) en um 63 þús. tonn á ári eftir virkjun (1992-1997). Ekki liggja fyrir áreiðanlegar mælingar á botnskriði en gert hefur verið ráð fyrir að mikill meirihluti aursins berist fram sem svifaur. Nærri lætur að um 500 þús. tonn af svifaur setjist fyrir í Blöndulóni á hverju ári.



Mynd 2. Rennsli Blöndu við Löngumýri í Blöndudal fyrir og eftir virkjun, 1974-1990 og 1996-2002 (Orkustofnun Vatnamælingar 2003).

Líftími Blöndulóns

Heildarrúmmál Blöndulóns er um 440 Gl. Árleg setmyndun af völdum svifaurs er um 0,28 Gl en ekki liggja fyrir áreiðanlegar upplýsingar um setmyndun í lóninu af völdum botnskriðs. Fyllingartími lónsins er um 1500 ár ef eingöngu er tekið tillit til svifaurs en gert hefur verið ráð fyrir að svifaur sé mikill meirihluti þess aurs sem áin ber fram (Svanur Pálsson & Guðmundur H. Vigfússon 1999).

Ætla verður að breytingar á framburði, ásamt breyttum rennslisháttum, hafi haft umtalsverð áhrif á farveg árinna en þau hafa ekki verið könnuð.

Grunnvatn

Engar upplýsingar liggja fyrir um breytingar á stöðu grunnvatns eftir virkjun nema hvað fram hefur komið að breytt staða grunnvatns við Blöndulón hafi haft áhrif á gróðurfar.



Farvegur Blöndu í Langadal

Í ágætri skýrslu Skúla Víkingssonar & Sigbjörns Guðjónssonar (1984) um rannsóknir á landmótun og árseti í farvegi Blöndu í Langadal segir m.a. að markmið rannsóknarinnar hafi verið að kanna breytingar á farvegi Blöndu áratugina næst á undan til þess að unnt yrði að meta hvort breytingar eftir virkjun yrðu á einhvern hátt frábrugðnar. Rannsóknir á breytingum á farvegi árinna hafa ekki farið fram en ættu að vera orðnar tímabærar nú, um 30 árum eftir að virkjunin tók til starfa.

Jarðvegrof við Blöndulón

Jarðvegsof á bökkum Blöndulóns er bundið við staði þar sem landhalli er nokkur og vindur getur staðið af lóninu. Við sunnanvert lónið þar sem bakkar eru flatir hefur of verið lítið en víða annars staðar hafa myndast 0,5-2 m háir bakkar og allt að 4 m háir rofbakkar í brekkum og hlíðum. Ætla má að öldurof við brattar stendur (>7% halli) minnki með tímanum (Borgþór Magnússon 2003). Sandur af ströndinni fýkur sums staðar upp á gróðurlendi og stöðvast þar. Ekki hefur þó verið talin hætta á stórfelldum uppblæstri af þeim sökum.

Gróður

Töpuð gróðurlendi

Gróðurfur á hálendis hluta virkjunarsvæðisins var ágætlega kannað áður en framkvæmdir hófust. Við virkjun Blöndu hvarf undir vatn gróðurþekja sem nam um 55 km², þar af um fjórðungur votlendi. Þykkur jarðvegur var á miklum hluta þessara svæða. Breytt vatnsstaða hefur breytt gróðri á um 10 km² svæði næst Blöndulóni. Gróðurlendi sem tapaðist við virkjun var bæði víðáttumeira og fjölbreyttara en þau svæði sem síðar voru grædd upp.

Uppgræðsla

Vegna tapaðs gróðurlendis af völdum virkjunarinnar voru gerðir samningar um mótvægisáðgerðir sem miðuðu að því að bæta glatað beitiland fyrir sauðfé og hross. Áðgerðirnar þóttu takast vel meðan borið var á svæðin. Uppgræddu svæðin hafa þó ekki reynst mótvægi við glatað gróðurlendi að öðru leyti þar sem tegundafjölbreytni er lítil og gróðurinn ekki varanlegur án áburðar. Binding kolefnis og uppbygging jarðvegs er vart merktanleg (Sigmundur Einarsson o.fl. 2004).

Uppgræðslustarf vegna Blönduvirkjunar hefur lagt drjúgan skerf til þekkingar á uppgræðslu og á gróðurfari hálendisins.

Athugasemd um bakkagróður

Þar sem líklegt þykir að verulegar breytingar hafi orðið á gróðurfari á bökkum Blöndu neðan við stíflu er ástæða til að benda á að í 62. gr. laga nr. 60/2013 um náttúruvernd, sem tóku gildi 15. nóvember 2015, er sérstakt ákvæði um vernd bakkagróðurs. Þar segir að við vatnsnýtingu og framkvæmdir í eða við vötn skuli leitast við að viðhalda náttúrlegum bakkagróðri við ár og stöðuvötn og haga mannvirkjum og framkvæmdum þannig að sem minnst röskun verði á bökkum og næsta umhverfi vatnsins.



Landslag

Verulegar breytingar urðu á landslagi í kjölfar Blönduvirkjunar. Þar sem nú er Blöndulón flæmdist Blanda áður um aura sem víða voru um 1 km breiðir og samtals hurfu um 55 km² af grónum heiðarlöndum undir vatn.

Tvö ný lón urðu til á hálendinu, Blöndulón sem er 56 km² miðlunarlón með breytilegu vatnsborði, og Gilsárlón sem er um 5 km² inntakslón. Jökullituðu vatni er veitt um skurði og vötn frá Blöndulóni í Gilsárlón um 25 km leið. Leiðin liggur um stöðuvötnin Þrístiklu, Smalattjörn, Austara-Friðmundarvatn og Gilsvatn sem áður voru blátær fjallavötn.

Töluverðar breytingar hafa einnig orðið á ásýnd Langadals. Þar flæmdist Blanda áður um eyrar og olli nokkrum vandræðum í flóðum. Eftir virkjun er rennsli árinna mjög stöðugt og skerðing aurburðar virðist hafa gert ána mun stöðugri í farveginum. Slíkt hefur þó ekki verið kannað. Jafnhliða þessum breytingum hafa áraurar smám saman verið að gróa upp. Á þeim svæðum þar sem farvegur Blöndu er tiltölulega brattur s.s. í Blöndugili og framanverðum Blöndudal verður breytinga síður vart nema hvað ána vantar í farveginum.

Ekki hafa farið fram rannsóknir á þeim breytingum á landslagi sem fylgdu virkjuninni.

Vatnalíf

Fyrir virkjun höfðu allitarlegar rannsóknir farið fram á fiskistofnum en annað vatnalíf var lítið kannað. Við virkjun Blöndu breyttust lífsskilyrði víða á vatnasvæðinu. Mest áhrif fylgdu annars vegar myndun Blöndulóns með stíflum við Reftjarnabungu og Kolkuhól og hins vegar veituleiðinni frá Blöndulóni í Gilsárlón (Guðni Guðbergsson & Þórólfur Antonsson 1996). Helstu þættir sem höfðu áhrif á vatnalífið voru:

- Losun næringarefna úr kaffærðum jarðvegi í vatnakerfið breytti lífsskilyrðum tímabundið.
- Stíflan við Reftjarnabungu lokaði fyrir gönguleiðir lax og sjóbleikju inn á hrygningar- og uppeldissvæði í ám og vötnum á heiðum uppi.
- Þegar jökullituðu vatni var veitt í tær vötn á veituleiðinni minnkaði frumframleiðni í vötnunum.
- Tenging stöðuvatna á veituleiðinni opnaði leiðir milli vatna og lækja ofan Blöndulóns og hefur stuðlað að erfðablöndun stofna sem talin er draga úr fjölbreytileika.
- Rennsli Blöndu er stöðugra en áður og minni aurburður. Aðstæður til hrygningar og seiðauppeldis laxfiska hafa batnað á svæðum í Blöndudal og Blöndugili.
- Minni aurburður hefur breytt veiðisvæðum og veiðiaðferðum í og við Blöndu.

Samantekt um Blönduvirkjun

Þegar unnið var að undirbúningi Blönduvirkjunar giltu engar ákveðnar reglur um það hvaða rannsóknir skyldu fara fram né hafði skapast venja um slíkt. Þegar virkjunin tók til starfa var reyndar farið að grilla í lög um mat á umhverfisáhrifum en þar sem aðdragandi virkjunarinnar hafði verið langur voru þau lengst af utan sjónmáls.



Almennt séð voru rannsóknir á náttúru- og menningarminjum vegna Blönduvirkjunar í fullu samræmi við kröfur samtímans. Rannsóknir á náttúrufari voru í samræmi við óskir Náttúruverndarráðs.

Engar formlegar skráningar eða rannsóknir voru gerðar á menningarminjum. Af heimildum verður ekki annað ráðið en að samráð hafi verið haft við þar til bær yfirvöld (sbr. Alþingi 1981; Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen 1995).

Viðamestu rannsóknirnar sneru að því að leggja mat á fyrrsjáanlega röskun á hlunnindum landeiganda. Rannsóknir vegna veiði í ám og vötnum voru unnar í samráði við Veiðimálastofnun og rannsóknir vegna beitar á því svæði sem hvarf undir miðlunarlón og skurði sem og uppgræðslurannsóknir voru unnar í samráði við Rannsóknarstofnun landbúnaðarins og Landgræðslu ríkisins.

Athyglisverðar eru framsýnar rannsóknir á landmótun og árseti í farvegi Blöndu í Langadal (Skúli Víkingsson & Sigbjörn Guðjónsson 1984). Fróðlegt verður sjá þær endurteknar en slíkt er löngu orðið tímabært. Reyndar væri æskilegt að fram færi ítarleg úttekt á farvegi árinna, ósnum og ströndinni.

Jafnframt er æskilegt að gera úttekt og mat á breytingum á landslagi og víðernum sem og meta breytingar sem orðið hafa á lífríki og minjum meðfram farvegi árinna.

Almennt má segja að rannsóknir vegna Blönduvirkjunar hafi verið í samræmi við rannsóknar-kröfur samtímans. Kröfur til rannsókna vegna sambærilegra framkvæmda eru orðnar töluvert meiri í dag en ennþá er þörf á meiri samræmingu milli ólíkra rannsóknarsviða og heildaryfirliti.

Það sem ekki var gert

Í framhaldi af rannsókn þeirra Skúla Víkingssonar & Sigbjörns Guðjónssonar (1984) hefði verið æskilegt að fá landmótunarfræðilega spá um það hvaða breytinga mætti vænta á farvegi Blöndu í Blöndudal og Langadal næstu áratugina eftir virkjun.

Fróðlegt hefði einnig verið að sjá hvort eða hvaða hugmyndir virkjunaraðilinn hafði um þróun óssins og strandarinnar, til að mynda hvort eða hverjar líkur væru á sambandi milli framburðar Blöndu og sandrifsins fyrir botni Húnafjarðar.



Jarðgufuvirkjanir og íslensk háhitasvæði

Á Íslandi eru um 20 háhitasvæði sem talist geta nýtanleg (Stefán Arnórsson 2011). Þau eru staðsett innan gosbeltanna eða á jöðrum þeirra. Almennt er álitid að varmagjafi háhitasvæðanna séu innskot, ýmist kvika eða storkuberg, sem enn er að kólna.

Háhitasvæðin eru mjög misstór að flatarmáli. Flatarmálið hefur löngum verið metið eftir ummerkjum jarðhita á yfirborði en í seinni tíð hefur verið gengið út frá niðurstöðum viðnámsmælinga. Stærð einstakra háhitasvæða liggur á bilinu 5–250 km² (Jónas Ketilsson o.fl. 2009).

Varmi í jarðskorpunni berst með gufu til yfirborðs og myndar þar hverir í ýmsum myndum. Með borunum í háhitasvæði er gufustreymi úr svæðunum margfaldað og orkan nýtt til framleiðslu rafmagns eða heits vatns eftir atvikum.

