



Mat á verndargildi 18 háhitasvæða

**Trausti Baldursson, Ásrún Elmarsdóttir, Kristján Jónasson,
Olga Kolbrún Vilmundardóttir og Sigmundur Einarsson**

Unnið fyrir Orkustofnun



Mat á verndargildi 18 háhitasvæða

**Trausti Baldursson, Ásrún Elmarsdóttir, Kristján Jónasson,
Olga Kolbrún Vilmundardóttir og Sigmundur Einarsson**

Unnið fyrir Orkustofnun

NÍ-09014

Reykjavík, október 2009



NÁTTÚRUFRÆÐISTOFNUN ÍSLANDS

Mynd á kápu: Gufuhver í Austur-Reykjadölum á Torfajökulssvæði. Ljósmynd. Kristján Jónasson, 2006.

ISSN 1670-0120

	Hlemmi 3 105 Reykjavík Sími 590 0500 Fax 590 0595 http://www.ni.is ni@ni.is	Borgum við Norðurslóð 602 Akureyri Sími 460 0500 Fax 460 0501 http://www.ni.is nia@ni.is
Skýrsla nr. NÍ-09014	Dags, Mán, Ár Október 2009	Dreifing X opin lokuð til
Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill Mat á verndargildi 18 háhitasvæða	Upplag 50	
	Fjöldi síðna 53	
Höfundar Trausti Baldursson, Ásrún Elmarsdóttir, Kristján Jónasson, Olga Kolbrún Vilmundardóttir og Sigmundur Einarsson	Verknúmer R0411004 Málsnúmer 20041000001	
Unnið fyrir Orkustofnun		
Samvinnuaðilar		
Útdráttur <p>Lagt er mat á verndargildi 18 háhitasvæða á Íslandi. Svæðin voru valin m.t.t. til viðnámsmælinga. Niðurstöður matsins byggja á rannsóknum Náttúrufræðistofnunar Íslands á árunum 2005–2008 og samantekt á fyrirliggjandi gögnum. Rannsóknaniðurstöður eru birtar samhliða þessari skýrslu. Í matinu er Torfajökulssvæðið talið hafa hæst verndargildi en eftirtalin svæði önnur eru talin hafa hátt verndargildi á heimsvísu: Reykjanes, Grændalur, Geysir, Torfajökull/Landmannalaugar, Askja, Leirhnjúkur og Gjástykki og Brennisteinsfjöll. Ljóst er að lítil munur er á verndargildi margra háhitasvæða landsins en þau eru öll fágæt á lands- og heimsvísu.</p> <p>Hér er í fyrsta skipti skipulega og markvisst safnað upplýsingum um háhitasvæði Íslands til að meta sérstöðu þeirra í íslenskri náttúru og náttúrufarsleg verðmæti. Verndargildi háhitasvæðanna ræðst yfirleitt af hinni jarðfræðilegu umgjörð en flest þeirra tengjast eldstöðvakerfum á einn eða annan hátt. Flest háhitasvæðin fylgja eldstöðvakerfum rekbeltanna og almennt eru þau háhitasvæði stærri og öflugri sem fylgja megineldstöðvum. Gróðurfar á háhitasvæðunum ræðst að miklu leyti af úrkomu og hæð yfir sjó en þorri háhitasvæðanna er á hálendi Íslands.</p>		
Lykilorð Háhitasvæði, verndargildi, jarðfræði, gróður, plöntur, fuglar, smádyr	Yfirlit BB	

