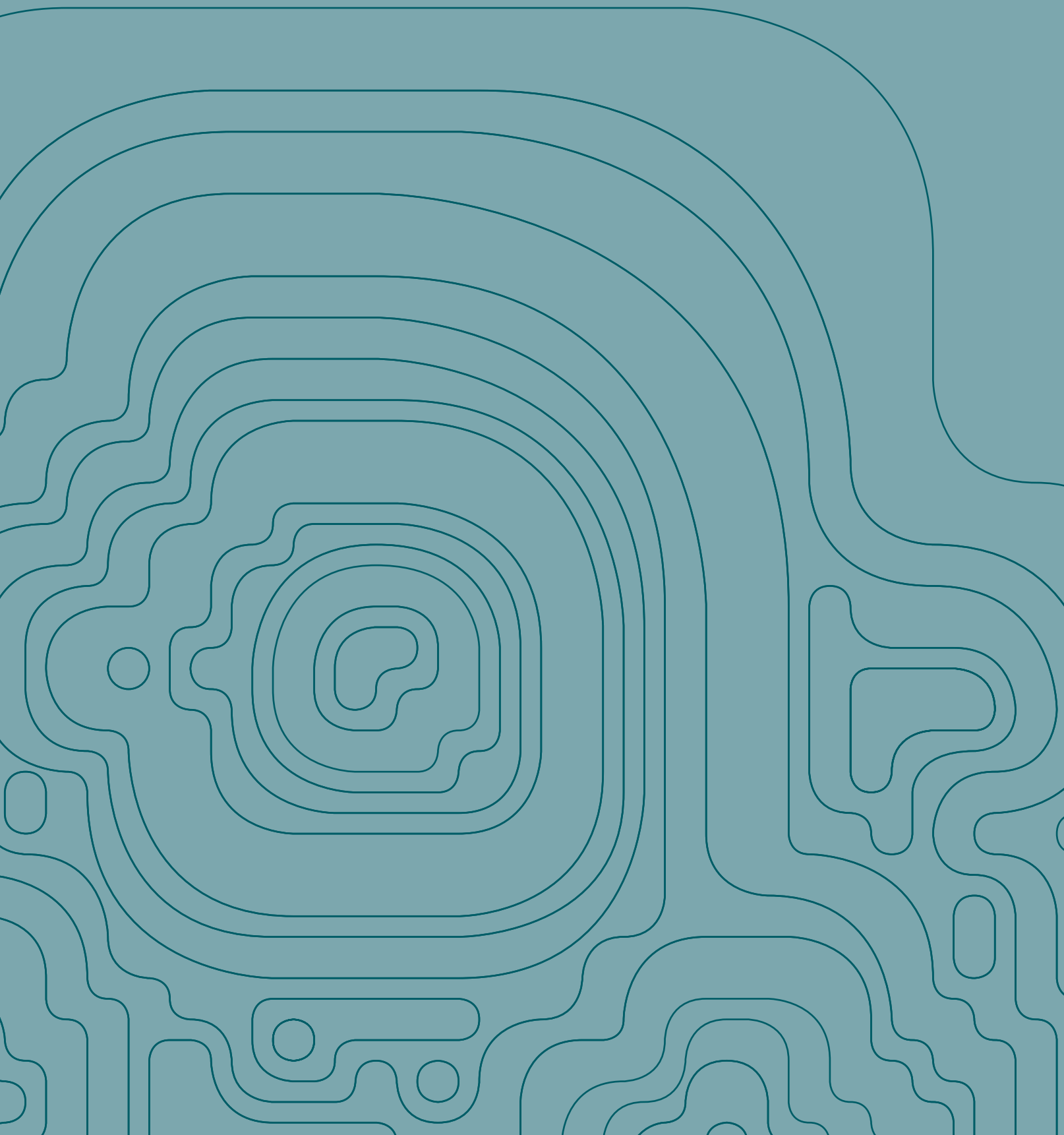




Landsvirkjun

UMHVERFISSKÝRSLA 2012



Töfluskrá

		BLS
Tafla 1	Umhverfisatvik hjá Landsvirkjun á árunum 2006–2012.	54
Tafla 2	Hlýunarstuðull og líftími í andrúmslofti þeirra gróðurhúsalofttegunda sem loftslagssamningurinn tekur til (Heimild: Umhverfisstofnun).	60
Viðauki–Tafla 1	Samantekt yfir raforkuvinnslu Landsvirkjunar ásamt starfsmannafjölda árið 2012.	76
Viðauki–Tafla 2	Raforkuvinnsla Landsvirkjunar og heildarraforkuvinnsla á Íslandi 2008–2012 (Orkustofnun, 2013).	77
Viðauki–Tafla 3	Nýting jarðhitaforðans við raforkuvinnslu Landsvirkjunar.	78
Viðauki–Tafla 4	Nýting jarðhitaforðans við rannsóknarboranir Landsvirkjunar.	78
Viðauki–Tafla 5	Notkun eldsneytis í starfsemi Landsvirkjunar árið 2012.	79
Viðauki–Tafla 6	Eldsneytisnotkun í starfsemi Landsvirkjunar árin 2008–2012 og samanburður á milli ára.	79
Viðauki–Tafla 7	Dreifing tilbúins áburðar og fjöldi gróðursettra plantna á vegum Landsvirkjunar árin 2008–2012.	80
Viðauki–Tafla 8	Gróðursetning plantna á vegum samvinnuverkefnisins „Margar hendur vinna létt verk“ árin 2008–2012.	80
Viðauki–Tafla 9	Yfirlit yfir helstu magntölur í „Margar hendur vinna létt verk“ frá öllum starfshópum sumarið 2012.	80
Viðauki–Tafla 10	Magn efna í þétti- og skiljuvatni (þungmálmur, næringarefni og gös) frá orkuvinnslu og rannsóknarborunum sem losuð eru í yfirborðsvatn og djúpfargað.	82
Viðauki–Tafla 11	Magn úrgangs eftir flokkum og meðhöndlun árin 2008–2012.	83
Viðauki–Tafla 12	Magn úrgangs frá starfsstöðvum Landsvirkjunar árið 2012 eftir flokkum og meðhöndlun.	84
Viðauki–Tafla 13	Magn spilliefna eftir flokkum á árunum 2008–2012.	85
Viðauki–Tafla 14	Magn og tegund spilliefna frá starfsstöðvum Landsvirkjunar árið 2012.	86
Viðauki–Tafla 15	Jafngildishljóðstig á Kröflusvæðinu árin 2008–2012. Mælistaðir innan viðkvæmra ferðamanna-svæða eða utan iðnaðarsvæðisins eru auðkenndir með bláum lit í töflunni og rauðmerkt gildi eru þar sem hávaði fór yfir 50 dB(A) á slíkum svæðum. Grámerktir eru viðbótarmælistaðir.	87
Viðauki–Tafla 16	Jafngildishljóðstig við Bjarnarflag á árunum 2008–2012. Mælistaðir innan viðkvæmra ferðamannasvæða eða utan iðnaðarsvæðisins eru auðkenndir með bláum lit í töflunni og rauðmerkt gildi eru þar sem hávaði fór yfir 50 dB(A) á slíkum svæðum.	88
Viðauki–Tafla 17	Losun gróðurhúsalofttegunda frá starfsemi Landsvirkjunar og samanburður á milli ára.	89
Viðauki–Tafla 18	Losun lofttegunda í andrúmsloftið og gróðurhúsaáhrif vegna starfsemi Landsvirkjunar árið 2012.	90
Viðauki–Tafla 19	Losun gróðurhúsalofttegunda á GWst, án útstreymis rannsóknarborana og samanburður á milli ára.	91
Viðauki–Tafla 20	Heildarlosun gróðurhúsalofttegunda vegna orkuvinnslu í vatnsaflsvirkjunum og jarðvarmavirkjunum Landsvirkjunar árið 2012 og losun á hverja unna GWst, án útstreymis vegna rannsóknaðborana.	92
Viðauki–Tafla 21	Losun gróðurhúsalofttegunda frá lónum vatnsaflsvirkjana Landsvirkjunar árið 2012.	93
Viðauki–Tafla 22	Magn úrgangs frá framkvæmdum við Búðarháls ásamt eldsneytisnotkun og losun gróðurhúsalofttegunda frá starfsemi verktaka og eftirlitsaðila árið 2012.	94

Myndaskrá

		BLS
Mynd 1	Þýðingarmiklir umhverfisþættir fyrir rekstur vatnsaflsstöðva Landsvirkjunar.	14
Mynd 2	Þýðingarmiklir umhverfisþættir fyrir rekstur jarðvarmastöðva Landsvirkjunar.	15
Mynd 3	Starfsemi Landsvirkjunar eins og hún er skilgreind fyrir umhverfisstjórnun fyrirtækisins.	17
Mynd 4	Starfsstöðvar Landsvirkjunar og afl einstakra aflstöðva.	17
Mynd 5	Yfirlitsmynd af nýtingu jarðhita til raforkuvinnslu.	20
Mynd 6	Magn gufu og vatns sem nýtt var til raforkuvinnslu í jarðvarmavirkjunum Landsvirkjunar á árunum 2008–2012 og magn skiljuvatns sem var djúpfargað á sama tímabili.	21
Mynd 7	Magn gufu og vatns sem kom upp við rannsóknarboranir við Kröflu og Bjarnarflag á árunum 2008–2012.	22
Mynd 8	Skýringarmynd á hugtakinu „sjálfbær vinnslugeta jarðhita“ (Heimild: Jónas Ketilsson o.fl. 2010).	25
Mynd 9	Áætlaður miðlunarforði rekstrarárið 2012 ásamt raungildi ársins.	27
Mynd 10	Rennsli í Jökulsá í Fljótsdal mælt við Hrakstrandarfoss og Hól sumrin 2011 og 2012.	27
Mynd 11	Rennsli í Jökulsá á Fljótsdal er mælt við Hrakstrandarfoss og við Hól.	28
Mynd 12	Núverandi og fyrirhugaðar vatnsaflsvirkjanir á vatnasviðum Þjórsár og Tungnaár.	29
Mynd 13	Laxveiði í Þjórsá og þverám skipt í neta- og stangveiði frá 1951–2011.	30
Mynd 14	Göngur lax og silungs um fiskstigann við Búðafoss 1996–2011.	30
Mynd 15	Hlutfallsleg skipting á jarðefnaeldsneyti í starfsemi Landsvirkjunar árið 2012.	32
Mynd 16a	Notkun bensíns í starfsemi Landsvirkjunar árin 2008–2012.	32
Mynd 16b	Notkun dísilolíu í starfsemi Landsvirkjunar árin 2008–2012.	32
Mynd 17	Notkun dísilolíu í starfsemi Landsvirkjunar árin 2008–2012 skipt eftir starfsstöðvum ásamt meðalnotkun á hverjum stað á sama tímabili.	33
Mynd 18	Bæklingur um kröfur og tilmæli Landsvirkjunar til verktaka og þjónustuaðila er varða umhverfis- og öryggismál.	34
Mynd 19	Athafnasvæði Impregilo meðan á framkvæmdum stóð (efri mynd) og sama svæði eftir frágang (neðri mynd).	35
Mynd 20	Athafnasvæði við gangamunna aðkomuganga númer þrjú meðan á framkvæmdum stóð (efri mynd) og sama svæði eftir frágang (neðri mynd).	36
Mynd 21	Rannsóknarsvæðið á Snæfellsöræfum.	38
Mynd 22	Niðurstöður talningar. Ljósbláar súlur eru niðurstöður talningar sem fór fram þegar burður stóð sem hæst. Hinar súlurnar eru niðurstöður talningar sem fór fram síðar til að fylgjast með viðveru dýranna á svæðinu.	38
Mynd 23	Gróðursetning plantna í nágrenni aflstöðva og gróðursetning á vegum samstarfsverkefnisins „Margar hendur vinna létt verk“.	41
Mynd 24	Magn tilbúins áburðar sem dreift var á árunum 2008–2012.	41
Mynd 25	Grunnvatnsflæði og sýnatökustaðir þar sem fylgst er með áhrifum affallsvatns frá Kröflu- og Bjarnarflagsstöð á efnasamsetningu grunnvatns.	42
Mynd 26	Styrkur arsens í grunnvatnssýnum við Vogaflóa og Langavog ásamt umhverfismörkum I og II (reglugerð nr. 796/1999) (Heimild: Sigurður G. Kristinsson o.fl., 2013).	43
Mynd 27	Hlutfallsleg skipting úrgangs í starfsemi Landsvirkjunar árið 2012 eftir úrgangstegundum.	44
Mynd 28	Magn óflokkaðs úrgangs á starfsstöðvum Landsvirkjunar árin 2008–2012.	45
Mynd 29	Hlutfallsleg skipting helstu tegunda spilliefna sem til féllu í starfsemi Landsvirkjunar árið 2012.	46

Mynd 30	Magn úrgangs frá starfsemi Landsvirkjunar á árunum 2008–2012 skipt eftir úrgangsflokkum.	47
Mynd 31	Magn óflokkaðs og flokkaðs úrgangs frá starfsstöð Landsvirkjunar við Háaleitisbraut 68 í Reykjavík á árunum 2008–2012. Góður árangur hefur náðst í aukinni flokkun úrgangs til endurvinnslu.	47
Mynd 32	Þróun mats á umhverfisáhrifum og félagslegum áhrifum (Heimild: Kumar o.fl. 2011).	48
Mynd 33	Niðurstöður úttektar á sjálfbærni fyrirhugaðrar Hvammsvirkjunar.	49
Mynd 34	Mývatnssvæðið. Skyggða svæðið á kortinu sýnir afmörkun iðnaðarsvæða fyrir orkuvinnslu við Kröflu- og Bjarnarflagsstöð.	50
Mynd 35	Hljóðstig í desíbelum (dB) við mismunandi athafnir mannsins.	51
Mynd 36	Mælistaðir fyrir hljóðmælingar við Kröflustöð. Skyggða svæðið sýnir iðnaðarsvæði fyrir orkuvinnslu. Rauðir punktar sýna mælistaði þar sem árlegar hljóðstigsmælingar fara fram.	52
Mynd 37	Mælistaðir fyrir hljóðmælingar við Bjarnarflagsstöð. Skyggða svæðið sýnir iðnaðarsvæði fyrir orkuvinnslu. Rauðir punktar sýna mælistaði þar sem árlegar hljóðstigsmælingar fara fram.	53
Mynd 38	Þróun hitastigs í Grjótagjá frá því fyrir Kröfluelda (1974–1984) fram til ársins 2012.	57
Mynd 39	Hugmyndalíkan fyrir uppruna og streymi koltvísýrings frá eldvirkum háhitasvæðum (Heimild: Anette K. Mortensen o.fl. 2009).	61
Mynd 40	Mældur gasstyrkur í borholu við Kröflu og heildarflæði jarðhitavökva.	62
Mynd 41	Útstreymi gróðurhúsalofttegunda vegna raforkuvinnslu Landsvirkjunar og rannsóknarborana árin 2008–2012.	63
Mynd 42	Útstreymi brennisteinsvetnis vegna raforkuvinnslu Landsvirkjunar og rannsóknarborana árin 2008–2012.	63
Mynd 43	Helstu ferli gróðurhúsalofttegunda sem verða þegar land fer undir vatn (Heimild: Jón Guðmundsson og Hlynur Óskarsson, 2008).	64
Mynd 44	Losun gróðurhúsalofttegunda frá lónum vatnsaflsvirkjana Landsvirkjunar árin 2008–2012. Dökki hluti súlunnar sýnir losun frá Blöndu- og Gilsárlónum en ljósi hlutinn losun frá öllum öðrum lónum Landsvirkjunar.	65
Mynd 45	Losun gróðurhúsalofttegunda vegna brennslu jarðefnaeldsneytis í starfsemi Landsvirkjunar árin 2008–2012.	66
Mynd 46	Losun gróðurhúsalofttegunda vegna förgunar óflokkaðs úrgangs í starfsemi Landsvirkjunar árin 2008–2012.	67
Mynd 47	Samsetning raforkusölu á Íslandi að teknu tilliti til sölu upprunaábyrgða úr landi.	69
Mynd 48	Hlutfall losunar gróðurhúsalofttegunda í starfsemi Landsvirkjunar árið 2012.	71
Mynd 49	Heildarlosun gróðurhúsalofttegunda í starfsemi Landsvirkjunar árin 2008–2012, sem og kolefnisspor og kolefnisbinding.	71
Mynd 50	Losun gróðurhúsalofttegunda frá starfsemi Landsvirkjunar árin 2008–2012 eftir uppsprettum losunar.	73
Mynd 51	Gróðurhúsaáhrif ólíkra orkugjafa Landsvirkjunar, vatnsafls og jarðvarma, með og án kolefnisbindingar reiknað út frá rekstri árið 2012.	73

Orðskýringar

CH₄	Metan
CO₂	Koltvísýringur
CO	Kolmónoxíð
dB	Desíbel
E₀	Hámark sjálfbærrar vinnslu
GB	Grænt bókhald
GHL	Gróðurhúsalofttegundir
GWst	Gígavattstund
H₂S	Brennisteinsvetni
HFC	Vetnisflúorkolefni
IHA	Alþjóða vatnsorkusamtökin (e. International Hydropower Association)
IPCC	Milliríkjanefnd um loftslagsbreytingar (Intergovernmental Panel on Climate Change)
ISO	Alþjóðlegu staðlasamtökin (e. International Organization for Standardization)
LULUCF	Landnotkun, breytt landnotkun og skógrækt (Land Use, Land Use Change and Forestry)
NA	Náttúrustofa Austurlands
N₂O	Glaðloft
PFC	Flúorkolefni
SF₆	Brennisteinshexaflúoríð
Vermi	Orkuinnihald jarðhitavökvans kJ/kg
VHÍ	Verkfæðistofnun Háskóla Íslands
WWF	World Wide Fund for Nature

Efnisyfirlit

	BLS
Fuglarnir okkar	6
Yfirlýsing skoðunarmanns umhverfisskýrslu Landsvirkjunar	8
Ávarp forstjóra	9
Samantekt	10
Almennar upplýsingar	12
Umhverfisstefna Landsvirkjunar	14
Upplýsingar um raforkuvinnslu	16
Vöktun umhverfisþátta	18
Auðlindanotkun	20
Nýting jarðhitans	20
Nýting fallvatna og vatnsstýring	23
Rennsli Jökulsár í Fljótsdal	26
Rof og setmyndun	31
Eldsneyti	31
Röskun lands og umgengni við náttúru og lífríki	34
Landgræðsla, skógrækt og kolefnisbinding	39
Yfirborðslosun frá jarðvarmavirkjunum	42
Úrgangur	44
Magn og tegundir úrgangs	44
Hávaði	50
Kröflustöð	52
Bjarnarflagsstöð	53
Umhverfisatvik	54
Losun út í andrúmsloftið og gróðurhúsaáhrif	58
Gróðurhúsalofttegundir og kolefnisspor	60
Gróðurhúsaáhrif jarðvarmavirkjana og losun í andrúmsloftið	61
Gróðurhúsaáhrif uppistöðulóna vatnsaflsvirkjana	64
Gróðurhúsaáhrif vegna brennslu jarðefnaeldsneytis og losunar frá rafbúnaði	66
Gróðurhúsaáhrif vegna urðunar og brennslu úrgangs	67
Samantekt á losun gróðurhúsalofttegunda frá starfsemi Landsvirkjunar	70
Viðauki — Tölur og tölulegar upplýsingar	74
Raforkuvinnsla	76
Nýting jarðhitaforðans	78
Eldsneyti – keypt magn	79
Landgræðsla og kolefnisbinding	80
Yfirborðslosun frá jarðvarmavirkjunum	81
Úrgangur	83
Hávaði	87
Losun í andrúmsloftið og gróðurhúsaáhrif	89
Búðarhálsvirkjun	94
Útgefnar skýrslur	95
Heimildaskrá	96

Fuglarnir okkar

Á Íslandi verpa um 75 fuglategundir að staðaldri og nokkrar til viðbótar reyna landnám reglulega en hafa ekki tekið sér fasta bólsetu. Landið er viðkomustaður mikils fjölda farfugla, einkum gæsa og ýmissa vaðfugla, sem verpa á Grænlandi eða í Kanada en hafa vetursetu í Evrópu og Norður-Afríku. Vor og haust bætast flækingar við og alls hafa með vissu sést fuglar af um 370 tegundum á landinu.

Aukin skógrækt og hlýnandi loftslag eru líkleg til að auka fjölbreytni fugla-lífsins. Ýmsar spörfuglategundir munu kunna vel við sig í nýjum skógum og þeim andategundum fjölgar sem ekki halda suður á bóginn þegar vetur gengur í garð. Allir fuglar á Íslandi eru friðaðir nema friðun sé sérstaklega aflétt með reglugerð.

Fimm íslenskir fuglar prýða umhverfisskýrsluna í ár: Himbrimi, hávella, straumönd, fálki og steindepill.



Straumöndin *Histrionicus histrionicus* er lítil kafönd og staðfugl sem verpir um nær allt land. Karlinn er mjög skrautlegur og víða í Evrópu er öndin kennd við trúða. Þar heitir hún Harlekín-önd eftir loddurum í Commedia dell'arte hefðinni. Latneska heitið er histrio eða leikari. Á Íslandi er hún kölluð straumönd því kjörlendi hennar er í straumhórðum lindám og við brimsamar strendur.





Yfirlýsing skoðunarmanns umhverfisskýrslu Landsvirkjunar

EFLA verkfræðistofa hefur rýnt umhverfisskýrslu Landsvirkjunar fyrir árið 2012 og staðfestir hér með að skýrslan inniheldur upplýsingar um helstu þætti í rekstri Landsvirkjunar sem áhrif hafa á umhverfið. Þessar upplýsingar eru í samræmi við niðurstöður vöktunar fyrirtækisins á lykiltölum í umhverfismálum. Í umhverfisskýrslunni er gerð grein fyrir þeim mæliniðurstöðum sem starfsleyfi fyrirtækisins kveða á um.



Helga Jóhanna Bjarnadóttir,
sviðsstjóri umhverfissviðs EFLU verkfræðistofu.

Með sjálfbæra nýtingu og arðsemi að leiðarljósi



Tækifærin sem íslensk þjóð stendur frammi fyrir eru mikil. Á undanförunum árum höfum við lagt áherslu á að greina tækifæri til þess að skapa arð af starfsemi Landsvirkjunar. Takist okkur að nýta þau á skynsaman hátt getur ávinningurinn fyrir Landsvirkjun og íslenskt samfélag orðið verulegur.

Þótt við leggjum mikla áherslu á að auka arðsemi fyrirtækisins þá verður starfsemi okkar ekki slitin úr tengslum við það samfélag og umhverfi sem við búum í. Landsvirkjun hefur í gegnum áratugina haft mikilvægu hlutverki að gegna í íslensku samfélagi. Við tökum þetta hlutverk alvarlega og viljum rækja það þannig að við getum litið stolt til baka. Sama gildir um umhverfið. Ábyrgð okkar gagnvart umhverfinu er mikil. Starfsemin veldur í eðli sínu breytingum og raski á umhverfinu og því ber okkur að stíga varlega til jarðar og hafa sjálfbærni að leiðarljósi.

Til þess að hafa sem besta stjórn á verkefni okkar sem er hagkvæm orkuvinnsla með sjálfbærni og framsækni að leiðarljósi, viljum við ekki eingöngu stýra rekstrinum út frá efnahagslegu sjónarmiði, heldur einnig með góðri stjórn á umhverfis- og samfélagsþáttum. Það er okkar samfélagsábyrgð.

Með hagkvæmri vinnslu í sátt við umhverfi og samfélag getur fyrirtækið skilað arði til samfélagsins og tekið virkan þátt í uppbyggingu fjölbreytts og arðvænlegs atvinnulífs í fremstu röð á alþjóðamælikvarða.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Hörður Arnarson', on a light-colored background.

Hörður Arnarson,
forstjóri Landsvirkjunar

Samantekt

Landsvirkjun er með vottað umhverfisstjórnunar-kerfi samkvæmt alþjóðastaðlinum ISO 14001. Fyrirtækið hefur markað sér umhverfisstefnu og leggur áherslu á að greina umhverfisáhrif starfseminnar og draga markvisst úr þeim.

Jarðvarmi – raforkuvinnsla ársins 490 GWst

- Árið 2012 voru unnar 490 GWst af raforku úr jarðvarma. Til þess var notaður jarðhitavökvi sem er blanda af gufu og vatni. Í heild voru notuð 5.857 þúsund tonn af gufu og féllu til 5.230 þúsund tonn af skiljuvatni.
- Dregið er úr umhverfisáhrifum vinnslunnar og stutt við bætta nýtingu jarðhitakerfisins með niðurdælingu á skiljuvatni en niðurdæling dregur úr magni mengandi efna sem annars fara út í yfirborðsvatn. Árið 2012 var 2.563 þúsund tonnum af skiljuvatni dælt aftur niður í jarðhitageyminn.
- Fylgst er með losun brennisteinsvetnis (H_2S) frá jarðvarmavirkjunum Landsvirkjunar. Árið 2012 voru 5.536 tonn af H_2S losuð í andrúmsloft frá raforkuvinnslunni og 120 tonnum var djúpfargað. Styrkur H_2S í andrúmslofti er mældur á Bjarnarflagssvæðinu en hann hefur aldrei mælst yfir þeim mörkum sem sett eru í reglugerð um leyfilegan styrk brennisteinsvetnis í andrúmslofti.
- Mælingar á áhrifum losunar skiljuvatns frá Kröflu- og Bjarnarflagstöðvum sýna að styrkur þungmálma og næringarefna í grunnvatni við Mývatn eru innan umhverfismarkna.

Vatnsafl – raforkuvinnsla ársins 11.822 GWst

- Við raforkuvinnslu er leitast við að hámarka nýtingu vatnsins sem geymt er í lónum. Með vatnsstýringu er jafnframt reynt að tryggja að hvorki verði óeðlilegar sveiflur á rennsli né snöggar vatnshæðarbreytingar, en slíkt getur haft neikvæð áhrif á lífríki, jarðveg og samfélag.
- Í heildina var vatnsbúskapur vatnsársins 2011/2012 mjög góður, en vatnsárið er skilgreint frá 1. september 2011 til 31. ágúst 2012. Vatnsbúskapur almanaksárið 2012 var góður framan af ári en sumarið var undir meðallagi og allt fram í september. Vatnafar síðustu mánuði ársins 2012 var lélegt.

Notkun eldsneytis

Landsvirkjun nýtir jarðefnaeldsneyti á bifreiðar, vélar og ýmis tæki auk þess sem olía er notuð til reksturs nokkurra lítilla dísilrafstöðva. Notkun dísilolíu má að stærstum hluta rekja til reksturs bifreiða en í aflstöðvum fyrirtækisins hefur verið unnið að úrbótum á síðastliðnum árum til að draga úr notkuninni með góðum árangri og dróst heildarnotkun dísilolíu saman um 6% milli ára. Á starfsstöð Landsvirkjunar í Reykjavík var einnig notað metan til að knýja bifreiðar.

Áframhaldandi góður árangur í flokkun og endurvinnslu

Árið 2012 dró verulega úr heildarmyndun úrgangs í starfsemi fyrirtækisins. Magn úrgangs er mjög breytilegt milli ára vegna umfangs viðhaldsverkefna hverju sinni. Undanfarin ár hefur flokkun aukist verulega á öllum starfsstöðvum fyrirtækisins og árið 2012 dró verulega úr magni óflokkaðs úrgangs til urðunar.

Hljóðstigsmælingar

Orkuvinnslusvæði Kröflu- og Bjarnarflagssvæða eru skilgreind sem iðnaðarsvæði. Samkvæmt reglugerð eru hávaðamörk á mörkum slíkra svæða 70 dB(A). Landsvirkjun leitast við að halda hljóðstigi á svæðum sem liggja að vinsælum ferðamannastöðum í Mývatnssveit sambærilegu við hávaðamörk á íbúðasvæðum eða 50 dB(A). Undanfarin ár hefur hljóðstig almennt haldist innan þessara marka en árið 2012 mældist hljóðstig yfir 50 dB(A) á þremur slíkum mælistöðum.

Umhverfisatvik

Markmið Landsvirkjunar er starfsemi án umhverfisatvika, þ.e. atvika sem leitt geta til óæskilegra áhrifa á umhverfið. Árið 2012 komu upp tvö umhverfisatvik í starfsemi fyrirtækisins sem bæði tengdust rennislýstýringu á Sogssvæðinu. Í kjölfar slíkra atburða er verklag rýnt með það að markmiði að draga úr líkum á endurtekningu. Þá fara sérfræðingar yfir möguleg áhrif á lífríki Sogsins og meta hvort grípa þurfi til aðgerða.

Losun gróðurhúsalofttegunda dregst enn saman milli ára

- > Stærstan hluta losunar gróðurhúsalofttegunda frá starfsemi Landsvirkjunar má rekja til útstreymis frá jarðvarmavinnslu (75%) og losun frá lónum vatnsaflsvirkjana (24%). Einnig vegur losun vegna brennslu jarðefnaeldsneytis, flugferða og förgunar úrgangs samtals um 1% af heildarlosun fyrirtækisins.
- > Landgræðslusvæði Landsvirkjunar eru nú um 140 km². Kolefnisbinding Landsvirkjunar er metin út frá stærð landgræðslusvæða og stuðlum sem áætlaðir voru með rannsóknum um 22.000 tonn CO₂-ígildi á ári.
- > Losun gróðurhúsalofttegunda frá starfsemi Landsvirkjunar árið 2012 var tæplega 54.000 tonn CO₂-ígildi og dregst losunin saman um 4% miðað við árið 2011. Að teknu tilliti til kolefnisbindingar er losun Landsvirkjunar árið 2012 tæplega 32.000 tonn CO₂-ígildi og dregst saman um 7% milli ára.
- > Kolefnisspor jarðvarmavirkjana Landsvirkjunar á árinu er um 78 tonn CO₂-ígildi á hverja framleidda GWst, en 76 tonn CO₂-ígildi á hverja GWst sé tekið tillit til kolefnisbindingar.
- > Kolefnisspor vatnsaflsvirkjana Landsvirkjunar árið 2012 er 1,1 tonn CO₂-ígildi á hverja framleidda GWst. Sé tekið tillit til kolefnisbindingar kemur hins vegar í ljós að Landsvirkjun hefur unnið að bindingu kolefnis í jarðvegi og gróðri umfram losun frá raforkuvinnslunni sem jafngildir um 0,65 tonnum CO₂-ígilda fyrir hverja framleidda GWst af vatnsorku.

Alþjóðlegur matslykill um sjálfbæra nýtingu vatnsafls

Á undanförunum áratugum hefur undirbúningur vegna nýrra vatnsaflsvirkjana með tilliti til umhverfis- og samfélagsmála tekið miklum framförum. Að frumkvæði Alþjóða vatnsorkusamtakanna (IHA) hefur verið þróaður matslykill sem skilgreinir hversu vel starfsemi vatnsaflsvirkjana fellur að markmiðum um sjálfbæra þróun. Fyrsta úttekt samkvæmt þessum nýja matslykli fór fram hér á landi árið 2012 með úttekt á vinnu Landsvirkjunar vegna undirbúnings Hvammsvirkjunar í neðanverðri Þjórsá. Landsvirkjun uppfyllir kröfur um góðar starfsvenjur í 20 þátt-

um af 21 sem tekinn var til skoðunar og í yfir helmingi tilvika uppfyllir Landsvirkjun kröfur um bestu mögulegu starfsvenjur. Í einum flokki, samskipti og samráð, telst Landsvirkjun ekki uppfylla kröfur um góðar starfsvenjur. Landsvirkjun hefur tekið öllum ábendingum sem koma fram í úttektinni alvarlega og vinnur að endurskoðun og úrbótum á starfsvenjum þar sem við á.

Fiskirannsóknir á vatnasvæði neðri hluta Þjórsár

Allt frá 1973 hafa farið fram ítarlegar rannsóknir á fiskistofnum í Þjórsá. Tilgangur þeirra er að vakta mögulegar breytingar á lífríki árinna, meta áhrif á fiskistofna og þróa mótvægisáðgerðir vegna fyrirhugaðra virkjana í neðanverðri Þjórsá. Frá því að virkjanir voru reistar í efri hluta Þjórsár hafa orðið miklar breytingar á rennsli í neðri hluta árinna. Þær hafa skapað betri skilyrði fyrir laxastofninn og stuðlað að vexti hans og aukinni veiði á síðustu árum. Vegna fyrirhugaðra virkjana er gert ráð fyrir að grip-ið verði til mótvægisáðgerða í samræmi við tillögur Veiðimálastofnunar til að lágmarka áhrif virkjana á fiskistofna árinna.

Almennar upplýsingar

Landsvirkjun er með vottað umhverfisstjórnunarkerfi samkvæmt alþjóðastaðlinum ISO 14001. Fyrirtækið hefur markað sér stefnu í umhverfismálum og vinnur markvisst að því að draga úr umhverfisáhrifum starfseminnar. Í umhverfisstefnu Landsvirkjunar kemur fram að fyrirtækið ætli sér að vera í fararbroddi á sviði umhverfismála og það er stefna Landsvirkjunar að verða kolefnishlutlaust fyrirtæki.

Frá árinu 2006 hefur fyrirtækið gefið út umhverfisskýrslur þar sem ítarlega er fjallað um umhverfisvöktun og markmið fyrirtækisins í umhverfismálum. Í umhverfisskýrslu Landsvirkjunar fyrir árið 2012 er að finna tölulegar upplýsingar um umhverfismál fyrirtækisins og þróun þeirra frá árinu 2008. Fjallað er um þá umhverfisvöktun sem tengist rekstri fyrirtækisins, þar með talið betri nýtingu auðlinda og losun gróðurhúsalofttegunda (GHL) í andrúmsloftið. Kolefnisspor Landsvirkjunar er reiknað út en kolefnisspor er mælikvarði sem notaður er til þess að sýna áhrif athafna mannsins á loftslagsbreytingar. Þá er fjallað um nokkrar áhugaverðar umhverfisrannsóknir. Þær tölur sem birtar eru í skýrslunni eru ýmist rauntölur eða reiknaðar út frá mæligildum og eru rýndar af verkfræðistofunni EFLU hf. Upplýsingar í þessari skýrslu eru gefnar samkvæmt bestu vitund og teljast réttar.

Skýrslan er byggð upp með þeim hætti að í fyrsta hluta hennar eru almennar upplýsingar um starfsemi Landsvirkjunar og umhverfisstjórnun fyrirtækisins. Í næsta hluta er fjallað um vöktun og stýringu mikilvægra umhverfisþátta í starfsemi Landsvirkjunar annarra en þeirra sem snúa að losun í andrúmsloftið. Í þriðja hluta skýrslunnar er fjallað um losun gróðurhúsalofttegunda, útblástur brennisteinsvetnis frá jarðvarmavirkjunum og kolefnisspor fyrirtækisins. Í öðrum og þriðja hluta skýrslunnar er einnig að finna umfjöllun um einstök málefni og rannsóknir. Að lokum er að finna í viðauka töflur og ítarlegri tölulegar upplýsingar um þau atriði sem fjallað er um í fyrri hlutum skýrslunnar.



Himbrimi *Gavia immer* er stór og sterklegur brúsi sem setur mikinn svip á íslensk heiðavötn. Sumarstofninn er þó einungis um 300 pör sem gera sér hreiður við vatnsbakka og lifa á fiski. Á vetrum heldur fuglinn að mestu til á sjó. Hljóð himbrimans þykja skemmtileg, hann vælir, jóðlar og hlær tryllingslega. Á ensku nefnist hann Common loon.



Umhverfisstefna Landsvirkjunar

Landsvirkjun er í fararbroddi á sviði umhverfismála og stuðlar að sjálfbærri þróun í samfélaginu.