Allt frá því um 1940 hefur nýting jarðhita verið mikilvægur þáttur í orkuvinnslu og orkunýtingu hér á landi. Upphaflega var nýtingin einkum til húshitunar og ylræktar. Framleiðsla raforku með jarðhita hófst í smáum stíl árið 1969 í Bjarnarflagi í Mývatnssveit en segja má að raforkuframleiðsla hafi hafist fyrir alvöru þegar Kröfluvirkjun tók til starfa árið 1978.

Á háhitasvæðum er nú framleidd raforka í Reykjanesvirkjun, Svartsengisvirkjun, Hellisheiðarvirkjun, Nesjavallavirkjun, Bjarnarflagsvirkjun og Kröfluvirkjun. Samanlagt er uppsett rafafi þessara orkuvera um 660 MW og varmaafi 583 MW (tafla 1).

Þá er verið að reisa nýja jarðgufuvirkjun á Þeistareykjum til framleiðslu raforku.

Tafla 1. Orkuframleiðsla á háhitasvæðum.

Orkuver	Rafafi (MW _e)	Varmaafi (MW _{th})
Bjarnarflagsvirkjun	3	0
Hellisheiðarvirkjun	303	133
Kröfluvirkjun	60	0
Nesjavallavirkjun	120	300
Reykjanesvirkjun	100	0
Svartsengisvirkjun	75	150
Samtals	661 MW_e	583 MW_{th}

Á síðustu árum hefur nokkur áhersla verið lögð á að kynna orkuvinnslu á háhitasvæðum landsins sem sjálfbæra vinnslu og hefur þar m.a. verið byggt á skilgreiningu í skýrslum Orkustofnunar (sjá t.d. Jónas Ketilsson o.fl. 2010). Nokkur ágreiningur hefur verið um slíkar skilgreiningar en þær þjóna líklega fremur pólitískum tilgangi en faglegum.

Boranir

Við virkjun háhitasvæða eru boraðar djúpar (algengt dýpi 1500–2500 m) holur í þeim tilgangi að auka og beisla gufustreymi upp úr jarðhitasvæðinu. Afl einstakra borhola endurspeglar í grófum dráttum lekt jarðlaga í viðkomandi háhitasvæði. Misjafnt er hve mikil orka fæst úr hverri holu en algengt er að aflið sé á bilinu 2-10 MW. Borholur hafa reynst fremur aflmiklar á Reykjanesi, í Svarstengi, á hluta Hellisheiðar, á Nesjavöllum og í Bjarnarflagi. Á hluta Hellisheiðar og í Kröflu hefur lekt jarðlaga reynst minni. Þá hafa allmargar holur, grunnar og djúpar, verið boraðar á Krýsuvíkursvæði (Sveifluháls, Trölladyngja) en þar hefur ekki fundist góð lekt til þessa. Lektin er þannig breytileg milli svæða og jafnvel innan svæða. Alls hafa verið boraðar um 40 holur fyrir 60 MW raforkuver í Kröflu en 25 holur á Nesjavöllum fyrir 120 MW raforkuver og 300 MW jarðvarmaorkuver (Stefán Arnórsson 2011). Aflið dvínar með tímanum og þá þarf að bora nýjar holur og stækka vinnslusvæðið.



Mynd 3. Borun á háhitasvæði er mikið fyrirtæki. Á þeistareykjum í júlí 2008 (ljósm. SE).

Borunum og byggingu jarðvarmavirkjana á háhitasvæðum fylgir óhjákvæmilega umtalsvert jarðrask. Í nýlegri lýsingu á gerð borplans kemur m.a. fram að þar þurfi að koma fyrir 180 tonna bortæki (mynd 3), heildarflatarmál borplans sé um 3600 m² og auk þess verði gerð rúmlega 600 m² svarfpró við borplanið (Mannvit 2011). Vegi til þungaflutninga þarf að hverju borplani og frá borholum eru lagðar gufuleiðslur til skiljustöðvar og vegslóð meðfram þeim (mynd 4). Af þessum sökum þarf að gera ráð fyrir að nær allt vinnslusvæði virkjunar og næsta nágrenni stöðvarhúss verði undirlagt af mannvirkjun og raski. Því verður að teljast eðlilegt að ákveðið sé fyrirfram hvort tiltekin háhitasvæði skuli yfirleitt nýtt til orkuvinnslu eða vernduð fyrir nýtingu (Stefán Arnórsson 2011).

Jarðrask – hraun frá nútíma

Háhitasvæði landsins eru að mestu bundin við gosbeltin og öll starfandi orkuver á háhitasvæðum, nema virkjunin í Bjarnarflagi, eru að hluta eða öllu leyti staðsett á hraunum frá nútíma. Samkvæmt a.-lið 2. mgr. 61. gr. laga nr. 60/2013 um náttúruvernd¹ njóta hraun og tengdar jarðmyndanir, sem myndast hafa eftir að jökull hvarf af landinu á síðjökultíma, sérstakrar verndar og ber að forðast að raska slíkum jarðminjum nema brýna nauðsyn beri til.



Mynd 4. Á Hellisheiði í júní 2008. Orkumannvirki á 2000 ára gömlu hrauni. Mannvirki sem tengjast Hellisheiðarvirkjun eru m.a. borteigar, gufuleiðslur, vegslóðar og uppbyggðir og malbikaðir vegir vegna samgangna á vinnslusvæðinu. Að auki eru á svæðinu háspennulínur með tilheyrandi vegslóðum, aflögð skíðabrekka með tilheyrandi raski og slóðum og gömul efnisnáma í gígaröð með tilheyrandi vegi. Jafnframt liggur forn þjóðleið um svæðið ásamt fyrsta bílveginum yfir Hellisheiði (ljósm. SE).

Breytingar á hverum

Þornun vatnshvera og aukin virkni gufuhvera eru þekktir fylgifyrkir jarðhitanýtingar. Við vinnslu úr háhitasvæðunum lækkar þrýstingur og vatnsborð lækkar. Við það dregur úr rennsli vatnshvera þar sem þeir eru til staðar. Þegar þrýstingurinn fellur lækkar hiti ekki að sama skapi og við það eykst suða neðanjarðar og virkni í gufuhverum eykst. Á svipaðan hátt og

¹ Ákvæði 61. gr. laga nr. 60/2013 um náttúruvernd (tóku gildi 15. nóvember 2015), sem fjallar um sérstaka vernd tiltekinna vistkerfa, jarðminja o.fl., eru hliðstæð ákvæðum um sérstaka vernd í 37. gr. eldri laga um náttúruvernd frá 1999. Í nýjum lögum hefur verið skerpt verulega á umgjörð þessa ákvæðis sem í fyrri lögum hafði reynst að mestu áhrifalaust.



hraunin njóta „hverir og aðrar heitar uppsprettur ásamt lífríki sem tengist þeim og virkri ummyndun og útfellingum, þar á meðal hrúðri og hrúðurbreiðum“ sérstakrar verndar samkvæmt b.-lið 2. mgr. 61. gr. laga nr. 60/2013 um náttúruvernd.

Loftborin efnamengun – útblástur brennisteinsvetnis.

Við virkjun jarðvarma berast ýmis mengunarefni út í umhverfið bæði frá borholum á tilraunatíma og frá orkuverum eftir að rekstur hefst. Mest ber á koltvíoxíði og brennisteinsvetni en losun annarra gastegunda er talin óveruleg (Halldór Ármannsson o.fl. 2001). Áhrif og umfang brennisteinsmengunar voru lengst af vanmetin (sjá t.d. Ólafur G. Flóvenz 2006). Nýlegar rannsóknarniðurstöður benda til að unnt sé að draga verulega úr útblæstri koltvíoxíðs og brennisteinsvetnis frá jarðvarmavirkjunum (sjá t.d. Bergur Sigfússon o.fl. 2015).

Landsig

Auk breytinga á yfirborði veldur vökvanám úr jarðhitakerfum landsigi. Þá getur orðið truflun á nálægum grunnvatnskerfum fari námið fram úr náttúrulegu aðstreymi. Til þess að halda vökvanámi og efnamengun í lágmarki er affallsvatni oft dælt niður í jarðhitakerfin.

Mengun grunnvatns

Förgun affallsvatns frá jarðvarmavirkjunum hefur verið töluvert vandamál. Vatninu hefur í sumum tilfellum verið veitt til grunnvatns, mengað það m.t.t. hita og efna og jafnvel gert það óhæft til neyslu. Tilraunir með dælingu affallsvatns niður í jarðhitakerfi hafa gengið misjafnlega og jafnvel leitt til minniháttar jarðskjálftavirkni.



Nesjavallavirkjun

Af jarðvarmavirkjunum eru þrjár elstar; Kröfluvirkjun frá 1977, Svartsengisvirkjun frá 1976–77 og Nesjavallavirkjun frá 1990. Kröfluvirkjun var ekki talin heppileg til skoðunar, einkum vegna áhrifa Kröfluelda (1975–1989) sem upp komu á byggingartíma stöðvarinnar og höfðu veruleg áhrif á framgang verksins og rekstur virkjunarinnar (Guðmundur Pálmason 2005). Byggingarsaga Svartsengisvirkjunar er nokkuð flókin, sex áfangar á 30 ára tímabili (HS Orka 2016) og svipað gildir reyndar um byggingarsögu Nesjavallavirkjunar nema hvað virkjunin var byggð á skemmri tíma (Hreinn Frímannsson 2001, Skipulagsstofnun 2002). Ákveðið var að skoða Nesjavallavirkjun, annars vegar vegna þess að hún er nánast jafngömul Blönduvirkjun og hins vegar vegna nálægðar og skyldleika við virkjunarkosti í þriðja áfanga rammaáætlunar. Hitaveita Reykjavíkur keypti Nesjavelli til orkuvinnslu árið 1964. Þar hafði verið stundaður landbúnaður frá fyrri hluta 19. aldar og sauðfjárrækt með hlunnindum af veiði og ylrækt hafði verið stunduð á svæðinu 1940–1962. Jarðhitasvæðið á Nesjavöllum er hluti af Hengilssvæðinu sem er eitt af stærstu háhitasvæðum landsins. Í Hengilskerfinu hefur gosið nokkrum sinnum á nútíma, síðast fyrir um 2000 árum en þá rann m.a. Nesjahraun í Grafningi og Sandey myndaðist í Þingvallavatni (Sinton o.fl. 2005).

Allmiklar rannsóknir fóru fram á jarðhita og jarðfræði á Hengilssvæðinu á árunum 1947–1965 og hófust fyrstu rannsóknarboranir árið 1965. Niðurstöður gáfu ástæðu til bjartsýni um vinnslueiginleika svæðisins bæði varðandi hita í jarðhitakerfinu og gjöfular vatnsæðar. Tilraunastöð var reist árið 1974 og árið 1983 hófust vinnsluboranir af krafti. Árangur var talinn mjög góður og næg gufa fékkst til þess að unnt væri að taka ákvörðun um virkjun. Ákvörðun um að hefja byggingu fyrsta áfanga virkjunarinnar, 100 MW varmaafli, var tekin árið 1986. Fyrsti áfangi Nesjavallavirkjunar var tekinn í notkun árið 1990. Virkjun hefur síðan verið stækkuð í áföngum og er afl hennar nú 300 MW_{th} (~1640 l/s af 83°C heitu vatni) og 120 MW_e.

Jarðgufan úr svæðinu hefur frá upphafi verið nýtt til að hita efnasnautt kalt grunnvatn sem fengið er úr borholum við Grámel við Þingvallavatn. Þegar rafmagnsframleiðsla hófst í stöðinni árið 1998 jókst frárennsli umtalsvert.

Rannsóknir fyrir virkjun

Lög um mat á umhverfisáhrifum tóku gildi árið 1993, þremur árum eftir að Nesjavallavirkjun tók til starfa. Fram að því giltu engar reglur um það hvað þyrfti að rannsaka og voru rannsóknir yfirleitt gerðar eftir því sem tilefni þótti til í hverju tilviki.