EFNISYFIRLIT

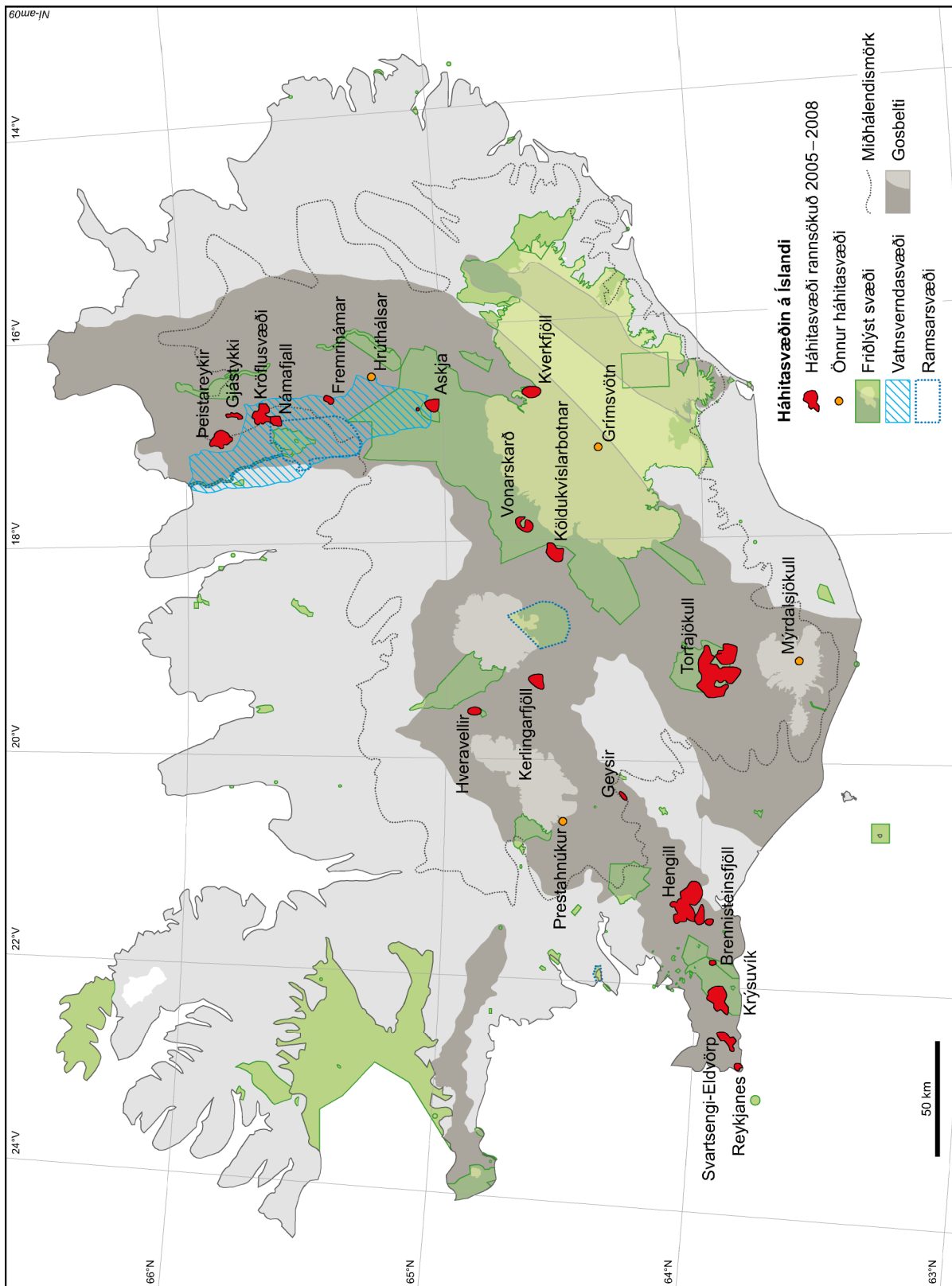
1 INNGANGUR	7
2. NÁTTÚRUVERNDARGILDI HÁHITASVÆÐA	9
2.1 Bakgrunnur	9
2.1.1 Sérstaða háhitasvæða	10
2.1.2 Alþjóðasamningar	10
2.2 Verndargildi jarðminja	12
2.3 Verndargildi lífríkis	17
3 RANNSÓKNASVÆÐI	17
3.1 Almenn	17
3.2 Mat á afmörkun rannsóknasvæða	18
4. AÐFERÐAFRÆÐI	19
4.1 Viðföng og viðmið	19
4.2 Gögn	21
4.3 Viðföng – mat á verndargildi - verndarviðmið	23
4.3.1 I. viðfang: Jarðfræði og jarðhitaummerki	23
4.3.2 II. viðfang: Lífríki	29
4.3.3 III. viðfang: Landslag og stök	31
4.3.4 IV. viðfang: Víðerni	32
4.3.5 V. viðfang: Efnahagur	33
4.3.6 VI. viðfang: Upplýsingagildi (vísindi, fræðsla, einkenni)	34
4.3.7 VII. viðfang: Útivist	35
5 NIÐURSTÖÐUR VERNDARMATS OG UMRÆÐA	36
5.1 Niðurstöður einkunnagjafar	36
5.2 Skipting svæða	38
5.3 Hámarks vernd	39
6 LOKAORÐ	42
7 ÞAKKIR	42
8 HEIMILDIR	43
9 VIÐAUKAR	45
1. viðauki A. Jarðhitategundir (JH) og tegundir háplantna með háttverndargildi á háhitasvæðum og undirsvæðum. Tegundir á válista eru merktar með stjörnu.	45
1. viðauki B. Jarðhitategundir (JH) mosa á háhitasvæðum og undirsvæðum. Tegundir á válista eru merktar með stjörnu.	46
1. viðauki C. Fléttur með hátt verndargildi á háhitasvæðum og undirsvæðum. Tegundir á válista eru merktar með stjörnu.	47
1. viðauki D. Hveragróðurfélög á háhitasvæðum og undirsvæðum. Hveragróður var ekki rannsakaður á öllum undirsvæðum.	48
2. viðauki. Einkunnagjöf fyrir öll viðföng og viðmið. Taflan sýnir verndargildi 18 háhitasvæða og undirsvæða þeirra.	90
3. viðauki. Jarðminjar sem talið er að eigi að njóta „hámarks verndar“ á alþjóðlegan mælikvarða og á landsvísu.	53

1 INNGANGUR

Í tengslum við 2. áfanga rammaáætlunar um vernd og nýtingu vatnsafls og háhitasvæða gerðu Orkustofnun og Náttúrufræðistofnun Íslands með sér samning um rannsóknir á gróðri og jarðfræði á háhitasvæðum. Rannsóknir á gróðri hófust árið 2005 og jarðfræði 2007. Meginmarkmið verkefnisins var að afla nauðsynlegra gagna til að flokka háhitasvæði eftir náttúruferri og meta verndargildi þeirra. Verkefninu var skipt upp í þrjú meginþætti. Í fyrsta lagi var aflað gagna um jarðfræði og gróður á háhitasvæðum. Lögð var áhersla á að greina, kortleggja og flokka gróður og jarðfræði svæða þar sem yfirborðsvirkni háhita gætur (Kristján Jónasson og Sigmundur Einarsson 2009, Ásrún Elmarsdóttir og Olga Kolbrún Vilmundardóttir 2009). Í öðru lagi voru teknar saman fyrirliggjandi upplýsingar um gróðurfar, fugla og smádýralíf (Ásrún Elmarsdóttir o.fl. 2009). Samantekt þessara gagna byggðist fyrst og fremst á skráningum á náttúruferri í gagnagrunnum Náttúrufræðistofnunar og útgefnum ritum sem fjalla um náttúruferri á háhitasvæðum. Í þriðja lagi var verndargildi háhitasvæða metið og fjallar þessi skýrsla um niðurstöður matsins.