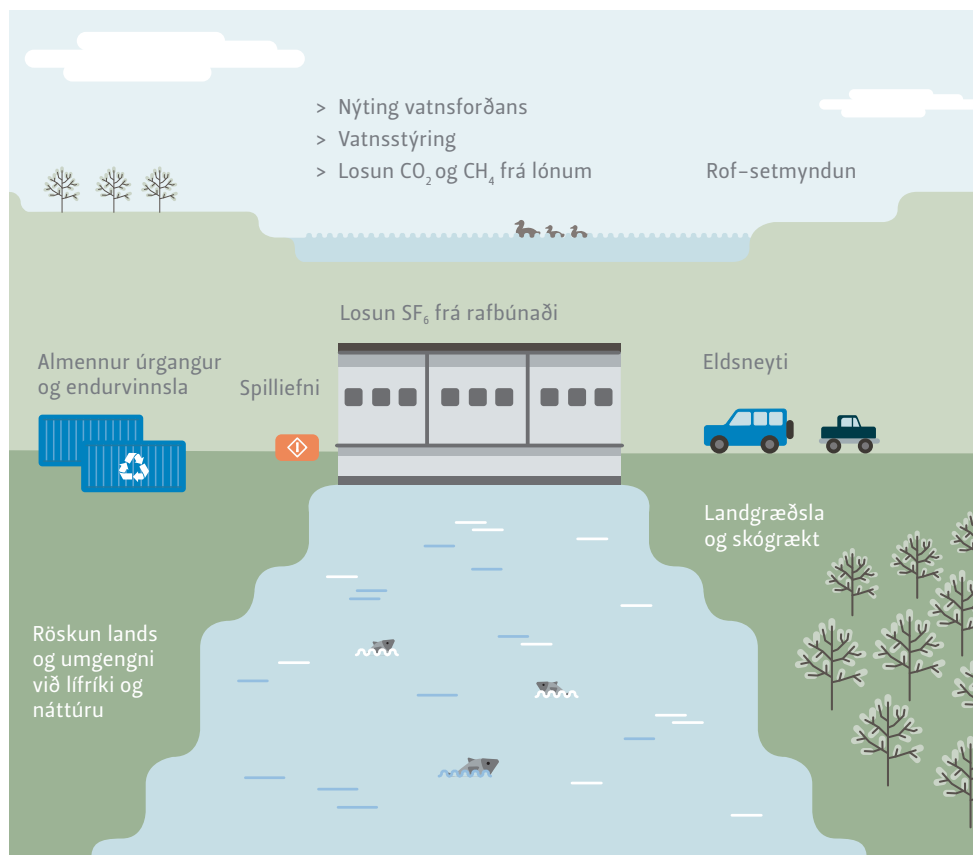
Landsvirkjun leggur áherslu á að þekkja umhverfisáhrif starfsemi sinnar og leitast við að draga úr þeim. Til þess að ná stöðugt betri árangri á þessu sviði eru þýðingarmiklir umhverfisþættir vaktaðir og markvisst unnið að umbótum.

Landsvirkjun tryggir að öllum lagalegum kröfum á sviði umhverfismála sé fullnægt og setur sér strangari kröfur eftir því sem við á.

Landsvirkjun leggur áherslu á að starfsfólk fyrirtækisins og aðrir sem vinna fyrir það hafi yfir að ráða hæfni og þekkingu til að framfylgja þessari stefnu fyrirtækisins.

Landsvirkjun kynnir stefnu sína í umhverfismálum opinberlega. Hún gerir grein fyrir árangri fyrirtækisins í umhverfismálum og stuðlar þannig að opinni og málefnalegri umræðu.

Mynd 1 — Þýðingarmiklir umhverfisþættir fyrir rekstur vatnsaflsstöðva Landsvirkjunar.



Markmið Landsvirkjunar í umhverfismálum:

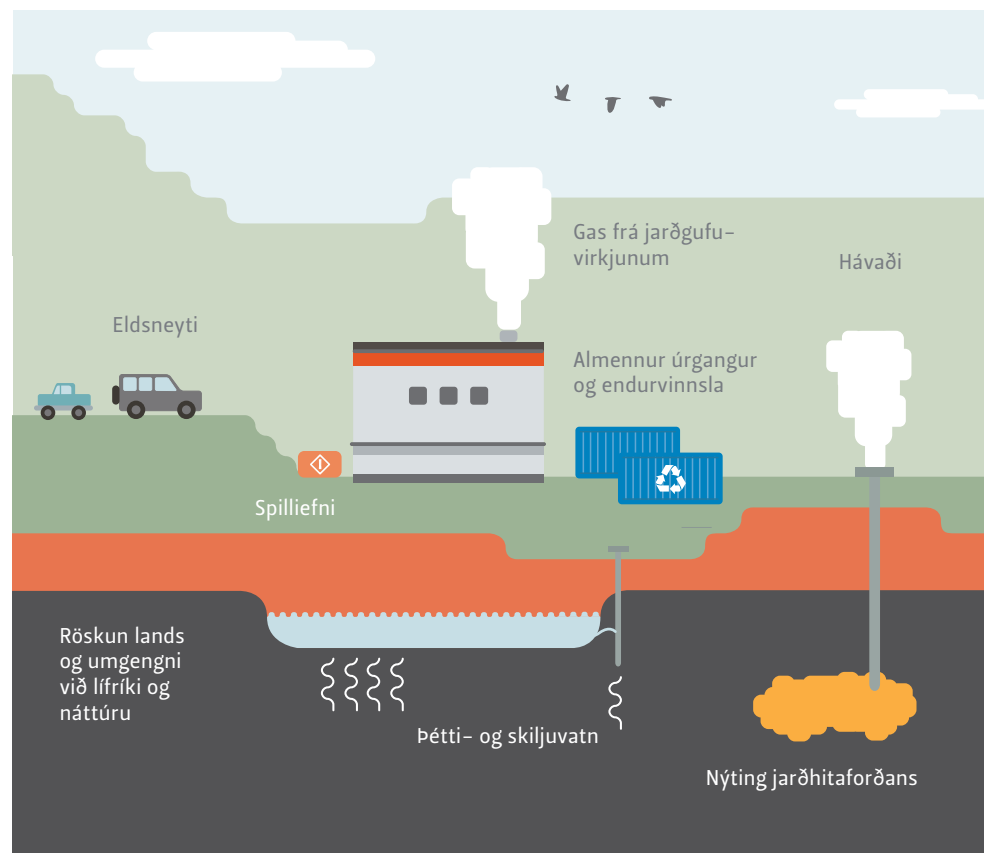
1. Starfsemi án umhverfisatvika.
2. Umgengni í sátt við lífríki og náttúru.
3. Betri nýting auðlinda.
4. Minni losun gróðurhúsalofttegunda.
5. Minni úrgangur.

Vöktun og stýring umhverfisþátta

Til þess að ná fram stefnu og markmiðum Landsvirkjunar í umhverfismálum hafa

þeir þættir sem taldir eru hafa umtalsverð áhrif á frammistöðu fyrirtækisins í umhverfismálum verið vaktaðir og skilgreint hefur verið verklag við stýringu þeirra. Yfirlit yfir helstu umhverfisþætti við rekstur vatnsafls- og jarðvarmastöðva Landsvirkjunar má sjá á myndum 1 og 2. Í þessari skýrslu eru birtar upplýsingar um vöktun þessara þátta í starfsemi fyrirtækisins árið 2012.

Mynd 2 — Þýðingarmiklir umhverfisþættir fyrir rekstur jarðvarmastöðva Landsvirkjunar.



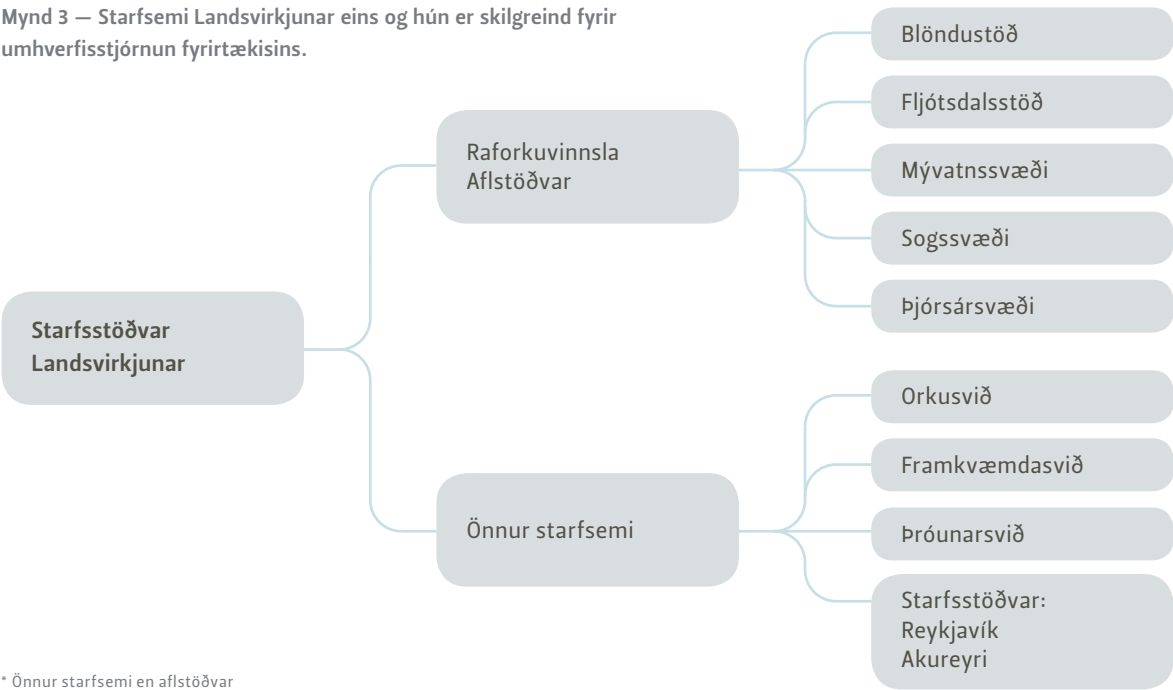
Upplýsingar um raforkuvinnslu

Starfsemi Landsvirkjunar árið 2012 skiptist í fimm meginstarfssvið; orkusvið, þróunar-svið, framkvæmdasvið, fjármálasvið og markaðs- og viðskiptaþróunarsvið auk þjónustusviðanna; starfsmannasviðs, upplýsingasviðs og skrifstofu forstjóra. Starfsemi Landsvirkjunar eins og hún er skilgreind fyrir umhverfisstjórnun fyrirtækisins má sjá á mynd 3. Starfseminni er skipt annars vegar í raforkuvinnslu í aflstöðvum fyrirtækisins á fimm mismunandi svæðum; Blöndustöð, Fljótsdalsstöð, Mývatnssvæði, Sogssvæði, og Þjorsársvæði. Hins vegar er það önnur starfsemi, en undir þann flokk falla orkusvið (annað en starfsemi aflstöðva), þróunarsvið, framkvæmdasvið og skrifstofur fyrirtækisins í Reykjavík og á Akureyri. Starfsstöðvar Landsvirkjunar og stærð einstakra aflstöðva má sjá á mynd 4.

Raforkuvinnsla Landsvirkjunar árið 2012 var 12.312 GWst sem er um 1,4% minna en árið á undan vegna samdráttar í vinnslu. Hlutfallsleg skipting orkuvinnslunnar hefur verið óbreytt undanfarin ár og er 96% vatnsorka og 4% jarðvarmaorka. Raforkuvinnsla Landsvirkjunar árið 2012 var um 70% allrar raforkuvinnslu á Íslandi.

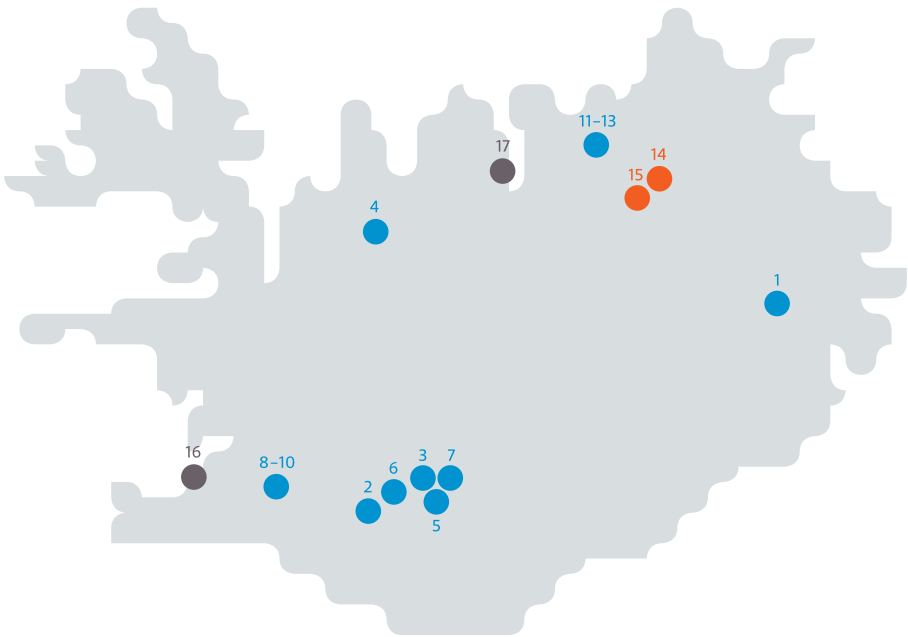
Orkutöp og eigin notkun aflstöðva Landsvirkjunar nam samanlagt 128 GWst árið 2012. Að langstærstum hluta er um eigin notkun í aflstöðvum að ræða. Ítarlegri tölulegar upplýsingar um raforkuvinnslu Landsvirkjunar og orkutöp á starfsárinu má sjá í viðauka.

Mynd 3 — Starfsemi Landsvirkjunar eins og hún er skilgreind fyrir umhverfisstjórnun fyrirtækisins.



* Önnur starfsemi en aflstöðvar

Mynd 4 — Starfsstöðvar Landsvirkjunar og afl einstakra aflstöðva.



Vatnsaflsstöðvar	MW
1 Fljótsdalsstöð	690
2 Búrfellsstöð	270
3 Hrauneyjafossstöð	210
4 Blöndustöð	150
5 Sigöldustöð	150
6 Sultartangastöð	120
7 Vatnsfellsstöð	90

	MW
8 Írafossstöð	48
9 Steingrímsstöð	26
10 Ljósafossstöð	15
11 Laxárstöð III	14
12 Laxárstöð II	9
13 Laxárstöð I	5

Jarðvarmastöðvar	MW
14 Kröflustöð	60
15 Bjarnarflagsstöð	3
Starfsstöðvar	
16 Reykjavík	
17 Akureyri	

Vöktun umhverfispáttta

Í þessum kafla er fjallað um vöktun og stýringu þeirra umhverfispáttta sem skilgreindir hafa verið í starfsemi Landsvirkjunar annarra en þeirra sem snúa að losun í andrúmsloftið.

Betri nýting auðlinda og minni losun gróðurhúsalofttegunda eru meðal markmiða Landsvirkjunar í umhverfismálum. Helstu auðlindir við orkuvinnslu Landsvirkjunar eru jarðhiti og fallvötn. Aðrar auðlindir eru meðal annars jarðefnaeldsneyti og landnotkun sem tengist landgræðslu, skógrækt og umgengni við lífríki og náttúru.

Við jarðhitanýtingu er vinnslunni stýrt þannig að hættu á að gengið sé á auðlindina (jarðhitaforðann) sé haldið í lágmarki, þannig er stuðlað að sjálfbærri jarðhitavinnslu. Tilhögun við nýtingu og miðlun vatnsforðans er vel skilgreind og henni stjórnað með það að markmiði að hámarka nýtingu auðlindarinnar án þess að hafa neikvæð áhrif á jarðveg, lífríki og samfélag. Notkun jarðefnaeldsneytis er skráð og markmið sett um að draga úr notkun þess. Auk þess er upplýsingum safnað um verkefni fyrirtækisins við landgræðslu og skógrækt ásamt öðrum upplýsingum sem tengjast umgengni við lífríki og náttúru.



Íslenski fálkinn *Falco rusticolus islandicus* er stór og hraðfleygur ránfugl með allt að 130 cm vænghaf. Hann er staðfugl á Íslandi og talið er að hér verpi 3–400 pör. Fálkinn lifir aðallega á rjúpu en veiðir einnig aðra fugla, endur, svartfugla og ýmsa vaðfugla. Fullorðinn fálki hefur fasta búsetu á óðali sínu en gerir sér þó ekki hreiður, heldur verpir beint á klettasýllur eða í yfirgefna hrafnslaupa.





Auðlindanotkun

Nýting jarðhitans

Landsvirkjun á og rekur tvær jarðvarmavirkjanir á Mývatnssvæðinu; Kröflustöð og Bjarnarflagsstöð. Auk raforkuvinnslunnar leggur Landsvirkjun til heitt skiljuvatn í varmaskiptastöð Hitaveitu Reykjahlíðar, til baðlóns við Jarðbaðshóla og iðnaðar á svæðinu. Þessi nýting á gufu og heitu vatni er skref í átt að aukinni heildarnýtingu auðlindarinnar en tækifæri eru þó til mun betri nýtingar. Dæmi um frekari nýtingu eru ylræktun og eldsneytisframleiðsla. Við hönnun nýrrar jarðvarmavirkjunar í Bjarnarflagi hefur verið gert ráð fyrir búnaði með mun betri nýtni en í eldri stöðvum þar sem hægt verður að nýta 180°C heitt skiljuvatn og óþéttanleg gös, einkum koldíoxíð.

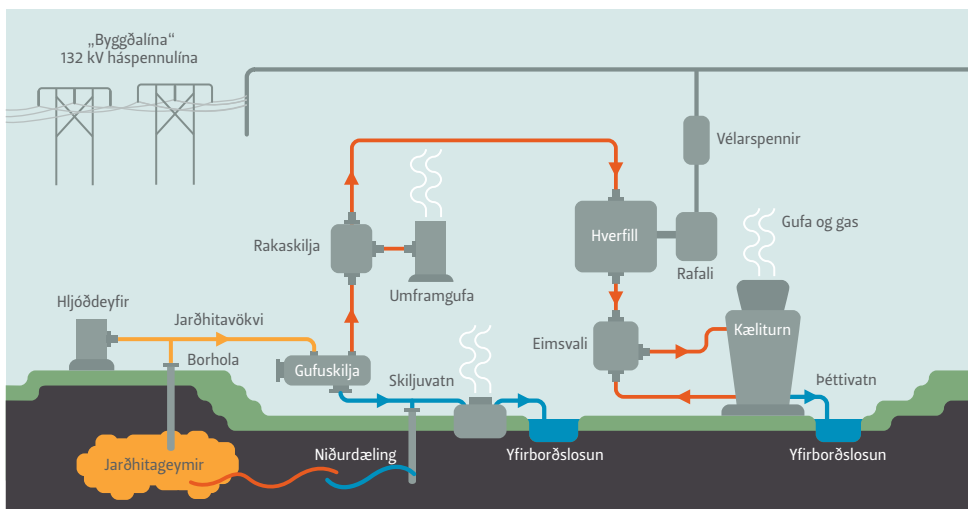
Við nýtingu jarðhita til raforkuvinnslu á háhitasvæðum kemur jarðhitavökvi upp úr borholum. Hann er blanda af vatnsgufu, vatni og ýmsum gastegundum sem eru í vatnsgufunni. Í rekstri er leitast við að nýta jarðhitavökvann sem tekinn er upp úr jarð-

hitakerfinu á sem hagkvæmastan hátt og honum síðan fargað með því að dæla honum aftur niður í jarðhitageyminn, losa hann djúpt í grunnvatnsstrauma eða á yfirborði. Einföld yfirlitsmynd af nýtingu jarðhita til raforkuvinnslu er sýnd á mynd 5.

Helstu umhverfisáhrif við nýtingu jarðhita eru rask vegna mannvirkja og efnistöku, sjónræn áhrif vegna mannvirkja og gufubólstra, hljóðmengun, losun gass í andrúmsloftið og losun efna í yfirborðsvatn. Auk þess getur breyting á grunnvatnsstöðu haft áhrif á yfirborðsvirkni jarðhita. Þannig getur lækkað grunnvatnsborðs vegna nýtingar aukið yfirborðsvirkni og á sama hátt getur aukin úrkoma hækkað grunnvatnsstöðu og dregið úr yfirborðsvirkni. Þá getur lækkun á vökvaprýstingi í jarðhitageymum valdið lítilsháttar landsigi innan nýtingarsvæðisins og aukningu á smáskjálftum.

Til þess að tryggja örugga vinnslu jarðvarmans fylgist Landsvirkjun með ástandi

Mynd 5 — Yfirlitsmynd af nýtingu jarðhita til raforkuvinnslu.



jarðhitakerfisins á Mývatnssvæðinu með reglubundnum hætti. Skráning á magni jarðhitavökva sem tekinn er upp úr jarðhitakerfinu er byggð á afkastamælingum einstakra borhola og blásturstíma (notkunartíma) þeirra. Borholurnar eru almennt mældar einu sinni til tvisvar á ári og oftast ef nauðsyn krefur. Árleg vinnsla úr hverri holu er

reiknuð út frá þessum mælingum og heildarvinnsla metin. Greint er á milli borhola sem eru í notkun, þ.e. tengdar við virkjun til raforkuvinnslu, og rannsóknaborhola. Eftir að borholuvökvinn frá vinnsluholunum hefur farið í gegnum gufuskiljur er gufan nýtt til raforkuvinnslu en frárennslinu er ýmist fargað á yfirborði eða því dælt niður í jarðhitageyminn (djúpförgun). Orkuinnihald eða

vermi borholuvökvans er að jafnaði reiknað út frá aflmælingum en auk þess eru sýni tekin af jarðhitavökvanum til efnagreiningar.

Gæði jarðhitavökvans er ein meginundirstaða reksturs jarðvarmavirkjana og byggja ýmsar hönnunarforsendur algjörlega á efnainnihaldi vökvans. Sérstaklega ber að nefna útfellingar- og tæringarhættu í vinnslurásinni.

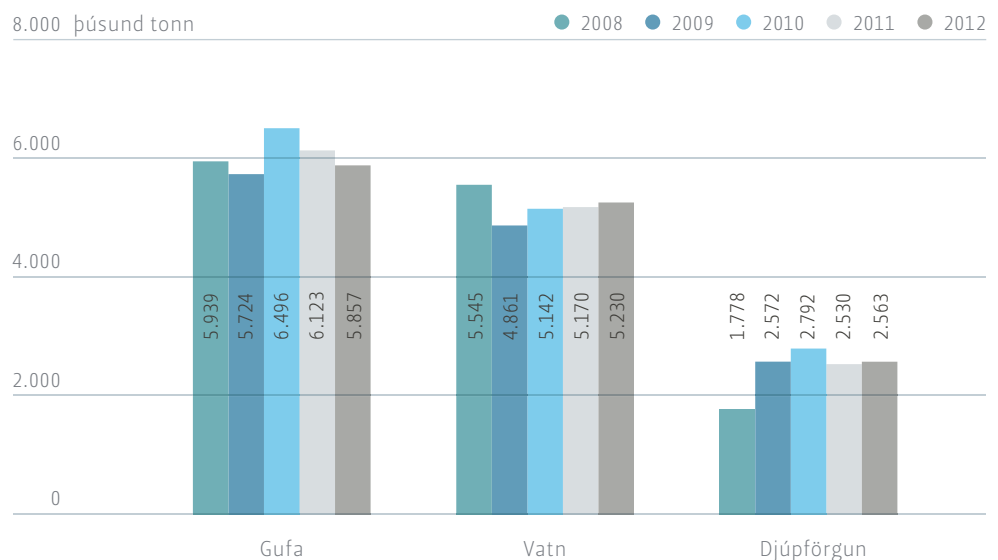
Landsvirkjun leggur til heitt vatn og gufu til baðlóns og iðnaðar á Mývatnssvæðinu sem skref í átt að betri heildarnýtingu auðlindarinnar.

Því er jarðhitavökvinn vaktaður með árlegri sýnatöku og oftast ef aðstæður kalla eftir því.

Raforkuvinnsla

Magn þess jarðhitavökva (gufa og vatn) sem nýttur var til raforkuvinnslu á árunum 2008–2012 má sjá á mynd 6. Árið 2012 voru notuð 5.857 þúsund tonn af gufu til að vinna 490 GWst af rafmagni og við það féllu til

Mynd 6 — Magn gufu og vatns sem nýtt var til raforkuvinnslu í jarðvarmavirkjunum Landsvirkjunar á árunum 2008–2012 og magn skiljuvatns sem var djúpfargað á sama tímabili.



5.230 þúsund tonn af þétti- og skiljuvatni. Þá var 2.563 þúsund tonnum af skiljuvatni dælt aftur niður í jarðhitageyminn. Á undanförunum árum hefur magn vatns í jarðhitavökvanum verið nokkuð stöðugt, en gufan hefur verið að dragast saman eftir þó nokkra aukningu árið 2010 þegar ný hola var tekin í notkun. Afkastaryrningun í holunum er helsta ástæða þessa samdráttar en vermi borhola hefur áhrif á hlutfall vatns og gufu í jarðhitavökvanum. Með lækkanði vermi minnkar orkuinnihald vökvans og meira vatn fellur til.

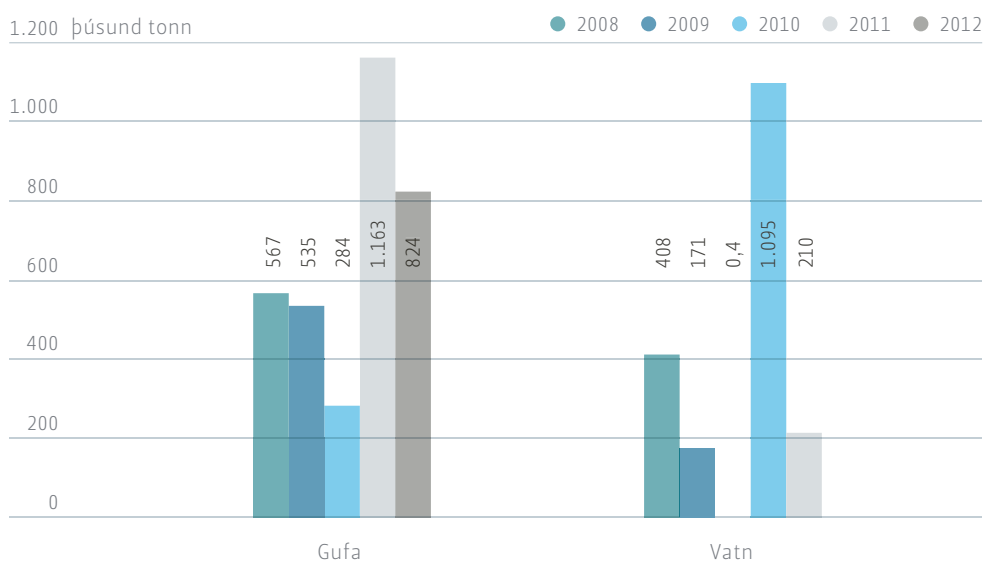
Frá árinu 2002 hefur skiljuvatni frá Kröflu verið djúpfargað með niðurdælingu. Þannig er dregið úr umhverfisáhrifum vinnslunnar á yfirborði og stutt við bættu nýtingu jarðhitakerfisins. Niðurdælingin dregur úr magni mengandi efna, til dæmis þungmálma, sem annars fara út í yfirborðsvatn. Til að forðast kælingu í jarðhitageyminum

er mikilvægt að þekkja eðli jarðhitageymisins áður en niðurdæling hefst. Rannsóknir á áhrifum niðurdælingar og reiknilíkön sýna áhrif vinnslunnar á jarðhitakerfið hvað snertir þrýstingslækkun (niðurdrátt), hita og efnasamsetningu jarðhitavökvans. Tilraunadæling á um 60 lítrum á sekúndu á Kröflusvæðinu á árunum 2002–2008 hafði engin mælanleg áhrif á afköst nálægra borhola. Unnið hefur verið að frekari styrkingu dælubúnaðar til niðurdælingar frá árinu 2008. Djúpförgun stendur nánast í stað á milli áruna 2011 og 2012 en í lok ársins 2012 náðist að gangsetja dælibúnað sem dælir nú um 105 kg/s eða um 80% af skiljuvatninu niður á yfir 2000 metra dýpi.

Rannsóknir

Vegna fyrirhugaðrar virkjunar jarðvarma á Norðausturlandi hefur verið talsvert um rannsóknarboranir á undanförunum árum. **Mynd 7** sýnir magn jarðhitavökva sem upp

Mynd 7 — Magn gufu og vatns sem kom upp við rannsóknarboranir við Kröflu og Bjarnarflag á árunum 2008–2012.



kom við prófun á rannsóknarholum á árunum 2008–2012 en umfang rannsóknarborana var töluvert minna árið 2012 en árið á undan. Ekki er um neina djúpförgun að ræða vegna rannsóknarborana.

Árin 2006–2009 voru boraðar nýu holur vegna fyrirhugaðrar stækkunar Kröflustöðvar (Krafla II). Fjórar þeirra hafa verið tengdar gufuveitu núverandi Kröflustöðvar. Unnið er að rannsóknum á nýtingu þriggja til viðbótar. Tvær af þessum nýu holum munu ekki nýtast við núverandi rekstur Kröflustöðvar, önnur vegna fjarlægðar og hin vegna hitastigs. Vegna fyrirhugaðrar virkjunar í Bjarnarflagi voru á árunum 2006–2008 boraðar þrjár holur. Áætluð

orkugeta þessara hola er um 30 MW. Vegna rannsókna á Þeistareykjasvæðinu voru boraðar nýu holur á árunum 2002–2012. Breytingar urðu á eignarhaldi Þeistareykja ehf. árið 2012 þegar Landsvirkjun eignaðist allt fyrirtækið. Magn gufu og vatns vegna rannsókna á Þeistareykjasvæðinu árið 2012 var 173 þúsund tonn af gufu og 22 þúsund tonn af vatni. Þar sem meginþungi í jarðhitaundirbúningi Landsvirkjunar undanfarin ár hefur verið á Norðausturlandi hefur ekki verið borað á Hágöngusvæðinu en yfirborðsrannsóknum hefur verið haldið áfram. Þar er ein hola sem boruð var árið 2003.

Nýting fallvatna og vatnsstýring

Stjórnun raforkuvinnslu í vatnsaflsvirkjunum felst í að stýra innrennsli vatns úr inntakslónum inn í virkjanirnar. Við raforkuvinnslu er leitast við að hámarka nýtingu vatns sem geymt er í miðlunarlónum. Jafnframt er reynt að tryggja að hvorki verði örar sveiflur á rennsli né snöggar vatnshæðarbreytingar. Skyndilegar breytingar í lónhæð eða breytingar á rennsli geta haft neikvæð áhrif á lífríki, jarðveg og samfélag. Því hefur Landsvirkjun leitað leiða til að draga úr sveiflum í rennsli og

minnka snöggar vatnshæðarbreytingar í samvinnu við sérfræðinga og heimamenn á viðkomandi svæðum. Vatnsstýring allra vatnsaflsvirkjana Landsvirkjunar

Við raforkuvinnslu er leitast við að hámarka nýtingu vatns sem geymt er í miðlunarlónum.

er skilgreind í verklagsreglum um fastbundnar takmarkanir á rennsli. Einnig eru settar tímabundnar takmarkanir um rennsli, t.d. vegna laxveiða og rennslis í fossum. Tvö frávik urðu frá settum viðmiðunarmörkum um rennslisstýringu árið 2012, bæði á Sogssvæðinu, sjá nánar í kafla um umhverfisatvik.

Eðli jarðhita

Eðli jarðhitakerfa er að geyma gríðarlegt magn varma sem safnast fyrir í berggrunninum á árbúsundum. Varmanum er viðhaldið af náttúrulegum varmastraumi sem er misstór eftir svæðum. Varmastraumurinn á rætur að rekja til tveggja þátta, annars vegar varmaleiðni úr iðrum jarðar og hins vegar varmaburðar kviku sem leitar upp í efri lög jarðskorpunnar. Endurnýjun orkuforðans með varmaleiðni er það hægt að á tímakvarða mannsaldurs mætti segja að forðinn sé endanlegur. Endurnýjun á orkuforða í háhitakerfum Íslands er hinsvegar umtalsverð vegna stærðar varmastraumsins sem berst með kviku og getur vel haldist í hendur við vinnslu jarðvarma úr svæðunum. Þar að auki er magn varmaorku í bergi jarðhitakerfanna yfirleitt svo mikið að vinnsla úr svæðunum gengur mjög lítið á heildarorkuforðann. Öðru fremur er það magn vatns í jarðhitakerfunum sem þarf að viðhalda en kerfin eru misrík af vatni. Mikil lækun á þrýstingi vegna vatnstöku úr jarðhitakerfinu getur dregið úr afli orkuvinnslunnar og valdið breytingum á yfirborðsvirkni jarðhitasvæða.

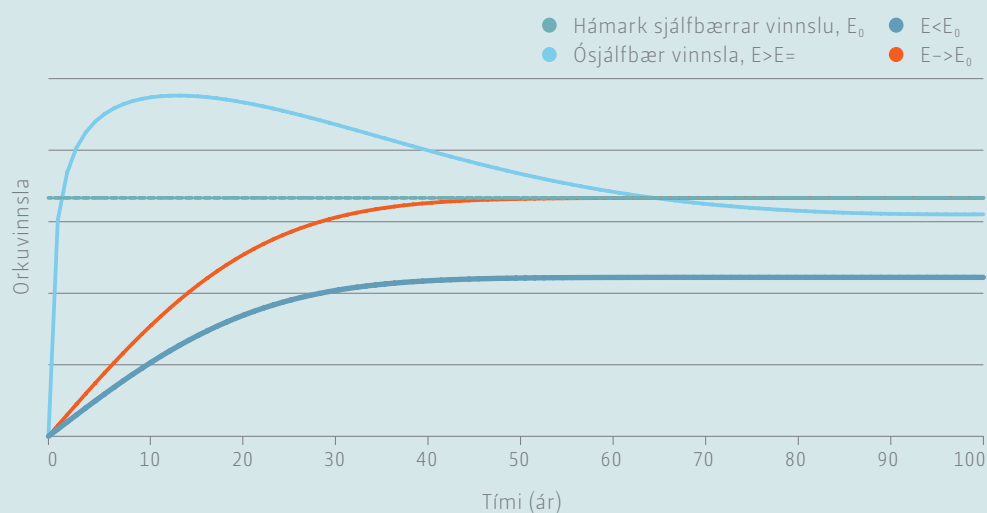
Markmið Landsvirkjunar er að tryggja sjálfbæra vinnslu þeirra jarðhitakerfa sem fyrirtækið nýtir. Sjálfbær nýting er háð mörgum óvissupáttum, t.a.m. stærð og eðli jarðhitakerfa en einnig framtíðarþróun í orkutækni. Faghópur skipaður af iðnaðarráðuneytinu um sjálfbæra nýtingu jarðhitakerfa kom sér saman um eftirfarandi skilgreiningu á sjálfbærri vinnslugetu jarðhitasvæða:

„Fyrir sérhvert jarðhitasvæði og sérhverja vinnsluaðferð er til ákveðið hámarksvinnslustig, E_0 , sem er þannig háttað að með lægra vinnslustigi en E_0 er unnt að viðhalda óbreyttri orkuvinnslu frá kerfinu í að minnsta kosti 100 ár. Sé vinnsluálag meira en E_0 er ekki unnt að viðhalda óbreyttri orkuvinnslu svo lengi. Jarðvarmavinnsla minni en eða jöfn E_0 er skilgreind sem sjálfbær en vinnsla umfram E_0 er ekki sjálfbær“ (Jónas Ketilsson o.fl., 2010).

Hugtakið „sjálfbær vinnslugeta jarðhita“ er skýrt nánar á **mynd 8**. Hámark sjálfbærrar vinnslugetu, E_0 , er mjög óviss í upphafi nýtingar og því hefur Landsvirkjun tekið þá stefnu við virkjun jarðvarma að reyna að nálgast sjálfbærnimarkið í smærri áföngum. Á milli áfanga er tíminn nýttur til þess að safna gögnum um viðbrögð kerfisins við vinnslunni og endurmeta þannig vinnslumarkið E_0 .