Áður en framkvæmdir hófust við fyrsta áfanga virkjunar á Nesjavöllum höfðu farið fram nauðsynlegar undirbúningsrannsóknir vegna virkjunarinnar, þ.e. jarðfræði- og jarðhitarannsóknir ásamt rannsóknum grunnvatni og hugsanlegum áhrifum frá affallsvatni.

Í tilefni af 1100 ára afmæli Íslandsbyggðar árið 1974 hafði Þingvallanefnd frumkvæði fjölþættum rannsóknum á Þingvallavatni og nágrenni undir stjórn Péturs M. Jónssonar. Rannsóknirnar stóðu frá 1974 og lauk með útgáfu viðamikils rits um vistfræði Þingvallavatns árið 1992 (Pétur M. Jónsson 1992). Vegna undirbúnings Nesjavallavirkjunar komu þessar



rannsóknir sér að mörgu leyti vel fyrir Hitaveitu Reykjavíkur sem sá sér hag í að styrkja rannsóknirnar á ýmsa lund (sjá Pétur M. Jónasson og Páll Hersteinsson 2002).

Árið 2000 var unnið mat á umhverfisáhrifum vegna aukningar á rafafli virkjunarinnar úr 76 MW í 90 MW en fyrri stækkanir á virkjuninni voru innan upphaflegra lagaheimilda um Nesjavallavirkjun (Verkfræðistofa Guðmundar og Kristjáns 2000). Í umfjöllun hér á eftir verður litið svo á að rannsóknir fyrir virkjun teljist þær sem gerðar voru áður en fyrsti áfangi virkjunarinnar tók til starfa.

Jörð og vatn

Jarð- og jarðeðlisfræðilegir eiginleikar svæðisins höfðu verið kannaðir ítarlega fyrir virkjun (sjá t.d. Knútur Árnason o.fl. 1986, Gylfi Páll Hersir o.fl. 1990, Kristján Sæmundsson 1992) og hið sama gilti um nýtingu gufunnar úr svæðinu (sjá t.d. Benedikt Steingrímsson o.fl. 1987). Virkjunin byggðist frá upphafi á upphitun kalds grunnvatns með gufu þar sem ekki er unnt að nota jarðhitavatnið á Nesjavöllum beint til upphitunar. Grunnvatn hefur frá upphafi verið tekið við Grámel í Nesjahrauni og höfðu farið fram rannsóknir á grunnvatni og grunnvatnsstraumum í Nesjahrauni en þar var annars vegar fyrirhugað að vinna kalt grunnvatn fyrir virkjunina og hins vegar að farga affallsvatni (Einar Gunnlaugsson 1987, Snorri Páll Kjarran o.fl. 1989).

Ekki verður þó séð að virkni á hverasvæðinu hafi verið könnuð fyrir virkjun og breytingar sem hugsanlega fylgdu í kjölfar virkjunar liggja því ekki fyrir.

Gróður

Sérstaka gróðurfarsrannsóknir mun ekki hafa verið gerðar vegna Nesjavallavirkjunar en Hitaveita Reykjavíkur kostaði útgáfu Rannsóknastofnunar landbúnaðarins (1990a, 1990b) á gróðurkortum af svæðinu. Ingvi Þorsteinsson og Ólafur Arnalds (1992) fjölluðu um gróður og jarðveg á við Þingvallavatn og náði umfjöllunin til Nesjavalla þó ekki sneri hún að virkjuninni.

Hveraörverur

Engar rannsóknir voru gerðar á hveraörverum á Nesjavöllum enda voru þau fræði þá enn mjög skammt á veg komin (sbr. t.d. Jakob K. Kristjánsson & Guðni Á. Alfreðsson 1986).

Dýralíf á landi

Rannsóknir á fuglalífi við Þingvallavatn fóru fram á árunum 1988 og 1989 í tengslum við Þingvallavatnsrannsóknina (Kjartan G. Magnússon 1992) en beindust ekki sérstaklega að Nesjavallavirkjun. Ekki er vitað um aðrar rannsóknir á dýralífi fyrir virkjun.

Vatnalíf

Eins og áður segir stóðu yfir viðamiklar rannsóknir á Þingvallavatni og vistfræði þess á sama tíma og unnið var að undirbúningi Nesjavallavirkjunar. Hitaveita Reykjavíkur leitaði eftir tillögum líffræðinga um nauðsynlegar rannsóknir vegna hugsanlegra áhrifa affallsvatns á lífríki vatnsins. Eftir að niðurstöður snefilefnaþælinga lágu fyrir árið 1986 var talið að viðamikilla líffræðirannsókna vegna affallsvatns væri ekki þörf (Einar Gunnlaugsson 1987).

Efnamengun

Losun brennisteinsvetnis vegna virkjunarinnar var vel þekkt fyrir virkjun en almennt olli sá útblástur ekki áhyggjum.

Umhverfisrannsóknir á vegum Hitaveitu Reykjavíkur vegna Nesjavallavirkjunar tengdust fyrst og fremst förgun affallsvatns. Rennislíkan var gert fyrir grunnvatnsstrauma í Nesjahrauni. Annars vegar til að meta hvort hætta væri á að förgum affallsvatns gæti valdið mengun í kaldavatnsholum við Grámel (Einar Gunnlaugsson 1987, Snorri Páll Kjarafl. 1989) og hins vegar til að kanna hvort hætta væri á efnamengun í Þingvallavatni og hvort slík mengun hefði áhrif á lífríki vatnsins.

Greiningar á snefilefnum leiddu sem fyrr segir til þess að talið var að viðamikilla líffræðirannsókna væri ekki þörf (Einar Gunnlaugsson 1987).

Menningarminjar

Engar rannsóknir voru gerðar vegna menningarminja fyrir virkjun.

Landslag

Engin umfjöllun virðist hafa verið um landslag og víðerni fyrir virkjun.

Um áhrif virkjunar og síðari rannsóknir

Jörð og vatn

Megináhrif Nesjavallavirkjunar lúta að raski jarðmyndana á yfirborði og hitamengun á grunnvatni í Nesjahrauni sem gætir alla leið fram í Þingvallavatn. Allt næsta nágrenni virkjunarinnar hefur orðið fyrir jarðraski en virkjunin stendur á um 2000 ára gömlu hrauni



Mynd 5. Nesjavallavirkjun í október 2008 (ljósm. SE).

(mynd 5). Hið sama gildir um borsvæðin á hverasvæðinu í norðurhlíðum Hengils þar sem vegir, borteigar og gufulagnir hafa breytt ásjón svæðisins (mynd 6).

Kalt grunnvatn hefur frá upphafi verið tekið við Grámel í Nesjahrauni og fylgst hefur verið með áhrifum þess á grunnvatnið (Árni Hjartarson & Sigurður G. Kristinsson 2011; Hilmar J. Malmquist o.fl. 2013). Vegna áhrifa affallsvatns á grunnvatnið hefur verið unnið að úr-

bótum á síðustu misserum og nú er unnið að förgun affallsvatns á Mosfellsheiði.



Breytingar á hverum

Kortlagningu jarðhitans á Nesjavöllum lauk með útgáfu skýrslu árið 2011 (Gretar Ívarsson o.fl. 2011). Núorðið er hverasvæðið vaktað en óljóst er hvort eða hvaða breytingar urðu með tilkomu virkjunarinnar.

Gróður

Fyrsta umfjöllun um gróðurfar þar sem sjónum er sérstaklega beint að Nesjavallavirkjun birtist í skýrslu Náttúrufræðistofnunar Íslands (Kristbjörn Egilsson o.fl. 2000) sem unnin var í tengslum við umhverfismatið árið 2000. Þar kemur fram að landið sé ágætlega gróið kjarnmiklum gróðri, gróðurhulan nær alls staðar samfelld en gróðurfar fremur einsleitt. Ekki er nefnt að rekstur virkjunarinnar hafi haft áhrif á gróður nema hvað bent er á gróðurskemmdir í mosa sem virðast tengjast gufustrókum vegna borana. Vöktun gróðurfars á svæðinu, einkum vegna skemmda á mosa, hófst árið 2012 (Ágústa Helgadóttir o.fl. 2013).

Hveraörverur

Í matsskýrslunni frá árinu 2000 kemur fram að lífríki hvera hafi ekki verið mikið rannsakað en talið að hverasvæðin á Nesjavöllum hafa enga sérstöðu hvað varðar lífríki umfram önnur sambærileg svæði á Hengilssvæðinu. Jafnframt að búist sé við litlum áhrifum á lífríki hvera á Nesjavöllum og því ekki talin ástæða til að grípa til sérstakra mótvægisáðgerða.

Þar sem rannsóknir hitakærum örverum voru almennt skammt á veg komnar þegar virkjunin tók til starfa er og verður ógerningur að segja til um áhrif virkjunarinnar þennan þátt lífríkisins.

Dýralíf á landi

Í skýrslu Náttúrufræðistofnunar Íslands eftir Kristbjörn Egilsson o.fl. (2000) sem unnin var í tengslum við mat á umhverfisáhrifum árið 2000 kemur fram að fuglalíf hafi reynst fremur fábreytt.

Vatnalíf

Auk hitamengunarinnar vegna affallsvatnsins í grunn- og yfirborðsvatninu, sem bæði breytir eðliseiginleikum vatnsins og hefur sjónræn áhrif, er um staðbundin hitaáhrif að ræða á lífríkið í fjöruborði Þingvallavatns. Þar sem hitaáhrifin eru mest eru tegundir hryggleysingja færri, meira ber á hitapolnum tegundum og þéttleiki sumra tegundanna er minni en ella. Við væga hitamengun er þéttleiki sumra hryggleysingjategunda meiri en annars staðar (Sigurður S. Snorrason o.fl. 2011).

Í skýrslu með niðurstöðum í vöktun snefilefna í Þingvallavatni vegna Nesjavallavirkjunar, sem tekur til sjö mælinga á árunum 1989–2012, kemur fram að ekki er um tölfræðilega marktækan mun að ræða milli áhrifastaða virkjunarinnar og viðmiðunarstaða hvað varðar styrk þeirra efna í affallsvatni sem helst hafa verið talin geta haft neikvæð áhrif á lífríki vatnsins, þ.e. arsens, blýs, kadmíums og kvikasilfurs (Hilmar J. Malmquist o.fl. 2013). Hins vegar mældist óvenjuhár styrkur selens í botnseti og þar sem tengsl selens við eldvirkni er vel



þekkt var mælt til þess að selen í affallsvatni verði framvegis mælt. Fyrirhugaðar breytingar á förgun affallsvatns munu væntanlega draga úr áhrifum frá affallsvatni.

Menningarminjar

Fornleifaskráning fór fram á Nesjavöllum árið 1997 (Orri vésteinsson 1997). Fram kemur m.a. eftirfarandi: „Eini minjastaðurinn sem líklega er inni á orkuvinnslusvæðinu er s.k. Brauðhver eða Brauðhola (ÁR-474:020 (hverinn) og ÁR-474:019 (kartöflugarður)), en núlifandi heimildamenn gátu ekki sagt með vissu hvar hann var. Talið var að hann hefði horfið við framkvæmdir Hitaveitu Reykjavíkur á svæðinu.” Jafnframt segir að aðrar fornleifar séu fjær orkuvinnslusvæðinu.

Landslag

Engin umfjöllun var um áhrif framkvæmda á landslag og víðerni fyrir virkjun en við virkjunina hafa orðið töluverðar breytingar á ásýnd svæðisins.

Ekki hafa farið fram rannsóknir á þeim breytingum á landslagi sem fylgdu virkjuninni.