Í þessu verkefni, verndargildi háhitasvæða, hefur viðfangsefnið nokkra sérstöðu í náttúru Íslands. Í fyrsta lagi er fjöldi háhitasvæða á landinu takmarkaður (Sveinbjörn Björnsson 2006). Í öðru lagi eru sum svæðin einstök á landsvísu og eru nú þegar friðlýst eins og t.d. Askja. Í þriðja lagi er þéttleiki háhitasvæða mikill á Íslandi miðað við önnur lönd, og í fjórða lagi njóta öll háhitasvæði sérstakrar verndar samkvæmt 37. gr. laga um náttúruvernd. Það er því ljóst að fágætisgildi háhitasvæða er hátt án alls tillits til annarra viðmiða. Af fenginni reynslu í marga áratugi er einnig ljóst að sjónrænt gildi háhitasvæða er hátt og segja má að innlendir sem erlendir ferðamenn hafi kosið um það með fótunum svo áratugum eða jafnvel öldum skiptir. Jarð- og landfræðilega eru öll háhitasvæðin í rekbeltinu eða í næsta nágrenni þess og finnast því ekki annars staðar á landinu. Af um 20 háhitasvæðum er um helmingur innan friðlýstra svæða, sjá 1. mynd.

Í náttúruvernd og stjórn landnýtingar almennt er mikilvægt að meta verndargildi svæða. Þetta á við hvort sem um er að ræða val á náttúruverndarsvæðum, mat á umhverfisáhrifum framkvæmda eða ákvörðun um aðra nýtingu lands (Smith og Theberge 1986). Þessi skýrsla er unnin í tengslum við 2. áfanga rammaáætlunar. Hlutverk rammaáætlunar er að meta og flokka hugsanleg orkuvinnslusvæði að teknu tilliti til ólíkra sjónarmiða s.s. náttúruverndar, útivistar, hagkvæmni orkunýtingar, menningarminja og annarra félagslegra þátta. Áætlunin á að leiða í ljós forgangsroðun tiltekinna landsvæða, þar sem vernd og nýting togast á, út frá mörgum þáttum þ.m.t. áhrifum af orkunýtingu. Náttúrufræðistofnun metur í þessari skýrslu fyrst og fremst náttúruferrileg verðmæti háhitasvæða án tillits til landnýtingar. Þó er komið inn á önnur gildi, s.s. efnahagsleg gildi, útivistargildi og upplýsingagildi svæða að gefnum ákveðnum forsendum.



1. mynd. Verndargildi var metið á 18 háhitasvæðum og voru þau rannsökuð á árunum 2005–2008.

2. NÁTTÚRUVERNDARGILDI HÁHITASVÆÐA

2.1 Bakgrunnur

Lög nr. 44/1999 um náttúruvernd eru undirstaða almennrar náttúruverndar á Íslandi. Í lögnum er að finna ýmis bein og óbein viðmið um hvað beri að vernda, s.s. ákvæði um friðlýsingar, náttúruverndaráætlun og sérstaka vernd.

Markmið náttúruverndarlaga er skýrt en í fyrstu grein þeirra segir:

„Tilgangur þessara laga er að stuðla að samskiptum manns og umhverfis þannig að hvorki spillist líf eða land né mengist sjór, vatn eða andrúmsloft. Lögin eiga að tryggja eftir föngum þróun íslenskrar náttúru eftir eigin lögmálum, en verndun þess sem þar er sérstætt eða sögulegt. Lögin eiga að auðvelda umgengni og kynni þjóðarinnar af náttúru landsins og menningarminjum og stuðla að vernd og nýtingu auðlinda á grundvelli sjálfbærrar þróunar.“

Framangreind markmið gera kröfu til góðrar þekkingar á náttúru landsins og þeim náttúrulegum málum sem eru að verki hverju sinni og að hægt sé að meta gagnsætt hvað sé sérstætt og sögulegt í náttúrufari landsins. Lögin gera hins vegar ekki grein fyrir því hvaða aðferðafræði skuli nota til að meta eða kvarða náttúruverndargildi eða forgangsraða svæðum eftir verndargildi.

Kerfi til að meta náttúruverndargildi fela venjulega í sér mælingar á einstökum náttúrufarsþáttum, viðföngum eða lýsingu á eiginleikum þeirra svæða sem metin eru. Eiginleikarnir eru metnir samkvæmt ákveðnum verndarviðmiðum, niðurstöður lagðar saman og svæðum forgangsraðað samkvæmt því (Bibby 1998). Þegar þessi aðferð er notuð, þ.e. að leggja saman verndargildiseinkunnir fyrir ólík viðföng og fá þannig fram mat á heildar verndargildi ólíkra svæða, er nauðsynlegt að taka tillit til þess að sum svæði geta verið einsleit en innihaldið óvenju sérstakar og fágætar náttúruminjar sem falla aðeins undir eitt viðfang. Erfitt getur t.d. verið að bera saman tvö svæði sem fá hátt verndargildi fyrir jarðfræði annars vegar og lífríki hins vegar. Einnig geta verið til svæði sem fá miðlungs hátt verndargildi fyrir alla metna þætti og fá því hærri samanlagða einkunn en svæði sem eingöngu telst merkilegt vegna eins viðfangs. Þetta leiðir til þess að svæði sem eru einsleit og hafa sérstöðu á einu sviði geta aldrei mælst með hátt verndargildi samanlagt. Þetta hefur einfaldlega verið leyst með þeim hætti að friðlýsa svæði sem hafa mjög hátt verndargildi vegna tiltekins verðmætis án tillits til verðmæta annarra viðfanga. Þannig er hátt verndargildi þeirra viðurkennt en um leið standa þau í raun fyrir utan framangreinda aðferðafræði enda jafnvel aðeins eitt viðmið sem ræður mestu.