Önnur aðferð við nýtingu jarðhita er að auka vinnslu fremur hratt og fara þá tímabundið upp fyrir hámark sjálfbærrar vinnslugetu. Þá er hámarksafli virkjunar viðhaldið til skamms tíma (t.d. 20 ára) með borun á nýjum holum. Viðhaldsborunum er hætt þegar dregið hefur svo mikið niður í jarðhitageyminum að nýjar holur skila ekki nægilegu afli til þess að borga sig.

Mynd 8 — Skýringarmynd á hugtakinu „sjálfbær vinnslugeta jarðhita“ (Heimild: Jónas Ketilsson o.fl. 2010).



Eftir það dvínar vinnslan úr svæðinu smám saman þar til nýtt jafnvægi finnst á milli vinnslu og endurnýjunar jarðhitakerfisins. Þetta jafnvægisstig í vinnslunni ætti þá að vera nálægt hámarki sjálfbærrar vinnslugetu en það fer þó eftir tímaskala, efnahagsþáttum, tækniframförum o.fl. hvernig það er skilgreint. Vísbendingar eru um að þessi aðferð sé líklegri til þess að skila endanlegri vinnslu nærri hámarki sjálfbærrar vinnslugetu auk þess sem hún sé hagkvæmari. Sem dæmi um vinnslu af þessu tagi má nefna Laugarneskerfið í Reykjavík, sem þó er lághitakerfi, en þar varð tíföld aukning í vinnslu til þess að nýtt jafnvægisástand skapaðist sem hefur haldist stöðugt frá 7. áratug síðustu aldar. Einnig má nefna Geysissvæðið í Kaliforníu þar sem raforkuvinnsla fór tímabundið upp í 2000 MW en dvínaði síðan og nálgast nú jafnvægi með um 750 MW vinnslugetu. Þessari vinnsluaðferð má í raun líkja við aðferð bóndans til að hámarka mjólkurnytina í kúnum en það gerir hann með því að mjólka sem mest strax eftir burð.

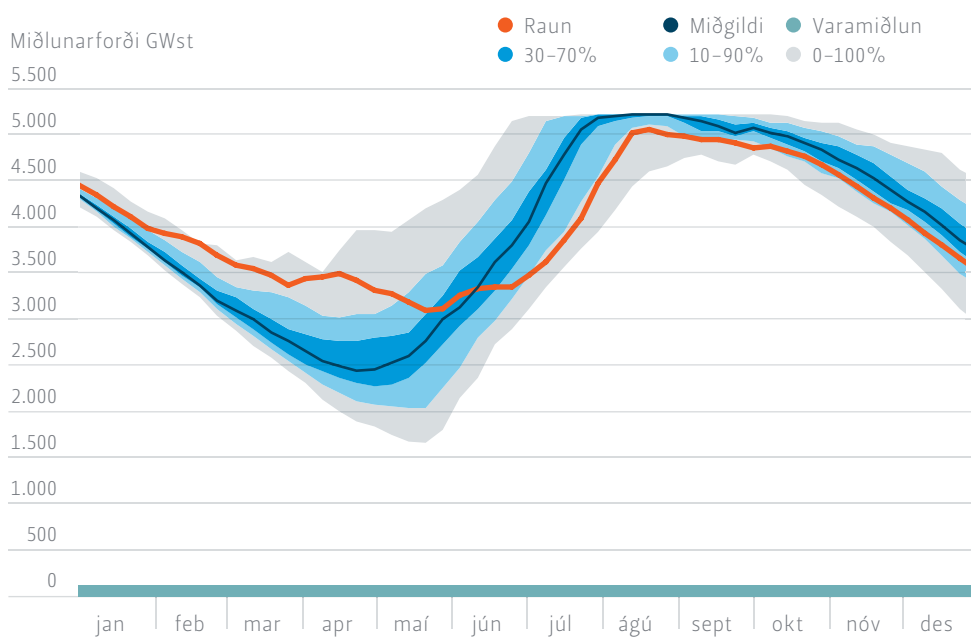
Mynd 9 sýnir spá frá desember 2011 um heildarvatnsforða Landsvirkjunar árið 2012 og hvernig nýtingu hans var háttað. Dökkbláa línan sýnir miðgildi sem er áætlað meðalgildi en rauða línan sýnir mælt raungildi. Vatnafar er almennt skilgreint út frá vatnsári sem er frá 1. september til 31. ágúst. Í heildina var vatnsbúskapur vatnsársins 2011/2012 mjög góður. Vatnsbúskapur almanaksárið 2012 var hins vegar góður framan af ári en sumarið var undir meðallagi og allt fram í september. Vatnsbúskapur síðustu mánuði ársins 2012 var lélegur. Í upphafi árs 2012 var staða miðlunarlóna einstaklega góð þar sem niðurdráttur lóna hófst ekki fyrr en í lok nóvember árið 2011. Veturinn var mildur og rennsli yfir meðallagi við allar stöðvar Landsvirkjunar. Sumarið var frekar þurrt og rennsli undir meðallagi, nema afkoma af jökli inn í Háslón var vel yfir meðallagi í júlí og ágúst. Öll miðlunarlón fylltust, fyrir utan Þórisvatn, vegna framkvæmda við Búðarhálsvirkjun. Niðurdráttur hófst seinni hluta september í Háslóni og í fyrri hluta október í öðrum lónum Landsvirkjunar. Haustið fram að áramótum var síðan mjög þurrt um allt land og gekk hratt á miðlunarlón kerfisins, t.d. var miðlunarforðinn í árslok um 1000 GWst lægri en í upphafi árs.

Rennsli Jökulsár í Fljótsdal

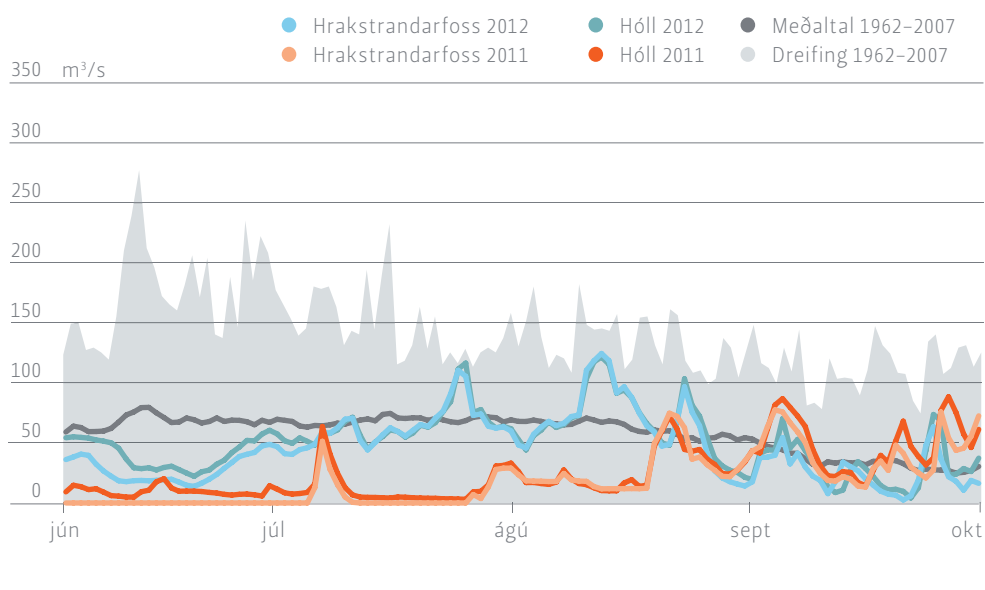
Í skilyrði sem sett er fyrir rekstrarleyfi Fljótsdalsstöðvar um rennsli í Jökulsá í Fljótsdal segir að Landsvirkjun skuli nýta yfirfallsvatn á skipulegan hátt á ferðamannatíma og leitast við að ná meðalrennsli í farvegi Jökulsár í Fljótsdal og í farvegi Kelduár í júlí og ágúst í góðum vatnsárum. Í lakari vatnsárum skal Landsvirkjun leggja áherslu á að hafa rennsli á ferðamannatíma í farvegi Jökulsár í Fljótsdal og síðan í Kelduá eftir því sem yfirfallsvatn dugar til.

Vegna góðrar vatnsstöðu sumarið 2012 fór allt vatn í Jökulsá í Fljótsdal niður farveg árinna á tímabilinu 1. júní–9. október og sumarið var nýtt til viðgerða á stíflum í Hraunaveitu. Rennsli í Jökulsá í Fljótsdal sumarið 2012 var náttúrulegt rennsli. **Mynd 10** sýnir mælt sumarrennsli Jökulsár í Fljótsdal sumrin 2011 og 2012 á tveimur stöðum, við Hrakstrandarfoss, efsta fossinn í röð fossa í Fljótsdal og við Hól ofan við Fljótsdalsstöð áður en áin sameinast útfalli Fljótsdalsstöðvar (**mynd 11**). Eins og sjá má á myndinni var rennsli Jökulsár í Fljótsdal í góðu meðallagi fram eftir sumri 2012, að undanskildu tímabundnu lágrennsli í u.þ.b. tvær vikur í júní. Þetta eru umskipti frá árinu áður en frá miðjum ágúst er rennslið svipað bæði árin og svipað meðalrennsli áranna 1962–2007. Árið 2012 voru þau skilyrði sem sett eru í rekstarleyfi fyrir Fljótsdalsstöð um meðalrennsli í farvegi Jökulsár í Fljótsdal á ferðamannatíma uppfyllt.

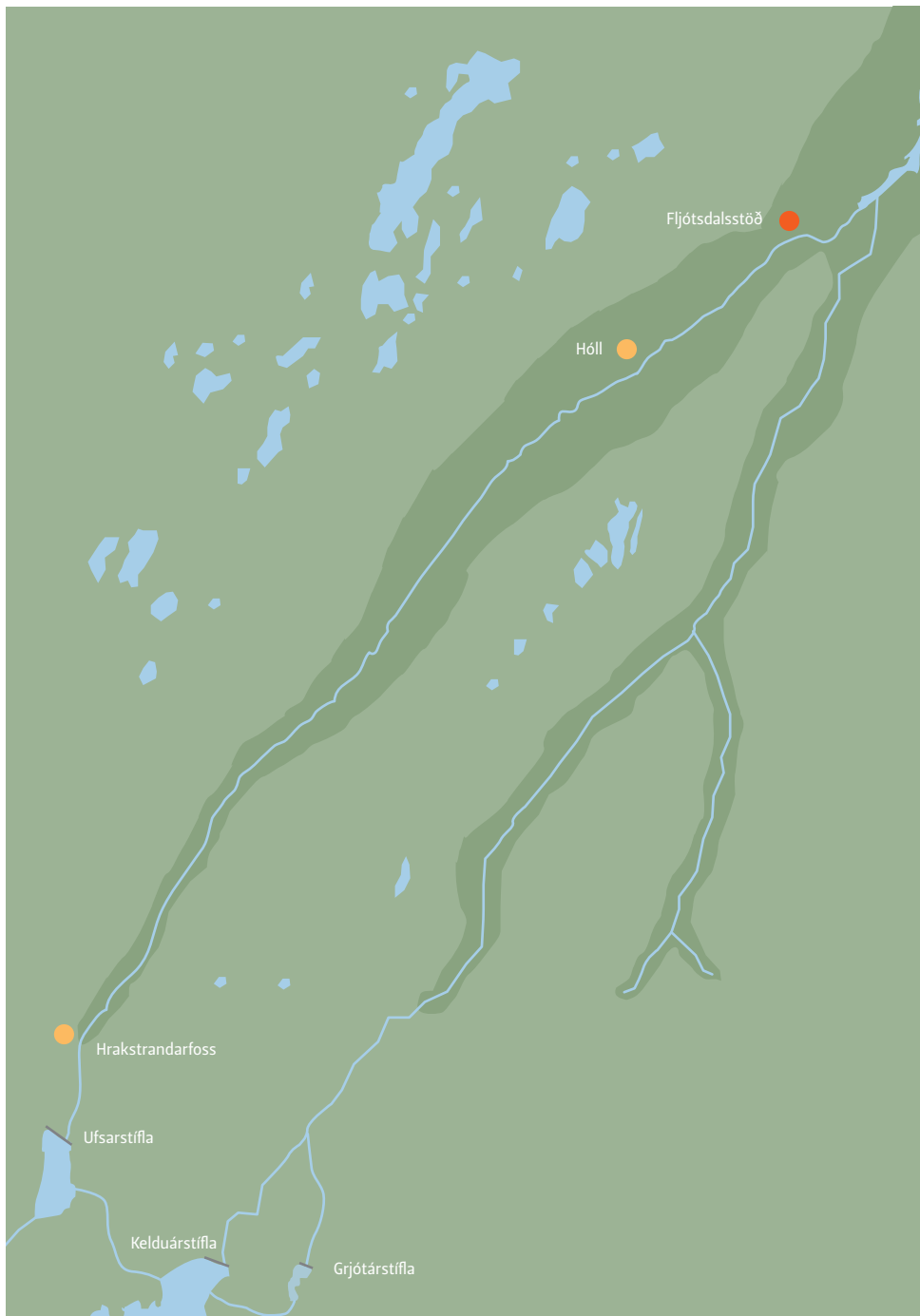
Mynd 9 — Áætlaður miðlunarforði rekstrarárið 2012 ásamt raungildi ársins.



Mynd 10 — Rennsli í Jökulsá í Fljótsdal mælt við Hrakstrandarfoss og Hól sumrin 2011 og 2012.



Mynd 11 — Rennsli í Jökulsá á Fljótsdal er mælt við Hrakstrandarfoss og við Hól.



Fiskirannsóknir á vatnasvæði Þjórsár

Mynd 12 — Núverandi og fyrirhugaðar vatnsaflsvirkjanir á vatnasviðum Þjórsár og Tungnaár.



Ítarlegar rannsóknir á fiskistofnum í Þjórsá hafa farið fram allt frá árinu 1973. Tilgangur rannsókna er að vakta mögulegar breytingar sem verða á lífríki árinna og einnig að meta áhrif á fiskistofna og þróa mótvægisáðgerðir vegna fyrirhugaðra virkjana í neðanverðri Þjórsá (**mynd 12**).

Fiskgengd

Laxastofninn í Þjórsá er stór og var meðalveiði í ánni á árunum 1991–2010 um 3000 laxar. Á síðustu tíu árum hefur orðið veruleg aukning í veiði og á árunum 2006–2010 var meðalveiðin yfir 5000 laxar (**mynd 13**). Frá því að virkjanir voru reistar í efri hluta vatnakerfisins hafa orðið miklar breytingar á rennsli í neðri hluta árinna og dregið hefur úr aurburði. Þannig hafa skapast betri skilyrði fyrir laxastofninn sem hefur stuðlað að vexti hans og aukinni veiði á síðustu árum. Árið 1991 reisti Landsvirkjun fiskstiga við fossinn Búða. Göngur upp stigann hafa aukist ár frá ári og nú hrygnir lax ofan stigans (**mynd 14**). Stærstu náttúrulegu búsvæði laxins eru milli Búða og Urriðafoss og seiði sem alast upp í ánni þar þurfa því að fara framhjá fyrirhugaðri Urriðafossvirkjun á leið sinni til sjávar.

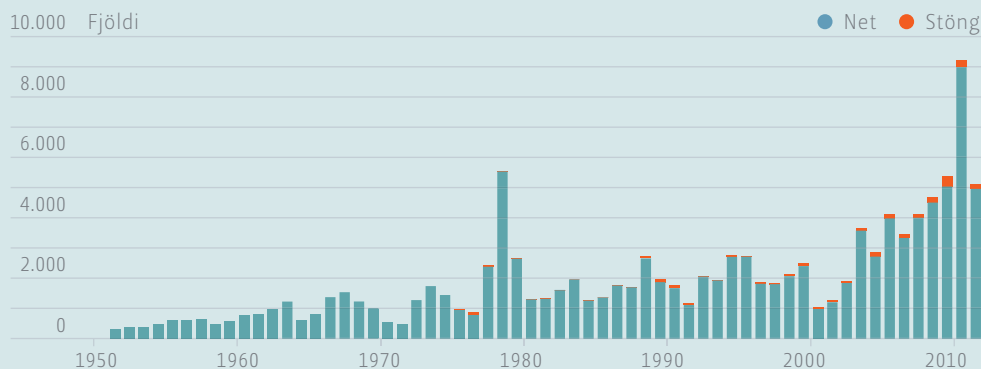
Áhrif virkjana á fiskistofna án mótvægisáðgerða

Ef ekki verður gripið til mótvægisáðgerða vegna fyrirhugaðra virkjana munu stíflur inntakslóna hindra fiskgöngur upp ána. Auk þess geta nýjar virkjanir tafið uppöngu laxins og mögulega aukið álag á fiskinn sem gæti dregið úr hrygningu. Einnig geta orðið afföll á niðurgönguseiðum sem fara í gegnum vélar. Þá munu, ef ekkert er aðhaft, lón og breyttir farvegir minnka búsvæði laxfiska á fiskgöngum hluta árinna.

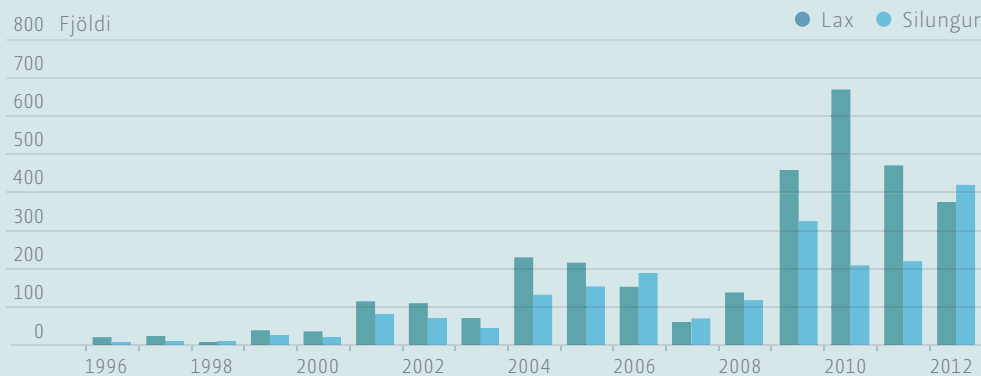
Fyrirhugaðar mótvægisáðgerðir

Gerðar hafa verið tillögur að mótvægisáðgerðum til að draga úr áhrifum fyrirhugaðra virkjana á laxa- stofninn. Meðal mótvægisáðgerða sem veiðimálastofnun telur líklegar til að draga úr áhrifum eru þær að tryggð verði að farvegir þjórsár þorni hvergi og að lágmarksrennsli verði tryggt um mikilvæg upp- eldis- og hrygningarsvæði og fyrir uppgöngu fisks. Þá er lagt til að byggðir verði fiskstigar við fyrirhugaða Urriðafossvirkjun og Hvammsvirkjun en reynsla frá núverandi fiskstiga við Búðafoss sýnir að hann hefur gert fiski kleift að nema land fyrir ofan fyrirhugaða Holtavirkjun. Þá hefur hönnun virkjananna verið breytt, m.a. hefur hæð inntakslónanna við Urriðafossvirkjun og Holtavirkjun verið lækkuð, en með því móti eykst rennslis hraði um lónin. Það hefur jákvæð áhrif á göngur og lífsskilyrði laxfiska sem og á niðurgöngu seiða. Við Urriðafossvirkjun er gert ráð fyrir sérhannaðri seiðafleytu. Þar er fallhæð mest og öll seiði í ánni þurfa að fara framhjá virkjuninni. Þá hefur Landsvirkjun lýst sig reiðubúna til að byggja sambærilega seiðafleytu við Hvammsvirkjun, sem jafnframt nýtist til að afla reynslu við seiða- fleytingu áður en ráðist yrði í byggingu Urriðafossvirkjunar. Með fyrirhugðum mótvægisáðgerðum má búast við að aðstæður til stangveiði muni batna frá því sem nú er í ákveðnum hluta árinna. Nánari upplýsingar er að finna í skýrslum Landsvirkjunar LV-2012/014, Áhrif fyrirhugaðra virkjana í neðri hluta Þjórsár á fiskistofna í Þjórsá og LV-2012/047, Fiskrannsóknir á vatnasvæði Þjórsár árið 2011.

Mynd 13 — Laxveiði í Þjórsá og þverám skipt í neta- og stangveiði frá 1951–2011.



Mynd 14 — Göngur lax og silungs um fiskstigann við Búðafoss 1996–2011.



Rof og setmyndun

Vatnsstyring farvega og lóna auk álags frá vindi, öldu og vatni getur valdið rofi í farvegum áa og úr bökkum lóna. Setmyndun jökuláa getur leitt til þess að eyrar myndist í lónum og við strönd þeirra. Fylgst er með breytingum á vatnsfarvegum með það að markmiði að kortleggja þær svo hægt sé að grípa til aðgerða ef þörf krefur. Ekki var gripið til neinna slíkra aðgerða árið 2012.

Við Háslón og Blöndulón fara reglulega fram rannsóknir og vöktun á jarðvegsbindingu, gróðurstyrkingu og vöktun strandsvæða. Við Háslón er m.a. fylgst með þróun strandrofs og hvort áfoksgeirar myndist vegna foks frá strandsvæðum. Sjá nánar í skýrslum Landsvirkjunar LV-2012/006, *Háslón 2011. Jarðvegsbinding, gróðurstyrking og vöktun strandsvæða* og LV-2012/007, *Háslón 2011. Kortlagning strandsvæða*. Við Blöndulón hafa staðið yfir rannsóknir og vöktun frá árinu 1993 þar sem megináhersla er lögð á vöktun landbrots úr bökkum, sandfoks úr fjörunni og eftirlit með áburðargjöf á sandfokssvæði og aðgerðum til að styrkja gróður í þeim. Upplýsingar um niðurstöður vöktunar við Blöndulón má finna í skýrslu Landsvirkjunar LV-2012/049, *Blöndulón. Vöktun á strandrofi og áfoki. Áfangaskýrsla 2011*.

Eldsneyti

Markmið Landsvirkjunar er að draga úr losun gróðurhúsalofttegunda og þar með að draga úr notkun jarðefnaeldsneytis.

Við brennslu jarðefnaeldsneytis losna ýmsar lofttegundir, til dæmis gróðurhúsalofttegundirnar koltvísýringur (CO₂), metan (CH₄) og glaðloft (N₂O). Auk þess losna m.a.

kolmónoxíð (CO) og svífryk sem valda neikvæðum umhverfisáhrifum.

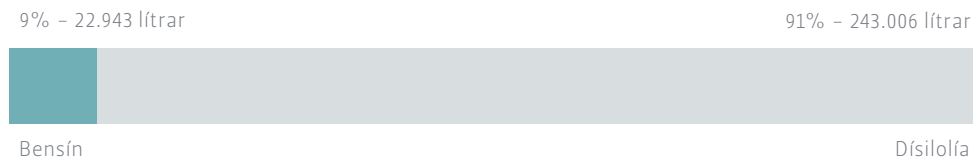
Í starfsemi Landsvirkjunar er jarðefnaeldsneyti notað á bifreiðar, vélar og ýmis tæki. Auk þess er dísilolía notuð til reksturs nokkurra lítilla dísilrafstöðva sem meðal annars gegna hlutverki ljósavéla og við rekstur loku-búnaðar á hálendinu. Hlutfallslega skiptingu á notkun jarðefnaeldsneytis hjá Landsvirkjun árið 2012 má sjá á mynd 15. Líkt og fyrri ár er dísilolía (91%) meirihluti þess jarðefnaeldsneytis sem er notað en mun minna er notað af bensíni (9%). Árið 2012 voru að auki notuð 504 kg af metani til að knýja bifreiðar í starfsstöð Landsvirkjunar í Reykjavík.

Heildarnotkun jarðefnaeldsneytis í starfsemi Landsvirkjunar árin 2008–2012 má sjá á myndum 16a og 16b. Notkun bensíns hefur haldist nokkuð stöðug á tímabilinu frá 2008–2012. Dregið hefur verið úr notkun bensíns á aflstöðvunum á síðastliðnum árum og hefur notkunin ekki verið minni frá árinu 2008. Bensínnotkun jókst hins vegar töluvert

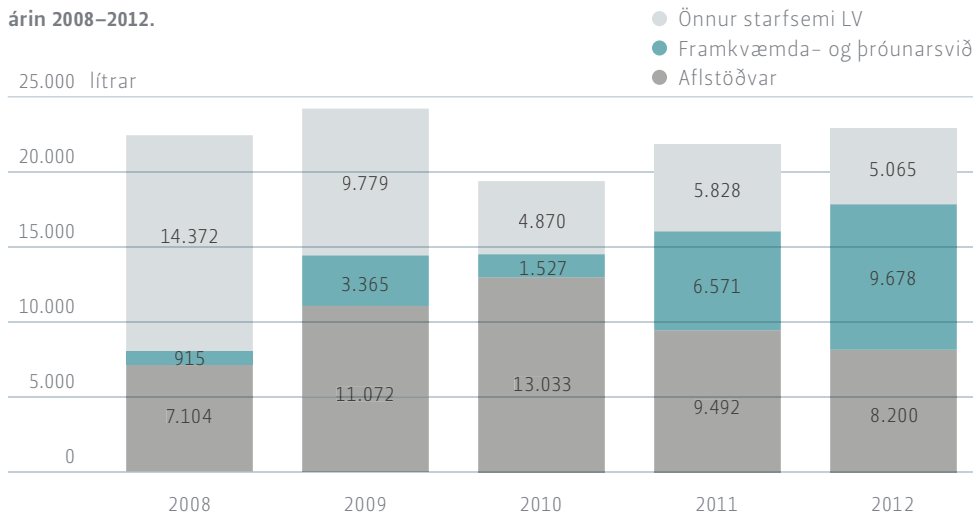
hjá framkvæmdasviði árið 2012, mest vegna umsvifa í framkvæmdum. Dísilolíunotkun hefur haldist nokkuð stöðug síðastliðin þrjú ár og stendur nánast í stað á aflstöðvum fyrir-tækisins. Mynd 17 sýnir notkun dísilolíu árin 2008–2012 skipt eftir starfsstöðvum. Eldsneytisnotkun var mest á Þjórsársvæðinu líkt og áður en þar fer mesta orkuvinnslan fram auk þess sem um víðáttumikið rekstrarsvæði er að ræða. Eldsneytisnotkun framkvæmdasviðs og þróunarsviðs má að stærstum hluta rekja til virkjanaframkvæmda við Búðarháls og rannsókn á jarðvarma á Norðausturlandi. Í viðauka má sjá ítarlegar tölulegar upplýsingar um eldsneytisnotkun Landsvirkjunar á árunum 2008–2012.

Við Háslón og Blöndulón fara reglulega fram rannsóknir á jarðvegsbindingu og gróðurstyrkingu.

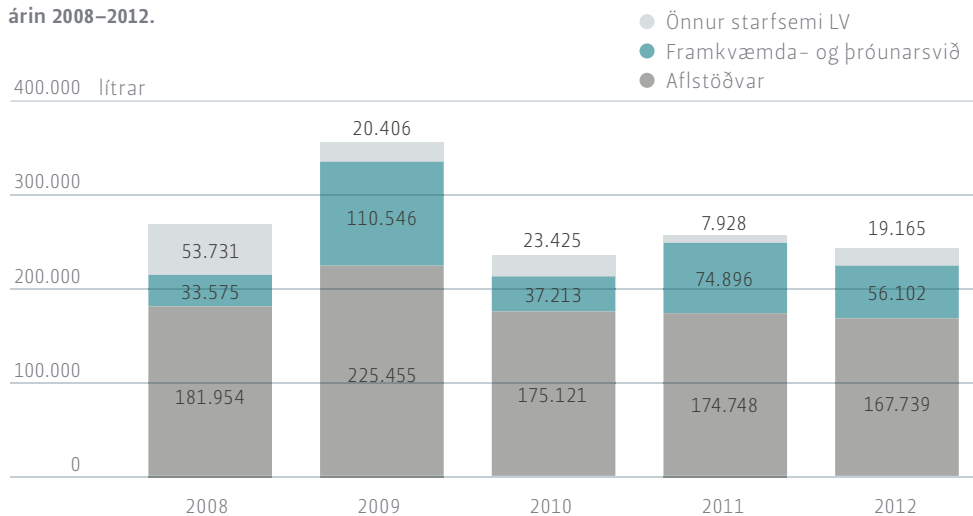
Mynd 15 — Hlutfallsleg skipting á jarðefnaeldsneyti í starfsemi Landsvirkjunar árið 2012.



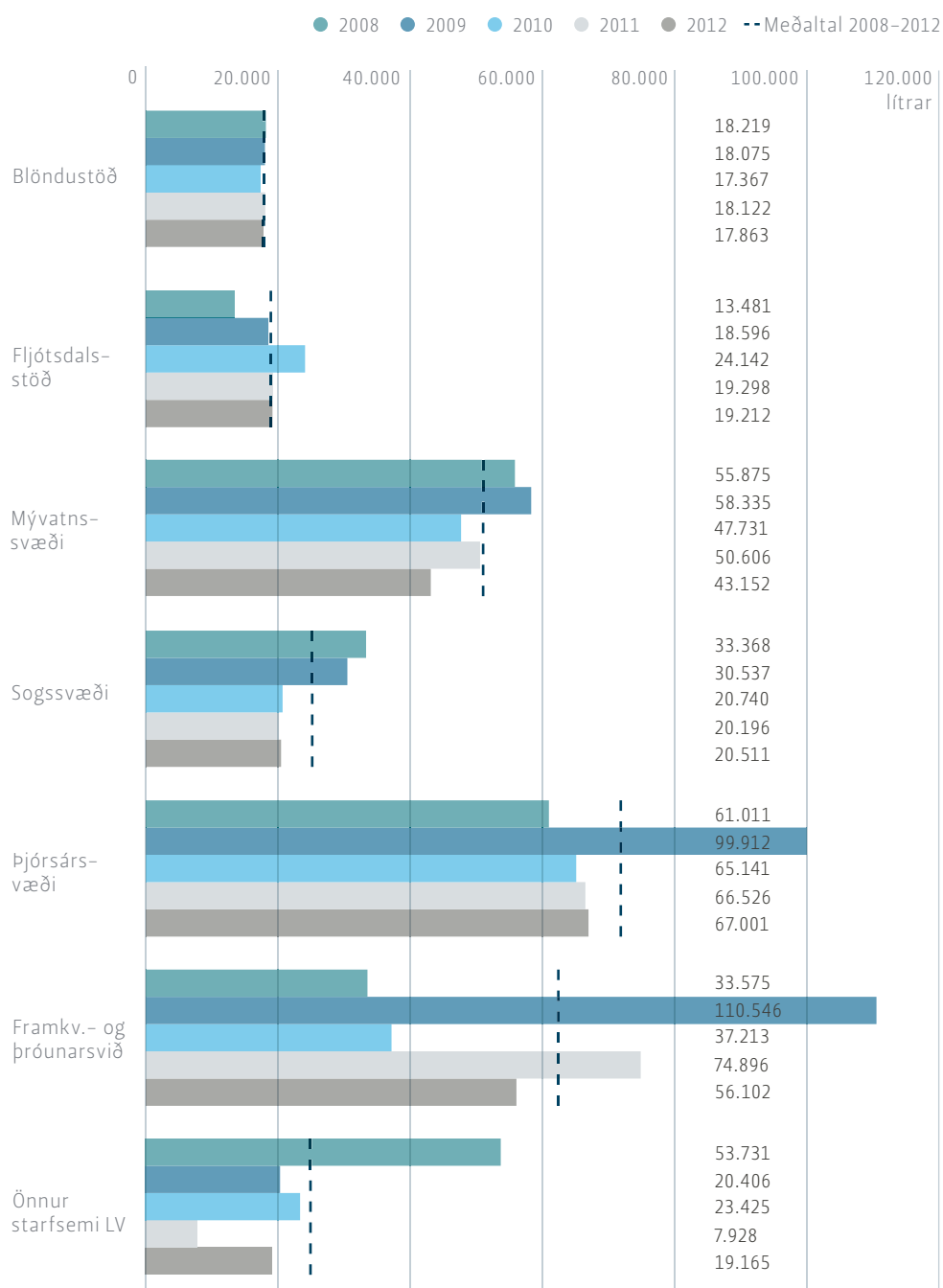
Mynd 16a — Notkun bensíns í starfsemi Landsvirkjunar árin 2008–2012.



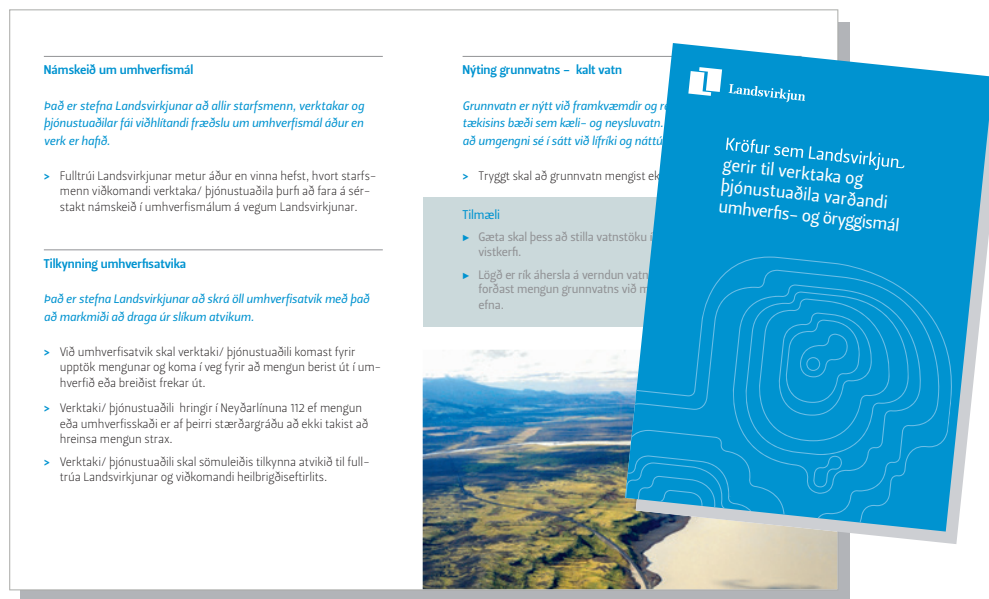
Mynd 16b — Notkun dísilolíu í starfsemi Landsvirkjunar árin 2008–2012.



Mynd 17 — Notkun dísilolíu í starfsemi Landsvirkjunar árin 2008–2012 skipt eftir starfsstöðvum ásamt meðalnotkun á hverjum stað á sama tímabili.



Mynd 18 — Bæklingur um kröfur og tilmæli Landsvirkjunar til verktaka og þjónustuaðila er varða umhverfis- og öryggismál.



Röskun lands og umgengni við náttúru og lífríki

Öllum stærri framkvæmdum Landsvirkjunar fylgir jarðrask sem getur haft áhrif á lífríki og náttúru. Jarðrask verður meðal annars vegna gerðar uppistöðulóna, stíflna og veituleiða, lagningar vega og jarðstrengja, aðstöðusköpunar og jarðborana. Efnamengun hvers konar sem berst í jarðveg eða vötn getur orðið vegna leka frá olíugeymum, farartækjum og ýmsum tækjabúnaði eða vegna meðhöndlunar spilliefna og úrgangs.

Umhverfisáhætta er metin í öllum verkefnum Landsvirkjunar og gripið er til viðeigandi aðgerða til að draga úr líkum á að slík hætta skapist.

Umhverfisáhætta er metin í öllum verkefnum Landsvirkjunar og gripið er til viðeigandi aðgerða til að draga úr líkum á að slík hætta skapist.

Til að tryggja að vinnubrögð er varða umhverfis- og öryggismál séu með sama hætti hjá öllum þeim sem starfa á vegum fyrirtækisins hefur Landsvirkjun gefið út kröfur og tilmæli til verktaka og þjónustuaðila um umhverfis- og öryggismál. Nálgað má upplýsingabæklinginn (mynd 18) á heimasíðu Landsvirkjunar (http://www.landsvirkjun.is/media/PDF/LV_krofur_tilmaeli_til_verktaka_umhverfismal.pdf).