Samantekt

Rannsóknir á náttúru- menningarminjum í tengslum við Nesjavallavirkjun voru lengst af að mestu takmarkaðar við það sem talið var nauðsynlegt vegna sjálfrar virkjunarinnar. Ekki verður þó annað séð en að fram hafi farið allar helstu rannsóknir sem ætla má að gerð hefði verið krafa um á upphafsárum við gildistöku mats á umhverfisáhrifum. Helst hefur skort á rannsóknir á sjálfu hverasvæðinu og rannsóknir á menningarminjum sem reyndar var ekki gerð krafa um á sínum tíma.

Almennt má segja að rannsóknir vegna Nesjavallavirkjunar hafi verið í samræmi við rannsóknarkröfur á sínum tíma. Kröfur til rannsókna vegna sambærilegra framkvæmda eru orðnar töluvert meiri í dag þó enn sé þörf á meiri samræmingu milli ólíkra rannsóknarsviða og heildaryfirliti

Ábending um áhrif gufublásturs frá borholum á mosa kom fram árið 2000 (Kristbjörn Egilsson o.fl. 2000). Æskilegt hefði verið að fylgja þeirri ábendingu eftir en óljóst er hverjum ber að hafa frumkvæði að slíku.

Niðurlag

Blönduvirkjun og Nesjavallavirkjun voru reistar um sama leyti og því er fróðlegt að gera samanburð á undirbúningsrannsóknum vegna þessara tveggja ólíku virkjana. Stór hluti rannsókna vegna Blönduvirkjunar tengdist hagsmunum landeigenda vegna beitara- og veiðihlunninda en slíku var ekki til að dreifa á Nesjavöllum enda var framkvæmdaraðili jafnframt landeigandi á megin framkvæmdasvæðinu. Hluti rannsókna vegna Blönduvirkjunar var unninn að kröfu Náttúruverndarráðs en ekki er að sjá að ráðið hafi gert hliðstæðar kröfur um rannsóknir á Nesjavöllum. Í heild má segja að á vegum framkvæmdaraðila hafi



verið gerðar allar helstu rannsóknir sem ætla má krafist hefði verið fyrstu árin eftir gildistöku laga um mat á umhverfisáhrifum.

Töluvert skortir á að fyrir liggi heildstæð þekking á náttúru og menningarminjum eins og þessi tvö dæmi sýna. Þar að auki vatnar tilfinnanlega samræmi milli ólíkra rannsóknarsviða og heildaryfirlit.

Við vinnslu verkefnisins hefur komið í ljós verulegur á skortur á upplýsingum um náttúru og menningarminjar á stórum hlutum landsins. Mikið skortir á að fyrir liggi nægar rannsóknir á náttúru landsins og menningarminjum til að unnt sé að meta áhrif stórframkvæmda svo viðunandi sé. Jafnframt vantar verulega á að fyrir liggi heildstæðar rannsóknir á áhrif virkjana á náttúru og menningarminjar.

Áðurnefnd dæmi gefa innsýn í stöðu þessara mála en eru þó mjög takmörkuð einkum vegna þess hve rannsóknir voru lítt samræmdar. Þetta undirstrikar mikilvægi þess að rannsóknir og önnur gagnaöflun séu unnin með það í huga að hægt sé að leggja mat á þær breytingar sem verða í víðu samhengi.

Heimildir

Alþingi 1981. Frumvarp til laga um raforkuver. 320 mál. Þingskjal 784.

Ágústa Helgadóttir, Ásta Eyþórsdóttir & Sigurður H. Magnússon 2013. Vöktun mosapembugróðurs við Hellsheiðarvirkjun og Nesjavallavirkjun. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-13007, 78 bls.

Árni Hjartarson & Sigurður G. Kristinsson. 2011. Grunnvatn við Nesjavallavirkjun. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2011/074. 39 bls.

Benedikt Steingrímsson, Guðrún Sverrisdóttir, Hjálmar Eysteinnsson, Ómar Sigurðsson, Hjalti Franzson & Guðlaugur Hermannsson 1987. Nesjavellir, hola NJ-18. Borun, rannsóknir og vinnslueiginleikar. Orkustofnun, OS-87029/JHD-06. 118 s.

Bergur Sigfússon o.fl 2015. Solving the carbon-dioxide buoyancy challenge: The design and field testing of a dissolved CO₂ injection system. International Journal of Greenhouse Gas Control, 37. 213-219.

Borgþór Magnússon & Sigurður H. Magnússon 1992. Rannsóknir á gróðri og plöntuvali sauðfjár í beitartilraun á Auðkúluheiði. Fjölrit Rala nr. 159. 106 bls.

Einar Gunnlaugsson 1987. Eiginleikar hitaveituvatnsins og umhverfisrannsóknir. Erindi flutt á ráðstefnu VFÍ á hóteli Loftleiðum 28. janúar 1987.

Ferguson, J.W., M. Healey, P. Dugan & C. Barlow 2011. Potential effects of dams on migratory fish in the Mekong River: Lessons from salmon in the Fraser and Columbia Rivers. Environmental Management 47. 141–159.

Friðjón Már Viðarsson 1987. Sjóbleikjurannsóknir í Blöndu A-Húnavatnssýslu. Háskóli Íslands líffræðiskor. Rannsóknarverkefni. 32 bls.



- Graf, W.L. 2006. Downstream hydrologic and geomorphic effects of large dams on American rivers. *Geomorphology* 79. 336–360. <http://dx.doi.org/10.1016/j.geomorph.2006.06.022>
- Gretar Ívarsson, Ásgerður Sigurðardóttir, Birna Kristinsdóttir, Einar Örn Þrastarson, Sindri Gretarsson & Þór Þorsteinsson 2011. Yfirborðsjarðhiti á Hengilssvæðinu I. Kortlagning, lýsing efnafræði gass og náttúrulegt varmatap. Norður Hengill - Nesjavellir, Nesjalahagagil, Köldulahagagil og Hagavíkurlaugar. Orkuveita Reykjavíkur 2011-031.
- Guðmundur Pálmason 2005. Jarðhitabók. Eðli og nýting auðlindar. Hið íslenska bókmenntafélag, Reykjavík. 298 bls.
- Guðni Guðbergsson & Þórólfur Antonsson 1996. Bleikja í vötnum á veituleið Blönduvirkjunar. Samanburður fyrir og eftir virkjun Blöndu. Niðurstöður rannsókna 1988-1995. Veiðimálastofnun VMST-R/96001.
- Gylfi Páll Hersir, Grímur Björnsson & Axel Björnsson 1990. Eldstöðvar og jarðhiti á Hengilssvæði. Jarðeðlisfræðileg könnun. Orkustofnun, OS-90031/JHD-06, 93 s.
- Halldór Ármannsson, Hrefna Kristmannsdóttir & Birna Hallsdóttir 2001. Gasútbástur frá jarðhitasvæðum. Orkuþing 2001. Orkustofnun og Hollustuvernd ríkisins.
- Hákon Aðalsteinsson 1978. Plöntu- og dýralíf í vötnum á Auðkúluheiði. Orkustofnun OS-ROD 7806.
- Hilmar J. Malmquist 1998. Ár og vötn á Íslandi: Vistfræði og votlendistengsl. Í: Íslensk votlendi - verndun og nýting (Jón S. Ólafsson ritstj.). Háskólaútgáfan. Bls. 37-55.
- Hilmar J. Malmquist 2013. Miðlunarlón – hamin vötn og tamin. Bls. 384–393. Í: Vatnið í náttúru Íslands. Guðmundur Páll Ólafsson. Mál og menning. 456 bls.
- Hilmar J. Malmquist, Hrönn Ólína Jörundsdóttir, Natasa Desnica, Finnur Ingimarsson, Haraldur Rafn Ingvason, Stefán Már Stefánsson & Helga Gunnlaugsdóttir 2013. Vöktun á snefilefnum í Þingvallavatni vegna Nesjavallavirkjunar. Náttúrufræðistofa Kópavogs. Fjölrit nr. 2–2013. 24 bls.
- Hilmar J. Malmquist, Guðni Guðbergsson, Ingi Rúnar Jónsson, Jón S. Ólafsson, Finnur Ingimarsson, Erlín E. Jóhannsdóttir, Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir, Sesselja, G. Sigurðardóttir, Stefán Már Stefánsson, Iris Hansen og Sigurður S. Snorrason 2001. Vatnalífríki á virkjanaslóð. Áhrif fyrirhugaðrar Kárahnjúkavirkjunar ásamt Laugarfellsveitu, Bessastaðaárveitu, Jökulsárveitu, Hafursárveitu og Hraunaveitum á vistfræði vatnakerfa. Unnið fyrir Náttúrufræðistofnun Íslands og Landsvirkjun (LV-2001/025). 254 bls.
- Hreinn Frímansson 2001. Nesjavallavirkjun. Í: Orkumenning á Íslandi, grunnur til stefnumótunar. Erindi og veggspjöld á orkuþingi 11.–13. október 2001. Bls. 413-417. Samorka.
- HS Orka 2016. <http://www.hsorka.is/HSProduction/Svartsengi/OrkuverVI.aspx> Skoðað 20 júlí 2016.



- Hörður Kristinsson & Helgi Hallgrímsson 1977. Náttúruverndarkönnun á virkjunarsvæði Blöndu. Orkustofnun, OS-ROD 7713. 140 bls.
- Ingibjörg Svala Jónsdóttir 1984. Áhrif beitar á gróður Auðkúluheiðar. Náttúrufræðingurinn 53. 19-40
- Ingibjörg Kaldal & Skúli Víkingsson 1982. Blönduvirkjun. Jarðgrunnur á lónstæði og mat á áhrifum lónsins á jarðvegseyðingu. Orkustofnun, OS82005/VOD02, 11 bls. + myndir og kort.
- Ingvi Þorsteinsson 1980. Áhrif Blönduvirkjunar á gróður og beitarþol afréttalands vestan og austan Blöndu. Orkustofnun, OS-800033/ROD-14. 25 bls.
- Ingvi Þorsteinsson & Ólafur Arnalds 1992. The vegetation and soils of the Thingvallavatn area. Í: Pétur M. Jónasson (ritstj.). Thingvallavatn. Ecology of oligotrophic, subarctic Thingvallavatn. Oikos 64. 105–116.
- Ingvi Þorsteinsson, Ólafur Arnalds & Ása L. Aradóttir 1984. Rannsóknir á ástandi og beitarþoli gróðurlenda á Auðkúlu- og Eyvindarstaðaheiði 1983. Rala.
- Jakob K. Kristjánsson & Guðni Á. Alfreðsson 1986. Lífríki hveranna. Náttúrufræðingurinn 56. 49-68.
- Jónas Ketilsson, Héðinn Björnsson, Sæunn Halldórsdóttir & Guðni Axelsson 2009. Mat á vinnslugetu háhitasvæða. Orkustofnun 2009/09, 16 s.
- Jónas Ketilsson, Axel Björnsson, Árný Erla Sveinbjörnsdóttir, Bjarni Pálsson, Grímur Björnsson, Guðni Axelsson & Kristján Sæmundsson 2010. Eðli jarðhitans og sjálfbær nýting hans. Álitsgerð faghóps um sjálfbæra nýtingu jarðhita. Orkustofnun, OS-2010/05, 136 s.
- Kjartan G. Magnússon 1992. Birds of the Thingvallavatn area. Í: Pétur M. Jónasson (ritstj.). Thingvallavatn. Ecology of oligotrophic, subarctic Thingvallavatn. OIKOS 64. 381-395.
- Knútur Árnason, Guðmundur Ingi Haraldsson, Gunnar V. Johnsen, Gunnar Þorbergsson, Gylfi Páll Hersir, Kristján Sæmundsson, Lúðvík S. Georgsson & Snorri Páll Snorrason 1986. Nesjavellir. Jarðfræði- og jarðeðlisfræðileg könnun 1985. Orkustofnun, OS-86014/JHD-02, 125 s. + kort.
- Kristbjörn Egilsson, María Harðardóttir og Guðmundur Guðjónsson 2000. Gróðurfar og fuglalíf á landi Nesjavallavirkjunar. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-00014, 21 s.
- Kristján Sæmundsson 1992. Geology of the Thingvallavatn area. Í: Pétur M. Jónasson (ritstj.). Thingvallavatn. Ecology of oligotrophic, subarctic Thingvallavatn. OIKOS 64. 40-68.
- Landsvirkjun 2016. Blöndustöð. <http://www.landsvirkjun.is/fyrirtaekid/aflstodvar/blondustod> Skoðað 20. sept. 2016.
- Magnús Jóhannsson, Benóný Jónsson, Erna Björk Örnólfsdóttir, Sigurður Guðjónsson & Ragnhildur Magnúsdóttir 2002. Rannsóknir á lífríki Þjórsár og þveráa hennar vegna virkjana neðan Búrfells. Veiðimálastofnun, VMSTS/02001, 124 s.