Við mat á landsvæðum verður bæði að skoða eiginleika svæðanna sjálfra og hvaða hlutverki þau gegna í stærra samhengi. Sum svæði geta t.d. haft afar mikla þýðingu fyrir tiltekna dýrategundir á ákveðnum árstíma þó svo að þau virðist hafa lágt verndargildi þess utan. Svæði geta t.d. verið nauðsynlegur hluti af neti verndarsvæða, s.s. fyrir ákveðna dýrategund sem flytur sig eftir árstíma eða vegna breytinga sem verða á lífsferli tegundarinnar, t.d. á uppeldisstöðvum. Að sama skapi geta svæði haft að geyma ákveðin einstök fyrirbæri, t.d. jarðfræðileg, sem jafnvel hvergi eru til annars staðar, en svæðin kannski að öðru leyti ekki talin hafa hátt verndargildi, t.d. fyrir lífríki. Svæði geta haft svo hátt fágætisgildi að þau rúmast í raun ekki innan einkunnarkvarða sem gildir annars fyrir öll svæði. Þetta getur t.d. átt við svæði eða fyrirbæri sem eru þau einu sinnar tegundar í landinu eða í heiminum.

Við mat á verndargildi mismunandi þátta í náttúrunni hafa verið notuð fjölmörg viðmið og algengt er að svæði séu metin samkvæmt mörgum viðmiðum í einu (Margules og Usher 1981, Smith og Theberge 1986, Usher 1986, Götmark og Nilsson 1992, Boteva o.fl. 2004, Regan o.fl. 2007). Viðmiðin sem notuð hafa verið eru af ólíkum toga og tengjast ýmist afstöðu manna og eru huglæg, eða eru óháð afstöðu manna og eru þá hlutlæg og mælanleg. Þau má einnig flokka í vistfræðileg, efnahagsleg, menningarleg og félagsleg viðmið (Götmark og Nilsson 1992, Gomontean o.fl. 2008). Sem dæmi um viðmið má nefna fjölbreytileika tegunda eða búsvæða, fágæti tegunda eða jarðminja, sjónrænt gildi eða fegurð, upplýsingagildi og útivistargildi. Mikilvægt er að viðmiðin séu skýr, mælanleg eða metanleg samkvæmt ákveðnum kvarða en ekki órökstudd eða alfarið huglæg. Almennt má segja að bestu viðmiðin séu þau sem byggja á fræðilegum grunni (Bibby 1998). Gildir þá einu hvort um er að ræða huglæg eða hlutlæg viðmið. Ýmsar rannsóknir og skoðanakannanir má framkvæma til að fá fram „mælanlega“ afstöðu til huglægra gilda þó þau geti breyst í tímann rás. Það fer því að miklu leyti eftir því hvaða og hve mikilla gagna er aflað hvort viðmið sem oft eru háð mati eða afstöðu manna breytast og verða óháð töluleg viðmið. Útivistargildi getur t.d. verið ágiskun út frá þekkingu manna á tilteknum svæði ef ekki eru til góðar upplýsingar um fjölda ferðamanna sem nýta það eða fara þar um. Ef það eru hins vegar til tölur um útivist yfir langan tíma og hægt er að gera samanburð við önnur svæði gegnir öðru máli og verndarviðmiðið útivistargildi getur fallið í flokk með verndarviðmiðum sem eru óháð afstöðu manna. Sama getur gilt um t.d. viðmiðið fegurð eða sjónrænt gildi ef gerð er félagsfræðileg könnun á afstöðu manna til fegurðar tiltekins svæðis, t.d háhitasvæðis.

2.1.1 Sérstaða háhitasvæða

Ávallt ber að hafa í huga að fjöldi háhitasvæða er takmarkaður á Íslandi, þau eru einungis um 20 talsins. Öll teljast þau sérstök vegna fágætis á lands- og á heimsvísu. Í raun er því verið að meta innbyrðis verndargildi svæða sem öll hafa hátt verndargildi. Þetta birtist t.d. í því að mörg svæðanna eru þegar friðlýst skv. lögum um náttúruvernd, önnur eru á náttúruminjaskrá og enn önnur hluti af náttúruverndaráætlun (sjá 1. töflu og 2. mynd). Það sem gerir matið enn flóknara er að á sumum svæðum er orkunýting hafin og orkuver hafa verið reist. Annars staðar eru rannsóknaboranir að hefjast. Af alls 18 svæðum sem metin eru í þessu verkefni eru boranir eða orkuvinnsla hafin á 8 svæðum. Það eitt hækkar verulega verndargildi þeirra svæða sem eftir standa ósnortin.

2.1.2 Alþjóðasamningar

Mörg viðmið til að meta náttúruverndargildi er að finna í alþjóðasamningum sem Ísland er aðili að og hefur skuldbundið sig til að uppfylla. Ef viðmiðin eru ekki bein eru ýmis leiðbeinandi ákvæði um hvað beri að vernda. Í Ramsarsamningnum um vernd votlendis eru ýmis viðmið um vernd votlendis. Eitt þeirra er að votlendi teljast alþjóðlega mikilvæg ef 1% af ákveðinni fuglategund nýtir þau eða 20.000 einstaklingar ákveðinnar tegundar. Samningurinn um vernd líffræðilegrar fjölbreytni kveður skýrt á um að stuðla beri að vernd náttúrulegra vistkerfa og búsvæða. Upprunaleiki og náttúruleg ferli eru því mikilvæg viðmið við vernd lífríkis. Bernarsamningurinn um vernd plantna og dýra og búsvæða þeirra í Evrópu heldur lista yfir plöntur og dýr sem njóta verndar og þurfa aðildarríki að taka tillit til þeirra við stjórn náttúruverndarmála.