Frágangur vinnusvæða við Kárahnjúka

Mynd 19 — Athafnasvæði Impregílo meðan á framkvæmdum stóð (efri mynd) og sama svæði eftir frágang (neðri mynd).



Framkvæmdarsvæði Kárahnjúkavirkjunar var víðáttumikið og ekki hjá því komist að rask yrði á landi. Að loknum framkvæmdum, á árunum 2008–2011, var unnið að frágangi vinnusvæða. Við frágang allra svæða var markmiðið að ekki yrði hægt að greina vinnusvæðin frá óröskuðu landi að nokkrum árum liðnum. Á myndum 19 og 20 má sjá hvernig athafnasvæði Impregílo og svæðið við munna aðkomuganga númer þrjú litu út á meðan á framkvæmdum stóð og hvernig frágangi svæðanna er háttað. Frekari upplýsingar um frágang vinnusvæða við Kárahnjúka má finna á <http://www.sjalfbaerni.is> í vísí 2.8 – Frágangur náma og haugsvæða og þar er einnig að finna skýrslu Landsvirkjunar LV-2012/011, Kárahnjúkavirkjun. Frágangur vinnusvæða.

Mynd 20 — Athafnasvæði við gangamunna aðkomuganga númer þrjú meðan á framkvæmdum stóð (efri mynd) og sama svæði eftir frágang (neðri mynd).



Hreindýr

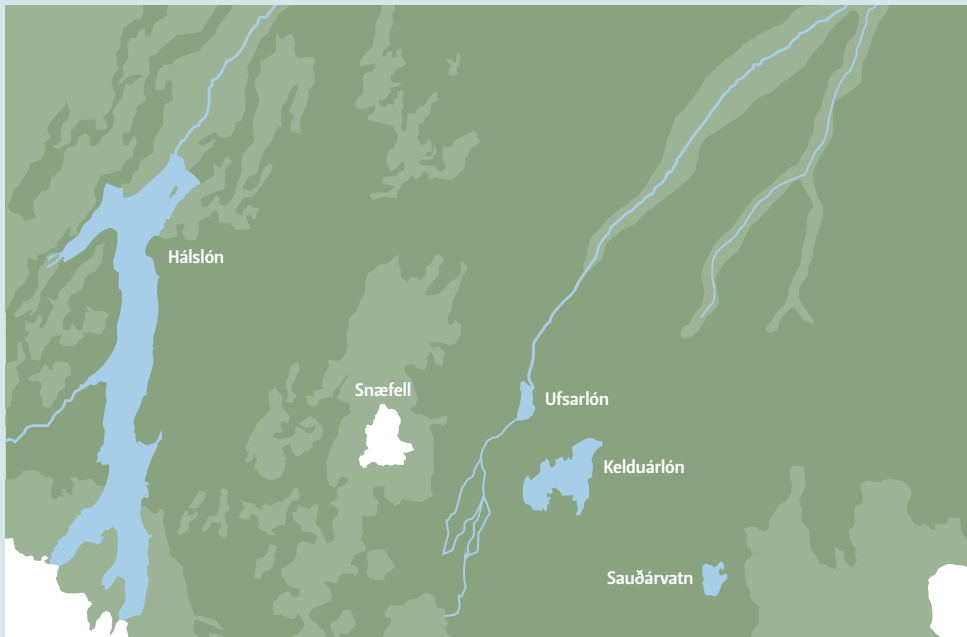


Náttúrustofa Austurlands (NA) annast árlega talningu á hreindýrum í sumarhögum sem gerð er á vegum stjórnvalda. Meðal rannsóknæfna er að fylgjast með ástandi dýranna og öðru því sem tengist ákvörðun um árlegan veiðikvóta. Samkvæmt virkjunarleyfi ber Landsvirkjun að standa fyrir nauðsynlegri viðbótarvöktun sem sérstaklega gæti tengst áhrifum Kárahnjúkavirkjunar. Landsvirkjun hefur staðið fyrir árlegri talningu á hreindýrum á áhrifasvæði virkjunarinnar, þ.e. norðan Brúarjökuls síðan 1993, sem Verkfræðistofnun Háskóla Íslands (VHÍ) hefur annast (**mynd 21**). Talningin fer fram á vorin með myndatökum úr flugvél. Niðurstöður sýna að eftir því sem vorin eru snjóléttari því fleiri hreindýr halda sig á svæðinu og þeim hefur yfirleitt fjölgað eftir því sem líður á júnímánuð. Hret og kuldaköst geta hins vegar sett strik í reikninginn þannig að hreindýr sem komin eru á svæðið hörfa þaðan aftur tímabundið.

Mikil fjölgun hreindýra var á svæðinu á árunum 1995–2000 en eftir það fækkaði þeim smám saman, allt til ársins 2007 (**mynd 22**). Nú sýnir talning að hreindýrum á Kárahnjúkasvæðinu virðist smám saman vera farið að fjölga aftur. Þrátt fyrir miklar breytingar á fjölda hreindýra á Kárahnjúkasvæðinu á síðastliðnum árum hafa verið litlar breytingar á fjölda þeirra hreindýra sem halda sig fyrri hluta sumars vestan Jöklu (í Kringilsárrana og norðan Kringilsár).

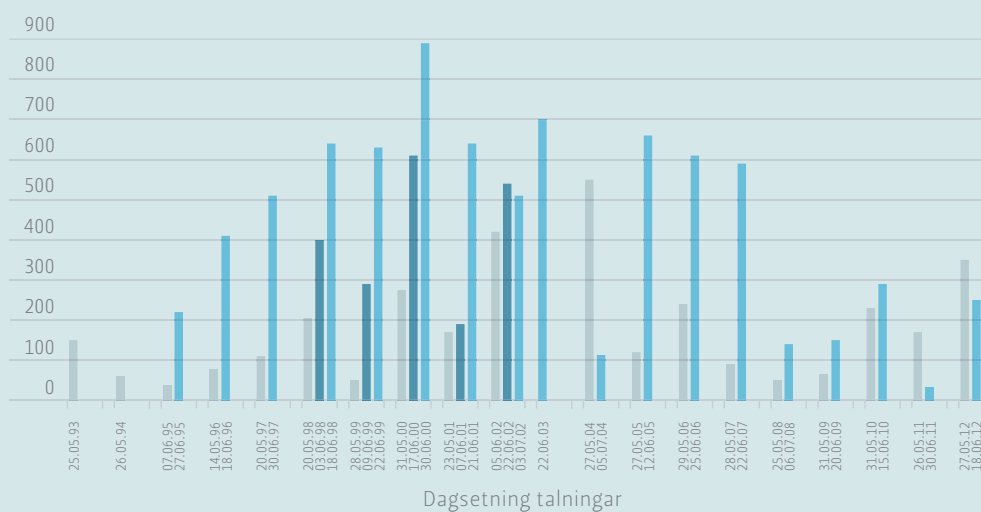
Auk talningar VHÍ fer fram vöktun á burðarsvæðum hreindýra á Snæfellsöræfum. Hófst sú vöktun vorið 2005. Umsjón hennar er í höndum NA. Markmiðið er að fylgjast með burðarsvæðum á áhrifasvæði Kárahnjúkavirkjunar og kanna hvort og þá hvernig virkjunarframkvæmdir hafa áhrif á burð hreindýra; val þeirra á burðarsvæðum, burðartíma og fjölda kálfa. Á þeim árum sem vöktunin hefur farið fram hefur sést töluverður breytileiki í dreifingu dýra og framvindu burðar. Svo virðist sem dýrin hafi verið að færa sig út af svæðinu á burðartíma. Enn er þó ekki ljóst hvort það er af mannavöldum eða vegna breytingar á vali á hagagöngusvæðum. Frekari upplýsingar um áframhaldandi vöktun og talningu hreindýra má finna á <http://www.sjalfbaerni.is/> en þar er einnig að finna skýrslur Landsvirkjunar, LV-2012/033, *Kortlagning burðarsvæða hreindýra á áhrifasvæðum Kárahnjúkavirkjunar vorið 2011* og LV-2012/115, *Hreindýratalningar norðan Vatnajökuls*.

Mynd 21 — Rannsóknarsvæðið á Snæfellsöræfum.



Mynd 22 — Niðurstöður talningar. Ljósbláar súlur eru niðurstöður talningar sem fór fram þegar burður stóð sem hæst. Hinar súlurnar eru niðurstöður talningar sem fór fram síðar til að fylgjast með viðveru dýranna á svæðinu.

1.000 fjöldi fullorðinna dýra



Landgræðsla, skógrækt og kolefnisbinding

Landsvirkjun hefur staðið fyrir umfangsmikilli landgræðslu og skógrækt í nágrenni virkjana síðastliðin 45 ár, bæði ein og í samstarfi við aðra, m.a. Skógrækt ríkisins, Landgræðslu ríkisins, skógræktarfélag og heimamenn á viðkomandi svæðum. Land sem grætt hefur verið upp fyrir tilstilli Landsvirkjunar frá stofnun fyrirtækisins er um 140 km² (Hugrún Gunnarsdóttir, 2009). Tilgangur landgræðslunnar er endurheimt landgæða, að draga úr raski á gróðurlendum auk þess að stöðva jarðvegsrof og gróðureyðingu. Með aukinni vitund um loftslagsbreytingar hefur verið horft til landgræðslusvæða Landsvirkjunar með kolefnisbindingu í huga.

Markmið Landsvirkjunar er að verða kolefnishlutlaust fyrirtæki og er hafin vinna við gerð áætlana um hvernig því markmiði verði náð. Talið er æskilegt að markmiðum um kolefnisjöfnun verði náð í sem ríkustum mæli með aðgerðum innanlands. Til að geta talið fram kolefnisbindingu í gróðri og jarðvegi verður að mæla hana og árið 2010 var samið við Landgræðslu ríkisins og Skógrækt ríkisins um að landgræðslu- og skógræktarsvæði Landsvirkjunar yrðu hluti af landsúttekt á kolefnisbindingu. Úttektin byggist á beinum mælingum skv. alþjóðlegum stöðlum og fór sú úttekt fram á árunum 2010–2011 og verður hér eftir gerð á fimm ára fresti. Með þessum mælingum fæst mun áreiðanlegra mat á afköstum kolefnisbindingar en áður þegar stuðst var við meðaltalsstuðla fyrir kolefnisbindingu. Úrvinnsla mælinganna fór fram árið 2012 og náðist að fullvinna gögn fyrir skógræktarsvæðin en úrvinnsla vegna landgræðslusvæða er á lokastigi.

*Raunbinding koldíoxíðs
í skóglendum Lands-
virkjunar árið 2011 var
670 tonn CO₂ ígildi*

Meðal helstu landgræðslusvæða Landsvirkjunar víðs vegar um landið má nefna Auðkúlu- og Eyvindarstaðaheiðar við Blöndustöð, Krákárbotna á Mývatnssvæði, Jökuldalsheiði og uppgræðslusvæði sem tengjast Fljótisdalsstöð, skógrækt í nágrenni Sogsstöðva og skógrækt og uppgræðslu á Þjórsár og Tungnaárvæði. Niðurstöður úttektarinnar fyrir skógræktarsvæði Landsvirkjunar sýna að þau stóðust ekki öll strangar kröfur alþjóð-

legra staðla sem setja lágmarksstærð skóga (skógarlunda) við 0,5 ha. Þéttleiki trjáa skal vera meiri en 10% og lágmarkshæð 2 m (Arnór Snorrason, 2011). Auk þess sem skógrækt við Búrfell var ekki talin með þar sem ekki hefur verið samið um hlutdeild Landsvirkjunar til þeirrar skógræktar. Því er heildarflatarmál skógræktarsvæða Landsvirkjunar nú metið 135 ha sem áður var talið vera um 260 ha. Þá reyndist raunbinding koldíoxíðs (CO₂) í skóglendum Landsvirkjunar árið 2011 vera um 670 tonn CO₂ ígildi. Það þýðir að binding á hvern hektara sé tæp 5 tonn CO₂ ígildi. Þessi kolefnisbinding er lægri en Landsvirkjun hefur áður áætlað þar sem hér er um að ræða raunbindingu í ungum skógræktarsvæðum. Áður var stuðst við meðaltalsstuðla (5,9 tonn CO₂/ha) fyrir bindingu með skógrækt yfir líftíma skógarins. Líkt og við var búist sýndu mælingarnar að binding yngri skógræktarsvæða er töluvert minni en binding eldri svæða. Því er gert ráð fyrir að binding í þessu 135 ha skóglendi Landsvirkjunar muni í nánustu framtíð aukast verulega. Sjá nánar í skýrslu Landsvirkjunar LV-2012/062, *Úttekt á kolefnisbindingu skógræktar á svæðum í eigu Landsvirkjunar*.

Úttekt á landgræðslusvæðum fyrirtækisins er á lokastigi og benda frumniðurstöður til þess að bindingin á láglendari svæðum sé síst minni en hingað til hefur verið áætlað. Tölur frá hálendustu svæðunum, þ.e. Jökuldalsheiðinni, hafa hins vegar ekki verið staðfestar. Þá er ekki enn ljóst hvort telja megí heildarstærð landgræðslusvæða Landsvirkjunar líkt og hingað til.

Þrátt fyrir að binding kolefnis með landgræðslu bindi mun minna kolefni en gerist með skógrækt, vegur hún mun þyngra í kolefnisbókhaldi Landsvirkjunar. Þetta stafar af því að landgræðslusvæðin (140 km²) eru miklu víðáttumeiri en skógræktarsvæðin (135 ha). Þar sem mæld raungildi fyrir kolefnisbindingu á landgræðslusvæðum Landsvirkjunar eru enn óljós var ákveðið að meta kolefnisbindingu á vegum fyrir-tækisins árið 2012 á sama hátt og áður, þ.e. áætlað gildi út frá stuðlum. Samkvæmt því er áætluð kolefnisbinding Landsvirkjunar frá uppgræðslu 22.000 tonn CO₂-ígildi á ári.

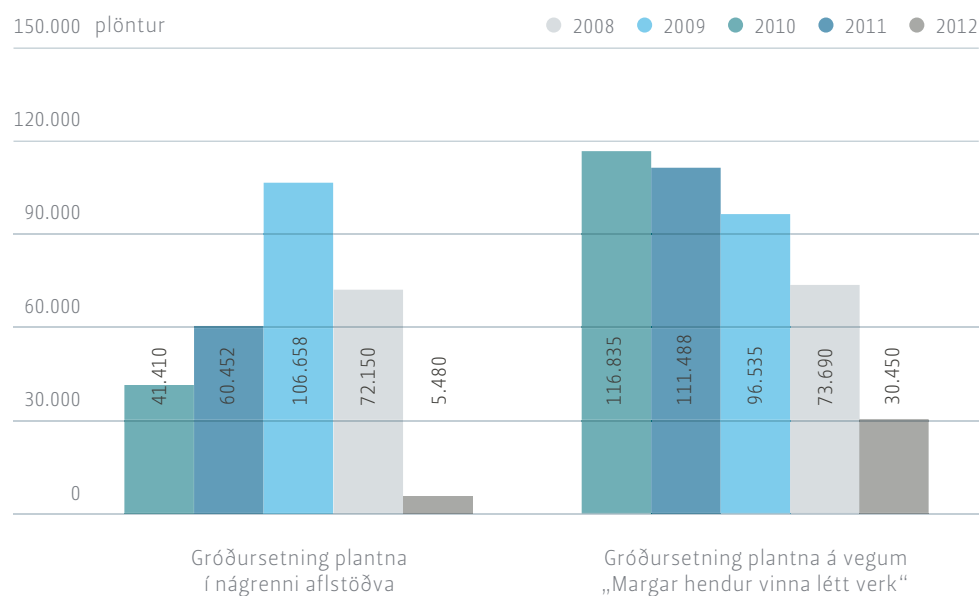
Fjöldi plantna sem gróðursettar voru í ná-grenni aflstöðva Landsvirkjunar á árunum 2008–2012 má sjá á **Mynd 23**. Fjöldi plantna sem gróðursettar voru árið 2012 dróst um-talsvert saman miðað við síðastliðin ár, en fjöldi plantna sem gróðursettur var á tíma-bilinu 2008–2012 er nokkuð breytilegur. Á undanförmum árum hefur mest verið gróðursett á Þjórsársvæðinu, en árið 2012 bar svo við að engu var plantað á því svæði vegna þess að afhending á plöntum misfórst og þær bárust of seint. Hekluskógar tóku þó við plöntunum og gróðursettu á haust-dögum svo plönturnar komust í jörð, en þó

ekki á skógræktarsvæðum Landsvirkjunar. Nú er unnið að endurskipulagi skógræktar á Þjórsársvæðinu í samvinnu við Hekluskóga og ákveðið hefur verið að taka ný svæði til ræktunar á næstu árum.

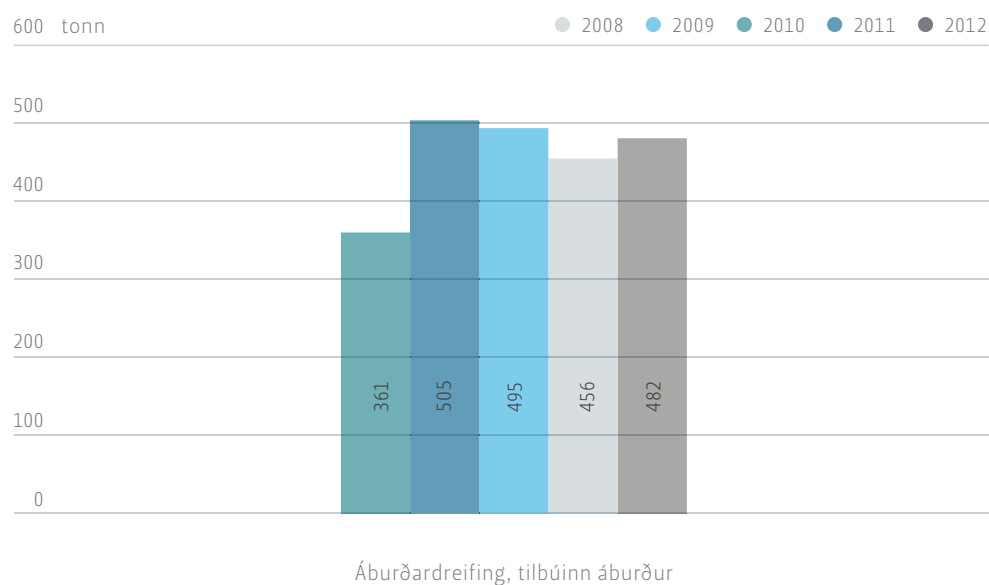
Á **mynd 23** sést einnig fjöldi plantna sem gróðursettar voru frá 2008–2012 af sumar-vinnuflokkum Landsvirkjunar í sam-starfsverkefnum sem ganga undir nafninu „Margar hendur vinna létt verk“. Umfang gróðursetningarinnar á vegum verkefnis-ins hefur einnig dregist töluvert saman en breytilegt er í hvaða samstarfsverkefnum Landsvirkjun tekur þátt á hverjum tíma. Sú kolefnisbinding sem hlýst af þessum verkefnum er ekki hluti af kolefnisbókhaldi Landsvirkjunar enda verkefnin ekki unnin fyrir Landsvirkjun.

Magn tilbúins áburðar sem dreift hefur verið, eða dreifing greidd af Landsvirkjun, á árunum 2008–2012 má sjá á **mynd 24**. Notkun tilbúins áburðar jókst samanborið við árið 2011 og er svipuð og á árunum 2009 og 2010. Þá var 200 tonnum af búfjáráburði dreift árið 2012, þar af 175 tonnum af kjöt-mjöli í samvinnu við Hekluskóga. Kjöt-mjölinu var dreift á skógræktarsvæðin syðst í Búrfellsskógi og sunnan við Fossá, gengt Búrfellsstöð. Auk gróðursetningar plantna og dreifingar tilbúins áburðar er garðaúr-gangur sem til fellur á aflstöðvunum nýttur til landgræðslu. Einnig er litlu magni fræja og búfjáráburðar dreift á hverju ári á vegum fyrirtækisins. Í viðauka má sjá helstu magn-tölur í landgræðslu og skógrækt á árunum 2008–2012 á vegum Landsvirkjunar.

Mynd 23 — Gróðursetning plantna í nágrenni aflstöðva og gróðursetning á vegum samstarfsverkefnisins „Margar hendur vinna létt verk“.



Mynd 24 — Magn tilbúins áburðar sem dreift var á árunum 2008–2012.



Yfirborðslosun frá jarðvarmavirkjunum

Markmið Landsvirkjunar er að nýta auðlindir á sem bestan hátt og draga úr losun mengandi efna í umhverfið.

Þétti- og skiljuvatn (affallsvatn) frá jarðvarmavirkjunum inniheldur þungmálma og næringarefni sem að hluta til eiga uppruna sinn í borholuvökva. Hluti þeirra er tilkominn vegna tæringar í vélbúnaði. Náttúrulegur styrkur þessara efna er breytilegur milli staða og er meðal annars háður eldvirkni og grunnvatnsrennsli. Sé styrkur efnanna af mikill getur það haft áhrif á lífríki.

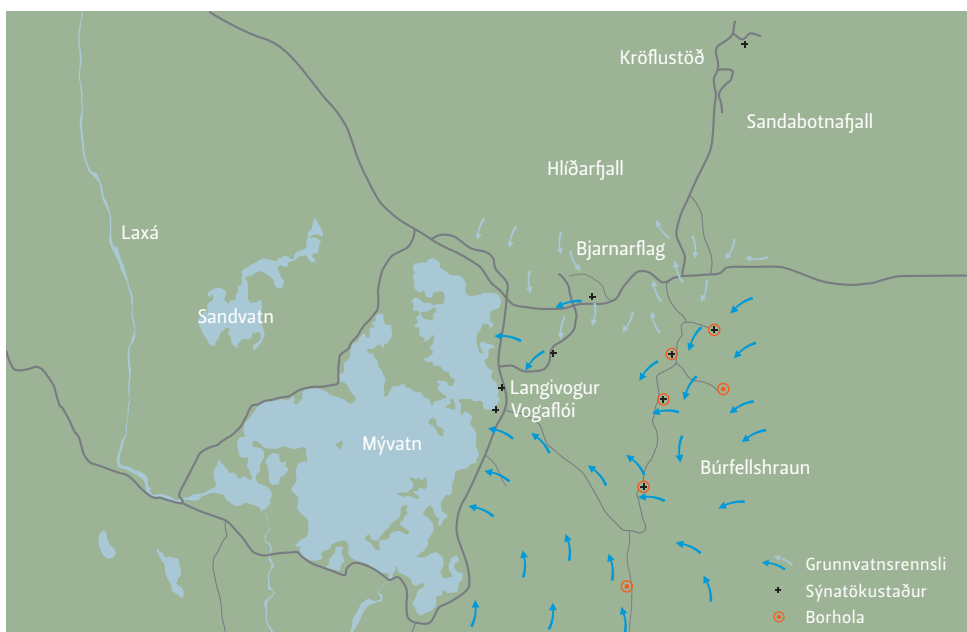
Affallsvatn frá Kröflustöð er að hluta til losað í yfirborðsvatn og að hluta dælt aftur niður í jarðhitageyminn. Markmiðið með

niðurdælingunni er að halda uppi þrýstingi í jarðhitageyminum og draga úr umhverfisáhrifum. Vatn sem losað er á yfirborði rennur með frárennsli í nærliggjandi læk, Dallæk (Hlíðardalslæk). Affallsvatn frá Bjarnarflagi er allt losað á yfirborði í Bjarnarflagslón og rennur þaðan niður í grunnvatnið um sprungu vestast í lóninu. Efnasamsetning jarðhitavökvans er mæld

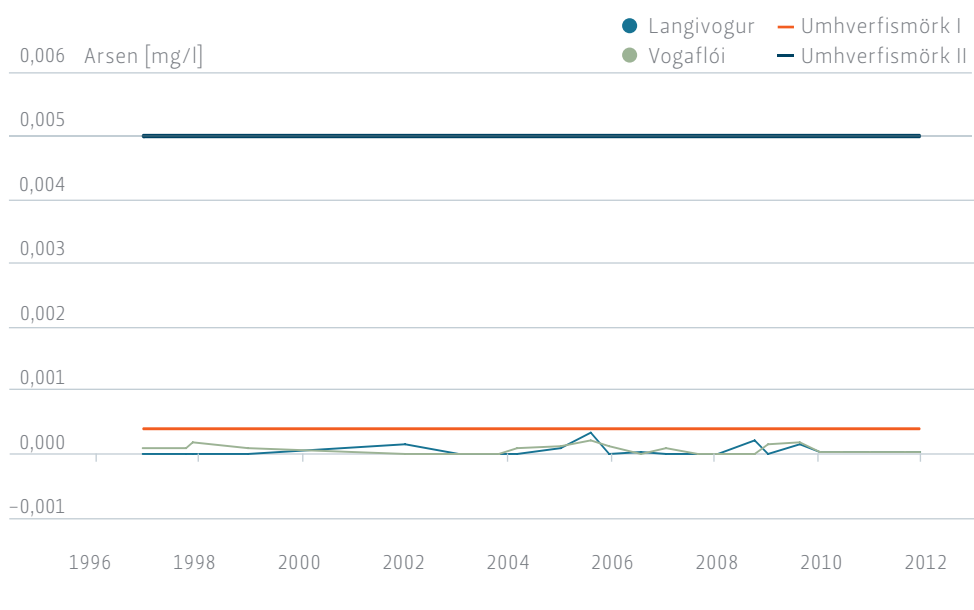
Árleg vöktun fer fram á áhrifum affallsvatns frá Kröflu og Bjarnarflagsstöð.

og á nokkrum stöðum í vinnslurásinni. Samkvæmt starfsleyfi er heimild fyrir losun affallsvatns svo framarlega sem styrkur mengandi efna í grunnvatnsstraumnum, þegar vatnið nær niður í Mývatn, er undir umhverfismörkum I sem skilgreind eru í reglugerð um varnir gegn mengun vatns nr. 796/1999.

Mynd 25 — Grunnvatnsflæði og sýnatökustaðir þar sem fylgst er með áhrifum affallsvatns frá Kröflu- og Bjarnarflagsstöð á efnasamsetningu grunnvatns.



Mynd 26 — Styrkur arsens í grunnvatnssýnum við Vogaflóa og Langavog ásamt umhverfismörkum I og II (reglugerð nr. 796/1999) (Heimild: Sigurður G. Kristinsson o.fl., 2013).



Árlega sjá óháðir aðilar um mælingar til að vakta áhrif affallsvatnsins frá Kröflu og Bjarnarflagsstöð. Sýni eru tekin á skilgreindum mælistöðum (**mynd 25**) og fylgst með styrk ákveðinna náttúrulegra efna, svo sem arsens. Ekki er talin veruleg umhverfisáhrifa vegna losunar affallsvatns frá Kröflu og Bjarnarflagsstöð vegna þynningaráhrifa og mikils grunnvatnsflæðis á svæðinu. Rannsóknir og mælingar hafa sýnt að áhrif affallsvatns hverfa fljótt og styrkur mengandi efna í vatninu er innan viðmiðunarmarka reglugerða þegar vatnið berst í Mývatn (Sigurður G. Kristinsson o.fl., 2013; Halldór Ármannsson og Magnús

Ólafsson, 2002). Umhverfisstofnun er árlega send skýrsla með niðurstöðum mælinga og verði frávík eða óvæntar niðurstöður er vöktunaráætlunin endurskoðuð í samvinnu við Umhverfisstofnun.

Mældan styrk arsens í grunnvatnssýnum sem tekin voru við Langavog og Vogaflóa á árunum 1997–2012 má sjá á **mynd 26**, en mælistaðirnir eru rétt við Mývatn. Af myndinni sést að styrkur arsens mældist innan umhverfismarka I ($0,4 \mu\text{g As/l}$) á báðum mælistöðum öll árin. Í viðauka má sjá ítarlegar tölulegar upplýsingar um yfirborðslosun frá jarðvarmavirkjunum.

Úrgangur

Markmið Landsvirkjunar er að auka endurvinnslu og endurnýtingu og draga þannig úr magni óflokkaðs úrgangs sem fer til urðunar og brennslu.

Magn og tegundir úrgangs

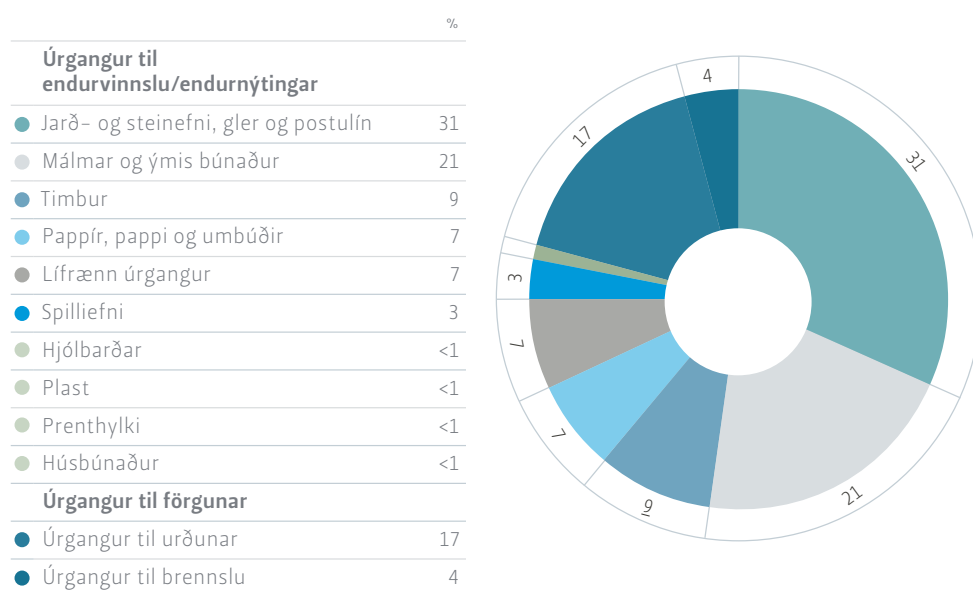
Á undanförunum árum hefur náðst góður árangur í flokkun og endurvinnslu úrgangs í starfsemi Landsvirkjunar. Magn úrgangs árið 2012 var rúmlega 177 tonn sem er mun lægra en síðustu fjögur ár á undan. Árið 2012 var um 80% úrgangsins sendur til endurvinnslu eða endurnýtingar en 20% í förgun. Hlutfallslega skiptingu úrgangs eftir úrgangstegundum sem féll til árið 2012 má sjá á mynd 27.

Magn óflokkaðs úrgangs á öllum starfstöðvum Landsvirkjunar á árunum 2008–2012 má sjá á mynd 28 auk meðaltals fyrir sama tímabil.

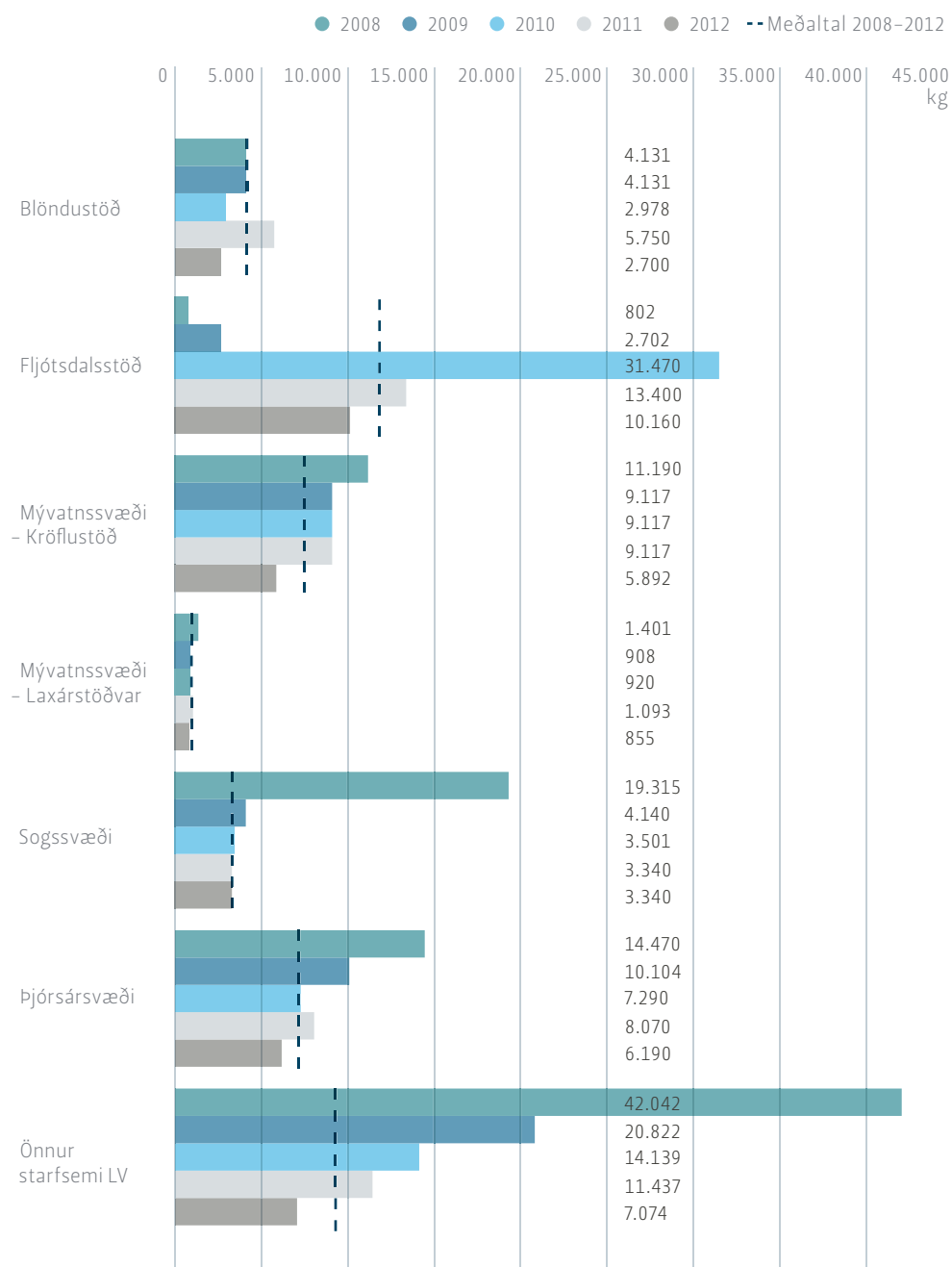
Undanfarin ár hefur magn óflokkaðs úrgangs dregist saman á öllum starfstöðvum fyrirtækisins. Af aflstöðvunum er magnið mest í Fljótsdalsstöð vegna sérstaks hreinsunarátaks á fyrrum framkvæmdasvæði Kárahnjúkavirkjunar. Það hefur verið í gangi frá árinu 2010 og stóð enn yfir árið 2012. Á árinu áttu sér stað breytingar á Sogssvæðinu sem urðu til þess að mælingar á magni óflokkaðs úrgangs féllu niður hluta ársins. Því er í þessari skýrslu gert ráð fyrir að magn óflokkaðs úrgangs á Sogssvæðinu sé það sama og árið 2011. Enn fremur misfórst skráning á magni óflokkaðs úrgangs í Kröflustöð árin 2009 og 2010 og hefur magnið þau ár því verið áætlað jafnt magni ársins 2011.

Óvirkur úrgangur frá starfsemi Landsvirkjunar árið 2012 er nánast allur frá Laxárstöð og er það til komið vegna þess

Mynd 27 — Hlutfallsleg skipting úrgangs í starfsemi Landsvirkjunar árið 2012 eftir úrgangstegundum.