- Mannvit 2001. Gerð borplans N á Þeistareykjum. ÞG-08 2011. Verklýsing. http://thingeyjarsveit.is/files/Skra_0049285.pdf Skoðað 29. sept. 2016.
- Orkustofnun Vatnamælingar 2003. Gagnabanki Vatnamælinga, afgreiðsla nr. 2004/01, vhm 054 Blanda; Langamýri árin 1974-2003.
- Ólafur G. Flóvenz 2006. Blekkingar um Hellsheiðarvirkjun. Morgunblaðið 24. október 2006.
- Pétur M. Jónasson (ritstj.) 1992. Thingvallavatn. Ecology of oligotrophic, subarctic Thingvallavatn. OIKOS 64. 1-437.
- Pétur M. Jónason & Páll Hersteinsson (ritstj.) 2002. Þingvallavatn. Undraheimur í mótun. Mál og Menning, Reykjavík. 303 s.
- Poff, N.L., J.D. Allan, M.B. Bain, J.R. Karr, K.L. Prestegard, B.D. Richter, R.P. Sparks & J.C. Stromberg 1997. The natural flow regime: a paradigm for river conservation and restoration. BioScience 47, 769-784.
- Rannsóknastofnun landbúnaðarins 1990a. Gróður- og jarðakort. Hellsheiði 1613 II SV. 1:25.000.
- Rannsóknastofnun landbúnaðarins 1990b. Gróður- og jarðakort. Úlfjótsvatn 1613 II SA. 1:25.000.
- Sigmundur Einarsson, Lilja Karlsdóttir & Ólafur A. Jónsson 2004. Blönduvirkjun: Úttekt á umhverfisáhrifum. Almenna verkfræðistofan/Landsvirkjun, LV-2004/099, 86 s.
- Sigurður Guðjónsson 1991. Ár á Blönduheiðum. Rannsóknir á fiskstofnum og fiskræktarmöguleikum. Samantekt rannsókna 1981-1990. Veiðimálastofnun VMSTR/91006X.
- Sigurður Guðjónsson 1993. Fiskirannsóknir í Blöndu vegna virkjunar. Staða og horfur. Veiðimálastofnun.
- Sigurjón Rist 1990. Vatns er þörf. Bókaútgáfa Menningarsjóðs, 248 bls.
- Sinton, J., Kristján Sæmundsson & Karl Grönvold 2005. Postglacial eruptive history of the Western Volcanic Zone, Iceland. Geochem. Geophys. Geosyst., 6, Q12009, doi:10.1029/2005GC001021.
- Skipulagsstofnun 2002. Stækkun Nesjavallavirkjunar úr 90 í 120 MWe. Ákvörðun um matsskyldu. <http://www.skipulag.is/media/attachments/Umhverfismat/445/2002070040.PDF> Skoðað 19. júlí 2016.
- Skúli Skúlason & Haraldur Rafn Ingvason 2013. Evaluation of available research on salmonids in the river Þjórsá in S-Iceland and proposed countermeasures and mitigation efforts in relation to three proposed hydroelectric power plants in the lower part of the river. Verkefnisstjórn 3. áfanga áætlunar um vernd og nýtingu náttúrusvæða. 33 bls.



- Skúli Víkingsson & Sigbjörn Guðjónsson 1984. Blönduvirkjun. Farvegur Blöndu neðan Eiðsstaða. I Landmótun og árset. Orkustofnun, OS-84046/VOD-06, 48 bls.
- Snorri Páll Kjarran, Davíð Egilson, Árni Gunnarsson & Einar Gunnlaugsson 1989. Groundwater contamination of geothermal wastewater at Nesjavellir, Iceland. Í: G. Jousma o.fl. (ritstj.). Groundwater contamination: Use of models in decision-making, 513-522. Kluwer Academic Publishers.
- Stefán Arnórsson 2011. Jarðhiti á Íslandi. Eðli auðlindar og ending. Verklag við undirbúning að vinnslu. Umhverfisáhrif af nýtingu. 42 s. Viðauki í: Sveinbjörn Björnsson (ritstj.). Niðurstöður 2. áfanga rammaáætlunar. Verkefnisstjórn rammaáætlunar um vernd og nýtingu náttúrusvæða með áherslu á vatnsafl og jarðhita.
- Stefán Gíslason (ritstj.) 2016. Lokaskýrsla verkefnisstjórnar 3. áfanga verndar- og orkunýtingaráætlunar 2013-2017. Verkefnisstjórn 3. áfanga verndar- og orkunýtingaráætlunar/Umhverfis- og auðlindaráðuneytið, 367 bls.
- Svanur Pálsson & Guðmundur H. Vigfússon 1999. Framburður svifaus í Blöndu. Orkustofnun, OS- 99080.
- Verkfræðistofa Guðmundar og Kristjáns 2000. Nesjavallavirkjun, áfangi 4b. Stækkun rafstöðvar úr 76 í 90 MW. Mat á umhverfisáhrifum. 115 s. + kort og myndir.
- Þorleifur Einarsson 1968. Saga bergs og lands. Mál og menning, 535 s.
- Þorleifur Eiríksson & Sigmundur Einarsson 2016. Samþætt mat á fjölbreytni náttúru og menningarminja. RORUM/Náttúruminjasafn Íslands, NMSI 2015 001. 20 s.



Viðauki: Gagnaskrá

Blönduvirkjun

Alþingi 1981. 784. Frumvarp til laga. <http://www.althingi.is/alttext/103/s/pdf/0784.pdf>
Skoðað 1. 10. 2016.

Arnþór Garðarsson 1979. Vistfræðileg flokkun íslenskra vatna. Týli 9. 1-10.

Ágúst Guðmundsson, Birgir Jónsson & Björn Harðarson 1982. Blönduvirkjun. Jarðfræðirannsóknir I. Almenn jarðfræði og mannvirkjajarðfræði. Orkustofnun, OS82090/VOD14, 249 bls.

Árni J. Óðinsson & Vigfús Jóhannsson 1989. Athugun á botndýralífi og fæðu fiska í vatnakerfi Blöndu. Veiðimálastofnun, VMST-R/89023.

Ása L. Aradóttir, Ingvi Þorsteinsson & Kristjana Guðmundsdóttir 1987. Í: Tryggvi Gunnarsson (ritstj.) Rannsóknir á uppgræðslusvæðum á Auðkúlu- og Eyvindarstaðaheiði. Áfangaskýrsla 1986 til Landsvirkjunar. Fjölrit Rala 123. 2-29.

Áskell Heiðar Áskelsson 2001. Gönguleiðir í Austur-Húnavatnssýslu og Skagafirði. Frá Skagafirði til Vatnsdals. Landakort í mælikvarðanum 1:100.000.

Áslaug Helgadóttir 1991. Grasstofnar á Auðkúlu- og Eyvindarstaðaheiði. Í: Ingvi Þorsteinsson (ritstj.). Uppgræðsla á Auðkúluheiði og Eyvindarstaðaheiði 1981-1989. Fjölrit RALA nr. 151.

Áslaug Helgadóttir, Grétar Einarsson, Ingvi Þorsteinsson, Kristjana Guðmundsdóttir & Þorsteinn Tómasson 1982. Uppgræðslutilraunir á Auðkúlu- og Eyvindarstaðaheiði: Áfangaskýrsla 1982. Fjölrit Rala nr. 95. 35 bls.

Áslaug Helgadóttir & Þorsteinn Tómasson 1984. Tilraunir með tegundir og stofna grasa á Auðkúluheiði og Eyvindarstaðaheiði. Í: Ingvi Þorsteinsson (ritstj.). Uppgræðslutilraunir á Auðkúlu- og Eyvindarstaðaheiði og beitartilraun á Auðkúluheiði: Áfangaskýrsla 1983. Rala, bls. 22-29.

Birgir Jónsson 1976. Blönduvirkjun. Rennsli Blöndu í Langadal. Lauslegur samanburður á hugsanlegum flóðum í Blöndu í Langadal með og án virkjunar miðað við árin 1950-1975. OS-ROD-7632, 6 bls. + kort.

Borgþór Magnússon 1995. Gróðurbreytingar í mólendi við Blöndulón. Áfangaskýrsla til Landsvirkjunar 1993-1994. Rala, 60 bls.

Borgþór Magnússon 2003. Grunnvatn, gróður og strandmyndun við Blöndulón. Áfangaskýrsla til Landsvirkjunar 1998-2002. Rala, 94 bls.

Borgþór Magnússon & Ásrún Elmarsdóttir 1999. Frá Blöndulóni að Norðlingaöldu. Breytingar á jarðvatnsstöðu og gróðri við miðlunarlón. Skýrsla til Landsvirkjunar. Rannsóknastofnun landbúnaðarins, Umverfissvið, 61 bls.



- Borgþór Magnússon & Sigurður H. Magnússon 1992. Rannsóknir á gróðri og plöntuvali sauðfjár í beitartilraun á Auðkúluheiði. Fjölrit Rala nr. 159. 106 bls.
- Einar E. Gíslason 1978. Landnýtingartilraunir á Auðkúluheiði. Ráðunautafundur 1978. Bls. 359-374.
- Ferguson, J.W., M. Healey, P. Dugan & C. Barlow 2011. Potential effects of dams on migratory fish in the Mekong River: Lessons from salmon in the Fraser and Columbia Rivers. *Environmental Management* 47. 141–159.
- Finnur Garðarsson & Þórólfur Antonsson 1984. Seiðarannsóknir í vatnakerfi Blöndu árin 1981 og 1983. Framvinduskýrsla. Veiðimálastofnun.
- Finnur Guðmundsson & Geir Gígja 1942. Vatnakerfi Blöndu. Atvinnudeild Háskólans. Rit Fiskdeildar 1942 nr. 1. 48 bls.
- Flosi Hrafn Sigurðsson & Eyjólfur Þorbjörnsson 1979. Um veðurfarsleg áhrif Blöndulóns og greinargerð Orkustofnunar um það efni. Orkustofnun, OS-79038/ROD14. 47 bls.
- Friðjón Már Viðarsson 1987. Sjóbleikjurannsóknir í Blöndu A-Húnavatnssýslu. Háskóli Íslands, líffræðiskor. Rannsóknarverkefni. 32 bls.
- Friðjón Már Viðarsson & Sigurður Guðjónsson 1991. Rannsóknir á göngufiski í vatnakerfi Blöndu 1991. Veiðimálastofnun VMSTR/91026X.
- Friðjón Már Viðarsson & Sigurður Guðjónsson 1993. Rannsóknir á göngufiski í vatnakerfi Blöndu 1992. Veiðimálastofnun VMSTR/93004.
- Friðjón Már Viðarsson & Sigurður Guðjónsson 1994. Rannsóknir á göngufiski í vatnakerfi Blöndu 1993. Veiðimálastofnun VMSTR/94009X.
- Gísli M. Gíslason, Hákon Aðalsteinsson, Íris Hansen, Jón S. Ólafsson & Kristín Svavarsdóttir 2001. Longitudinal changes in macroinvertebrate assemblages along a glacial river system in central Iceland. *Freshwater Biology* 46. 1737-1751.
- Graf, W.L. 2006. Downstream hydrologic and geomorphic effects of large dams on American rivers. *Geomorphology* 79. 336–360. <http://dx.doi.org/10.1016/j.geomorph.2006.06.022>
- Guðmundur Jósafatsson 1985. Afrétt Bólhlíðinga. Landslag og gróðurlýsing. Í: Bragi Sigurjónsson (ritstj.). Göngur og Réttir III. Hnappadalssýsla-Húnavatnssýslur. Önnur prentun aukin og endurbætt. Bls. 297-314.
- Guðni Guðbergsson, Sigurður Guðjónsson & Þórólfur Antonsson 1995. Rannsóknir á bleikju í Blöndulóni og seiðamælingar í aðliggjandi ám. Veiðimálastofnun VMST-R/95002X.
- Guðni Guðbergsson & Þórólfur Antonsson 1996. Bleikja í vötnum á veituleið Blönduvirkjunar. Samanburður fyrir og eftir virkjun Blöndu. Niðurstöður rannsókna 1988-1995. Veiðimálastofnun VMST-R/96001.
- Guðni Guðbergsson & Þórólfur Antonsson 1997. Bleikja á Auðkúluheiði. Náttúrufræðingurinn 67(2). 105-124.