Válistar, oft nefndir rauðir listar, eru opinberir listar yfir lífverur sem eiga undir högg að sækja. Til að meta hvort lífverur, fuglar, plöntur eða önnur dýr eiga heima á válista er stuðst við staðla (<http://www.iucnredlist.org>) og leiðbeiningar sem Alþjóðanáttúruverndarsamtökin (IUCN) gefa út. Válistar gefa vísbendingar um fágætar tegundir sem geta verið í útrýmingarhættu og er því nauðsynlegt að vernda. Válistar tiltaka einnig tegundir sem hefur fækkað mikið á ákveðnu tímabili en eru kannski ekki í raunverulegri útrýmingarhættu. Taka

1. tafla. Háhitasvæði sem lögð eru til grundvallar mats á verndargildi í 2. áfanga rammaáætlunar ásamt undirsvæðum. Sýnt er flatarmál þeirra miðað við afmörkun, hæð yfir sjávarmáli, jarð- og berggrunn og stöðu framkvæmda vegna virkjana og verndarstaða.

Háhitasvæði - möguleg vinnslusvæði	H.y.s. (m)	Stærð svæða (km ²)	Jarð- og berggrunnur	V=virkjun; B=borun; E=ekkert	Friðlýst	Önnur vernd*
Reykjanes	10– 70	8,7	Hraun, móberg	V		Já
Svartsengi-Eldvörp	10– 220	32,1	Hraun, móberg	V		Já
Krýsuvík	120– 360	71,5	Móberg, hraun, grágrýti		Já	
- Sandfell	150– 220	0,7		E		
- Seltún	160– 340	6,4		B	Já	
- Trölladyngja	260– 360	6,5		B	Já	
- Austurengjar	140– 200	3,0		b***	Já	
Brennisteinsfjöll	390– 560	5,4	Hraun, móberg	E	Já	
Hengill	30– 680	172,6	Móberg, hraun, grágrýti			Já
- Hverahlíð	300– 560	24,7		B		
- Hellisheiði	260– 680	29,6		V		Já
- Nesjavellir	170– 520	6,3		V		Já
- Bitra	240– 580	7,7		?		Já
- Ölkelduháls	300– 500	6,9		B		Já
- Grændalur	40– 440	24,8		E		Já
Geysir	90– 320	5,1	Líparít, móberg, grágrýti	b		Já
Kerlingarfjöll	720–1460	31,2	Móberg, líparít			Já
- Hveradalir	900–1180	4,5		E		Já
- Efri Hveradalir	1020–1220	1		E		Já
- Hverabotn	960–1020	0,1		E		Já
Hveravellir	610– 640	14,3	Grágrýti, hraun	B	Já	
Köldukvíslarbotnar	810–1100	42,7	Hraun, grágrýti líparít	Lón		
Torfajökull**	560–1140	270,2	Líparít, móberg, líparíthraun		Já	
- Blautakvísl	700–1000	18,2		E	Já	
- Vestur-Reykjadalir	800– 950	8,6		E	Já	
- Austur-Reykjadalir	800–1140	30,6		E	Já	
- Jökultungur	850–1100	7		E	Já	
- Landmannalaugar	600– 950	14,9		E	Já	
- Kaldaklof	650– 980	20,6		E	Já	
Vonarskarð	940–1280	29,3		E	Já	
Kverkfjöll	1620–1780	30,9	Móberg	E	Já	
Askja	1060–1360	27	Móberg, hraun	E	Já	
Fremrinámar	760– 960	9,9	Hraun, móberg, líparít	E		Já
Námafjall	300– 560	16,9	Hraun, móberg	V		Já
Kröflusvæði	440– 800	45,5	Grágrýti			Já
- Krafla	440– 800	34,5		V		Já
- Leirhnjúkur	500– 580	11,0		V		Já
Gjástykki	390– 540	10,9	Hraun, móberg	E		Já
Þeistareykir	30– 540	47,9	Hraun, móberg, líparít	B		

* = Náttúruminjaskrá, náttúruverndaráætlun, vatnsverndarsv. Mývatn-Laxár, vatnsverndarsv. Þingvallavatns, hverfisvernd;
** = Að mestu friðlýst, að hluta á náttúruminjaskrá; *** = minniháttar boranir eða önnur nýting

þarf tillit til þessa. Haförninn hefur til að mynda meira vægi sem válistategund en svartbakur sem einnig er á válista fremur vegna mikillar fækkunar í stofninum, 20% á 10 ára tímabili, en vegna beinnar útrýmingarhættu. Tegundir geta einnig verið á jaðri útbreiðslusvæðis síns og því aðeins fágætar þess vegna. Einnig þarf að leiðrétta fyrir gæði upplýsinga en vöktun lífverustofna getur verið misgóð eða stundum ekki til staðar.

Mikilvæg viðmið eru ábyrgðartegundir en það eru tegundir, t.d. fugla, sem tiltekið land ber ábyrgð á ef langstærstur hluti stofns tegundarinnar lifir í viðkomandi landi. Þessar tegundir geta einmitt verið fágætar annars staðar.