Mynd 28 — Magn óflokkaðs úrgangs á starfsstöðvum Landsvirkjunar árin 2008–2012.



að aðrennslispípan fyrir Laxárstöð II var fjarlægð árið áður, en óvirkur úrgangur frá framkvæmdinni er skráður árið 2012 þegar honum var komið á urðunarstað. Aðallega er um að ræða steypuúrgang og var steypustyrktarstál fjarlægt sem framast var unnt og komið til endurvinnslu. Óvirkur úrgangur, til dæmis jarð- og steinefni, er ekki talinn valda neikvæðum umhverfisáhrifum og er urðaður á viðeigandi urðunarstöðum.

Árið 2012 keypti Landsvirkjun nýtt húsnæði fyrir hluta af starfsemi rannsóknardeildar þróunarsviðs sem og geymslur að Völuteig í Mosfellsbæ. Við endurgerð húsnæðisins féllu til um tíu tonn af úrgangi. Úrgangur var að hluta til flokkaður hjá Landsvirkjun en stærsti hlutinn var flokkaður hjá Sorpu.

Magn spilliefna sem fellur til í starfsemi Landsvirkjunar ræðst líkt og annar úrgangur

ur í starfseminni að miklu leyti af umfangi viðhaldsverkefna á ári hverju. Árið 2012 féllu til tæplega fimm tonn af spilliefnum

sem er töluvert minna en á undanförunum árum, en á árinu féll líkt og áður mest til af úrgangsolíu. Í Fljótisdalsstöð var spennalía sem

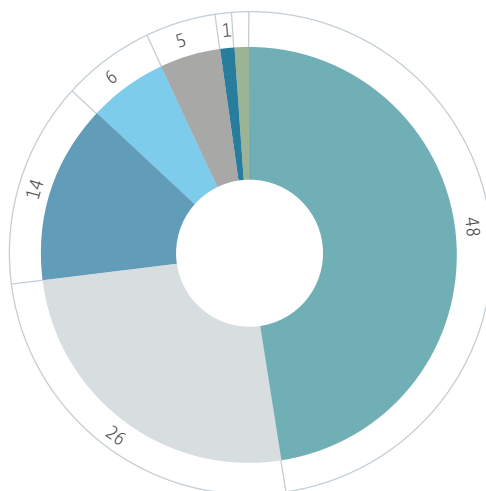
féll til endurnýtt á svæðinu, en olúnni var blandað við dísilolíu og þannig nýtt til þess að knýja ökutæki stöðvarinnar. Á mynd 29 má sjá hlutfallslega skiptingu helstu tegunda spilliefna sem féllu til í starfsemi Landsvirkjunar árið 2012. Magn úrgangsolíu frá aflstöðvum Landsvirkjunar er töluvert breytilegt milli ára. Spilliefni eru send til viðurkennds förgunaraðila.

Samanburð á magni úrgangs frá starfsemi Landsvirkjunar á síðastliðnum fimm árum (2008–2012) eftir úrgangsflokkum má sjá á mynd 30. Magn úrgangs í hverjum úrgangsflokki er talsvert breytilegt milli ára. Það

Sorpflokkun hefur aukist á öllum starfsstöðvum Landsvirkjunar.

Mynd 29 — Hlutfallsleg skipting helstu tegunda spilliefna sem til féllu í starfsemi Landsvirkjunar árið 2012.

	kg	%
Olía	2.231	48%
Rafhlöður	1.181	26%
Ýmis spilliefni	654	14%
Lífræn spilliefni	259	6%
Spilliefnaumbúðir	233	5%
Ólífræn spilliefni	57	1%
Eiturefni	12	<1%

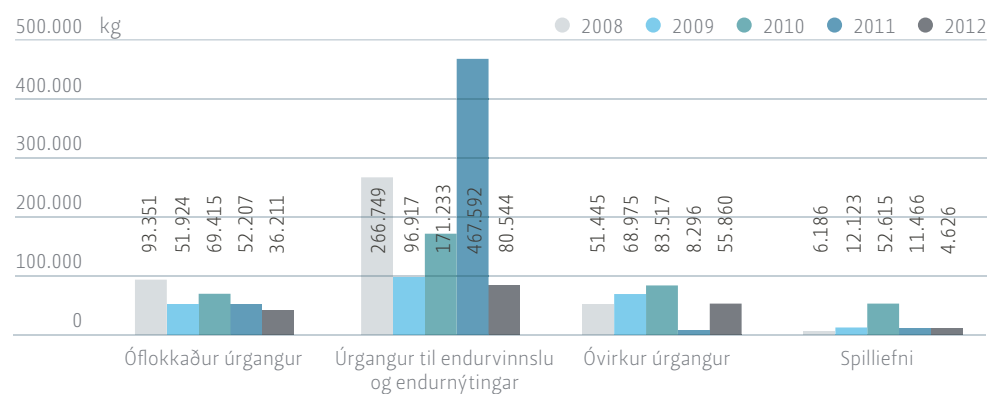


skýrist að verulegu leyti af umfangi viðhaldsverkefna. Þessi breytileiki veldur því að ekki er hentugt að setja mælanleg markmið til að draga úr magni í hverjum úrgangsflokki fyrir sig. Því er lögð áhersla á að auka endurvinnslu og endurnýtingu og draga úr magni óflokkaðs úrgangs sem fer til urðunar og brennslu.

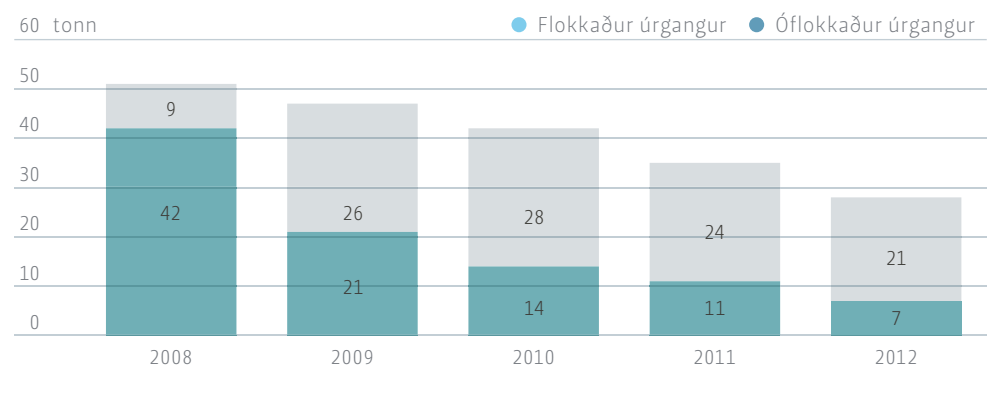
Sorpflokkun eykst jafnt og þétt á öllum starfsstöðvum fyrirtækisins og þar með hefur dregið verulega úr magni óflokkaðs úrgangs sem fer til urðunar eða brennslu.

Á síðastliðnum fimm árum hefur þessi samdráttur verið umtalsverður. Á mynd 31 má sjá þann árangur sem náðst hefur í flokkun úrgangs á starfsstöð Landsvirkjunar við Háaleitisbraut í Reykjavík. Úrgangurinn fellur til við skrifstofustarfsemi í Reykjavík og er samdrátturinn árið 2012 töluverður. Í viðauka má sjá ítarlegar tölulegar upplýsingar um magn úrgangs frá starfsstöðvum Landsvirkjunar á árunum 2008–2012.

Mynd 30 — Magn úrgangs frá starfsemi Landsvirkjunar á árunum 2008–2012 skipt eftir úrgangsflokkum.



Mynd 31 — Magn óflokkaðs og flokkaðs úrgangs frá starfsstöð Landsvirkjunar við Háaleitisbraut 68 í Reykjavík á árunum 2008–2012. Góður árangur hefur náðst í aukinni flokkun úrgangs til endurvinnslu.



Alþjóðlegur matslykill um sjálfbæra nýtingu vatnsafls

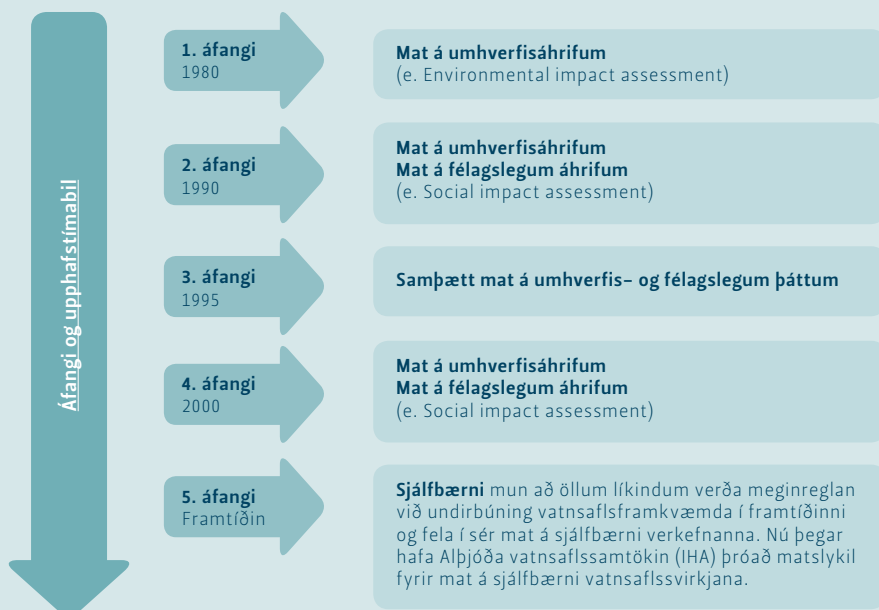
Á undanförunum áratugum hefur undirbúningur á alþjóðavísu vegna nýrra vatnsaflsvirkjana tekið miklum framförum er varðar umhverfis- og samfélagslega þætti. Þá þróun má að miklu leyti rekja til laga um mat á umhverfis- og samfélagslegum áhrifum. Á mynd 32 má sjá hvernig þessi alþjóðlega þróun hefur verið frá 1980, en það er mat Milliríkjanefndar um loftslagsbreytingar (IPCC) að á komandi árum verði megináhersla lögð á sjálfbærni vatnaflsvirkjana (Kumar o.fl., 2011).

Að frumkvæði Alþjóða vatnsorkusamtakanna (e. International Hydropower Association, IHA) hefur verið þróaður matslykill sem skilgreinir hversu vel starfsemi vatnsaflsvirkjana fellur að markmiðum um sjálfbæra þróun. Breiður hópur hagsmunaaðila vann að þróun matslykilsins, meðal annars alþjóðleg samtök á sviði þjóðfélags- og umhverfismála (Oxfam, Transparency International, World Wide Fund for Nature (WWF) og The Nature Conservancy), Alþjóðabankinn og ríkisstjórnir nokkurra landa, þ.á.m. Íslands, með þátttöku Guðna Jóhannessonar orkumálastjóra. Matslykillinn byggir á stöðlum í yfir 20 flokkum sem er ætlað að lýsa sjálfbærni vatnsaflsvirkjana. Beita má matslyklinum á mismunandi stigum, við forhönnun, verkhönnun, byggingu og rekstur virkjana. Fyrsta úttekt hér á landi samkvæmt matslyklinum fór fram í maí 2012 með úttekt á vinnu Landsvirkjunar við undirbúning Hvammsvirkjunar í neðanverðri Þjórsá.

Niðurstöður úttektar á undirbúningsvinnu vegna Hvammsvirkjunar

Fyrir úttektinni stóð úttektarteymi skipað sex alþjóðlegum sérfræðingum. Úttektin var umfangsmikil og ræddu úttektaraðilar við um 60 einstaklinga sem voru fulltrúar hagsmunaaðila, ýmist stofnana, sveitarfélaga, fyrirtækja eða félagasamtaka.

Mynd 32 — Þróun mats á umhverfisáhrifum og félagslegum áhrifum (Heimild: Kumar o.fl. 2011).



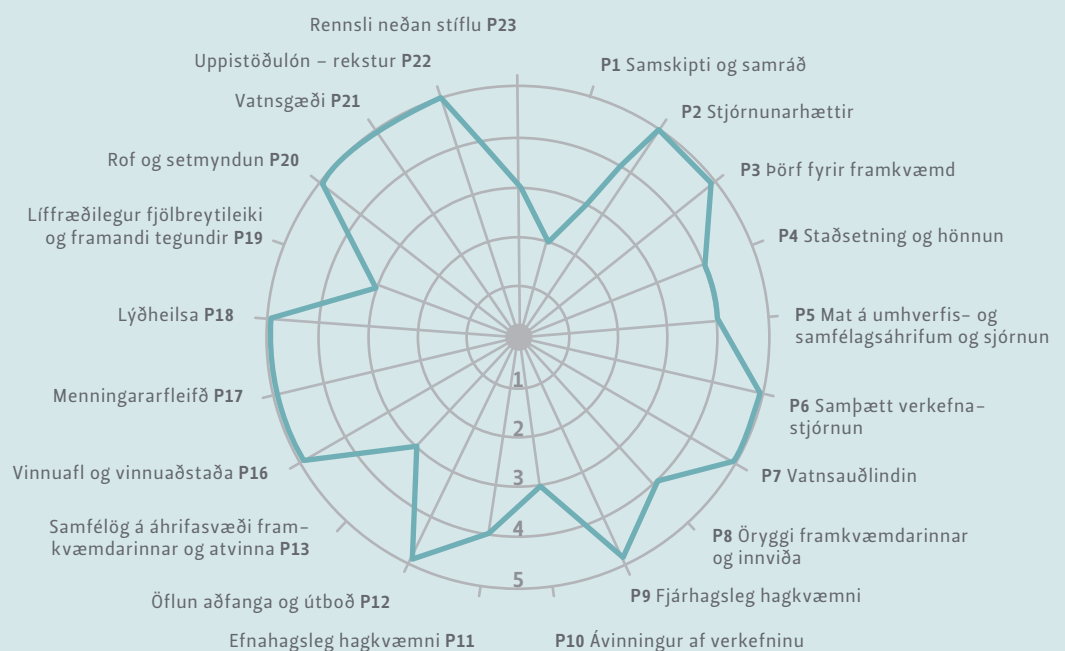
Úttektin fól í sér nákvæma skoðun á 21 ólíkum þætti sem varðar undirbúning mögulegrar virkjunar og á að gefa mynd af því hversu vel undirbúningsvinnan fellur að alþjóðlegum viðmiðum um sjálfbæra þróun. Sem dæmi um efnisflokka má nefna staðsetningu og hönnun virkjunar, öryggi framkvæmdar og innviða, efnahagslega hagkvæmni, lýðheilsu og líffræðilegan fjölbreytileika.

Niðurstöður úttektarinnar má sjá á mynd 33. Þar kemur fram að Landsvirkjun uppfyllir kröfur um góðar starfsvenjur í 20 af 21 þætti sem tekinn var til skoðunar (3.–5. stig). Í yfir helmingi tilvika, eða 12 efnisflokkum, er það niðurstaða úttektaraðila að Landsvirkjun uppfylli kröfur um bestu mögulegu starfsvenjur (5. stig). Í einum flokki, samskipti og samráð, telst Landsvirkjun ekki uppfylla kröfur um góðar starfsvenjur (2. stig) en samkvæmt staðlinum þarf að vera til staðar skrifleg áætlun byggð á hagsmunaaðilagreiningu um samskipti og samráð á öllum stigum framkvæmdar (Rydgren, 2012).

Landsvirkjun hefur tekið öllum ábendingum sem koma fram í úttektinni alvarlega og vinnur að endurskoðun og úrbótum á starfsvenjum þar sem við á. Úttektarskýrsluna í heild sinni má sjá á heimasíðu Landsvirkjunar (<http://www.landsvirkjun.is/Media/pdf/HvammurFinalReport.pdf>).

Mynd 33 — Niðurstöður úttektar á sjálfbærni fyrirhugaðrar Hvammsvirkjunar.

1. stig: Verulegur skortur á góðum starfsvenjum 2. stig: Gloppla í einu mikilvægu atriði góðra starfsvenja 3. stig: Góðar starfsvenjur 4. stig: Gloppla í einu mikilvægu atriði bestu starfsvenja 5. stig: Bestu starfsvenjur



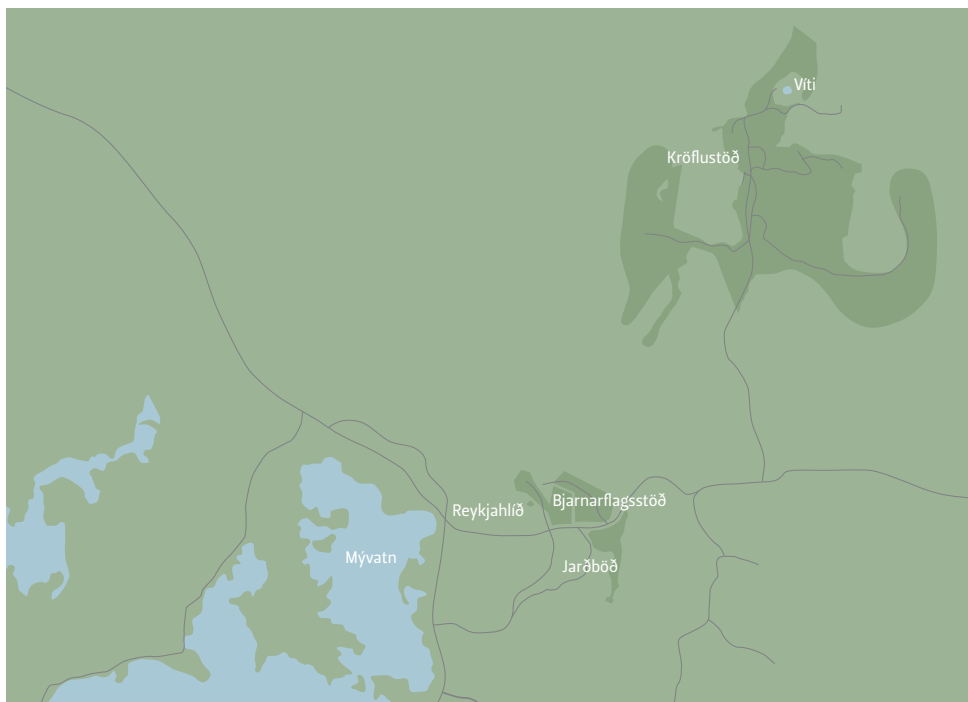
Hávaði

Orkuvinnslusvæði Kröflu- og Bjarnarflagsstöðva eru skilgreind sem iðnaðarsvæði. Mörk fyrir hávaða frá atvinnustarfsemi á iðnaðarsvæðum eru 70 dB(A) á lóðarmörkum samkvæmt reglugerð um hávaða. Vinsælir ferðamannastaðir liggja innan iðnaðarsvæðanna í Mývatnssveit, þar á meðal Námaskarð, Jarðböðin við Mývatn og Víti. Landsvirkjun leitast við að halda hljóðstigi á þessum stöðum undir 50 dB(A) sem er jafngildishljóðstig hávaðamarka á íbúðarsvæðum. Mörk fyrir hávaða á útivistarsvæðum eru ekki skilgreind í reglugerðum.

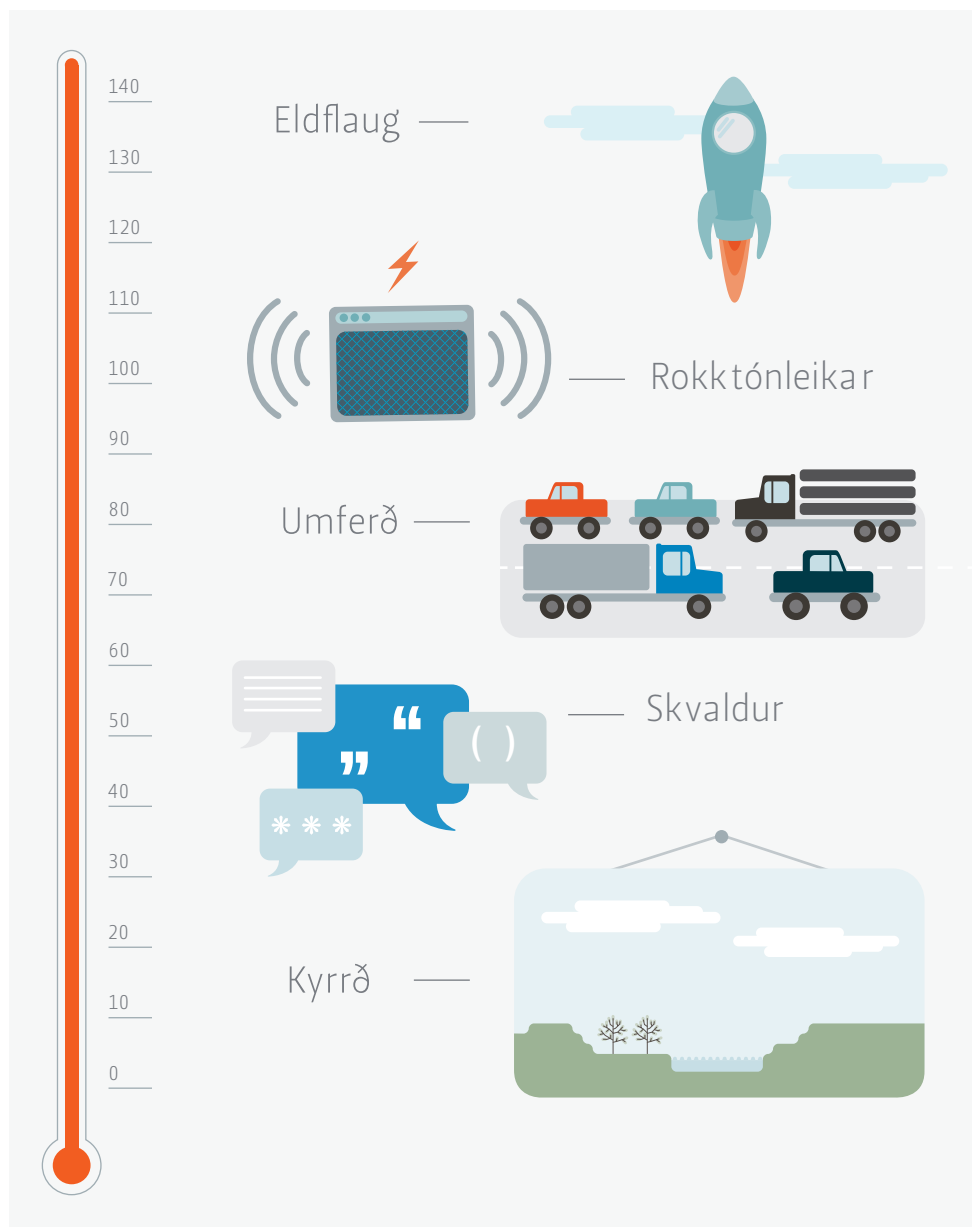
Við jarðvarmavinnslu eru það vélar og búnaður aflstöðva sem helst valda hávaða sem og blástur gufu í andrúmsloftið við afkastamælingar á borholum. Hljóðstig á

hverjum tíma fer því eftir fjölda hola í blæstri, fjölda véla í vinnslu auk veðurfars. Árlegar mælingar á hljóðstigi frá jarðvarmavinnslu Landsvirkjunar á Mývatnssvæðinu fara fram á skilgreindum mælipunktum. Auk þess eru mælingar við borholur samhliða afkastamælingum en hljóðdeyfar eru á öllum borholum. Hver mæling stendur yfir í fjórar mínútur og því getur bílaumferð haft áhrif á niðurstöður. Hafa ber í huga að mælingarnar eru stakar og gefa vísbendingar um hljóðstig á svæðinu en þær útiloka ekki að hljóðstig geti verið herra eða lægra á öðrum tímum. Yfirlitsmynd af Mývatnssvæðinu má sjá á mynd 34.

Mynd 34 — Mývatnssvæðið. Skyggða svæðið á kortinu sýnir afmörkun iðnaðarsvæða fyrir orkuvinnslu við Kröflu- og Bjarnarflagsstöð.



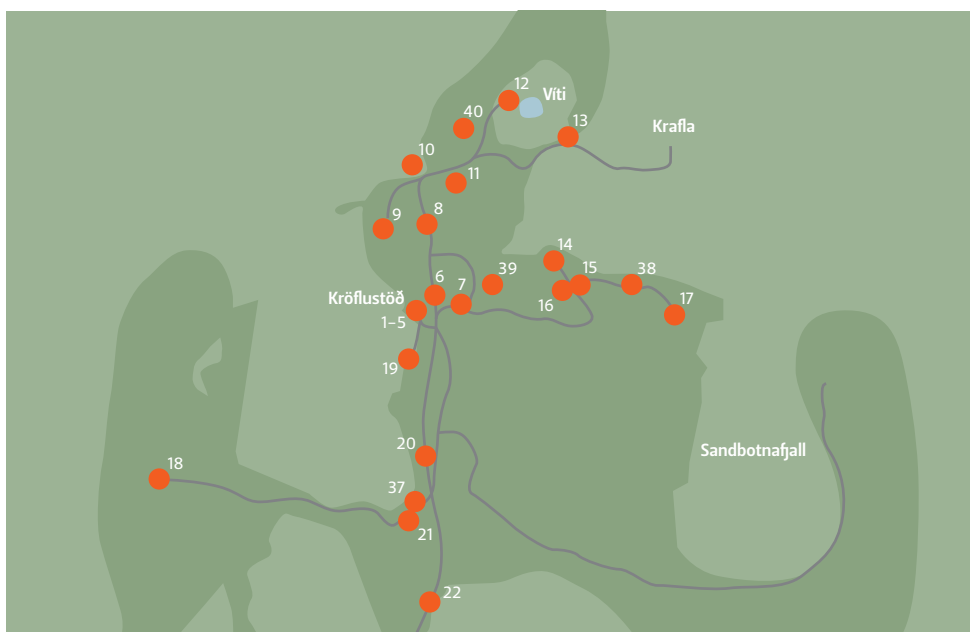
Mynd 35 — Hljóðstig í desíbelum (dB) við mismunandi athafnir mannsins.



Hávaði er skilgreindur sem óæskilegt eða skaðlegt hljóð sem stafar m.a. frá athöfnum fólks, umferð eða atvinnustarfsemi. Hljóðstyrkur er mældur í desíbelum (dB) eða

desíbel A (dB(A)) sem líkir eftir næmni mannseyra. Á mynd 35 má sjá hvar hljóðstig við mismunandi athafnir er á desíbelmælikvarðanum.

Mynd 36 — Mælistaðir fyrir hljóðmælingar við Kröflustöð. Skyggða svæðið sýnir iðnaðarsvæði fyrir orkuvinnslu. Rauðir punktar sýna mælistaði þar sem árlegar hljóðstigsmælingar fara fram.



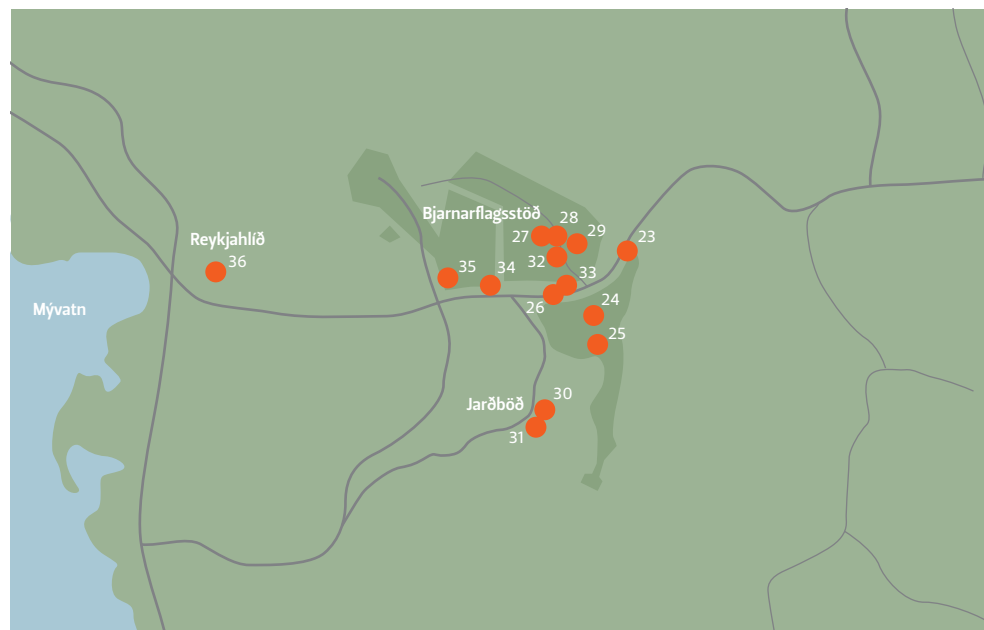
Kröflustöð

Mælistaði fyrir hljóðstig í nágrenni Kröflustöðvar má sjá á mynd 36. Skyggða svæðið á myndinni sýnir iðnaðarsvæðið og rauðir punktar sýna mælistaði þar sem árlegar hljóðstigsmælingar fara fram.

Árið 2012 fóru hljóðstigsmælingar við Kröflustöð fram 21. og 22. ágúst. Þann 21. ágúst var veður gott og vindur frá austri á bilinu 6–8 m/sek en 22. ágúst var mælt á vestursvæði Kröflu og var þá létt rigning og vindur að norðan á bilinu 6–8 m/sek. Utanaðkomandi aðstæður höfðu áhrif á mælt hljóðstig til hækkunar í nokkrum tilfellum. Í viðauka má sjá töflu yfir mæld jafngildishljóðstig á Kröflusvæðinu árin 2008–2012 auk upplýsinga ef sérstakar aðstæður höfðu áhrif á mælingar árið 2012.

Utan iðnaðarsvæðisins mældist hljóðstig við útsýnisplan á dalbrún við holu 10 og við bílastæði á Vítisbarmi (mælistöðvar 11 og 12) yfir 50 dB(A) viðmiðunarmörkunum Landsvirkjunar. Nokkuð mikil umferð ferðamanna var á bílastæðinu á Vítisbarmi þegar mælingar fóru fram þar og getur hún haft áhrif á hljóðstigsmælinguna. Við útsýnisplaninu hefur hljóðstig mælst yfir viðmiðunarmörkunum síðastliðin fjögur ár. Ástæður þess má m.a. rekja til þess að mælingarnar fara fram á dalbrúninni og berst hávaði úr nágrenninu að mælistaðnum. Ennfremur hefur til dæmis vindur og holur í blæstri í nágrenninu haft áhrif á mælt hljóðstig þar á síðastliðnum árum.

Mynd 37 — Mælistaðir fyrir hljóðmælingar við Bjarnarflagsstöð. Skyggða svæðið sýnir iðnaðarsvæði fyrir orkuvinnslu. Rauðir punktar sýna mælistaði þar sem árlegar hljóðstigsmælingar fara fram.



Bjarnarflagsstöð

Yfirlit yfir mælistaði fyrir hljóðstig við Bjarnarflagsstöð má sjá á mynd 37. Skyggða svæðið á myndinni er iðnaðarsvæðið. Rauðir punktar sýna mælistaði þar sem árlegar hljóðstigsmælingar fara fram.

Hljóðstigsmælingar við Bjarnarflagsstöð fóru fram 22. ágúst 2012 og var gufustöðin í gangi. Vindur var að norðan á bilinu 4–6 m/sek og alskýjað. Hljóðstig á bílastæði við mælistöð 34 mældist töluvert herra en fyrir ár, en það má rekja til þess að beltagrafa

var að störfum við húsið þegar mælingar fóru fram. Í Skiljustöð 2 (mælistöð 33) var loftpressa í gangi á meðan mælingar fóru fram. Utan iðnaðarsvæðisins mældist hljóðstig yfir 50 dB(A) viðmiðunarmörkunum við upplýsingaplan nærri gamla baðlóninu (mælistöð 26) líkt og undanfarin tvö ár. Í viðauka má sjá töflu yfir mæld jafngildis-hljóðstig við Bjarnarflagsstöð árin 2008–2012 auk upplýsinga ef sérstakar aðstæður hafa haft áhrif á mælingar árið 2012.

Umhverfisatvik

Markmið Landsvirkjunar er starfsemi án umhverfisatvika.

Umhverfisatvik er skilgreint sem atvik sem fyrirtækinu ber samkvæmt starfsleyfi að tilkynna til umhverfisyrvalda, eða ef eitt-hvað í starfsemi fer gegn lögum, reglum eða vinnureglum fyrirtækisins. Árið 2012 komu upp tvö umhverfisatvik í starfsemi Landsvirkjunar en þau tengdust bæði rennislístyringu á Sogssvæðinu. Í fyrra tilvikinu fór rennslí Sogsins frá Írafossstöð um tíma upp í 167 m³/sek en samkvæmt viðmiðum Landsvirkjunar skal halda rennslí frá stöðinni undir 150 m³/sek. Ástæða þessa aukna rennslis var mikil úrkoma á frosna jörð sem olli því að vatnið skilaði sér mjög fljótt út í ána. Seinna tilvikið átti sér stað í norðan ofsaroki sem olli víðtækum truflunum í orkukerfinu með þeim afleiðingum að vélar á Sogssvæðinu slógu út. Varð því

um tíma að handstýra vatnsrennslinu með þeim afleiðingum að það fór niður í um 60 m³/sek en samkvæmt viðmiðum Landsvirkjunar skal halda rennslí frá Írafossstöð yfir 70 m³/s.

Í kjölfar atburða líkt og lýst er hér að framan er verklag rýnt í þeim tilgangi að draga úr líkum á endurtekningu. Þá fara sérfræðingar yfir möguleg áhrif á lífríki Sogsins og meta hvort grípa þurfi til aðgerða. Frá árinu 2006 hafa 12 umhverfisatvik verið skráð en flest þeirra tengjast vatnsstyringu, þ.e. þegar ekki hefur tekist að stýra vatnsrennslí vatnsaflsvirkjana samkvæmt eigin viðmiðum Landsvirkjunar (tafla 1).

Tafla 1 — Umhverfisatvik hjá Landsvirkjun á árunum 2006–2012.

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Fjöldi óhappa frá 2006
Vatnsstyring	3	–	2	–	–	–	2	7
Losun SF ₆	1	1	–	–	–	–	–	2
Brot á þungatakmörkunum	–	–	–	1	–	–	–	1
Hávaði	–	–	–	–	1	–	–	1
Olíuleki	–	–	–	–	1	–	–	1
Fjöldi umhverfisóhappa á ári	4	1	2	1	2	0	2	12

Vöktunarverkefni Landsvirkjunar á háhitasvæðum á Norðausturlandi



Ljósmynd: ÍSOR

Gróður og fuglar

Náttúrustofa Norðausturlands mun annast vöktun og rannsóknir á gróðri á áhrifasvæði fyrirhugaðra virkjana á Þeistareykjum og í Bjarnarflagi ásamt Kröflusvæðinu. Gróðurvöktunin hófst með grunnkortlagningu og útsetningu gróðurreita sumarið 2012 þar sem fylgst verður með mögulegum breytingum á gróðri. Fylgst verður með þekju tegunda og tegundahópa í gróðurreitum við Þeistareyki og Kröflu en í Bjarnarflagi verður fylgst með útbreiðslu sjaldgæfra háhitaplantna.

Þá mun Náttúrustofan einnig annast vöktun mófugla og fálka á Þeistareykjasvæðinu. Þéttleikamælingar á mófuglum hófust árið 2009 og í samstarfi við Landsvirkjun voru þær auknar verulega sumarið 2012. Í framhaldinu verður varpþéttleiki mófugla kannaður árlega, sem og ábúð og varpafkoma fálka.

Gert er ráð fyrir að niðurstöður verði birtar í árlegum skýrslum, sú fyrsta verður gefin út árið 2013.

Brennisteinsvetni

Brennisteinsvetni (H_2S) er náttúrulegt efnasamband á eldfjallasvæðum. Uppruna þess er að finna í samspili vatns og bergs djúpt í jarðhitakerfunum ásamt því gasi sem kemur frá kólnandi varmagjafa í grunni jarðhitakerfisins. Magn brennisteinsvetnis getur verið mjög mismunandi milli jarðhitasvæða en á Íslandi eru þau með mjög lágt hlutfall gass.