- Hákon Aðalsteinsson 1975. Auðkúluheiði. Frumathugun á vötnum og forsendur frekari rannsókna. Orkustofnun OS-ROD-7520.
- Hákon Aðalsteinsson 1978. Plöntu- og dýralíf í vötnum á Auðkúluheiði. Orkustofnun OS-ROD 7806.
- Hákon Aðalsteinsson 1979. Greinargerð um hugsanleg áhrif Blöndulóns á staðarveðurfar. Birt sem viðauki í: Flosi Hrafn Sigurðsson & Eyjólfur Þorbjörnsson 1979. Um veðurfarsleg áhrif Blöndulóns og greinargerð Orkustofnunar um það efni. Orkustofnun, OS79038/ROD14.
- Hákon Aðalsteinsson 1991. Rannsóknir á Blöndu og þverám hennar. Orkustofnun HA/90-02.
- Hákon Aðalsteinsson 1998. Votlendi í virkjunarlónum. Í: Jón S. Ólafsson (ritstj.). Íslensk votlendi verndun og nýting. Háskólaútgáfan. Bls. 259-268.
- Halldór Þorgeirsson, Ólafur Arnalds & Grétar Einarsson 1981. Uppgræðslutilraunir á Auðkúlu- og Eyvindarstaðaheiði: Áfangaskýrsla 1981. Fjölrit Rala 83. 25 bls.
- Hallgrímur Jónasson 1971. Kjalvegur hinn forni. Árbók Ferðafélags Íslands 1971. 195 bls.
- Herdís Friðriksdóttir 2000. Uppgræðsla Landsvirkjunar 1968-1999. Þjórsár- og Tungnaárvæði, Auðkúlu- og Eyvindarstaðaheiði, Krákárbotnar. Landsvirkjun. Bls. 16-31.
- Hilmar J. Malmquist 2013. Miðlunarlón – hamin vötn og tamin. Bls. 384–393. Í: Vatnið í náttúru Íslands. Guðmundur Páll Ólafsson. Mál og menning. 456 bls.
- Hólmfríður Sigurðardóttir 1991. Athuganir á stökkmor (Collembola) í uppgræðslusvæðum á virkjunarsvæði Blöndu á Auðkúluheiði. Í: Ingvi Þorsteinsson (ritstj.). Uppgræðsla á Auðkúluheiði og Eyvindarstaðaheiði 1981-1989, Fjölrit RALA nr. 151. 77-87.
- Hugrún Gunnarsdóttir, Arnór Þ. Sigfússon, Áki Thoroddsen, Elín Vignisdóttir, Hörn Hrafnisdóttir & Snorri Gíslason 2014. Virkjanir á veituleið Blönduvirkjunar. Mat á umhverfisáhrifum. Frummatsskýrsla. Landsvirkjun, LV-2014-041. 163 bls. + viðaukar .
- Hönnun, VST & Stuðull 2001. Miðlunarlón vatnsaflsvirkjana. Athugun á rofi og setburði. Áfangaskýrsla. Landsvirkjun, LV-2001/016, 18 bls. + viðaukar.
- Hörður Kristinsson & Helgi Hallgrímsson 1977. Náttúruverndarkönnun á virkjunarsvæði Blöndu. Orkustofnun, OS-ROD 7713. 140 bls.
- Ingi Rúnar Jónsson & Sigurður Guðjónsson 2000. Vatnakerfi Blöndu 2000. Seiðabúskapur og hitamælingar. Veiðimálastofnun VMST-R/0021X.
- Ingi Rúnar Jónsson & Sigurður Guðjónsson 2002. Vatnakerfi Blöndu 2001: Göngufiskur og veiði. Veiðimálastofnun VMST-R/0201X.
- Ingibjörg Svala Jónsdóttir 1984. Áhrif beitar á gróður Auðkúluheiðar. Náttúrufræðingurinn 53. 19-40.
- Ingibjörg Kaldal & Skúli Víkingsson 1982. Blönduvirkjun. Jarðgrunnur á lónstæði og mat á áhrifum lónsins á jarðvegseyðingu. Orkustofnun, OS82005/VOD02, 11 bls. + myndir og kort.



- Ingvi Þorsteinsson 1972. Gróðurvernd. Rit Landverndar 2. 128 bls.
- Ingvi Þorsteinsson 1980. Áhrif Blönduvirkjunar á gróður og beitarpól afréttalands vestan og austan Blöndu. Orkustofnun, OS800033/ROD14. 25 bls.
- Ingvi Þorsteinsson 1991. Inngangur. Í: Ingvi Þorsteinsson (ritstj.). Uppgræðsla á Auðkúluheiði og Eyvindarstaðaheiði 1981-1989, Fjölrit RALA nr. 151. 7-9.
- Ingvi Þorsteinsson 1991. Fjárfjöldi og ítala á heiðunum. Í: Ingvi Þorsteinsson (ritstj.). Uppgræðsla á Auðkúluheiði og Eyvindarstaðaheiði 1981-1989, Fjölrit RALA nr. 151. 21.
- Ingvi Þorsteinsson 1991. Uppgræðsla á heiðunum. Í: Ingvi Þorsteinsson (ritstj.). Uppgræðsla á Auðkúluheiði og Eyvindarstaðaheiði 1981-1989, Fjölrit RALA nr. 151. 22-33.
- Ingvi Þorsteinsson 1991. Áburðartilraunir á uppgræðslusvæðunum árin 1985-1989. Í: Ingvi Þorsteinsson (ritstj.). Uppgræðsla á Auðkúluheiði og Eyvindarstaðaheiði 1981-1989, Fjölrit RALA nr. 151. 34-49.
- Ingvi Þorsteinsson 1991. Yfirlit um árangur uppgræðslunnar. Í: Ingvi Þorsteinsson (ritstj.). Uppgræðsla á Auðkúluheiði og Eyvindarstaðaheiði 1981-1989, Fjölrit RALA nr. 151. 129-130.
- Ingvi Þorsteinsson, Ása L. Aradóttir & Kristjana Guðmundsdóttir 1986. Uppgræðsla á Auðkúlu- og Eyvindarstaðaheiði. Í: Rannsóknir á Uppgræðslusvæðum á Auðkúlu- og Eyvindarstaðaheiði og beitartilraun á Auðkúluheiði. Rala. Áfangaskýrsla 1985. Bls. 5-29.
- Ingvi Þorsteinsson, Halldór Þorgeirsson & Kristjana Guðmundsdóttir 1989. Rannsóknir á uppgræðslusvæðum á Auðkúlu- og Eyvindarstaðaheiði. Rala. Áfangaskýrsla 1988 til Landsvirkjunar. 59 bls.
- Ingvi Þorsteinsson & Kristjana Guðmundsdóttir 1985. Uppgræðsla á Auðkúlu- og Eyvindarstaðaheiði. Í: Rannsóknir á uppgræðslu, ástandi og beitarpóli gróðurs á Auðkúlu- og Eyvindarstaðaheiði. Rala. Áfangaskýrsla 1984. Bls. 5-15.
- Ingvi Þorsteinsson, Ólafur Arnalds & Ása L. Aradóttir 1984. Rannsóknir á ástandi og beitarpóli gróðurlenda á Auðkúlu- og Eyvindarstaðaheiði 1983. Rala.
- Ingvi Þorsteinsson, Sigurður H. Magnússon & Kristjana Guðmundsdóttir 1988. Uppgræðsla á Auðkúlu- og Eyvindarstaðaheiði. Í: Tryggvi Gunnarsson (ritstj.). Rannsóknir á uppgræðslusvæðum á Auðkúlu- og Eyvindarstaðaheiði. Áfangaskýrsla 1987 til Landsvirkjunar. Fjölrit Rala 129. 2-58
- Kolbeinn Árnason & Ásmundur Eiríksson 1992. Fjarkönnunarmælingar á uppgræðslusvæðum Landsvirkjunar á Auðkúluheiði og Eyvindarstaðaheiði sumarið 1991. Stærð og ástand uppgræðslusvæða. Upplýsinga- og merkjafræðistofa Háskólans.
- Landmælingar Íslands 1975. Gróðurkort af virkjunarsvæði Blöndu 1:40000. Byggt á kortagrunni Orkustofnunar í mkv. 1:20000. Gróðurlendi samkvæmt greiningu Rannsóknarstofnunar landbúnaðarins 1965.



- Montén, E. 1982. Um áhrif virkjunarmannvirkja á göngufisk. Orkustofnun OS-82024/VOD03, 38 bls.
- Ólafur Arnalds, Elín Fjóra Þórarinsdóttir, Sigmar Metúsalemsson, Ásgeir Jónsson, Einar Grétarsson & Arnór Árnason 1997. Jarðvegsrof á Íslandi. Landgræðsla ríkisins/Rannsóknastofnun landbúnaðarins. 157 bls.
- Ólafur Arnalds & Friðrik Pálmason 1986. Jarðvegur í landgræðslutilraunum á virkjunarsvæði Blöndu, Fjölrit Rala nr. 118. 21 bls.
- Ólafur Guðmundsson, Berglind Hilmarsdóttir & Gunnar Ríkharðsson 1984. Beitartilraun á Auðkúluheiði. Í: Ingi Þorsteinsson (ritstj.). Uppgræðslutilraunir á Auðkúlu- og Eyvindarstaðaheiði og beitartilraun á Auðkúluheiði: Áfangaskýrsla 1983. Fjölrit Rala nr. 105. 35-49.
- Poff, N.L., J.D. Allan, M.B. Bain, J.R. Karr, K.L. Prestegard, B.D. Richter, R.P. Sparks & J.C. Stromberg 1997. The natural flow regime: a paradigm for river conservation and restoration. BioScience 47, 769-784.
- Sigmundur Einarsson, Lilja Karlsdóttir & Ólafur A. Jónsson 2004. Blönduvirkjun: Úttekt á umhverfisáhrifum. Almenna verkfræðistofnan/Landsvirkjun, LV-2004/099, 86 s.
- Sigurður Guðjónsson 1986. Horfur á laxgengd í Blöndu sumarið 1986. Veiðimálastofnun VMST 86012.
- Sigurður Guðjónsson 1991. Ár á Blönduheiðum. Rannsóknir á fiskstofnum og fiskræktarmöguleikum. Samantekt rannsókna 1981-1990. Veiðimálastofnun VMSTR/91006X.
- Sigurður Guðjónsson 1993. Fiskirannsóknir í Blöndu vegna virkjunar. Staða og horfur. Veiðimálastofnun.
- Sigurður Guðjónsson 1993. Veiðistaðir í Blöndu í Langadal. Veiðimálastofnun VMST/93018X.
- Sigurður Guðjónsson & Friðjón Már Viðarsson 1994. Fiskræktartilraunir í vatnakerfi Blöndu fram til 1994. Veiðimálastofnun VMSTR/94002X.
- Sigurður Guðjónsson & Guðni Guðbergsson 1996. Vistgerð íslenskra áa og vatna, útbreiðsla og stofngerðir fiska. Freyr 92 (11). 444-450.
- Sigurður Guðjónsson & Ingi Rúnar Jónsson 2000. Vatnakerfi Blöndu 2000, Göngufiskur og veiði. Veiðimálastofnun VMST-R/0022X.
- Sigurður H. Magnússon & Borgþór Magnússon 1995. Uppgræðsla á Auðkúlu- og Eyvindarstaðaheiði, Mat á ástandi gróðurs sumarið 1994, Skýrsla til Landsvirkjunar. Rannsóknastofnun landbúnaðarins. 34 bls.
- Sigurjón Rist 1990. Vatns er þörf. Bókaútgáfa Menningarsjóðs, 248 bls.
- Skúli Víkingsson & Sigbjörn Guðjónsson 1984. Blönduvirkjun. Farvegur Blöndu neðan Eiðsstaða. I Landmótun og árset. Orkustofnun, OS-84046/VOD-06, 48 bls.