2.2 Verndargildi jarðminja

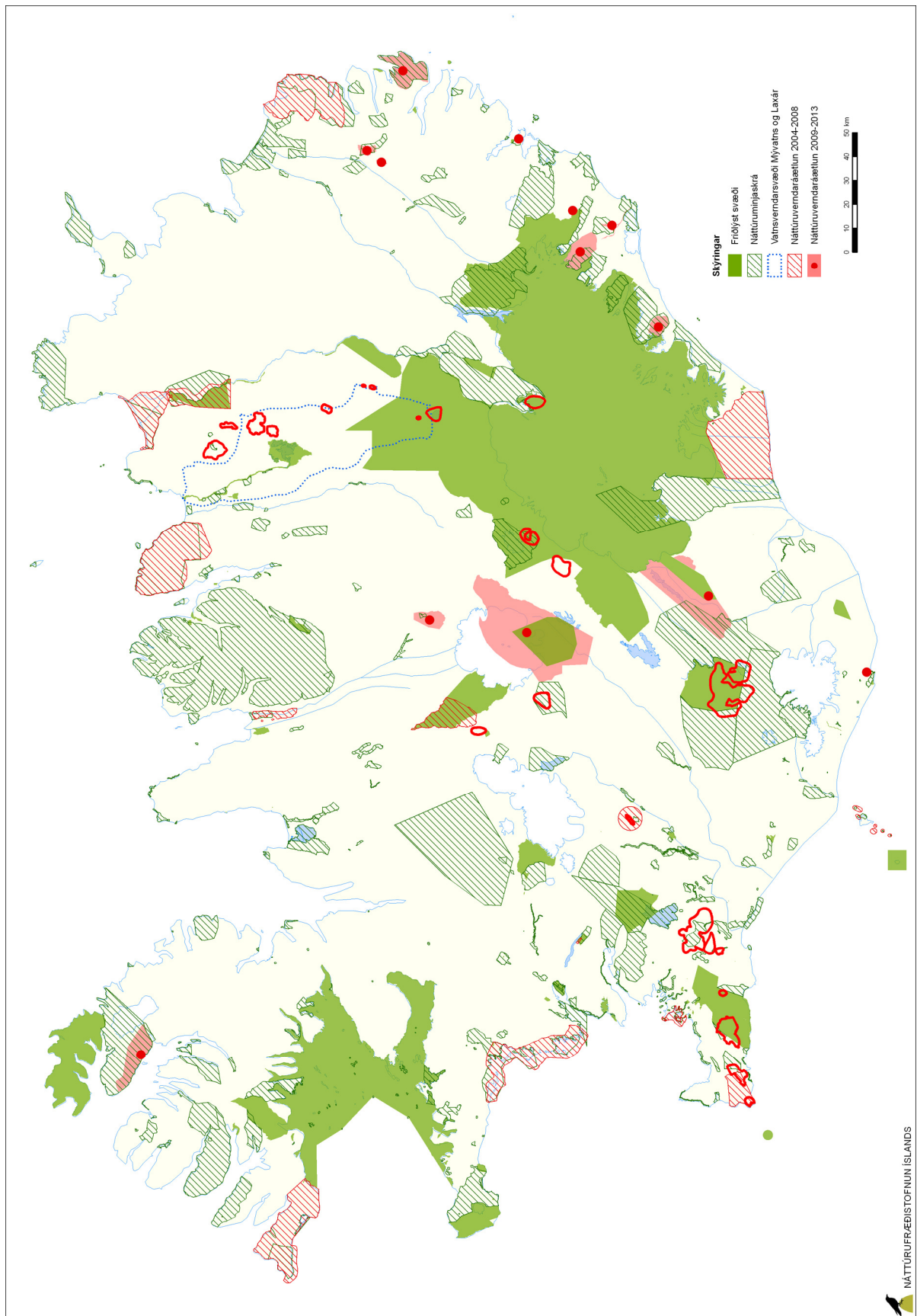
Verndargildi jarðminja á háhitasvæðum Íslands hefur ekki fyrr verið metið með þeim hætti sem hér er gert. Í fyrsta skipti er reynt að meta verndargildi nánast allra háhitasvæða landsins með sömu aðferð og þau borin saman (Kristján Jónasson og Sigmundur Einarsson 2009).

Jarðfræðin býr ekki að neinum alþjóðlegum viðmiðum um vernd jarðminja með sama hætti og lífríkið. Ekki eru til neindir válistar yfir fyrirbæri sem ber að vernda eða fyrirbæri sem ákveðin lönd bera ábyrgð á. Því eru ekki til nein sameiginleg alþjóðleg viðmið til að ákvarða verndargildi jarðminja. Þó svo að ekki finnist sérstakir samningar um vernd jarðminja hafa jarðfræðingar og aðrir sem vinna að náttúruvernd lagt áherslu á að vernda og skrá skipulega með sameiginlegum aðferðum ólíkar jarðminjar og jarðsögu.

Ekki verður hjá því komast að draga fram þær jarðminjar í náttúru Íslands sem hafa sérstöðu á heimsmælikvarða. Íslendingar hafa verið iðnir við að benda á jarðfræði landsins sem óvenjulega og frábrugðna jarðfræði annarra landa. Sérstaðan felst m.a. í því að landið liggur á skilum tveggja úthafsfléka sem rekur hvorn frá öðrum. Landið er jafnframt svokallaður heitur reitur. Eldvirkni er mikil og eldgos verða að meðaltali á 5 ára fresti. Ísland er ungt land. Elsta bergið finnst á Vestfjörðum og er það um 16 milljón ára gamalt. Samanborið við elsta þekktu berg í heiminum sem er rúmlega 3700 milljóna ára gamalt er Ísland ungt. Jarðsaga Íslands er því stutt samanborið við jarðsögu meginlandanna. Á yngstu svæðum landsins, gosbeltunum, eru háhitasvæði en lághitasvæði fylgja eldri berggrunni. Þótt jarðhitasvæði séu þekkt víða utan Íslands er þéttleiki þeirra óvíða eins mikill og hér og gefur það landinu mikla sérstöðu. Berggrunnur landsins er að meginhluta basalt, en aðrar bergtegundir svo sem rýólít/líparít og íslandít finnst í takmörkuðum mæli. Móberg er ásamt basalhraunum algengasta berggerðin innan gosbeltanna, en móberg sem myndast hefur við gos undir jökli er sjaldgæft á heimsvísu. Nútímahraun eru óvíða jafn algeng og víðáttumikil og á Íslandi.