Mælingar á brennisteinsvetni frá Bjarnarflagsstöð og blásandi rannsóknarborholum í Bjarnarflagi hafa staðið yfir frá því í febrúar 2011 en þá var komið fyrir sérstakri mælistöð við Helluhraun í Reykjavíð sem mælir magn brennisteinsvetnis í andrúmsloftinu. Áætlað er að fjölga mælistöðvum á svæðinu í þeim tilgangi að rannsaka áhrif jarðhitanýtingar á loftgæði við Mývatn sem og náttúrulega losun brennisteinsvetnis.

Niðurstöður mælinga í Reykjahlíð sýna að styrkur brennisteinsvetnis í andrúmslofti hefur aldrei farið yfir þau mörk ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ meðalgildi á 24 klukkustundum) sem sett eru í reglugerð um leyfilegan styrk brennisteinsvetnis í andrúmslofti. Í flestum tilfellum er styrkur brennisteinsvetnis mjög lágur en við vissar veðuraðstæður mælast toppar í styrk þess. Slíkar aðstæður koma fram í hægri austlægri átt þegar kalt er í veðri. Þá myndast hitaskil í lofti ofan við Bjarnarflag, gasið nær ekki að stíga upp fyrir skilin og toppar koma fram í styrk brennisteinsvetnis. Hæsti toppur sem mælst hefur var um $47 \mu\text{g}/\text{m}^3$ miðað við 24 stunda hlaupandi meðaltal.

Að Eyvindarstöðum í Kelduhverfi er rekin önnur mælistöð. Stöðin liggur undan ríkjandi vindátt frá Þeistareykjasvæðinu. Mælingar hafa staðið yfir frá því í desember 2011. Á því tímabili hafa ekki átt sér stað nema mjög takmörkuð blásturspróf á Þeistareykjum og er brennisteinsvetni varla mælanlegt á svæðinu.

Fari styrkur brennisteinsvetnis yfir leyfileg reglugerðarmörk ber Landsvirkjun að grípa til viðeigandi mótvægisáðgerða. Því vinnur Landsvirkjun í samstarfi við Orkuveitu Reykjavíkur og HS-Orku að þróun aðferðar til að draga úr styrk brennisteinsvetnis frá jarðhitavirkjunum. Rannsóknir standa nú yfir en þar er helst horft til niðurdælingar á gasi með vatni úr vinnslurás virkjunarinnar, þ.e. sama vatni og gasið kom upprunalega úr. Sjá skýrslu Landsvirkjunar, LV-2012/095, *Styrkur brennisteinsvetnis í andrúmslofti í Reykjahlíð*.

Grunnvatn

Mikill grunnvatnsstraumur kemur sunnan úr hálendinu frá Dyngjujökli og rennur til sjávar í Öxarfirði. Hluti þessa straums fer í Mývatn, kaldur straumur í Syðri-Flóa og volgur í Ytri-Flóa. Kaldur straumur, sem sveigir úr Búrfellshrauni til vesturs, tekur í sig varma er hann rennur um Námafjallssvæðið og blandast þar straumi úr Kröfluhálendinu (**Mynd 25**). Vestan Námafjalls er grunnvatn heitast næst fjallinu en volgnar í átt að Mývatni. Einnig er straumurinn t.d. heitari í nyrðri hluta Grjótagjár og kólnar lítilega í átt að Hverfjalli, þar til kaldi straumurinn að sunnan nær yfirhöndinni. Náðið hefur verið fylgst með þessum grunnvatnsstraumi frá árinu 1973. **Mynd 38** sýnir þróun hitastigs í Grjótagjá frá því fyrir Kröfluelda (1974–1984) til ársins 2012. Þar má sjá skarpa hækkun á hitastigi í kjölfar eldsumbrotanna og svo hvernig hitastigið hefur farið lækkandi.

Grunnvatn á Kröflu-, Bjarnarflags- og Þeistareykjasvæðinu er vaktað ítarlega og er rannsóknarsvæðið frá Búrfellshrauni í suðri og allt norður í Kelduhverfi. Fylgst er með vatnsborði og hitastigi grunnvatns ásamt því sem efnasamsetning vatnsins er mæld tvisvar á ári á völdum stöðum í samstarfi við Íslenskar orkurannsóknir (ÍSÖR). Skipulögð vöktun grunnvatns hefur staðið yfir í nokkra áratugi og var t.d. hluti af vöktun meðan á Kröflueldum stóð (1975–1984). Sumarið 2003 var gert samkomulag um vöktunaráætlun milli Umhverfisstofnunar og Landsvirkjunar. Áætlun um vöktun er endurskoðuð reglulega með tilliti til aukinna umsvifa eða breyttrar nýtingar. Sjá skýrslu Landsvirkjunar, LV-2012/126, *Háhitasvæði á NA-landi. Vöktun á yfirborðsvirkni og grunnvatni 2012*.

Yfirborð jarðhitasvæða

Fylgst er með breytingum á yfirborði þeirra jarðhitasvæða þar sem Landsvirkjun er með starfsemi eða þeirra svæða þar sem Landsvirkjun vinnur að rannsóknum. Árlegar rannsóknir og vöktun á

yfirborðsvirkni á Kröflusvæðinu hafa staðið yfir í um fjóra áratugi. Vöktunin felur m.a. í sér kortlagningu svæðanna, ljósmyndun, hitamælingar, mat á hitadreifingu og hitamyndum, rannsóknir og efnamælingar á gufuaugum, hveravirkni og flæði koltvísýrings um jarðveg. Á nýjum svæðum er lögð áhersla á að rannsaka grunnástand og að þekkja og skilja náttúrulegar breytingar sem eiga sér stað.

Samfélag og ferðamál

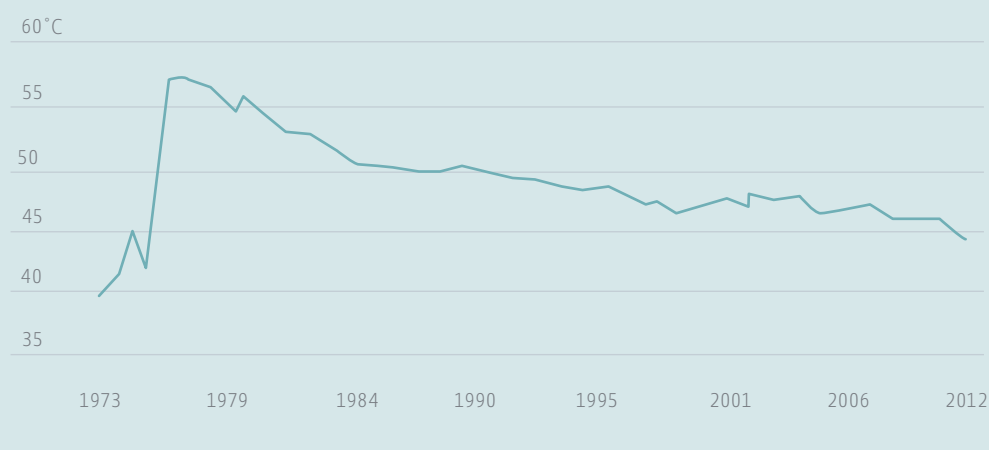
Þegar unnið var að mati á umhverfisáhrifum vegna þeistareykjavirkjunar var lagt til að aflað yrði upplýsinga um landnotkun og fjölda ferðamanna og útivistarfólks á þeistareykjasvæðinu, bæði á framkvæmdatíma og eftir að rekstur virkjunar hefst. Rannsóknamiðstöð ferðamála stóð fyrir umferðartalningu og könnun á þeistareykjum sumarið 2012. Niðurstöður sýna að umferð um svæðið er lítil og að það er einkum fólk frá nágrannabyggðum sem er þar á ferð. Búast má við að með bættum vegsamgöngum á svæðinu aukist fjöldi ferðamanna.

Fjöldi ferðamanna á þeistareykjum er einnig lítil í samanburði við fjölda ferðamanna á öðrum hálendissvæðum. Álykta má að núverandi framkvæmdir hafi ekki mikil áhrif á þá gesti sem sækja svæðið heim. Þeir virðast meðvitaðir um framkvæmdirnar, láta þær ekki trufla sig og koma jafnvel vegna þeirra. Sjá skýrslu Landsvirkjunar, LV-2013/045, *Rannsóknir á ferðamálum á virkjanasvæði við þeistareyki. Niðurstöður umferðartalningar og könnunar á þeistareykjum sumarið 2012.*

Skjálftavirkni

Undanfarna tvo áratugi hefur verið lögð aukin áhersla á að fylgjast með skjálftavirkni á svæðinu austan Mývatns. Veðurstofa Íslands hefur sinnt þessu verkefni fyrir Landsvirkjun. Um er að ræða skoðun á stærð, dreifingu og dýpi skjálfta. Samantektarskýrsla um þessar athuganir var gefin út í lok árs 2011; LV-2011/116, *Sprungukortlagning við þeistareyki og Bjarnarflag með háupplausnarstaðsetningu smáskjálfta.*

Mynd 38 — Þróun hitastigs í Grjótagjá frá því fyrir Kröfluelda (1974–1984) fram til ársins 2012.



Losun í andrúmsloftið og gróðurhúsaáhrif

Í þessum hluta er fjallað um losun gróðurhúsalofttegunda, útblástur brennisteinsvetnis frá jarðvarmavirkjunum og kolefnisspor Landsvirkjunar.

Við raforkuvinnslu Landsvirkjunar losna gróðurhúsalofttegundir í andrúmsloftið, meðal annars vegna brennslu jarðefnaeldsneytis í bifreiðum og tækjum, losunar vegna flugferða og brennslu og urðunar úrgangs sem og losunar sem tengist raforkuvinnslunni beint. Bein losun vegna raforkuvinnslu er til dæmis losun GHL frá lónum og útstreymi frá jarðvarmavirkjunum.

Kolefnisspor er mælikvarði sem notaður er til þess að sýna áhrif athafna mannsins á loftslagsbreytingar. Í þessari skýrslu er notast við þá skilgreiningu að kolefnisspor lýsi árlegri losun gróðurhúsalofttegunda vegna starfsemi fyrirtækisins þegar dregin hefur verið frá áætluð kolefnisbinding á vegum þess.



Steindepill *Oenanthe oenanthe* telst til gípa. Hann er einnig þekktur sem Steinklappa þar sem hljóðið sem hann gefur frá sér er líkt og þegar steinum er slegið saman. Sagt var að stígi ær eða kýr í hreiður steindepils fljúgi hann upp undir þær og narti í spena þeirra í hefndarskyni. Var það bit talið eitrað.



Gróðurhúsalofttegundir og kolefnisspor

Markmið Landsvirkjunar er að draga úr losun gróðurhúsalofttegunda.

Loftslagsbreytingar má rekja til losunar gróðurhúsalofttegunda (GHL) í andrúmsloftið, m.a. vegna brennslu jarðefnaeldsneytis og ýmiss konar landnýtingar. Afleiðingar loftslagsbreytinga eru meðal annars breytingar á hitastigi jarðar. Sem dæmi má nefna að meðalhiti í Evrópu hefur hækkað um rúmlega 1°C á síðastliðnum 100 árum (EEA, 2012).

Ísland er aðili að rammasamningi Sameinuðu þjóðanna um loftslagsbreytingar, svokölluðum Loftslagssamningi sem samþykktur var árið 1992. Ísland hefur því

skuldbundið sig til að grípa til aðgerða til að draga úr losun GHL og auka bindingu kolefnis. Samkvæmt samningnum skal Ísland halda losunarbókhald um árlega heildarlosun og bindingu GHL sem og upplýsa um stefnumörkun og aðgerðir til að draga úr losuninni.

Markmið Landsvirkjunar er að draga úr losun gróðurhúsalofttegunda

Skýlt er að veita upplýsingar í losunarbókhaldi um losun koltvísýrings (CO_2), glaðlofts (N_2O), metans (CH_4), vetnisflúorkolefna (HFC), flúorkolefna (PFC) og brennisteinshexaflúoríðs (SF_6). Gróðurhúsalofttegundir hafa mismunandi áhrif á geislun í andrúmsloftinu og þar með hitastig á jörðinni. Heildarlosun GHL er umreiknuð í ígildi koltvísýrings, táknað CO_2 ígildi, með notkun svokallaðra hlýnunarstuðla (tafla 2).

Tafla 2 — Hlýnunarstuðull og líftími í andrúmslofti þeirra gróðurhúsalofttegunda sem loftslagssamningurinn tekur til (Heimild: Umhverfisstofnun).

Gróðurhúsalofttegundir	Líftími í andrúmslofti (ár)	Hlýnunarstuðull (m.v. 100 ár)
Koltvísýringur (CO_2)	Breytilegur	1
Glaðloft (N_2O)	120	310
Metan (CH_4)	12,2 (óvissa 25%)	21
Vetnisflúorkolefni (HFC)	2–250	140–11.700
Flúorkolefni (PFC)	3.200–50.000	6.500–9.200
Brennisteinshexaflúoríð (SF_6)	3.200	23.900

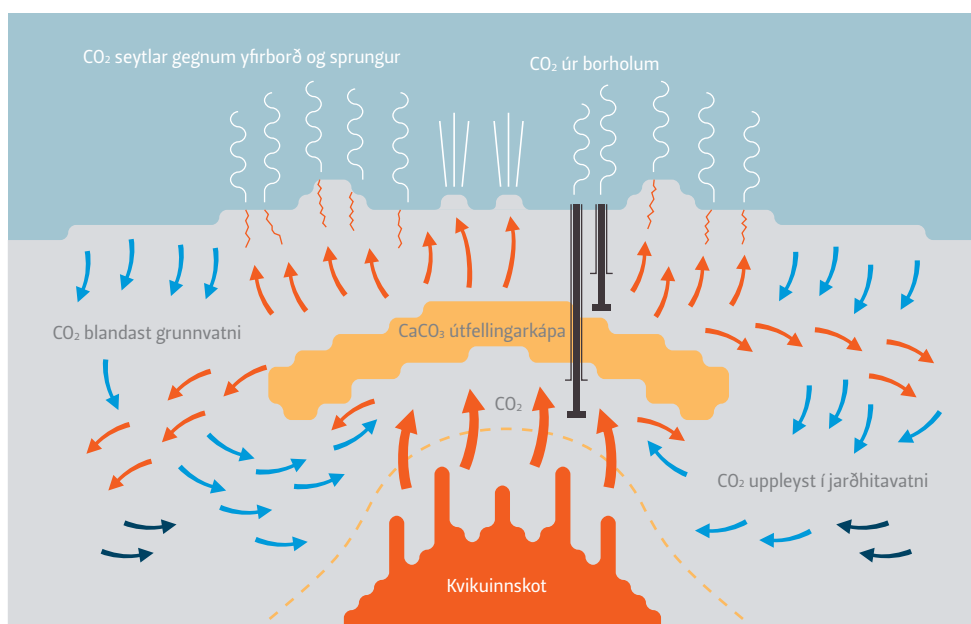
Gróðurhúsaáhrif jarðvarma- virkjana og losun í andrúmsloftið

Háhitasvæði á Íslandi eru öll tengd virkum eldstöðvum og varmastreymi inn á svæðin kemur úr fremur grunnstæðum kvikuinnskotum eða kvikuþróum. Kólnandi kvikuinnskot losa frá sér jarðhitagas, sem yfirleitt er léttara en vatn og gufa og leitar því upp að yfirborði jarðar. Margar gastegundir hvarfast við efni í jarðhitavatninu eða bergi og falla út sem útfellingar. Jarðhitagas er að stærstum hluta koltvísýringur, oft í kringum 60–95% af massahlutfalli gass, þá brennisteinsvetni (H_2S), sem getur verið frá 1–20%, en aðrar gastegundir eru í umtalsvert minna magni, þar á meðal er örliðið af gróðurhúsalofttegundinni metan (CH_4). Hugmyndalíkan fyrir uppruna og streymi koltvísýrings frá eldvirkum háhitasvæðum má sjá á mynd 39. Álitamál er hvort líta beri á útstreymi GHG frá jarðvarmavirkjunum sem losun af mannavöldum eða náttúrulegt útstreymi frá svæðinu en við orkuvinnslu með jarðhita á enginn bruni sér stað (Goldstein

o.fl. 2011). Nokkuð breytilegt er milli landa hvort þetta útstreymi er tekið með í loftslagsbókhalði vegna Loftslagssamnings Sameinuðu þjóðanna en Ísland er eitt þeirra landa þar sem þetta útstreymi er hluti af loftslagsbókhalðinu.

Frá árinu 1991 hefur Orkustofnun safnað upplýsingum frá orkufyrirtækjum um streymi koltvísýrings og brennisteinsvetnis frá jarðvarmavirkjunum á Íslandi. Í ljósi þess hve styrkur jarðhitagass í jarðhitavökva er háður hegðun viðkomandi jarðhitakerfis eru reglulegar mælingar á styrk gass í gufu mikilvægur þáttur í vinnslueftirliti. Til dæmis jókst styrkur jarðhitagass á Kröflusvæðinu verulega á árum Kröfluelda, 1975–1984, en dróst síðan saman eftir að jarðhræringum lauk. Mynd 40 sýnir mælingar á gasstyrk gufu í einni borholu og heildarflæði jarðhitavökva á árunum 1980–2012. Breytingar á gasstyrk eru góður mælikvarði á breytingar í jarðhitageyminum og að

Mynd 39 — Hugmyndalíkan fyrir uppruna og streymi koltvísýrings frá eldvirkum háhitasvæðum (Heimild: Anette K. Mortensen o.fl. 2009).



sama skapi á breytingum á flæði til yfirborðs. Á Kröflusvæðinu sýna þessar breytingar vel að áhrif Kröfluelda (1976–1984) á jarðhitageyminn fjara út. Árlega eru gerðar sambærilegar mælingar á styrk gass í gufu og vatni frá borholum og virkjunum. Þessar mælingar, ásamt ýmsum rekstrargögnum, liggja jafnframt til grundvallar útreikningum á losunarbókhaldi fyrirtækisins frá jarðvarmavirkjunum.

Útstreymi GHJ vegna raforkuvinnslu með jarðvarma auk rannsóknarborana á árunum 2008–2012 má sjá á mynd 41. Útstreymi GHJ dregst saman miðað við fyrri ár, aðallega vegna breytinga á gasflæði í jarðhitageyminum en einnig hefur vinnsla dregist lítillega saman.

Annað árið í röð er um að ræða aukna losun GHJ vegna rannsóknarborana.

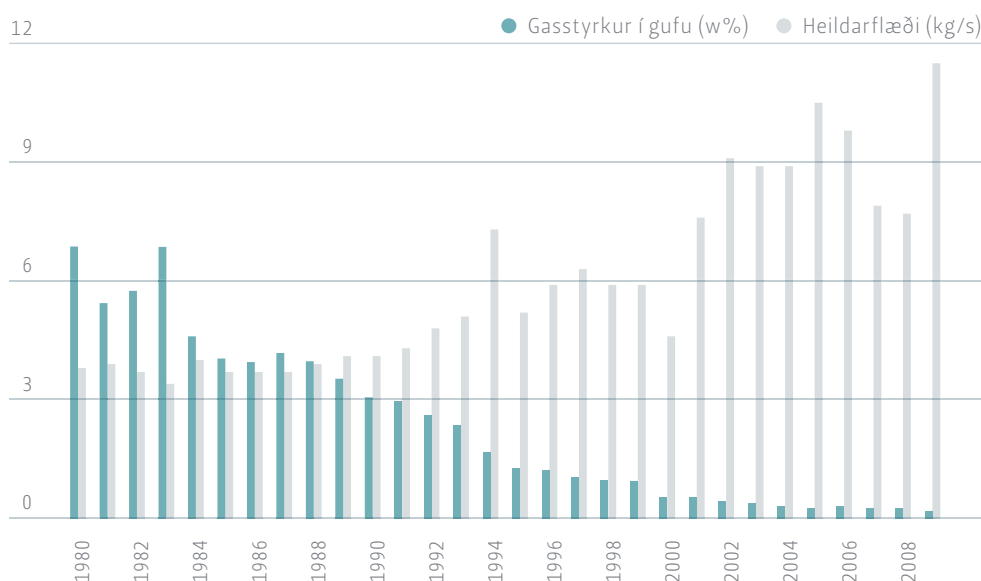
Fylgst er með útstreymi brennisteinsvetnis (H_2S) frá jarðvarmavirkjunum Landsvirkj-

unar, H_2S er ekki gróðurhúsalofttegund en hefur neikvæð áhrif á bæði fólk og lífríki. Losun brennisteinsvetnis hefur hingað til verið órjúfanlegur þáttur við nýtingu há-

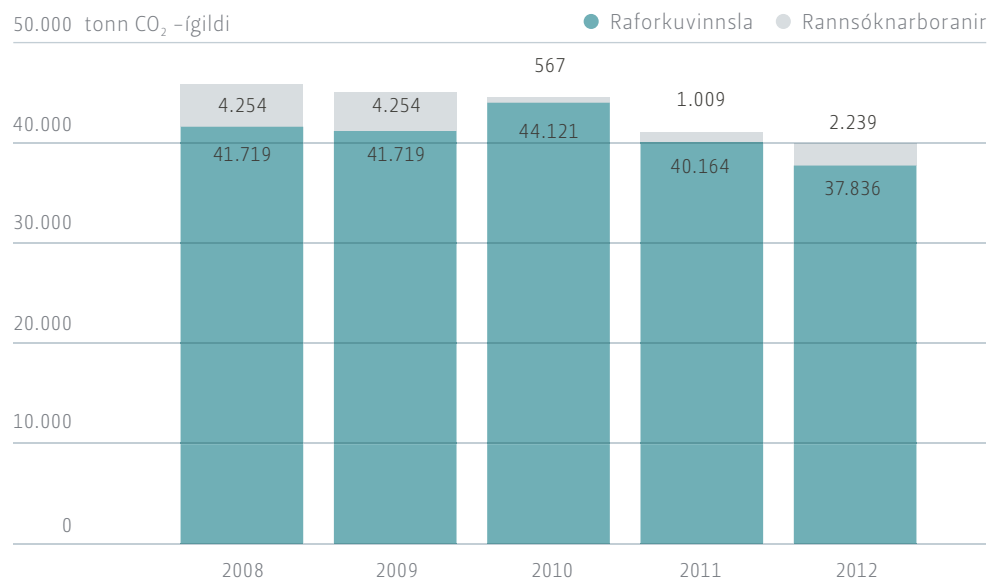
hitasvæða. Útstreymi H_2S frá raforkuvinnslu og rannsóknarborunum má sjá á mynd 42. Útstreymi H_2S frá rannsóknarborunum dregst umtalsvert saman miðað við árið á undan og var árið 2012 svipað og árið 2009. Útstreymið vegna raforkuvinnslu stendur nánast í stað milli ára.

Fylgst er með útstreymi brennisteinsvetnis frá jarðvarmavirkjunum Landsvirkjunar

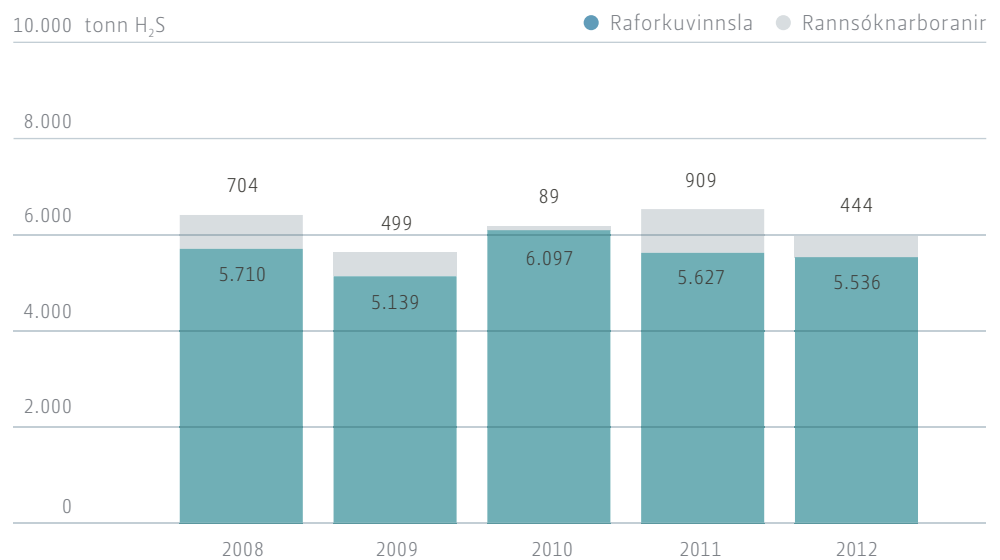
Mynd 40 — Mældur gasstyrkur í borholu við Kröflu og heildarflæði jarðhitavökva.



Mynd 41 — Útstreymi gróðurhúsalofttegunda vegna raforkuvinnslu Landsvirkjunar og rannsóknarborana árin 2008–2012.



Mynd 42 — Útstreymi brennisteinsvetnis vegna raforkuvinnslu Landsvirkjunar og rannsóknarborana árin 2008–2012.



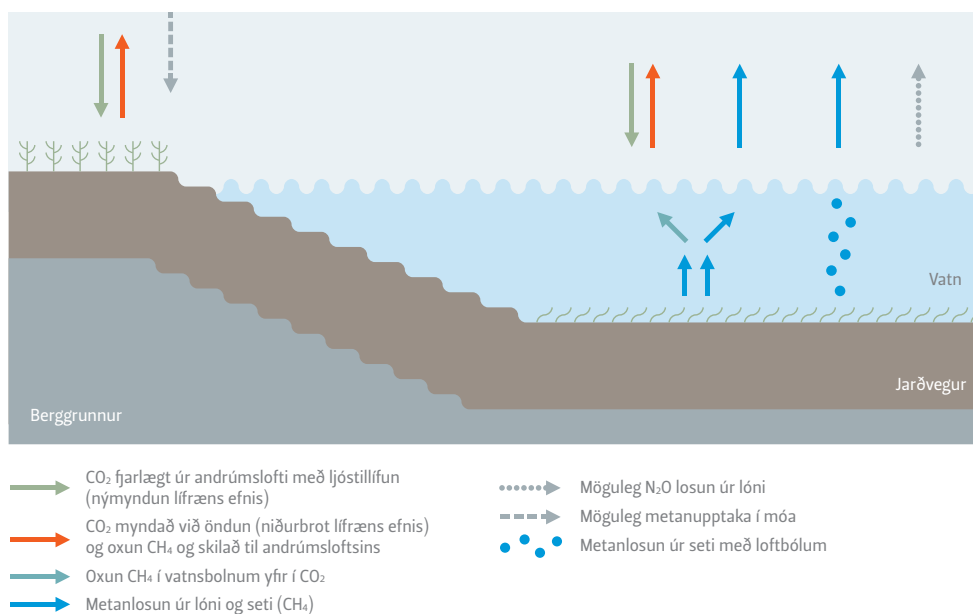
Gróðurhúsaáhrif uppistöðulóna vatnsaflsvirkjana

Við myndun uppistöðulóna fer gróður og jarðvegur undir vatn og við niðurbrot (rotnun) lífrænna efna í gróðri og jarðvegi myndast koltvísýringur (CO_2), metan (CH_4) og glaðloft (N_2O). Helstu ferli gróðurhúsalofttegunda sem verða þegar land fer undir vatn má sjá á mynd 43.

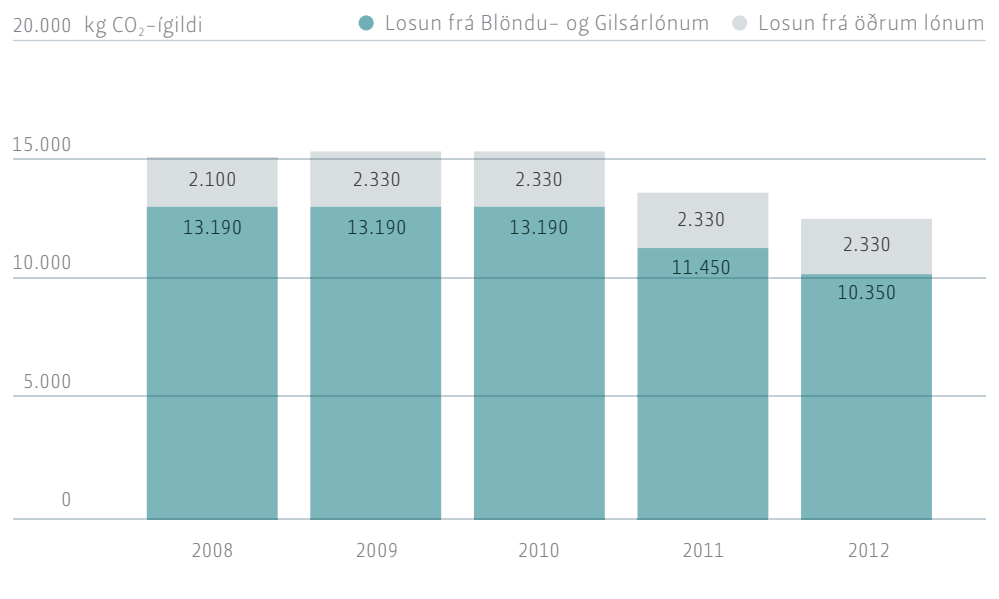
Losun GHG frá lónum vatnsaflsvirkjana Landsvirkjunar árin 2008–2012 er sýnd á mynd 44. Nánast engin losun á GHG á sér stað þegar lónin eru ísilögð. Þá á sér hins

vegar stað óveruleg losun metans og er ekki gerð grein fyrir þeirri losun sérstaklega heldur er hún reiknuð inn í heildarlosun frá lónum. Frá árinu 2009 hefur Landsvirkjun skráð fjölda daga sem ís er yfir þeim lónum þar sem losun GHG er hvað mest, þ.e. Blöndu- og Gilsárlónum. Samkvæmt skráningu fyrir árið 2012 voru 165 íslausir dagar á Blöndulóni og 178 íslausir dagar á Gilsárlóni. Ítarlegri upplýsingar um losun frá lónum Landsvirkjunar árið 2012 má sjá í viðauka.

Mynd 43 — Helstu ferli gróðurhúsalofttegunda sem verða þegar land fer undir vatn (Heimild: Jón Guðmundsson og Hlynur Óskarsson, 2008).



Mynd 44 — Losun gróðurhúsalofttegunda frá lónum vatnsaflsvirkjana Landsvirkjunar árin 2008–2012.
Dökki hluti súlunnar sýnir losun frá Blöndu- og Gilsárlónum en ljósi hlutinn losun frá öllum öðrum lónum Landsvirkjunar.



Gróðurhúsaáhrif vegna brennslu jarðefnaeldsneytis og losunar frá rafbúnaði

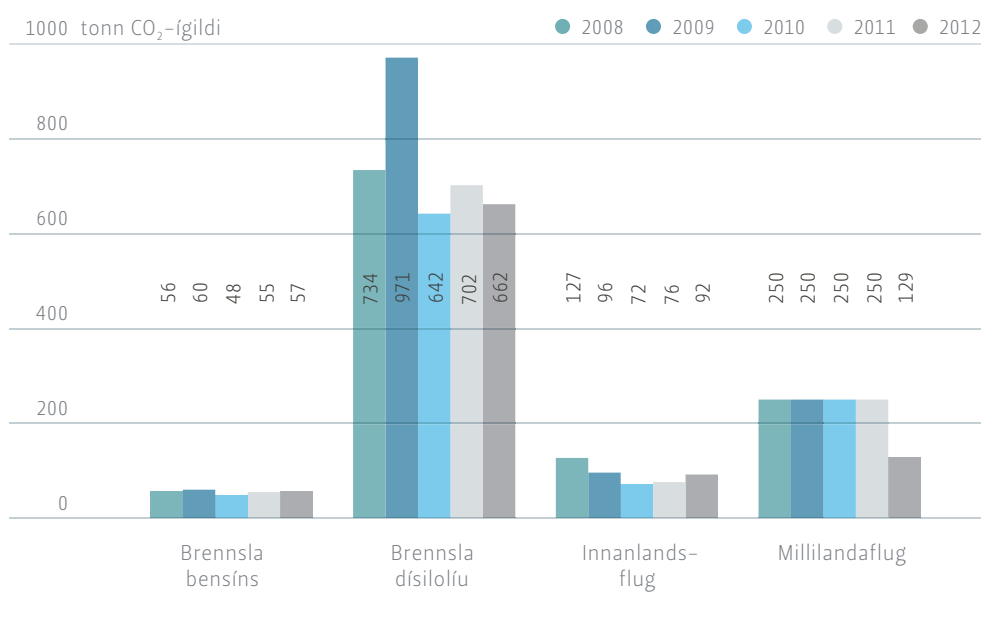
Losun GHG vegna brennslu jarðefnaeldsneytis er reiknuð út frá magni eldsneytis. Losunin er síðan umreiknuð í magn CO₂ ígilda með stuðlum sem eru þeir sömu og notaðir eru við losunarbókhald Íslands.

Upplýsingar um fjölda innlendra flugferða starfsmanna Landsvirkjunar koma beint frá flugfélögum. Áætlun um losun GHG byggir meðal annars á fjölda flugferða auk upplýsinga frá Orkuspárnefnd og flugfélögum. Losun GHG vegna millilandaflugs starfsmanna Landsvirkjunar hefur á síðastliðnum árum verið metin og hefur losunin verið áætluð 250 tonn CO₂-ígildi á ári. Árið 2012 fengust upplýsingar um raunfjölda millilandaflugferða starfsmanna fyrirtækisins og er losun GHG vegna þeirra 129 tonn CO₂-ígildi á ári. Losun GHG vegna millilandaflugferða lækkar því töluvert miðað við mat fyrri ára.

SF₆ gas er notað sem einangrunarmiðill háspennubúnaðar í Fljótsdalsstöð og á Þjórsársvæðinu en leki eða óhapp getur valdið losun á gasinu. Gastegundin er mikilvirkust allra gróðurhúsalofttegunda eða 23.900 sinnum virkari en koltvísýringur. Losun GHG frá rafbúnaði hefur mælst einu sinni á síðastliðnum fjórum árum, árið 2009.

Líkt og undanfarin ár er það losun GHG vegna brennslu dísilolíu sem vegur þyngst (65%) af heildarlosun GHG af völdum brennslu jarðefnaeldsneytis. **Mynd 45** sýnir þróun losunar á árunum 2008–2012. Losun vegna millilandaflugs er sú sama árin 2008–2011 enda er þar um að ræða sama áætlaða gildið. Árið 2012 voru notuð 504 kg af metani til að knýja ökutæki, en engir vetnisbílar voru í notkun hjá Landsvirkjun það ár. Við notkun metans sem eldsneyti á ökutæki spöruðust um 2.000 kg CO₂-ígildi, sé miðað við meðallosun bensínknúins fólksbils.

Mynd 45 — Losun gróðurhúsalofttegunda vegna brennslu jarðefnaeldsneytis í starfsemi Landsvirkjunar árin 2008–2012.



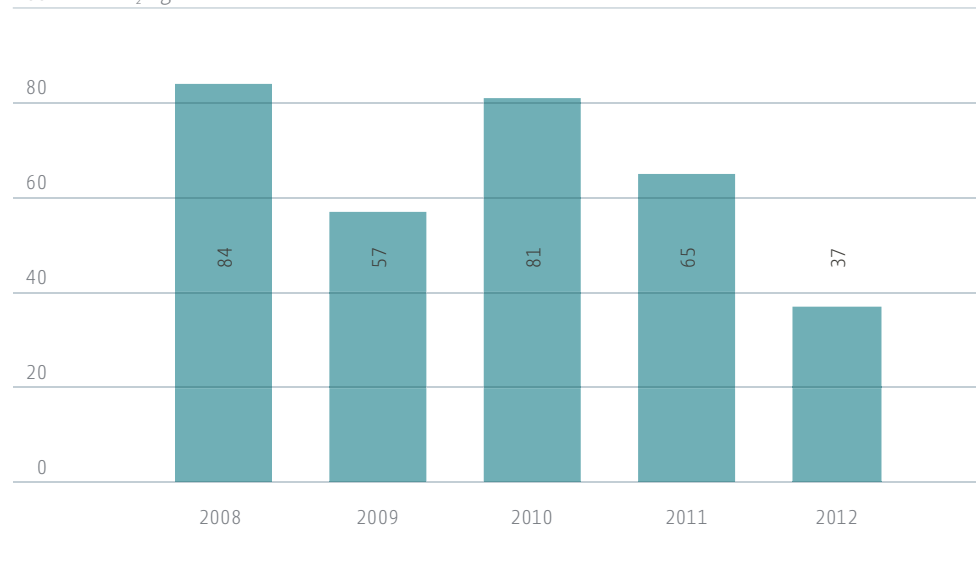
Gróðurhúsaáhrif vegna urðunar og brennslu úrgangs

Helstu umhverfisáhrif vegna urðunar á úrgangi eru myndun hauggass vegna niðurbrots lífræns hluta úrgangsins auk mengaðs sigvatns sem getur lekið út í umhverfið og mengað grunn- og yfirborðsvatn. Hauggas samanstendur aðallega af metani og koltvísýringi en umhverfisáhrif metans eru mikilvirkari þar sem metan er um 21 sinnum virkari gróðurhúsalofttegund en koltvísýringur.