- Stefán H. Sigfússon & Sveinn Runólfsson 1985. Framkvæmd uppgræðslu á Auðkúlu- og Eyvindarstaðaheiði. Áfangaskýrsla 1985. Skýrsla Landgræðslu ríkisins til Landsvirkjunar. 7 bls.
- Stefán H. Sigfússon & Sveinn Runólfsson 1986. Framkvæmd uppgræðslu á Auðkúlu- og Eyvindarstaðaheiði, Áfangaskýrsla 1986. Skýrsla Landgræðslu ríkisins til Landsvirkjunar. 7 bls.
- Stefán H. Sigfússon & Sveinn Runólfsson 1987. Framkvæmd uppgræðslu á Auðkúlu- og Eyvindarstaðaheiði, Áfangaskýrsla 1987. Skýrsla Landgræðslu ríkisins til Landsvirkjunar. 9 bls.
- Stefán H. Sigfússon & Sveinn Runólfsson 1988. Framkvæmd uppgræðslu á Auðkúlu- og Eyvindarstaðaheiði, Áfangaskýrsla 1988. Skýrsla Landgræðslu ríkisins til Landsvirkjunar. 8 bls.
- Stefán H. Sigfússon & Sveinn Runólfsson 1990. Framkvæmd uppgræðslu á Auðkúlu- og Eyvindarstaðaheiði, Áfangaskýrsla 1990. Skýrsla Landgræðslu ríkisins til Landsvirkjunar. 8 bls.
- Svanur Pálsson & Guðmundur H. Vigfússon 1999. Framburður svifaura í Blöndu. Orkustofnun, OS-99080.
- Sædís Gunnarsdóttir 1991. Menningarminjar í Austur-Húnavatnssýslu. Svæðisskráning. Fornleifar í Svínavatnshreppi og Bólstaðarhlíðarhreppi). Fornleifafræðistofnun Íslands. FS148- 01131.
- Þorsteinn Guðmundsson 1991. Jarðvegsrannsóknir á tilraunasvæðunum. Í: Ingvi Þorsteinsson (ritstj.). Uppgræðsla á Auðkúluheiði og Eyvindarstaðaheiði 1981-1989, Fjölrit RALA nr. 151, bls. 51-70.
- Þórólfur Antonsson & Guðni Guðbergsson 1989. Fiskifræðilegar rannsóknir á sjö vötnum á Auðkúluheiði 1988. Veiðimálastofnun VMST-R/89002X.
- Verkfæðistofa Sigurðar Thoroddsen 1957. Álitsgerðir um 100.000 kW virkjanir við: Sultartanga í Þjórsá, Búrfell í Þjórsá, Þórisvatn, Vatnsdalsá með Blöndu, Laxá í S-Þingeyjarsýslu, Jökulsá á Fjöllum.
- Verkfæðistofa Sigurðar Thoroddsen 1968. Virkjunarrannsóknir á vatnasviðum Vatnsdalsár, Blöndu og Eystri-Jökulsár í Skagafirði.
- Verkfæðistofa Sigurðar Thoroddsen 1973. Áætlun um virkjun Blöndu. Framvinduskýrsla, Orkustofnun.
- Verkfæðistofa Sigurðar Thoroddsen 1975. Vatnsdalsá, Blanda, Héraðsvötn. Virkjunarathuganir 1967-1974. Orkustofnun, OS-ROD-7506.
- Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen 1995. Stækkun Blöndulóns. Umhverfisáhrif, frumathugun.



- Victor Helgason 1999. Samantekt um athugun á jarðvegsrofi við Blöndulón. Orðsending 26.04.1999. Landsvirkjun, Verkfræði- og framkvæmdasvið.
- Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen 1975a. Virkjun Blöndu I. Frumáætlun um 135 MW virkjun. Orkustofnun, OS-ROD-7521.
- Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen 1975b. Virkjun Blöndu II. Samanburðaráætlunir. Orkustofnun, OS-ROD-7524.
- Þóra Ellen Þórhallsdóttir 1991. Áhrif áburðar og sáningar á gróður í tilraunareitum á Auðkúlu- og Eyvindarstaðaheiði og eftirverkun áburðargjafar. Í: Ingvi Þorsteinsson (ritstj.). Uppgræðsla á Auðkúluheiði og Eyvindarstaðaheiði 1981-1989. Fjölrit RALA nr. 151, bls. 89-103.
- Örn D. Jónsson 1990. Blönduvirkjun og atvinnulíf Norðurlands vestra. Unnið fyrir Landsvirkjun.



Nesjavallavirkjun

- Andrés Þórarinnsson 2015. H₂S loftgæðamælingar við Hellisheiðarvirkjun og við Nesjavallavirkjun. Skýrsla um mælingar fyrir janúar, febrúar og mars árið 2015. Skýrsla nr. 13. Verkfræðistofan Vista.
- Arnþór Garðason 2002. Könnun á fuglalífi á Hengli og Hellisheiði vorið 2001. Líffræðistofnun Háskólans, fjölrit nr. 58. Reykjavík: Háskóli Íslands.
- Ágústa Helgadóttir, Ásta Eyþórsdóttir & Sigurður H. Magnússon 2013. Vöktun mosapembugróðurs við Hellisheiðarvirkjun og Nesjavallavirkjun. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-13007, 78 bls.
- Árni Hjartarson & Sigurður G. Kristinnsson. 2011. Grunnvatn við Nesjavallavirkjun. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR- 2011/074. 39 bls.
- Ásrún Elmarsdóttir, Erling Ólafsson, Guðmundur Guðjónsson, Hörður Kristinnsson, Kristinn Haukur Skarphéðinsson, Olga Kolbrún Vilmundardóttir & Rannveig Thoroddsen 2009. Gróður, fuglar og smádyr á 18 háhitasvæðum - Samantekt fyrirbyggjandi gagna. NI-09015, 144 s. + 17 kort.
- Benedikt Steingrímsson, Guðrún Sverrisdóttir, Hjálmar Eysteinnsson, Ómar Sigurðsson, Hjalti Franzson & Guðlaugur Hermannsson 1987. Nesjavellir, hola NJ-18. Borun, rannsóknir og vinnslueiginleikar. Orkustofnun, OS-87029/JHD-06. 118 s.
- Bergur Sigfússon o.fl 2015. Solving the carbon-dioxide buoyancy challenge: The design and field testing of a dissolved CO₂ injection system. International Journal of Greenhouse Gas Control, 37. 213-219.
- Einar Gunnlaugsson 1987. Eiginleikar hitaveituvatnsins og umhverfisrannsóknir. Erindi flutt á ráðstefnu VFÍ á hóteli Loftleiðum 28. janúar 1987.
- Gretar Ívarsson 1996. Jarðhitagas á Hengilssvæðinu. Söfnun og greining 1993-1995. Skýrsla. Hitaveita Reykjavíkur.
- Gretar Ívarsson 1998. Fumeroles gas geochemistry in estimating subsurface temperatures at Hengill in south-western Iceland. Proceedings, of the 9th Symposium on Water-Rock Interaction, Balkema, 459- 462.
- Gretar Ívarsson 2006. Yfirborðshiti á sunnan- og austanverðu Hengilssvæðinu. Lýsingar, mælingar og ljósmyndir. Orkuveita Reykjavíkur, skýrsla nr. 2006-27. Reykjavík.
- Gretar Ívarsson, Ásgerður Sigurðardóttir, Birna Kristinsdóttir, Einar Örn Þrastarson, Sindri Gretarsson & Þór Þorsteinsson 2011. Yfirborðsjarðhiti á Hengilssvæðinu I. Kortlagning, lýsing efnafræði gass og náttúrulegt varmatap. Norður Hengill - Nesjavellir, Nesjalaugagil, Köldulaugagil og Hagavíkurlaugar. Orkuveita Reykjavíkur 2011-031.
- Grímur Björnsson 2007. Endurskoðað hugmyndalíkan af jarðhitakerfum í Hengli og einfalt mat á vinnslugetu nýrra borsvæða. Nýjar virkjanir 3 – 2007. Orkuveita Reykjavíkur. 65 s.



- Grímur Björnsson & Arnar Hjartarson 2003. Reiknilíkan af jarðhitakerfum í Hengli og spár um framtíðarástand við allt að 129 MW rafmagnsframleiðslu á Hellisheiði og 120 MW á Nesjavöllum. Íslenskar orkurannsóknir ÍSOR-2003/009 150 s. Gretar Ívarsson 1996: Jarðhitagas á Hengilssvæðinu. Söfnun og greining 1993-1995. Skýrsla. Hitaveita Reykjavíkur.
- Grímur Björnsson & Arnar Hjartarson 2005. Nesjavallavirkjun. Endurkvörðun reiknilíkans og spár um viðbrögð jarðhitakerfis við stækkun raforkuvers úr 120 í 150 MW. Íslenskar orkurannsóknir ÍSOR-2005/001 82 s.
- Grímur Björnsson, Einar Gunnlaugsson & Arnar Hjartarson 2006. Applying the Hengill geothermal reservoir model in power plant decision making and environmental impact studies. Proceedings of TOUGH symposium 2006, Lawrence Berkeley Laboratory, Berkeley, Ca, 11 s.
- Guðmundur Guðjónsson & Kristbjörn Egilsson 2006. Gróðurkort af fjórum svæðum á Hellisheiði og nágrenni. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-06017. Reykjavík: Náttúrufræðistofnun Íslands.
- Guðmundur Guðjónsson, Kristbjörn Egilsson & Kristinn Haukur Skarphéðinsson 2005. Gróður og fuglar á Hengilssvæði og Hellisheiði. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-05008. Reykjavík: Náttúrufræðistofnun Íslands.
- Guðmundur Pálmason 2005. Jarðhitabók. Eðli og nýting auðlindar. Hið íslenska bókmenntafélag, Reykjavík. 298 bls.
- Gunnar Steinn Jónsson 1984. Vistfræðileg rannsókn á botnþörungum í Þorsteinsvík í Þingvallavatni. Unnið fyrir Hitaveitu Reykjavíkur vegna hugsanlegra áhrifa virkjunar jarðhita á Nesjavöllum á lífverur í Þingvallavatni. Hitaveita Reykjavíkur, 1984.
- Gylfi Páll Hersir, Grímur Björnsson & Axel Björnsson 1990. Eldstöðvar og jarðhiti á Hengilssvæði. Jarðeðlisfræðileg könnun. Orkustofnun, OS-90031/JHD-06, 93 s.
- Gylfi Páll Hersir, Knútur Árnason & Benedikt Steingrímsson 2009. Exploration and development of the hengill geothermal field. Presented at "Short Course on Surface Exploration for Geothermal Resources", organized by UNU-GTP and LaGeo, in Ahuachapan and Santa Tecla, El Salvador, 17-30 October, 2009. 12 s.
- Halldór Ármannsson, Hrefna Kristmannsdóttir & Birna Hallsdóttir 2001. Gasútbástur frá jarðhitasvæðum. Orkuþing 2001. Orkustofnun og Hollustuvernd ríkisins.
- Halldór Ármannsson, Þráinn Friðriksson & Bjarni R. Kristjánsson 2005. CO₂ emissions from geothermal power plants and natural geothermal activity in Iceland. Geothermics, 34. 286-29.
- Hilmar J. Malmquist 2015. Jarðvarmavirkjanir og áhrif á lífríki og vatnsgæði: Affallsvatn frá Nesjavallavirkjun og Þingvallavatn. Erindi á málþingi á vegum Fjöreggs í Skjólbrekku, Mývatnssveit, 7. nóv. 2015. http://nmsi.is/wp-content/uploads/2014/02/Jar%C3%B0varmavirkjun-%C3%9Eingvallavatn_07.11.2015.pdf