Jarðsögu lands og landmótun er á fáum stöðum jafn auðvelt að lesa og á Íslandi. Nýmyndun lands í eldgosum einkennir gosbeltin en jafnframt hafa niðurrifsöflin mótað landið. Samspil þessara þátta gefur Íslandi mikla sérstöðu á heimsvísu. Í 2. töflu er að finna lista yfir jarðfræðileg fyrirbæri sem Náttúrufræðistofnun telur að Ísland beri eins konar ábyrgð á og er þar bæði að finna algeng og fágæt fyrirbæri en verndargildið ræðst af mati á þeim á lands- og heimsvísu.

Þrátt fyrir að jarðfræði landa geti verið mjög mismunandi og að ekki sé hægt að bera saman jarðfræði og lífríki má nota vel flest sömu viðmið fyrir þessi tvö viðföng. Þetta á við um viðmið eins og fjölbreytileika, fágæti, fegurð, útivistargildi og fræðslugildi.



2. mynd. Háhitasvæði á Íslandi, friðlýst svæði, svæði á náttúruminjaskrá og svæði á náttúruverndaráætlun 2004–2008 og tillögur að náttúruverndaráætlun 2009–2013.

2. tafla. Skilgreind jarðfræðileg fyrirbæri sem tekið var tillit til við útreikning fágætiseinkunnar. Taflan sýnir á hvaða forsendum það var gert. Sum þeirra njóta sérstakrar verndar samkvæmt lögum, önnur teljast fágæt á heims- eða landsvísu, eða eru fágæt á háhitasvæðum.

Nafn	Algengi (summa)	Sjaldgæft á heimsvísu	Sjaldgæft á landsvísu	Sjaldgæft á háhitasvæðum	Sérstök vernd
Jökulvatnsrof	29	+			
Stöðuvatn	29		+		+
Tjarnir	21			+	+
Grágrýti	19			+	
Móberg	203	+			
Forsöguleg hraun > 4k	55	+			+
Forsöguleg hraun < 4k	53	+			+
Söguleg hraun	39	+	+		+
Forsöguleg líparíthraun	23	+	+	+	+
Söguleg líparíthraun	13	+	+	+	+
Flikrubergr	5		+	+	
Jökulvatnaset	33	+	+		
Foksandur	13			+	
Vikrar	55		+		
Sprungur og misgengi	100	+			
Gossprungur	71	+	+		+
Vatnshverir	12	+	+	+	+
Laugar	30				+
Volgrur	21			+	+
Kísilhverir	14	+	+	+	+
Djúpvatnsblandaðar laugar	5	+	+	+	+
Goshverir	10	+	+	+	+
Ölkeldur	51				+
Kolsýruhverir	66	+	+		+
Gufuhverir	89	+	+		+
Soðstampar	19	+	+	+	+
Soðpönnur	66	+	+		+
Gufuhitaðar laugar	23	+	+	+	+
Leirhverir	105	+	+		+
Leirugir vatnshverir	138	+	+		+
Leirgoshverir	3	+	+	+	+
Heit jörð með gufuaugum	182	+	+		+
Brennisteinsþúfur	82	+	+		+
Rauðþúfur	7	+	+	+	+
Gufuaugu í sandi	1	+	+	+	+
Kísill	18	+	+	+	
Kalk	41	+	+		
Brennisteinn	114	+	+		
Gifs	17	+	+	+	
Hverajárn	40	+	+		
Hveraskánir	24	+	+	+	
Hverasölt	158	+	+		
Svartar útfellingar	10	+	+	+	
Grænar útfellingar	10	+	+	+	
Ummyndunarbreiður	145	+	+		
Leir hvítur	96	+	+		
Leir gulur/gulbrúnn	103	+	+		
Leir rauður/bleikur	138	+	+		
Leir ljósgrár/bláleitur	121	+	+		
Leir dökkgrár	40	+	+		
Háhitaummyndun v. > 250°C	3	+	+	+	
Djúpvatnsblandað afrennsli	3	+	+	+	+
Gufur af heitu grunnvatni	7	+	+	+	+
Sortulækir	5	+	+	+	+
Varmár	34	+	+		+

Nafn	Algengi (summa)	Sjaldgæft á heimsvísu	Sjaldgæft á landsvísu	Sjaldgæft á háhitasvæðum	Sérstök vernd
Hveraörverur	86	+	+		
Sprengigígar > 50 m	30	+	+		
Minni sprengigígar	39	+	+		
Kolsýrusprengigígar	1	+	+	+	
Sigkatlar í jöklum/fönnum	4	+	+	+	
Hellar og göt við jökla	12	+	+	+	
Kulnaðir hverabollar	23	+	+	+	
Kulnaðir goshverir	8	+	+	+	
Samfelld köld ummyndun	140	+	+		
Kalt hverahrúður	24	+	+	+	+

Það sem gerir jarðmyndanir fyrst og fremst ólíkar lífríkinu er að þær endurnýjast ekki með sama hraða eða hætti og lífríkið getur gert. Ekki er heldur hægt að hafa áhrif á endurnýjunarhraða jarðmyndana eins og lífríkis, t.d. með vernd búsvæða. En rétt eins og hægt er að eyða tegundum lífvera eða búsvæðum þeirra er hægt að eyða jarðmyndunum. Jarðminjar af sömu tegund geta verið mjög ólíkar s.s. að stærð og gerð og taka þarf tillit til þess við mat á verndargildi.