Losun GHL vegna förgunar óflokkaðs úrgangs í starfsemi Landsvirkjunar árin 2008–2012 má sjá á mynd 46. Það dregur verulega úr magni óflokkaðs úrgangs miðað við fyrri ár og þar með dregur einnig úr losun GHL.

Mynd 46 — Losun gróðurhúsalofttegunda vegna förgunar óflokkaðs úrgangs í starfsemi Landsvirkjunar árin 2008–2012.

100 tonn CO₂-ígildi



Upprunaábyrgð raforku

Upprunaábyrgðir eru alþjóðleg vottorð fyrir raforku sem unnin er úr endurnýjanlegum orkugjöfum. Markmið með útgáfu upprunaábyrgða er að hvetja Evrópubúa til að styðja við vinnslu og notkun raforku frá endurnýjanlegum orkugjöfum.

Kaupendurnir eru þeir sem sjá sér hag í að styðja við raforkuvinnslu frá endurnýjanlegum orkugjöfum og eru viðskiptin óháð afhendingu á sjálfri raforkunni. Því má segja að raforka og „grænir“ eiginleikar hennar séu tvenns konar vara. Kaupendurnir starfa oftast í markaðsumhverfi þar sem umhverfisvitund neytenda er sterk og um upprunaábyrgðir er þá m.a. fjallað í skýrslum þeirra um samfélagslega ábyrgð og í kolefnisbókhaldi.

Samsetning raforkuvinnslu á Íslandi og í Evrópu

Á Íslandi er nær öll raforka unnin með endurnýjanlegum orkugjöfum (99,99%) en á meginlandi Evrópu er raforkan samsett úr vinnslu frá endurnýjanlegum orkugjöfum (7,8%), jarðefnaeldsneyti (51,3%) og kjarnorku (40,8%). Þar sem Ísland er hluti af raforkumarkaði Evrópu telst sú raforka sem hér er framleidd hluti af heildarraforkuvinnslunni í Evrópu. Með sölu á upprunaábyrgðum selja orkufyrirtækin rétt sinn til þess að skrá seldan hlut framleiðslunnar sem endurnýjanlega orku. Þess í stað er sambærilegt magn af vinnslu þeirra skráð samkvæmt meðalsamsetningu orkuvinnslu í Evrópu. Það er hlutverk Orkustofnunar að halda utan um hlutdeild íslensku raforkuvinnslunnar í heildarsamsetningunni fyrir Evrópu með tilliti til inn- og útflutnings á upprunaábyrgðum.

Óháð því hvernig raforka er unnin á Íslandi er hún annaðhvort vottuð með upprunaábyrgðum eða ekki. Sú raforka sem ekki er vottuð fellur undir það sem Orkustofnun kallar „raforkuleif“ og birtir Orkustofnun samsetningu hennar fyrir hvert ár. Raforkuleif hvers árs er reiknuð stærð og tekur tillit til inn- og útflutnings á upprunaábyrgðum og heildarsamsetningu raforkuvinnslu Evrópu (**mynd 47**).

Viðskipti með upprunaábyrgðir

Á opnum mörkuðum innan Evrópusambandsins ganga upprunaábyrgðir kaupum og sölum og er markaðsverð þeirra háð eftirspurn og framboði á hverjum tíma. Upprunaábyrgðir skiptast í flokka eftir tegund orkugjafa, t.d. vindi, sól og vatnsafla og endurspeglar markaðsverð á upprunaábyrgðum eftirspurn eftir hverjum flokki fyrir sig.

Á árunum 2006–2011 voru meðaltekjur Landsvirkjunar af sölu upprunaábyrgða á bilinu 30–38 milljónir ISK en árið 2012 fóru þær í rúmar 260 milljónir ISK. Viðskipti með upprunaábyrgðir hafa m.a. verið við fyrirtæki og stofnanir í Þýskalandi, Austurríki, Sviss, Belgíu og Hollandi.

Raforkukaupendur á Íslandi eiga einnig möguleika á að kaupa íslenskar upprunaábyrgðir og geta fengið raforkukaup sín frá raforkuvinnslu á Íslandi vottuð með evrópskum staðli (AIB–ECCS).

Mynd 47 — Samsetning raforkusölu á Íslandi að teknu tilliti til sölu upprunaábyrgða úr landi.



- A) Endurnýjanleg raforka unnin á Íslandi (græn orka). Upprunaábyrgð er seld af hluta framleiðslunnar en eftir er svokölluð orkuleif.
- B) Samsvarandi magn þeirrar orku sem seld var með upprunaábyrgð kemur inn á íslenska raforkumarkaðinn með orkusamsetningu eins og hún er í Evrópu (grá orka).
- C) Íslenski raforkumarkaðurinn telst því grágrænn, þ.e. samsettur af raforku framleiddri með endurnýjanlegum orkugjöfum (grænn) á Íslandi og orkusamsetningu (grátt) frá Evrópu.

Samantekt á losun gróðurhúsa- lofttegunda frá starfsemi Landsvirkjunar

Stærsta uppspretta GHG sem losnar í andrúmsloft frá starfsemi Landsvirkjunar er útstreymi frá jarðvarmavinnslu (þ.e. útstreymi frá jarðvarmavirkjunum og rannsóknarborunum) og losun frá lónum vatnsaflsvirkjana. Á mynd 48 má sjá hlutfallslega skiptingu GHG eftir uppruna losunar í starfsemi Landsvirkjunar árið 2012. Útstreymi frá jarðvarmavinnslu nam 75% af heildarlosun fyrirtækisins og losun frá lónum 24%. Aðra losun (1%) má rekja til brennslu jarðefnaeldsneytis, flugferða og förgunar úrgangs. Engin losun á SF₆ gasi frá rafbúnaði var á árinu. Þessi hlutföll eru sambærileg við hlutföll undanfarinna ára.

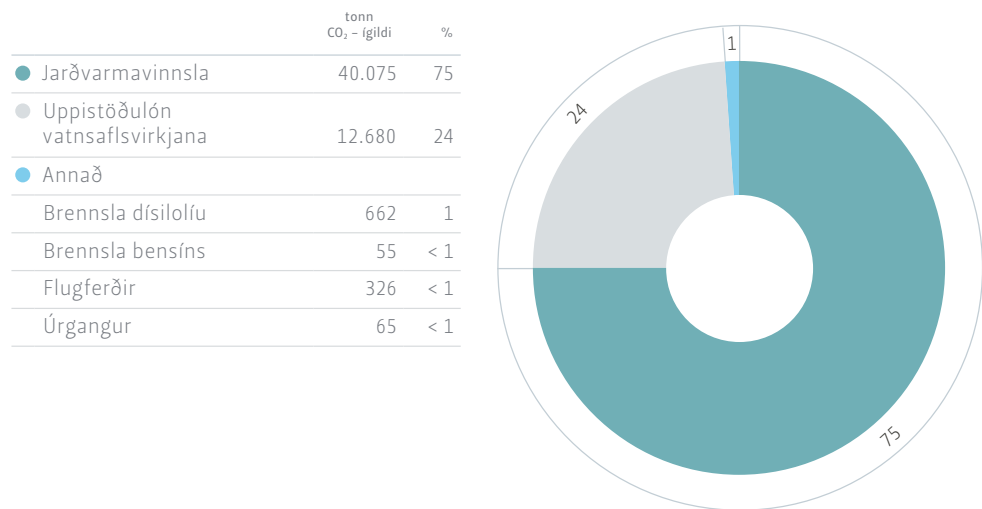
Losun GHG í starfsemi Landsvirkjunar á árunum 2008–2012 má sjá á mynd 49. Myndin sýnir einnig kolefnisbindingu og nettó kolefnisspor fyrirtækisins, þ.e. heildarlosun GHG að frádreginni kolefnisbindingu, á sama tímabili. Losun GHG frá starfsemi fyrirtækisins árið 2012 var tæplega 54.000 tonn CO₂-ígildi og dregst saman um 4% miðað við árið 2011 og 14% miðað við árið 2008. Gera má ráð fyrir að raunlækkunin sé þó lægri þar sem árið 2012 var losun GHG vegna millilandaflugferða í fyrsta sinn reiknað með raunfjölda flugferða, en á árunum 2008–2011 var losunin áætluð. Niðurstöður útreikninga á losun GHG samkvæmt raunfjölda ferða árið 2012 benda til þess að losunin árin 2008–2011 sé ofáætluð, en losun GHG frá millilandaflugi hefur ekki verið uppfærð fyrir þau ár. Þegar tekið hefur verið tillit til kolefnisbindingar er kolefnisspor Landsvirkjunar árið 2012 tæp 32.000 tonn CO₂-ígildi og hefur því dregist saman um tæplega 7% miðað við árið 2011 og rúmlega 25% sé miðað við árið 2008. Munar þar mestu um samdrátt í útstreymi frá jarðvarmavirkjunum.

Mynd 50 sýnir samantekt á losun GHG frá starfsemi Landsvirkjunar á árunum 2008–2012 eftir uppruna losunar. Stærðargráða hinna ólíku losunarflokka kemur glögg í ljós þar sem útstreymi frá jarðvarmavinnslu og losun frá uppistöðulónum er umtalsvert meiri en losun frá annarri starfsemi. Breyting á kolefnisspori Landsvirkjunar stjórnast því fyrst og fremst af breytingum tengdum vinnslu á jarðvarma, umfangi rannsóknarborana auk losunar frá lónum. Álitamál er hvort líta beri á útstreymi frá jarðvarmavinnslu sem losun af mannavöldum eða náttúrulegt útstreymi. Önnur losun er háð umfangi starfseminnar á hverjum tíma og hefur minni háttar áhrif á heildarkolefnisspor fyrirtækisins.

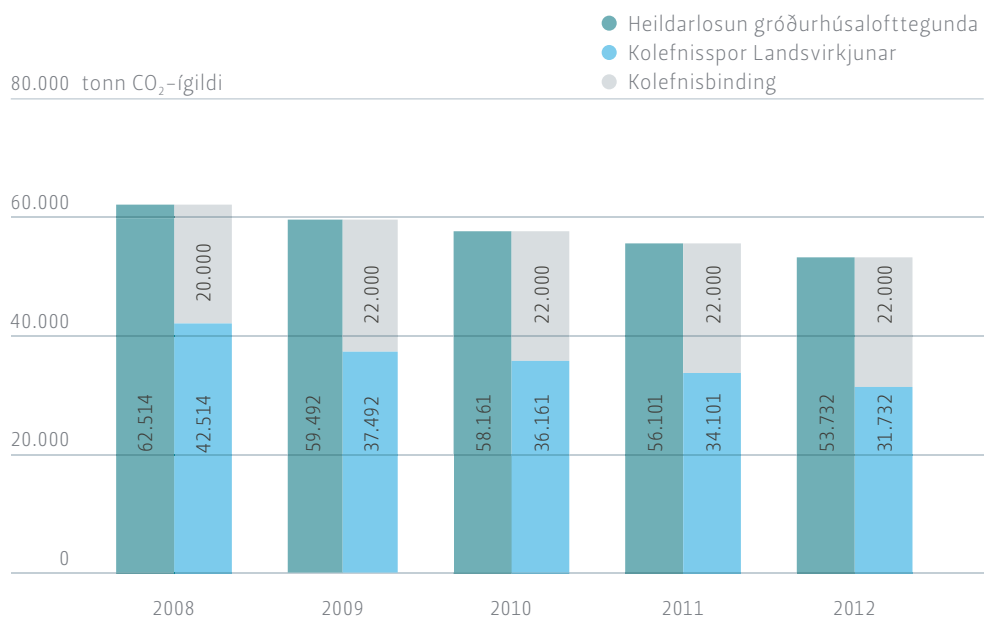
Losun GHG í starfsemi Landsvirkjunar árið 2012 á hverja unna GWst er 4,2 tonn CO₂-ígildi/GWst ef ekki er tekið tillit til kolefnisbindingar. Ef tekið er tillit til kolefnisbindingar vegna landgræðslu og skógræktar á vegum fyrirtækisins er losunin hins vegar 2,4 tonn CO₂-ígildi/GWst. Kolefnisspor Landsvirkjunar dregst því saman um 10% miðað við árið 2011 og 30% ef miðað er við árið 2008. Tekið skal fram að losun frá lónum fyrir árið 2008 byggir á áætluðum fjölda íslausra daga en einnig er losun frá millilandaflugi áætluð árin 2008 til 2011 og því má gera ráð fyrir að raunlækkun miðað við þau ár sé í raun minni. Þegar losun GHG er reiknuð á framleiddar GWst er ekki tekið með útstreymi vegna rannsóknarborana því þær tengjast ekki orkuvinnslu viðkomandi árs.

Áhugavert er að bera saman losun GHG fyrir vatnsafl annars vegar og jarðvarma hins vegar. Við útreikninga á gróðurhúsaáhrifum eftir tegund orkuvinnslu hjá Landsvirkjun er losun vegna þátta, sem ekki er beint hægt að rekja til við-

Mynd 48 — Hlutfall losunar gróðurhúsalofttegunda í starfsemi Landsvirkjunar árið 2012.



Mynd 49 — Heildarlosun gróðurhúsalofttegunda í starfsemi Landsvirkjunar árin 2008–2012, sem og kolefnisspor og kolefnisbinding.

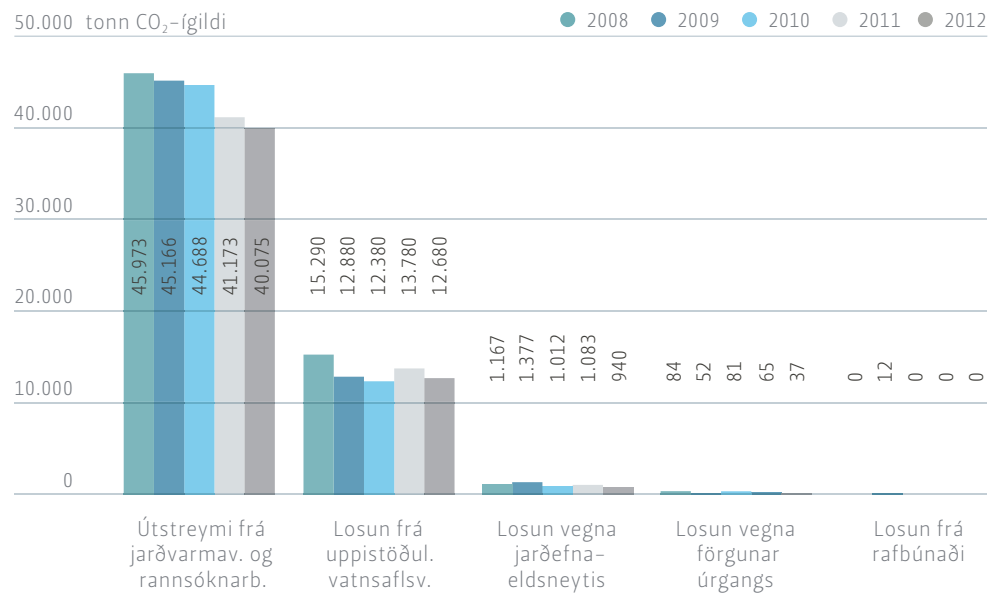


komandi orkugjafa, skipt upp eftir vægi orkuvinnslunnar. Þetta á meðal annars við um losun vegna flugferða og úrgangs sem og kolefnisbindingu með landgræðslu og skógrækt. Líkt og áður er útstreymi vegna rannsóknarborana ekki tekið með þegar losun er reiknuð miðað við framleiddar GWst. Samanburðurinn sýnir að nokkuð mikill munur er á gróðurhúsaáhrifum jarðvarmavirkjana og vatnsaflsvirkjana. Losun GHl á hverja GWst unna í jarðvarmavirkjun er 77,5 tonn CO₂-ígildi/GWst án kolefnisbindingar og 75,7 tonn CO₂-ígildi/GWst þegar tekið hefur verið tillit til kolefnisbindingar. Með tilkomu fyrirhugaðra jarðvarmavirkjana Landsvirkjunar má gera ráð fyrir að meðallosun GHl á hverja GWst sem unnin verður í þeim muni lækka. Ástæða þess er að útstreymi GHl frá Kröflusvæðinu er mun meira en frá öðrum jarðhitasvæðum á Íslandi (Bjarni Pálsson o.fl. 2011). Losun GHl á hverja unna GWst í vatnsaflsvirkjun er hins vegar 1,13 tonn CO₂-ígildi/GWst án kolefnisbindingar og -0,65 tonn CO₂-ígildi/GWst þegar tekið er tillit til kolefnisbindingar (**mynd 51**). Landsvirkjun hefur því unnið að bindingu kolefnis umfram losun sem jafngildir um 0,65 tonn CO₂-ígilda fyrir hverja framleidda GWst af vatnsorku. Ítarlegar tölulegar upplýsingar um losun GHl í starfsemi Landsvirkjunar má finna í viðauka.

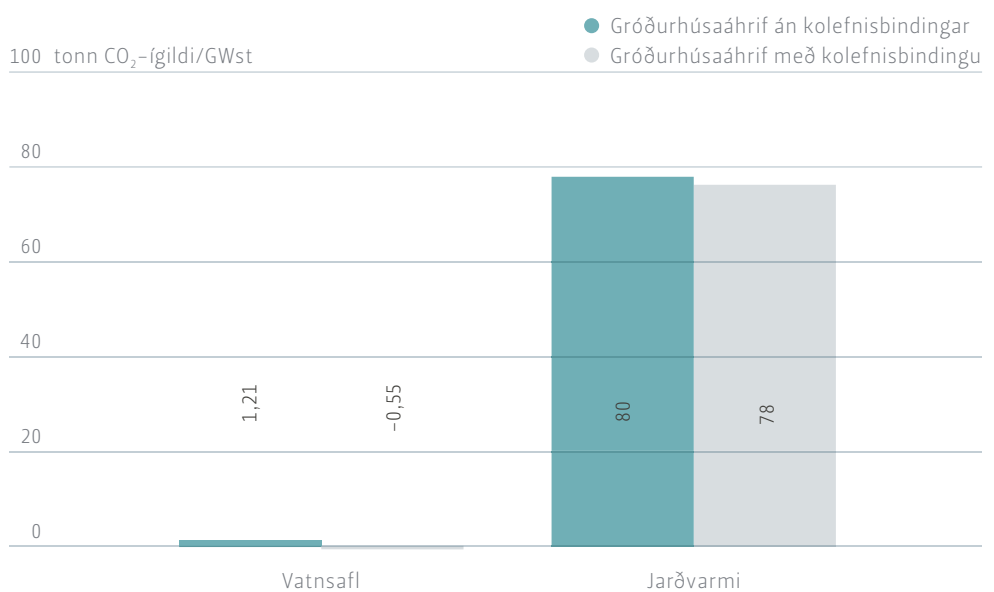
Mikilvægt er að hafa í huga þegar þessi samanburður er gerður að ekki er með öllu ljóst hvort með virkjun jarðvarma sé verið að auka heildarútstreymi koltvísýrings frá jarðvarmasvæðum eða hvort útstreymi frá jarðvarmavirkjunum sé í raun að einhverju eða jafnvel öllu leyti tilfærsla á náttúrlegu útstreymi. Horfa þarf til hvers svæðis fyrir sig þegar útstreymið er metið þar sem jarðhitasvæði hegða sér með ólíkum hætti.

Ólíkt því sem gerist í flestum öðrum löndum er losun GHl frá raforkuvinnslu á Íslandi tiltölulega lítil enda er langstærstur hluti vinnslunnar frá endurnýjanlegum orkugjöfum, þ.e. vatnsafl og jarðvarma. Landsvirkjun hefur nú hafið vinnu við mat á umhverfisáhrifum með aðferðarfræði vistferilsgreiningar (e. Life Cycle Assessment) fyrir raforkuvinnslu í aflstöðvum sínum og er fyrstu vistferilsgreiningunni nú þegar lokið, fyrir vinnslu í Fljótsdalsstöð. Landsvirkjun stefnir á að halda þessari vinnu áfram til að fá heildstætt mat á umhverfisáhrifum raforkuvinnslu í aflstöðvum sínum.

Mynd 50 — Losun gróðurhúsalofttegunda frá starfsemi Landsvirkjunar árin 2008–2012 eftir uppsprettum losunar.



Mynd 51 — Gróðurhúsaáhrif ólíkra orkugjafa Landsvirkjunar, vatnsafls og jarðvarma, með og án kolefnisbindingar



Viðauki

Töflur og tölulegar upplýsingar

Í þessum hluta gefur að líta ítarlegri tölulegar upplýsingar um þau atriði sem fjallað er um í fyrri hlutum skýrslunnar.

Þær tölur sem birtar eru í skýrslunni eru unnar upp úr bókhaldsforritum Landsvirkjunar, DynamicsAX, GB (grænu bókhaldi), mannauðskerfi, jarðvarmagrunninum ViewData sem er í umsjá Kemfu sf., gagnagrunni Landsnets um orkuvinnslu og samkvæmt Landnýtingargrunni og bindibókhaldi (LULUFC) hjá Landbúnaðarháskóla Íslands. Tölurnar eru ýmist rauntölur eða reiknaðar út frá mæligildum og eru rýndar af verkfræðistofunni EFLU hf. Upplýsingar í þessari skýrslu eru gefnar samkvæmt bestu vitund og teljast réttar.



Hávella *Clangula hyemalis* er kafönd og algeng varptegund hér á landi.

Á sumrin er karlfuglinn að mestu dökkbrúnn að ofan en andlit og kviður eru ljós að lit. Á veturna skiptir hann um ham, verður hvítur með dökkbrúnum skellum á vængjum, bringu og niður eftir hálsinum. Kvenfuglinn hefur ekki merkjanleg hamskipti og er oftast móbrúnn.



Raforkuvinnsla

Tölur 1 og 2 sýna yfirlit yfir raforkuvinnslu Landsvirkjunar. Í töflu 1 er gefin upp heildarraforkuvinnsla Landsvirkjunar án tillits til orkutapa og eigin notkunar í aflstöðvum en sá liður nemur 128 GWst árið

2012. Þá sýnir tafla 1 einnig yfirlit yfir fjölda starfsmanna fyrirtækisins og tafla 2 hlutfall raforkuvinnslu Landsvirkjunar af heildarraforkuvinnslu á Íslandi árin 2008–2012.

Viðauki–Tafla 1 — Samantekt yfir raforkuvinnslu Landsvirkjunar ásamt starfsmannafjölda árið 2012.

	Orkugjafi	Fjöldi starfsmanna*	Afl (MW)	Raforkuvinnsla (GWst)	Hlutfall af heildarraforkuvinnslu (%)
Starfsstöðvar í Reykjavík og á Akureyri	–	142	–	–	–
Aflstöðvar					
Blöndustöð	Vatnsafl	14	150	849	7
Fljótsdalsstöð	Vatnsafl	13	690	4.818	39
Mývatnssvæði – alls	Vatnsafl og jarðvarmi	25	91	660	5
– Kröflustöð/Bjarnarflagsstöð	Jarðvarmi	(20)	(63)	(489)	(4)
– Laxárstöðvar	Vatnsafl	(5)	(28)	(171)	(1)
Sogssvæði	Vatnsafl	14	90	542	4
Þjórsársvæði	Vatnsafl	39	840	5.443	44
Orkutöp og eigin notkun					
Landsvirkjun í heild – 2012		247	1.021	12.312	100
Landsvirkjun í heild – 2011		233	1.861	12.485	100
Landsvirkjun í heild – 2010		227	1.861	12.625	100
Landsvirkjun í heild – 2009		229	1.861	12.242	100
Landsvirkjun í heild – 2008		228	1.861	12.435	100

* Miðað er við fastráðna starfsmenn í lok árs.

Viðauki–Tafla 2 — Raforkuvinnsla Landsvirkjunar og heildarraforkuvinnsla á Íslandi 2008–2012 (Orkustofnun, 2013).

		Landsvirkjun					Landið í heild				
		2012	2011	2010	2009	2008	2012	2011	2010	2009	2008
Vatnsaflsvirkjanir	GWst	11.822	11.982	12.110	11.772	11.954	12.337	12.507	12.592	12.279	12.427
Jarðvarmavirkjanir	GWst	490	503	515	470	481	5.210	4.701	4.465	4.553	4.038
Eldsneyti	GWst	0	0	0	0	0	3	2	2	3	3
Alls	GWst	12.312	12.485	12.625	12.242	12.435	17.550	17.210	17.059	16.835	16.468
Vatnsaflsvirkjanir	%	96	96	96	96	98	70	73	73	73	73
Jarðvarmavirkjanir	%	4	4	4	4	4	30	27	26	27	27
Eldsneyti	%	0	0	0	0	0	<1%	<1	<1	<1	<1
Alls	%	100	100	100	100	102	100	100	99	100	100

Nýting jarðhitaforðans

Í töflu 3 má sjá tölulegar upplýsingar yfir nýtingu jarðhitaforðans við raforkuvinnslu Landsvirkjunar og nýtingu á framleidda orkueiningu á árunum 2008–2012 ásamt hlutfallslegri breytingu milli ára. Í töflu 4

má sjá magn vatns og gufu vegna rannsóknarborana Landsvirkjunar árin 2008–2012 ásamt hlutfallslegri breytingu milli ára.

Viðauki–Tafla 3 — Nýting jarðhitaforðans við raforkuvinnslu Landsvirkjunar.

		2012	2011	2010	2009	2008	Breyting miðað við árið 2011	Breyting miðað við árið 2008
Nýting í þúsundum tonna:								
Gufa	þús. tonn	5.857	6.123	6.496	5.724	5.939	–4%	–1%
Vatn	þús. tonn	5.230	5.170	5.142	4.861	5.545	+1%	–6%
Djúpförgun	þús. tonn	2.563	2.530	2.792	2.572	1.778	+1%	+44%
Nýting á framleidda orkueiningu:								
Gufa	þús. tonn/GWst	12,0	12,2	12,6	12,2	12,6	–2%	–2%
Vatn	þús. tonn/GWst	10,7	10,3	10,0	10,3	11,8	+4%	–7%
Djúpförgun	þús. tonn/GWst	5,2	5,0	5,4	5,5	3,8	+4%	+41%

Viðauki–Tafla 4 — Nýting jarðhitaforðans við rannsóknarboranir Landsvirkjunar.

		2012	2011	2010	2009	2008	Breyting miðað við árið 2011	Breyting miðað við árið 2008
Magn í þúsundum tonna:								
Gufa	þús. tonn	824	1.163	284	535	567	–29%	+45%
Vatn	þús. tonn	210	1.095	0	171	408	–81%	–49%

Eldsneyti – keypt magn

Í töflu 5 má sjá heildarnotkun eldsneytis í starfsemi Landsvirkjunar árið 2012 ásamt raforkuvinnslu skipt neytis í starfsemi Landsvirkjunar á árunum 2008–2012 og samanburð milli ára. Einnig sýnir tafla 6 notkun elds-

Viðauki–Tafla 5 — Notkun eldsneytis í starfsemi Landsvirkjunar árið 2012.

		Raforkuvinnsla						Framkv.- og þróunarsvið	Önnur starfsemi LV
		LV alls 2012	Blöndustöð	Fljótsdalsstöð	Mývatns-svæði	Sogssvæði	Þjórsársvæði		
Raforkuvinnsla	GWst	12.312	849	4.818	660	542	5.443	–	–
Bensín	Lítrar	22.943	–	488	3.067	269	4.376	9.678	5.065
Dísilolía	Lítrar	243.006	17.863	19.212	43.152	20.511	67.001	56.102	19.165
Metan	kg	504	–	–	–	–	–		504
Vetni	kg	–	–	–	–	–	–	–	–

Viðauki–Tafla 6 — Eldsneytisnotkun í starfsemi Landsvirkjunar árin 2008–2012 og samanburður á milli ára.

		LV alls 2012	LV alls 2011	LV alls 2010	LV alls 2009	LV alls 2008	Breyting miðað við árið 2010	Breyting miðað við árið 2008
Bensín	Lítrar	22.943	21.891	19.430	24.216	22.392	+5%	2%
Dísilolía	Lítrar	243.006	257.572	235.759	356.407	269.260	–6%	–10%
Metan	kg	504	339	–	–	–	+49%	+100%
Vetni	kg	–	122	202	217	241	–100%	–100%

Landgræðsla og kolefnisbinding

Tafla 7 sýnir magn þess áburðar sem dreift var á vegum Landsvirkjunar ásamt fjölda plantna sem gróðursettar voru í nágrenni aflstöðva árin 2008–2012. Tafla 8 sýnir fjölda gróðursettra plantna á vegum sam-

vinnuverkefnisins „Margar hendur vinna létt verk“ á árunum 2008–2012. Í töflu 9 eru gefnar upp helstu magntölur frá starfshópum „Margar hendur vinna létt verk“ á höfuðborgarsvæðinu árið 2012.

Viðauki –Tafla 7 — Dreifing tilbúins áburðar og fjöldi gróðursettra plantna á vegum Landsvirkjunar árin 2008–2012.

		2012	2011	2010	2009	2008
Áburðardreifing, tilbúinn áburður*	tonn	482	456*	495	505	361
Gróðursetning plantna í nágrenni aflstöðva	stk.	5.480	72.150	106.658	60.452*	41.410

* Magn hefur verið leiðrétt miðað við ársskýrslu síðasta árs.

Viðauki–Tafla 8 — Gróðursetning plantna á vegum samvinnuverkefnisins „Margar hendur vinna létt verk“ árin 2008–2012.

		2012	2011	2010	2009	2008
Gróðursetning plantna á vegum „Margar hendur vinna létt verk“	stk.	30.450	73.690	96.535	111.488	116.835

Viðauki–Tafla 9 — Yfirlit yfir helstu magntölur í „Margar hendur vinna létt verk“ frá öllum starfshópum sumarið 2012.

Verkefni	Magn
Gróðursetning	30.450 plöntur
Göngustígar, lagfærðir	5,5 km
Göngustígar, nýir	3 km
Áburður á plöntur	1000 kg
Grasáburður	160 kg
Grasfræ	500 kg
Möl í gangstíga	100 tonn

Yfirborðslosun frá jarðvarmavirkjunum

Tafla 10 sýnir losun þétti og skiljuvatns frá Kröflu og Bjarnarflagsstöð ásamt losun þungmálma og næringarefna í grunn- og yfirborðsvatn. Magn þungmálma er reiknað út frá mælingum á efnastyrk í þétti og skiljuvatni. Taflan sýnir að hlutfall þess magns þungmálma sem dælt er niður (djúpfargað) fylgir ekki hlutfalli þess vatns sem dælt er niður. Það skýrist meðal annars af því að ákveðið magn þungmálma losnar við raforkuvinnslu, til dæmis vegna tæringar vélbúnaðar. Þá sýnir taflan magn brennisteinsvetnis og koltvísýrings sem losað er í yfirborðsvatn eða djúpfargað en niðurdælingin dregur úr losun

þessara gasa í andrúmsloftið. Ekki eru skilgreind sérstök viðmið í starfsleyfi um losun þessara efna önnur en að styrkur sé undir umhverfismörkum í flokki I samkvæmt reglugerð um varnir gegn mengun vatns nr. 796/1999. Tafla 10 sýnir enn fremur magn þungmálma og næringarefna sem losuð eru í yfirborðsvatn vegna rannsóknarborana á Mývatnssvæðinu. Dregið hefur úr rannsóknnum samanborið við árið 2011 og dregst því losun þungmálma og næringarefna í yfirborðsvatn saman árið 2012. Engin niðurdæling er vegna rannsóknarborana.

Viðauki–Tafla 10 – Magn efna í þétti- og skiljuvatni (þungmálmur, næringarefni og gös) frá orkuvinnslu og rannsóknarborunum sem losuð eru í yfirborðsvatn og djúpfargað.

Orkuvinnsla og rannsóknir															
Orkuvinnsla															
Losun í yfirborðsvatn															
Djúpförgun															
Rannsóknir															
	2012	2011	2010	2009	2008	2012	2011	2010	2009	2008	2012	2011	2010	2009	2008
Vatn															
- Vatn úr jarðvarma- virkjunum	4.640	4.693	4.507	4.223	5.745	2.563	2.530	2.792	2.572	1.778	-	-	-	-	-
Þungmálmar															
- Arsen	173	190	167	157	115	10	7	28	33	23	5	27	0	1	3
- Kopar	4	3	2	1	2	-	1	-	-	1	0	0	0	0	1
- Króm	4	4	3	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
- Nikkel	1	3	2	12	2	-	-	1	-	1	0	0	0	0	1
- Sink	5	12	15	8	8	1	2	2	2	3	0	2	0	0	1
Næringarefni															
- Fosfór	9	9	11	10	29	3	3	3	3	2	0	1	0	0	19
Annað															
- Brennisteinsvetni	108.215	128.000	117.000	64.000	186.000	120.363	119.000	131.000	121.000	84.000	-	-	-	-	-
- Koltvísýringur	306.510	263.000	225.000	212.000	328.000	163.511	149.000	137.000	139.000	53.000	-	-	-	-	-

Úrgangur

Magn úrgangs eftir flokkum og meðhöndlun á árunum 2008–2012 má sjá í töflu 11. Í töflu 12 er magni úrgangs frá starfsstöðvum Landsvirkjunar árið 2012 skipt eftir úrgangstegundum og meðhöndlun. Tafla 13 sýnir magn og tegund spilliefna í starfsemi Landsvirkjunar á árunum 2008–2012 og í töflu 14 má sjá sundurliðun á spilliefnum eftir starfsstöðvum árið 2012.

Viðauki–Tafla 11 — Magn úrgangs eftir flokkum og meðhöndlun árin 2008–2012.

		LV alls 2012	LV alls 2011	LV alls 2010	LV alls 2009	LV alls 2008
Óflokkaður úrgangur:	kg	36.211	52.207	69.415	51.924	93.351
til urðunar	kg	29.464	41.997	59.378	41.899	80.760
til brennslu	kg	6.747	10.210	10.037	10.025	12.591
Úrgangur til endurvinnslu og endurnýtingar:	kg	80.554	467.592	171.233	96.917	266.749
Hjólbarðar	kg	1.900	1.155	270	100	0
Húsbúnaður	kg	35	0	0	0	0
Lífrænn úrgangur	kg	12.221	13.830	13.132	8.148	5.359
Málmar og ýmis búnaður	kg	36.943	225.034	82.807	39.795	62.671
Pappír, pappi og umbúðir	kg	12.514	16.560	12.045	7.423	7.696
Plast*	kg	451	379	4.858	3.779	110
Prentihylki	kg	140	181	95	100	7
Timbur*	kg	16.351	210.454	58.027	37.572	190.908
Óvirkur úrgangur:***	kg	55.860	8.296	83.517	68.975	51.445
Jarð- og steinefni, gler og postulín	kg	55.860	8.296	83.517	68.975	51.445
Spilliefni	kg	4.626	11.466	52.615	12.123	6.186
Úrgangur alls	kg	177.251	539.561	376.780	229.939	417.731

* Leiðrétt magn frá fyrra ári.