- Hilmar J. Malmquist, Finnur Ingimarsson, Haraldur Rafn Ingvason, Stefán Már Stefánsson & Þóra Hrafnadóttir 2012. Vöktun á lífríki og vatnsgæðum Þingvallavatns. Yfirlit yfir fimm fyrstu vöktunarárin 2007–2011 og samanburður við eldri gögn. Náttúrufræðistofa Kópavogs. Fjölrit nr. 3-2012. 67 bls. (English summary).
- Hilmar J. Malmquist, Hrönn Ólína Jörundsdóttir, Natasa Desnica, Finnur Ingimarsson, Haraldur Rafn Ingvason, Stefán Már Stefánsson & Helga Gunnlaugsdóttir. 2013. Vöktun á snefilefnum í Þingvallavatni vegna Nesjavallavirkjunar. Náttúrufræðistofa Kópavogs. Fjölrit nr. 2–2013. 24 bls. (English summary).
- Hjalti Sigurjónsson 2007. Dreifingarspá fyrir brennisteinsvetni frá virkjunum á Nesjavöllum og Hellisheiði. Verkfræðistofan Vatnaskil.
- Hólmfríður Sigurðardóttir 2013. Vatnsvernd og gæði vatns. Erindi flutt á ráðstefnunni Umhverfismengun á Íslandi – vatn og vatnsgæði á degi vatnsins 22. mars 2013.
- Hrefna Kristmannsdóttir & Halldór Ármannsson 2001. Umhverfismál jarðhitavirkjana. Í: Orkumenning á Íslandi, grunnur til stefnumótunar. Erindi og veggspjöld á orkuþingi 11.–13. október 2001. Bls. 466-471. Samorka.
- Hrefna Kristmannsdóttir & Halldór Ármannsson 2003. Environmental aspects of geothermal energy utilization. *Geothermics* 32: 451-461.
- Hreinn Frímannsson 2001. Nesjavallavirkjun. Í: Orkumenning á Íslandi, grunnur til stefnumótunar. Erindi og veggspjöld á orkuþingi 11.–13. október 2001. Bls. 413-417. Samorka.
- Ingi Gunnarsson, Edda Sif Aradóttir, Bergur Sigfússon, Einar Gunnlaugsson & Bjarni Már Júlíusson 2013. Geothermal gas emission from Hellisheiði and Nesjavellir power plants, Iceland. *GRC Transactions* 37, 785-789.
- Ívar Baldvinsson, Þóra H. Þórisdóttir & Jónas Ketilsson 2011. Gaslosun jarðvarmavirkjana á Íslandi 1970-2009. Orkustofnun OS-2011/02, 31 bls.
- Jakob K. Kristjánsson & Guðni Á. Alfreðsson 1986. Lífríki hveranna. Náttúrufræðingurinn 56. 49-68.
- Jóhannes Zoëga 2005. Hvernig á að nýta jarðhitann í Henglinum? <http://www.jardhitafelag.is/media/PDF/Rit11.pdf>
- Jón Ólafsson 1992. Chemical characteristics and trace elements of Thingvallavatn. Í: Pétur M. Jónasson (ritstj.). Thingvallavatn. Ecology of oligotrophic, subarctic Thingvallavatn. *Oikos* 64: 151–161.
- Jónas Ketilsson, Héðinn Björnsson, Sæunn Halldórsdóttir & Guðni Axelsson 2009. Mat á vinnslugetu háhitasvæða. Orkustofnun 2009/09, 16 s.
- Jónas Ketilsson, Axel Björnsson, Árný Erla Sveinbjörnsdóttir, Bjarni Pálsson, Grímur Björnsson, Guðni Axelsson & Kristján Sæmundsson 2010. Eðli jarðhitans og sjálfbær nýting hans. Álitsgerð faghóps um sjálfbæra nýtingu jarðhita. Orkustofnun, 2010/05, 136 s.



- Knútur Árnason & Ingvar Þór Magnússon 2001. Jarðhiti við Hengil og á Hellisheiði. Niðurstöður viðnámsmælinga. Orkustofnun skýrsla OS-2001/091.
- Knútur Árnason, Guðmundur Ingi Haraldsson, Gunnar V. Johnsen, Gunnar Þorbergsson, Gylfi Páll Hersir, Kristján Sæmundsson, Lúðvík S. Georgsson & Snorri Páll Snorrason 1986. Nesjavellir. Jarðfræði- og jarðeðlisfræðileg könnun 1985. Orkustofnun, OS-86014/JHD-02, 125 s. + kort.
- Kristbjörn Egilsson, María Harðardóttir & Guðmundur Guðjónsson 2000. Gróðurfar og fuglalíf á landi Nesjavallavirkjunar. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-00014. 21 s.
- Kristján Sæmundsson 1992. Geology of the Thingvallavatn area. Í: Pétur M. Jónasson (ritstj.). Thingvallavatn. Ecology of oligotrophic, subarctic Thingvallavatn. OIKOS 64. 40-68.
- Kristján Sæmundsson 1995a. Hengill jarðfræðikort (berggrunnur) 1:50 000. Orkustofnun, Hitaveita Reykjavíkur og Landmælingar Íslands.
- Kristján Sæmundsson 1995b. Hengill. Jarðhiti ummyndun og grunnvatn. 1:25.000. Orkustofnun, Hitaveita Reykjavíkur og Landmælingar Íslands.
- Kristján Sæmundsson, Haukur Jóhannesson, Árni Hjartarson, Sigurður Garðar Kristinsson & Magnús Á. Sigurgeirsson 2010. Jarðfræðikort af Suðvesturlandi, 1:100.000. Íslenskar orkurannsóknir.
- Kristján Sæmundsson, Snorri P. Snorrason & Guðmundur Ó. Friðleifsson 1990. Skýrsla um jarðfræðikort af suðuhluta Hengilsvæðis milli Hengladala og Krossfjalla. Orkustofnun, OS-90008/JHD-02 B.
- Kristján Sæmundsson 2003. Hellisheiðarvirkjun jarðfræðilegar aðstæður á virkjunarsvæði. Íslenskar orkurannsóknir. Greinargerð KS 03/02.
- Landsnet 2007. Frumrannsóknir á gróðurskemmdum við háspennumöstur á Suðvesturlandi. Unnið af Rannsóknarstofu UmhverfisTækni hjá Línuhönnun.
- Magnús Jóhannsson, Benóný Jónsson, Erna Björk Örnólfsdóttir, Sigurður Guðjónsson & Ragnhildur Magnúsdóttir 2002. Rannsóknir á lífríki Þjórsár og þveráa hennar vegna virkjana neðan Búrfells. Veiðimálastofnun, VMSTS/02001, 124 s.
- Mannvit 2001. Gerð borplans N á Þeistareykjum. ÞG-08 2011. Verklýsing. http://thingeyjarsveit.is/files/Skra_0049285.pdf Skoðað 29. sept. 2016.
- Orrí Vésteinnsson 1997. Fornleifaskráning á Hengilssvæðinu II: Fornleifar í landi Nesjavalla og Ölfusvatns. Árbæjarsafn/Fornleifastofnun Íslands, FS036-97012, 58 bls.
- Ólafur G. Flóvenz 2006. Blekkingar um Hellisheiðarvirkjun. Morgunblaðið 24. október 2006.
- Pétur M. Jónasson (ritstj.) 1992. Thingvallavatn. Ecology of oligotrophic, subarctic Thingvallavatn. OIKOS 64. 1-437.
- Pétur M. Jónason & Páll Hersteinsson (ritstj.) 2002. Þingvallavatn. Undraheimur í mótun. Mál og Menning, Reykjavík. 303 s.



- Rannsóknastofnun landbúnaðarins 1990a. Gróður- og jarðakort. Hellisheiði 1613 II SV. 1:25.000.
- Rannsóknastofnun landbúnaðarins 1990b. Gróður- og jarðakort. Úlfjótuvatn 1613 II SA. 1:25.000.
- Rannveig Thoroddsen 2002. Flóra og gróður á völdum stöðum á Hellisheiði og Hengilssvæði. Líffræðistofnun Háskólans, fjölrit nr.62. Reykjavík: Háskóli Íslands.
- Sigurður S. Snorrason, Hilmar J. Malmquist, Hrefna B. Ingólfssdóttir, Þórey Ingimundardóttir & Jón S. Ólafsson 2011. Effects of geothermal effluents on macrobenthic communities in a pristine sub-arctic lake. *Inland Waters* 1: 146–157 (DOI: 10.5268/IW-1.3.363).
- Sinton, J., Kristján Sæmundsson & Karl Grönvold 2005. Postglacial eruptive history of the Western Volcanic Zone, Iceland. *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 6, Q12009, doi:10.1029/2005GC001021.
- Snorri Páll Kjaran, Davíð Egilson, Árni Gunnarsson & Einar Gunnlaugsson 1989. Groundwater contamination of geothermal wastewater at Nesjavellir, Iceland. Í: G. Jousma o.fl. (ritstj.). *Groundwater contamination: Use of models in decision-making*, 513-522. Kluwer Academic Publishers.
- Stefán Arnórsson 2011. Jarðhiti á Íslandi. Eðli auðlindar og ending. Verklag við undirbúning að vinnslu. Umhverfisáhrif af nýtingu. 42 s. Viðauki í: Sveinbjörn Björnsson (ritstj.). *Niðurstöður 2. áfanga rammaáætlunar. Verkefnisstjórn rammaáætlunar um vernd og nýtingu náttúrusvæða með áherslu á vatnsafl og jarðhita.*
- Verkfræðistofa Guðmundar & Kristjáns 2000. Nesjavallavirkjun, áfangi 4b. Stækkun rafstöðvar úr 76 í 90 MW. Mat á umhverfisáhrifum. 115 s. + kort og myndir.
- Viggó Þór Marteinsson, Sólveig K. Pétursdóttir & Steinunn Magnúsdóttir 2004. Líffræðileg fjölbreytni í hverum og laugum á Hengilssvæðinu. *Prokaria*. 32 bls.
- Wetangula G. & Sigurður S. Snorrason 2005. Geothermal wastewater disposal: chemical stress assessment – Lake Thingvallavatn, Iceland. *Proceedings World Geothermal Congress 2005*. 249 April 2005. Antalya (Turkey). p 1-15.
- Þóra Ellen Þórhallsdóttir 2002. Gildi landslags á Hengilssvæðinu. Líffræðistofnun Háskólans, fjölrit nr.61. Reykjavík: Háskóli Íslands.
- Þórólfur H. Hafstað 2014. Nesjavallavirkjun. Hitamælingar á affallssvæði í nóvember 2014. ÍSOR-14072. 22 bls.
- Zarandi, S.S.M.M. & G. Ívarsson 2010. A review on waste water disposal at the Nesjavellir geothermal power plant. *Proceedings World Geothermal Congress 2010*. 25–29 Apr 2010. Bali (Indonesia). Bls. 1-11.