** Plast og timbur frá Mývatnssvæðinu er flokkað frá og sent í brennslu á Húsavík þar sem ætlunin er að nýta varma til raforkuframleiðslu og upphitunar. Vegna bilunar í búnaði hefur varminn eingöngu verið nýttur til upphitunar síðastliðin ár.

***Fer til urðunar á urðunarstað fyrir óvirkan úrgang.

Viðauki–Tafla 12 — Magn úrgangs frá starfsstöðvum Landsvirkjunar árið 2012 eftir flokkum og meðhöndlun.

		LV alls 2012	Blöndustöð	Fljótsd.st.	Mývatnssvæði		Sogssvæði	Þjórsásvæði	Önnur starfsemi LV
					Krafla	Laxárstöðvar			
Óflokkaður úrgangur:	kg	36.211	2.700	10.160	5.892	855	3.340	6.190	7.074
til urðunar	kg	29.464	2.700	10.160	–	–	3340*	6.190	7.074
til brennslu	kg	6.747	–	–	5.892	855	–	–	–
Úrgangur til endurvinnslu og endurnýtingar:	kg	80.554	11.801	1.578	11.752	1.576	709	30.704	16.136
Hjólbarðar	kg	1.900	–	–	180	60	–	1.660	–
Húsbúnaður	kg	35				35			
Lífrænn úrgangur	kg	12.221	825	1.340	1.053	–	–	2.670	6.333
Málmar og ýmis búnaður	kg	36.943	6.420	25	5.250	845	122	23.560	721
Pappír, pappi og umbúðir	kg	12.514	1.141	150	350	41	579	2.806	7.447
Plast*	kg	451	295	53	80	20			4
Prentihylki	kg	140		10	4	5	8	8	106
Tímur**	kg	16.351	3.120	–	4.835	570	–	–	1.526
Óvirkur úrgangur:***	kg	55.860	–	80	–	51.050	–	–	4.730
Jarð – og steinefni, gler og postulín	kg	55.860	–	80	–	51.050	–	–	4.730
Spilliefni	kg	4.626	950	160	549	1.196	421	1.264	86
Úrgangur alls	kg	177.251	15.451	11.978	18.193	54.677	4.470	38.158	28.025

* Mælingar á magni óflokkaðs úrgangs féllu niður hluta ársins, því er gert ráð fyrir að magn óflokkaðs úrgangs á Sogssvæðinu sé það sama og árið 2011.

** Tímur og plast frá Mývatnssvæðinu er flokkað frá og sent í brennslu á Húsavík þar sem ætlunin er að nýta varma til raforkuframleiðslu og upphitunar.

Vegna bilunar í búnaði hefur varminn eingöngu verið nýttur til upphitunar síðastliðin ár.

*** Fer til urðunar á urðunarstað fyrir óvirkan úrgang.

Viðauki–Tafla 13 — Magn spilliefna eftir flokkum á árunum 2008–2012.

		LV alls 2012	LV alls 2011	LV alls 2010	LV alls 2009	LV alls 2008
Spilliefni til förgunar:	kg	2.395	2.763	3.265	4.697	974
Asbest	kg	0	0	0	960	0
Eiturefni	kg	12	0	31	0	0
Lífræn spilliefni	kg	259	117	310	1.669	232
Kolasalli	kg	0	21	0	20	0
Rafhlöður	kg	1.181	1.255	2.002	1.078	540
Umbúðir af spilliefnum	kg	233	50	210	935	0
Ólífræn spilliefni	kg	57	611	79	10	14
Ýmis spilliefni	kg	654	709	633	25	188
Olíuúrgangur:	kg	2.231	8.703	49.350	7.426	5.212
Spilliefni alls	kg	4.626	11.466	52.615	12.123	6.186

Viðauki–Tafla 14 — Magn og tegund spilliefna frá starfsstöðvum Landsvirkjunar árið 2012.

		LV alls 2012	Blöndustöð	Fljótsd.st.	Mývatnssvæði		Sogssvæði	Þjórsársvæði	Önnur starf- semi LV
					Krafla	Laxárstöðvar			
Spilliefni til förgunar:	kg	2.395	510	108	177	168	197	1.149	86
Eiturefni	kg	12	0	12	0	0	0	0	0
Lífræn spilliefni	kg	259	200	0	0	0	23	0	36
Kolasalli	kg	0	0	0	0	0	0	0	0
Rafhlöður	kg	1.181	270	63	0	120	56	647	25
Spilliefnaumbúðir	kg	233	40	27	113	20	0	33	0
Ólífræn spilliefni	kg	57	0	0	0	0	0	57	0
Ýmis spilliefni	kg	654	0	6	64	28	118	412	25
Olíuúrgangur:	kg	2.231	440	52	372	1.028	224	115	0
Spilliefni og olíuúrgangur alls	kg	4.626	950	160	549	1.196	421	1.264	86

Hávaði

Töflur 15 og 16 sýna niðurstöður hljóðstigsmælinga á Kröflusvæðinu og við Bjarnarflag á árunum 2008–2012. Þeir mælistaðir sem eru á viðkvæmum ferðamannasvæðum eða utan iðnaðarsvæðisins eru auðkenndir með bláum lit í töflunum og rauðmerkt gildi

eru þar sem hávaði mældist yfir 50 dB(A) á slíkum svæðum. Viðbótarmælistaðir eru merktir með gráum lit en mælingar hafa ekki farið fram á þeim stöðum frá árinu 2010.

Viðauki–Tafla 15 — Jafngildishljóðstig á Kröflusvæðinu árin 2008–2012. Mælistaðir innan viðkvæmra ferðamannasvæða eða utan iðnaðarsvæðisins eru auðkenndir með bláum lit í töflunni og rauðmerkt gildi eru þar sem hávaði fór yfir 50 dB(A) á slíkum svæðum. Grámerktir eru viðbótarmælistaðir.

Mælistaður	Krafla	21. og 22.08.2012 LAeq[dB(A)]	21.02.2011 LAeq[dB(A)]	08. og 11.02.2010 LAeq[dB(A)]	31.07.2009 LAeq[dB(A)]	05.08.2008 LAeq[dB(A)]
1	Stjórnherbergi Kröflu	46.1	56.5	56	53.9	51.6
2	Austan við vél 1	83.7	88.7	89.1	89.1	88.2
3	Austan við vél 2	90	90.1	89.5	89.9	90.8
4	Stöðvarhús	79,8 ⁱ	67.9	73.4	72	73.3
5	Skemma 1A	70.3	60.8	71.5	67.6	67.2
6	„Einbýli“ við Sigurboga	71,9 ⁱⁱ	56.3	79.9	50	49.7
7	Við holu 6	74,9 ⁱⁱ	52.3	81.8	55.5	51.8
8	Við holu 26	56.1	45.4	62.2	50	48
9	Við holu 35	–	–	–	–	30.8
13	Við holu 34	79,5 ⁱⁱⁱ	74.9	73.3	75	63.8
14	Við holu 19	65.8	60.2	61.9	68	66
15	Við holu 31	45.2	51.5	44.9	57	45.5
16	Við holu 14	51.5	43.4	48	52	42.9
17	Við holu 18	33.3	41.2	41.2	52	30.3
18	Við holu 1 – á SV svæði	34.9	43.1	38.6	42	31.9
19	Við bílastæði mótuneytis aflstöðvar	65	53.3	46.7	48	44.2
21	Við holu 21	47.2	54	41.7	48	42.2
37	Hola 22	–	–	–	í blæstri	–
38	Hola 37	–	–	–	í blæstri	–
39	Við holu 39	–	–	101	–	–
40	IDDP djúpbörunarholan	–	–	117	–	–
10	Við holu 8 á bílastæði við Saurbæ	46.5	39.7	48	50	32
11	Við holu 10 – útsýnisplan á dalbrún	57,6 ^{iv}	51.1	73.5	64	47.8
12	Bílastæði á Vítisbarmi	59,8 ^v	48.4	39	50	30
20	Við skilti á Kröfluvegi – nærri vatnsholuhúsi	49.7	53	37.8	51	37
22	Bílastæði hjá Skarðsseli	41.1	47.5	35.9	44	42

ⁱ Mikill umhverfishávaði sem skekkir mælingu (blæðingu úr þeisastöð 1).

ⁱⁱ Gufu hleypt um hljóðdeyfi, mælt hljóðstig því hærra en ella.

ⁱⁱⁱ Hola KJ-38 í blæstri sem hafði áhrif á mælt hljóðstig til hækkunar.

^{iv} Gufu hleypt um hljóðdeyfi og í þeisastöð sem hafði áhrif á mælt hljóðstig til hækkunar.

^v Þó nokkur umferð ferðamanna á plani þegar mælingar fóru fram.

Viðauki–Tafla 16 — Jafngildishljóðstig við Bjarnarflag á árunum 2008–2012. Mælistaðir innan viðkvæmra ferðamanna–svæða eða utan iðnaðarsvæðisins eru auðkenndir með bláum lit í töflunni og rauðmerkt gildi eru þar sem hávaði fór yfir 50 dB(A) á slíkum svæðum.

Mælistaður	Bjarnarflag	21. og 22.08.2012 LAeq[dB(A)]	15. og 18.02.2011 LAeq[dB(A)]	08. og 11.02.2010 LAeq[dB(A)]	31.07.2009 LAeq[dB(A)]	05.08.2008 LAeq[dB(A)]
24	Við holu 11	44.1	58.6	100.1	40	62.4
25	Við holu 12	56.9	71.1	77.2	90	84.7
27	Við gufustöð	82.8	85.7	84.8	48	81.8
28	Við holu 9	65.3	71.2	82.6	36	51
29	Varmaskiptastöð – töfluherbergi	83,3 ⁱ	84.5	77.1	66	62.5
32	Skiljustöð 1	87.1	84.1	84.1	69	61
33	Skiljustöð 2	82,0 ⁱⁱ	73.5	83	56.7	70.8
34	Bílast. skrifstofu Grænna lausna	72,6 ⁱⁱⁱ	45.9	47	40	
35	Á varnargarðshrygg	46.1	56.6	34.9	40	45.1
23	Útsýnisplan í Námaskarði	48.9	47.6	48.5	43	54.2
26	Upplýsingaplan – nærri gamla baðlóni	57.7	57.7	63	34	50.3
30	Bílastæði við móttöku baðfélags	39	52.3	46.7	43	48.3
31	Við nýju baðlónin	38.5	44.9	47.7	35	47.3
36	Skútahraun 6	35.6	43.7	35.5	40	38.5

ⁱ Hurð á töfluherbergi var opin þegar mæling fór fram sem hafði áhrif á mælt hljóðstig til hækkunar.

ⁱⁱ Loftpressa var í gangi þegar hljóðmælingar voru gerðar sem hafði áhrif á mælt hljóðstig til hækkunar.

ⁱⁱⁱ Beltagrafa var að störfum þegar hljóðmælingar voru gerðar sem hafði áhrif á mælt hljóðstig til hækkunar.

Losun í andrúmsloftið og gróðurhúsaáhrif

Tafla 17 sýnir losun gróðurhúsalofttegunda á árunum 2008–2012 og samanburð milli ára. Einnig sýnir tafla 18 losun í andrúmsloftið og gróðurhúsaáhrif frá starfsemi Landsvirkjunar árið 2012, eftir uppsprettum losunar. Tafla 19 sýnir losun gróðurhúsalofttegunda reiknaða á framleiddar GWst, án útstreymis rannsóknarborana og samanburð milli ára. Útstreymi vegna rannsóknarborana er ekki tekið með vegna

þess að það tengist ekki beint orkuvinnslu viðkomandi árs. Í töflu 20 er að finna samantekt á gróðurhúsaáhrifum orkuvinnslu Landsvirkjunar skipt eftir vatnsafla og jarðvarma árið 2012. Taflan sýnir magn losunar í CO₂ ígildum og í CO₂ ígildum á framleidda GWst. Að lokum sýnir tafla 21 árlega losun gróðurhúsalofttegunda frá lónum vatnsaflsvirkjana Landsvirkjunar fyrir árið 2012.

Viðauki–Tafla 17 — Losun gróðurhúsalofttegunda frá starfsemi Landsvirkjunar og samanburður á milli ára.

		2012 LV alls	2011 LV alls	2010 LV alls	2009 LV alls	2008 LV alls	Breyting miðað við árið 2011	Breyting miðað við árið 2008
Jarðvarmavirkjanir, heildarútstreymi	tonn CO ₂ -ígildi	40.075	41.173	44.688	45.166	45.973	–3%	–13%
<i>Orkuvinnsla</i>	tonn CO ₂ -ígildi	37.836	40.164	44.121	41.292	41.719	–6%	–9%
<i>Rannsóknarboranir</i>	tonn CO ₂ -ígildi	2.239	1.009	567	3.874	4.254	122%	–47%
Uppistöðulón vatnsaflsvirkjana	tonn CO ₂ -ígildi	12.680	13.780	12.380	12.880	15.290	–8%	–17%
Brennsla jarðefnaeldsneytis	tonn CO ₂ -ígildi	940	1.083	1.012	1.377	1.167	–13%	–19%
<i>Bensín á tæki og bifreiðar</i>	tonn CO ₂ -ígildi	57	55	48	60	56	4%	2%
<i>Dísilolía á tæki og bifreiðar</i>	tonn CO ₂ -ígildi	662	702	642	971	734	–6%	–10%
<i>Flugferðir, heildarlosun</i>	tonn CO ₂ -ígildi	221	326	322	346	377	–32%	–41%
– þar af innanlandsflug	tonn CO ₂ -ígildi	92	176	72	96	127	21%	–28%
– þar af millilandaflug	tonn CO ₂ -ígildi	129	250	250	250	250	–48%	–48%
Úrgangur	tonn CO ₂ -ígildi	37	65	81	57	84	–43%	–56%
Losun frá rafbúnaði	tonn CO ₂ -ígildi	0	0	0	12	0	0%	0%
Losun gróðurhúsalofttegunda	tonn CO ₂ -ígildi	53.732	56.101	58.161	59.492	62.514	–4%	–14%
Kolefnisbinding	tonn CO ₂ -ígildi	–22.000	–22.000	–22.000	–22.000	–20.000	0%	10%
Kolefnisspor Landsvirkjunar	tonn CO ₂ -ígildi	31.732	34.101	36.161	37.492	42.514	–7%	–25%

Viðauki–Tafla 18 — Losun lofttegunda í andrúmsloftið og gróðurhúsaáhrif vegna starfsemi Landsvirkjunar árið 2012.

Uppsprettur losunar	Notkun	Losun í andrúmsloftið	
	Magn	Magn [tonn]	Gróðurhúsaáhrif CO ₂ -ígildi [kg]
Útstreymi frá jarðvarmavirkjunum			
Gufa frá jarðvarmavirkjunum*	5.857.335 tonn	3.883.724	
– útstreymi koltvísýrings		37.387	37.386.684
– útstreymi metans		21	449.158
– útstreymi brennisteinsvetnis		5.536	0
Útstreymi frá rannsóknarborunum			
Gufa frá rannsóknarborunum	824.206 tonn	824.206	
– útstreymi koltvísýrings		2.173	2.173.115
– útstreymi metans		3	65.529
– útstreymi brennisteinsvetnis		444	0
Losun frá uppistöðulónum vatnsaflsvirkjana	339 km ²		
– losun koltvísýrings		6820	6.820.000
– losun metans		279	5.860.000
Losun vegna eldsneytisnotkunar: Bensín á tæki og bifreiðar	22.943 lítrar		
– losun koltvísýrings		53	52.826
– losun metans		0,005	108
– losun glaðlofts		0,014	4.267
Losun vegna eldsneytisnotkunar: Dísilolía á tæki og bifreiðar	243.006 lítrar		
– losun koltvísýrings		649	649.118
– losun metans		0,016	343
– losun glaðlofts		0,041	12.656
Losun vegna flugferða starfsmanna			
– innanlandsflug		91,9	91.868
– millilandaflug		129,3	129.283
Losun vegna förgunar úrgangs			
– urðun	29 tonn		21.067
– brennsla	12 tonn		15.449
Losun frá rafbúnaði		0	
– losun SF ₆			0
Losun gróðurslofttegunda alls			53.731.471

* Mismunur milli notkunar og magns sem losað er í andrúmsloftið er vegna niðurdælingar.

Viðauki–Tafla 19 – Losun gróðurhúsalofttegunda á GWst, án útstreymis rannsóknarborana og samanburður á milli ára.

	2012 LV alls	2011 LV alls	2010 LV alls	2009 LV alls	2008 LV alls	Breyting miðað við árið 2011	Breyting miðað við árið 2008
Jarðvarmavirkjanir, orkuvinnsla*	3.073	3.217	3.495	3.373	3.355	-4%	-8%
Uppistöðulón vatnsaflsvirkjana	1.030	1.104	0.981	1.052	1.230	-7%	-16%
<i>Eldsneyti: Bensín á tæki og bifreiðar</i>	0.005	0.004	0.004	0.005	0.005	25%	0%
<i>Eldsneyti: Dísilolla á tæki og bifreiðar</i>	0.054	0.056	0.051	0.079	0.059	-4%	-8%
<i>Flugferðir, heildarlosun</i>	0.017	0.026	0.026	0.028	0.030	-35%	-43%
- þar af innanlandsflug	0.007	0.006	0.006	0.008	0.010	17%	-30%
- þar af millilandaflug	0.010	0.020	0.020	0.020	0.020	-50%	-50%
Úrgangur	0.003	0.005	0.006	0.005	0.007	-40%	-57%
Losun frá rafbúnaði	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0%	0%
Losun GHl án rannsóknarborana	4.182	4.413	4.562	4.543	5.027	-5%	-17%
Kolefnisbinding	-1.787	-1.762	-1.743	-1.797	-1.608	1%	11%
Kolefnisspor Landsvirkjunar án rannsóknarborana með kolefnisbindingu	2.395	2.651	2.819	2.746	3.419	-10%	-30%

* Hér er gerð grein fyrir útstreymi frá vinnsluborholum sem tengdar eru virkjuninni og því hluti af raforkuvinnslunni en ekki útstreymi rannsóknarborhola sem ekki tengjast raforkuvinnslu hvers árs.

Viðauki–Tafla 20 — Heildarlosun gróðurhúsalofttegunda vegna orkuvinnslu í vatnsaflsvirkjunum og jarðvarmavirkjunum Landsvirkjunar árið 2012 og losun á hverja unna GWst, án útstreymis vegna rannsóknarborana.

	Vatnsaflsvirkjun	Jarðvarmavirkjun	Vatnsaflsvirkjun	Jarðvarmavirkjun		
Brennsla bensíns	tonn CO ₂ -ígildi	48	9	tonn CO ₂ -ígildi/GWst	0,004	0,018
Brennsla díslólíu	tonn CO ₂ -ígildi	390	120	tonn CO ₂ -ígildi/GWst	0,033	0,245
Jarðvarmavirkjanir	tonn CO ₂ -ígildi	0	37.836	tonn CO ₂ -ígildi/GWst	–	77,216
Lón vatnsaflsvirkjana	tonn CO ₂ -ígildi	12.680	0	tonn CO ₂ -ígildi/GWst	1,073	0
Flugferðir	tonn CO ₂ -ígildi	212	9	tonn CO ₂ -ígildi/GWst	0,018	0,018
Úrgangur	tonn CO ₂ -ígildi	62	3	tonn CO ₂ -ígildi/GWst	0,005	0,006
SF ₆ frá rafbúnaði	tonn CO ₂ -ígildi	0	0	tonn CO ₂ -ígildi/GWst	–	0
Gróðurhúsahrif án útstreymis rannsóknarborana	tonn CO ₂ -ígildi	13.392	37.977	tonn CO ₂ -ígildi/GWst	1,133	77,504
Kolefnisbinding	tonn CO ₂ -ígildi	–21.124	–876	tonn CO ₂ -ígildi/GWst	–1,787	–1,787
Gróðurhúsáhrif án útstreymis rannsóknarborana með kolefnisbindingu	tonn CO ₂ -ígildi	–7.732	37.101	tonn CO ₂ -ígildi/GWst	–0,654	75,717

Viðauki–Tafla 21 — Losun gróðurhúsalofttegunda frá lónum vatnsaflsvirkjana Landsvirkjunar árið 2012.

Stöð/Veita	Lón/Vatn	Flatarmál lóna [km ²]	Flatarmál lóna, notað til reikninga [km ²]	CO ₂ íslaut [tonn CO ₂]	CH ₄ íslaut [tonn CO ₂ -ígildi]	Gróðurhúsa- áhrif alls [tonn CO ₂ -ígildi]
Blöndustöð		70 (8)	62	5.550	4.800	10.350
Blöndustöð	Blöndulón	57	57	4.400	3.800	8.200
Blöndustöð	Gilsárlón	5	5	1.150	1.000	2.150
Blöndustöð	(Vötn á veituleið)	(8,2)	0	0	0	0
Fljótsdalsstöð		70 (4)	66	620	520	1.140
Fljótsdalsstöð	Háslón	61 (2,6)	58	490	420	910
Fljótsdalsstöð	Kelduárlón	7,5 (1,1)	6	110	90	200
Fljótsdalsstöð	Ufsárlón	1,1 (0,14)	1	20	10	30
Fljótsdalsstöð	Grjótárlón	0,1 (0,02)	0	<1	<1	<1
Laxárstöðvar		38	0			0
Laxárstöðvar	(Mývatn)	(38,0)	0	0	0	0
Sogssvæði		(86)	0			0
Sogsstöðvar	Úlfjótavatn	(3)	0			
Sogsstöðvar	Þingvallavatn	(83,0)	0	0	0	0
Þjórsársvæði		199 (70)	129	650	540	1.190
Þórisvatnsmiðlun	Þórisvatn	85,2 (70)	15	50	40	90
Þórisvatnsmiðlun	Sauðafellslón	4,5	5	20	10	30
Sigöldustöð	Krókslón	14	14	70	60	130
Hrauneyjafosstöð	Hrauneyjalón	9	9	20	20	40
Búrfellsstöð	Bjarnalón	1	1	<10	<10	<10
Hágöngumiðlun	Hágöngulón	37	37	130	110	240
Kvíslaveita	Kvíslavatn	22	22	270	230	500
Kvíslaveita	Dratthalavatn	2	2	40	30	70
Kvíslaveita	Eyvindarlón	0	0	<1	<1	<1
Kvíslaveita	Hreysislón	0	0	<1	<1	<1
Kvíslaveita	Þjórsárlón	4	4	10	10	20
Vatnsfellsstöð	Vatnsfellslón	1	1	0	0	0
Sultartangastöð	Sultartangalón	20	20	40	30	70
Samtals		339 (82)	257	6.820	5.860	12.680

Tölur í sviga sýna það flatarmál stöðuvatns sem ekki á hlutdeild í losun GH₂. Þetta eru t.d. náttúruleg stöðuvötn (Mývatn og Þingvallavatn) þar sem náttúrulegt jafnvægi losunar hefur náðst (Úlfjótavatn) og þar sem kolefnissnautt land fór undir vatn (Þórisvatn).

Búðarhálsvirkjun

Magn úrgangs sem til fellur á framkvæmdasvæði aðla losun gróðurhúsalofttegunda frá brennslu dísil-Búðarhálsvirkjunar auk notkunar dísilolíu verktaka olíunnar og förgunar úrgangsins. og eftirlits má sjá í töflu 22. Að auki má þar sjá áætla-

Viðauki–Tafla 22 — Magn úrgangs frá framkvæmdum við Búðarháls ásamt eldsneytisnotkun og losun gróðurhúsalofttegunda frá starfsemi verktaka og eftirlitsaðila árið 2012.

	Notkun	Gróðurhúsaáhrif
Dísilolía:	2.248.981 lítrar	
– Verktaki	2.248.981 lítrar	6.008 tonn CO ₂ -ígildi
Óflokkaður úrgangur:	82.690 kg	
– Urðun	82.690 kg	59 tonn CO ₂ -ígildi
Úrgangur til endurvinnslu og endurnýtingar:	388.576 kg	
– Lífrænn úrgangur	25.900 kg	
– Málmar	108.060 kg	
– Pappi	6.906 kg	
– Timbur	247.710 kg	
– Annar endurvinnanlegur úrgangur		
Óvirkur úrgangur:	265.010 kg	
– Grófur úrgangur	265.010 kg	
Spilliefni:	9.580 kg	
– Úrgangsolía	9.580 kg	
– Önnur spilliefni	–	
Losun GHL:		6.067 tonn CO ₂ -ígildi

Útgefnar skýrslur

Hálslón 2011: Jarðvegsbinding, gróðurstyrking og vöktun strandsvæða	LV-2012/006
Hálslón 2011: Kortlagning strandsvæða	LV-2012/007
Kárahnjúkavirkjun: Frágangur vinnusvæða	LV-2012/011
Áhrif fyrirhugaðra virkjana í neðri hluta Þjórsár á fiskistofna í Þjórsá	LV-2012/014
Hólmssárvirkjun: Skýringar við jarðgrunnskort	LV-2012/015
Áhrif Hólmssárvirkjunar á ferðamennsku og útivist	LV-2012/020
Eftirlit með áhrifum af losun affallsvatns frá Kröflustöð og Bjarnarflagsstöð: Vöktun og niðurstöður 2011	LV-2012/021
Kárahnjúkavirkjun: Fallryksmælingar við Hálslón, á Brúaröræfum og í byggð á Fljótsdalshéraði sumarið 2011	LV-2012/023
Crustal deformation in the Krafla, Gjástykki and Þeistareykir areas inferred from GPS and InSAR techniques: Status report for 2011	LV-2012/028
Grunnvatnsvöktun á tünnum Egilsstaða: Niðurstöður mælinga nóv 2007–nóv 2011	LV-2012/029
Kortlagning burðarsvæða hreindýra á áhrifasvæðum Kárahnjúkavirkjunar vorið 2011	LV-2012/033
Hávellutalningar á Lagarfljóti og á vötnum í Fljótsdalsheiði 2011	LV-2012/036
Vöktun skúms á Úthéraði: Úttekt á varpi við Jökulsá á Dal 2011	LV-2012/038
Vöktun heiðagæsa á Snæfellsöræfum 2011: Áhrif Kárahnjúkavirkjunar á heiðagæsir	LV-2012/039
Vatnamælingar Landsvirkjunar: Vatnsárið 2010/2011	LV-2012/043
Helsingjar við Hólmsá	LV-2012/045
Fiskrannsóknir á vatnasvæði Þjórsár árið 2011	LV-2012/047
Blöndulón: Vöktun á strandrofi og áfoki: Áfangaskýrsla 2011	LV-2012/049
Fiskrannsóknir í Sogi og Þverám þess árið 2011	LV-2012/061
Úttekt á kolefnisbindingu skógræktar á svæðum í eigu Landsvirkjunar	LV-2012/062
Áhrif gruggs á vatnalífri Glúmsstaðadalsár og Hrafnkelsár: Niðurstöður vöktunar 2011	LV-2012/064
Kringilsárrani: Rannsóknir á gróðurbreytingum með samanburði gervitunglamynda frá 2002 og 2010	LV-2012/069
Eftirlitsmælingar í Kröflu og Bjarnarflagi 2011	LV-2012/073
Hólmssárvirkjun – Atleyjarlón: Fuglar, gróður og smádýr	LV-2012/086
Umhverfisskýrsla 2011	LV-2012/090
Styrkur brennisteinsvetnis í andrúmslofti í Reykjahlíð: Úrvinnsla mælinga 10 febrúar 2011–9 maí 2012	LV-2012/095
Eftirlitsmælingar í Kröflu og Bjarnarflagi 2012	LV-2012/097
Krafla og Bjarnarflag: Afköst borhola og efnainnihald vatns og gufu í borholum og vinnslurás árið 2011	LV-2012/098
Áhrif Kárahnjúkavirkjunar á vatnsborð og grunnvatn á láglandi á Héraði	LV-2012/099
Fisk- og smádýrarrannsóknir í Hólmsá 2011	LV-2012/105
Ræktunaráætlun fyrir skógræktarsvæði við Bjarnalón	LV-2012/108
Skráning á landbroti á bökkum Lagarfljóts og Jökulsár í Fljótsdal	LV-2012/109
Hreindýratalningar norðan Vatnajökuls með myndatöku úr flugvél 2012	LV-2012/115

Heimildaskrá

Anette K. Mortensen, Ásgrímur Guðmundsson, Benedikt Steingrímsson, Freysteinn Sigmundsson, Guðni Axelsson, Halldór Ármannsson, Héðinn Björnsson, Kristján Ágústsson, Kristján Sæmundsson, Magnús Ólafsson, Ragna Karlsdóttir, Sæunn Halldórsdóttir og Trausti Hauksson (2009). *Jarðhitakerfið í Kröflu. Samantekt rannsókna á jarðhitakerfinu og endurskoðað hugmyndalíkan. Landsvirkjun, LV-2009/111.*

Arnór Snorrason (2011). *Prediction of Reference Level for the Period 2013–2020 for Forest Management in Iceland.* Skógrækt ríkisins, febrúar 2011.

Borgþór Magnússon og Hákon Aðalsteinsson (2012). *Blöndulón. Vöktun á strandrofi og áfoki. Áfangaskýrsla 2011. Landsvirkjun, LV-2012/049.*

Bjarni Pálsson, Hákon Aðalsteinsson, Hildur Ríkhardsdóttir, Ragnheiður Ólafsdóttir og Sigurður Óli Guðmundsson. (2011). *Loftslagsáhrif Landsvirkjunar – samantekt og tillögur að aðgerðum. Landsvirkjun, LV-2011-016.*

Edward H. Huijbens, Valtýr Sigurbjarnarson og Rögnvaldur Ólafsson (2012). *Rannsóknir á ferðamálum á virkjanasvæði við Þeistareyki. Niðurstöður umferðartalningar og könnunar á Þeistareykjum sumarið 2012. Rannsóknarmiðstöð ferðamála. Landsvirkjun, LV-2012/045.*

EEA (2012). *Environmental Indicator Report 2012. Ecosystem resilience and resource efficiency in a green economy in Europe. Umhverfisstofnun Evrópu, Kaupmannahöfn, Danmörk.*

Goldstein B, Hiriart G, Bertani R, Bromley C, Gutiérrez-Negrín L, Huenges E, Muraoka H, Ragnarsson A, Tester J, Zui V (2011). *Geothermal Energy. In IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation [O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, K. Seyboth, P. Matschoss, S. Kadner, T. Zwickel, P. Eickemeier, G. Hansen, S. Schlömer, C. von Stechow (eds)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.*

Hákon Aðalsteinsson, Arnór Snorrason og Björn Traustason (2012). *Úttekt á kolefnisbindingu skógræktar á svæðum í eigu Landsvirkjunar. Landsvirkjun, LV-2012/062.*

Hákon Aðalsteinsson, Magnús Jóhannesson og Benóný Jónsson (2012). *Fiskrannsóknir á vatnasvæði Þjórsár árið 2011. Landsvirkun, LV-2012/047.*

Hákon Aðalsteinsson og Kolbeinn Árnason (2012). *Hreindýratilningar norðan Vatnajökuls. Landsvirkjun, LV-2012/115 .*

Halldór Ármannsson og Magnús Ólafsson (2002). *Efnarannsóknir á vatni úr holum, lindum og gjám í Búrfellshrauni og nágrenni: undirstöður vöktunar vegna affalls frá jarðhitavirkjunum, Kröflu og Námafjalli. Orkustofnun, OS-2002/076.*

Helgi Bjarnason, Hákon Aðalsteinsson, Helgi Jóhannesson (2012). *Áhrif fyrirhugaðra virkjana í neðri hluta Þjórsár á fiskistofna í Þjórsá. Landsvirkjun, LV-2012/014.*

Hugrún Gunnarsdóttir (2009). *Vistheimt Landsvirkjunar og umhverfislegur ávinningur í kjölfar virkjana. Landsvirkjun, LV-2009/109.*

Kumar A, Schei T, Ahenkorah A, Caceres Rodriguez R, Devernay J-M, Freitas M, Hall D, Killingtveit Å, Liu Z (2011). *Hydropower. In IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation [O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, K. Seyboth, P. Matschoss, S. Kadner, T. Zwickel, P. Eickemeier, G. Hansen, S. Schlömer, C. von Stechow (eds)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.*

Jónas Ketilsson, Axel Björnsson, Árný Erla Sveinbjörnsdóttir, Bjarni Pálsson, Grímur Björnsson, Guðni Axelsson og Kristján Sæmundsson (2010). *Eðli jarðhitans og sjálfbær nýting hans. Álitsgerð faghóps um sjálfbæra nýtingu jarðhita. Orkustofnun, skýrsla nr. OS-2010/05*

Orkustofnun (2013). *Ársskýrsla Orkustofnunar 2012*. Orkustofnun.

Pétur Ingólfsson (2012). *Hálslón 2011. Kortlagning strandsvæða. Landsvirkjun, LV-2012/007*.

Pétur Ingólfsson, Björn Stefánsson, Þorsteinn V. Baldvinsson og Svanhildur Arnmundsdóttir (2012). *Kárahnjúkavirkjun. Frágangur vinnusvæða. Landsvirkjun, LV-2012/011*.

Pétur Ingólfsson og Björn Jóhann Björnsson (2012). *Hálslón 2011. Jarðvegsbinding, gróðurstyrking og vöktun strandsvæða. Landsvirkjun, LV-2012/006*.

Rán Þórarinsdóttir og Hákon Aðalsteinsson (2012). *Kortlagning burðarsvæða hreindýra á áhrifasvæðum Kárahnjúkavirkjunar vorið 2011. Landsvirkjun, LV-2012/033*.

Reglugerð um hávaða nr. 724/2008.

Reglugerð um varnir gegn mengun vatns nr. 796/1999 með síðari breytingum.

Rydgren, Dr. Bernt (2012). *Hydropower sustainability Assessment Protocol. Unofficial Assessment Landsvirkjun Hvammur, Iceland*. The International Hydropower Association.

Sigurður G. Kristinsson, Magnús Ólafsson, Sveinborg Hlíf Gunnarsdóttir og Steinþór Nielsson (2013). *Jarðhitasvæði á NA-landi. Vöktun á yfirborðsvirkni og grunnvatni*.

Sigurður H. Markússon, Sverrir Óskar Elefsen og Snjólaug Ólafsdóttir (2012). *Styrkur brennisteinsvetnis í andrúmslofti í Reykjahlíð. Landsvirkjun, LV-2012/095*.

Sigurlaug Hjaltadóttir og Kristín S. Vogfjörð (2011). *Sprungukortlagning við Þeistareyki og Bjarnarflag með háuþlausnarstaðsetningu smáskjálfta. Landsvirkjun, LV-2011/116*.

Umhverfisstofnun. (e.d.). *Gróðurhúsalofttegundir*. Sótt þann 1. apríl 2011 á <http://www.ust.is/einstaklingar/loftslagsbreytingar/grodurhusalofttegundir/>.



Prentun umhverfisskýrslu Landsvirkjunar er Svansvottuð. Pappírinn sem notaður er í skýrsluna hefur hlotið vottun frá norræna umhverfismerkinu Svaninum auk þess sem hann er merktur með FSC-merkinu. FSC-merkið er til marks um að viðurinn sem pappírinn er unninn úr sé upprunninn í skógum þar sem nýjum trjám er plantað í stað þeirra sem felld eru.

Eftirfarandi tegundir pappírs eru notaðar í skýrsluna:

Munken Polar, 120 g/m²

Munken Polar, 300 g/m² í kápu.

Skýrslunúmer: LV-2013/019

Hönnun: Jónsson & Le'macks

Ljósmyndir: Einar Guðmann

Prentun: Oddi, umhverfisvottuð prentsmiðja

Upplag: 700 eintök

Umsjón gagnaúrvinnslu: Gyða Mjöll Ingólfssdóttir / EFLA

og Friðrik Klingbeil Gunnarsson / EFLA

Ábyrgðarmaður: Ragnheiður Ólafsdóttir

Eldri Umhverfisskýrslur Landsvirkjunar má finna á:

<http://www.landsvirkjun.is/Samfelagogumhverfi/Umhverfismal>

Landsvirkjun
Háaleitisbraut 68
103 Reykjavík

landsvirkjun.is
landsvirkjun@lv.is
Sími: 515 90 00