Jarðfræði landa er oft mjög ólík og getur því reynst erfitt að ákveða hvað sé merkilegt og hvað ekki. Algeng fyrirbæri hér á landi eins og móberg og nútímahraun eru sjaldgæf á heimsvísu og bera Íslendingar því að vissu leyti ábyrgð á verndun slíkra fyrirbæra þó hvergi sé að finna ákvæði um slíkt í alþjóðasamningum. Þessu svipar til þess að lífríki er breytilegt milli landa og að sums staðar geta einlendar tegundir verið áberandi í náttúru viðkomandi lands. Verndargildi er því alltaf háð því samhengi og aðstæðum sem er að finna á hverjum stað.

Ýmsar þjóðir hafa sett fram vel skilgreindar tillögur á faglegum grunni hvað varðar vernd jarðminja og hafa þá t.d. miðað við að halda eftir einhverjum eintökum af hverri einstakri gerð jarðmyndana (Helgi Torfason og Ingvar Atli Sigurðsson 2002). Það er því markmið að vernda „nógu stórt“ safn heildstæðra ólíkra jarðmyndana jafnt sem stakra jarðmyndana til að það lýsi jarðsögu landsins, mótun þess og myndun.

Í 37. gr. náttúruverndarlaga er fjallað um sérstaka vernd jarðmyndana. Þar er kveðið á um að nokkrar gerðir jarðmyndana skuli njóta sérstakrar verndar. Þetta eru **eldvörp, gervigígar, eldhraun, fossar, hverir og heitar uppsprettur** svo og **hrúður og hrúðurbreiður**. Með þessari grein í lögum um náttúruvernd eru tekin af öll tvímæli um að þessar jarðmyndanir hafi verndargildi. Lagagreinin tekur sérstaklega fram að forðast skuli að raska framangreindum jarðmyndunum. Ef fyrir liggur samþykkt skipulag fyrir viðkomandi svæði sem gerir ráð fyrir annarri landnotkun en verndun er hægt að raska þeim. Það er þó engan veginn sjálfgefið að ekki skuli taka fullt tillit til viðkomandi jarðmyndana og landnotkun hagað þannig að jarðmyndanir raskist ekki meira en nauðsynlegt er. Það er á ábyrgð sveitarfélaga, sem hafa skipulagsvald, að vinnubrögð varðandi skipulag séu fagleg og að fyrir hendi sé vilji til að láta verndarsjónarmið njóta sín. Þá eru í náttúruverndarlögum almenn ákvæði um vernd ýmissa jarðfræðilegra fyrirbæra sem náttúruvætti, sbr. 53. gr. laganna. Einnig skal í náttúruverndaráætlun fjalla um jarðmyndanir skv. 66. gr. laga um náttúruvernd. Í lögum um náttúruvernd er því lagður grunnur að vernd jarðfræðilegra fyrirbæra í landinu.

Verndarviðmið við gerð náttúruverndaráætlunar

66. gr. laga um náttúruvernd

Efni náttúruverndaráætlunar

Í náttúruverndaráætlun skv. 65. gr. skulu vera sem gleggstar upplýsingar um náttúruminjar, þ.e. náttúruverndarsvæði og lífverur, búsvæði þeirra, vistgerðir og vistkerfi, sem ástæða þykir til að friðlýsa. Skal í áætluninni lýst sérkennum minjanna og þýðingu þeirra í náttúru landsins.

Áætlun skal m.a. taka til helstu tegunda vistgerða og vistkerfa hér á landi, svo og jarðmyndana. Við gerð hennar skal m.a. taka tillit til:

- a. menningarlegrar og sögulegrar arfleifðar,
- b. nauðsynjar á endurheimt vistgerða,
- c. nýtingar mannsins á náttúrunni,
- d. ósnortinna víðerna.

Þá skal m.a. miðað við að þau svæði sem áætlunin tekur til:

- a. hýsi sjaldgæfar tegundir eða tegundir í útrýmingarhættu,
- b. séu óvenjutegundarík eða viðkvæm fyrir röskun,
- c. séu nauðsynleg til viðhalds sterkra stofna mikilvægra tegunda,
- d. hafi verulegt vísinda-, félags-, efnahags- eða menningarlegt gildi,
- e. séu mikilvæg fyrir viðhald náttúrulegra þróunarferla,
- f. hafi alþjóðlegt náttúruverndargildi,
- g. séu einkennandi fyrir náttúrufar viðkomandi landshluta.

Þó jarðmyndanir séu undirstaða landslags hefur í seinni tíð skapast sú venja að meta landslag sem sérstakt viðfang og þá meira vegna forms, útlits eða þeirrar upplifunar sem landslag veitir. Sama gildir einnig um landslag og lífríki en birkiskógar gefa t.d. landinu lit eftir árstíðum. Því þarf að gæta þess að tvímeta ekki landslag og telja það merkilegra á einum stað en öðrum vegna jarðfræðinnar. Í þessari skýrslu er landslag fyrst og fremst metið út frá sjónrænum áhrifum byggt á vettvangsferðum og ljósmyndum.

Verndargildi háhitasvæða, hvað jarðfræði snertir, er annars vegar samsett af almennri jarðfræði og jarðsögu svæðisins og hins vegar af jarðhitaummerkjum. Nýlega hefur einkennum jarðmyndana sem tengjast háhitasvæðum ásamt öðrum jarðminjum verið lýst (Kristján Jónasson og Sigmundur Einarsson 2009). Til þess að fá heildstætt mat á verndargildi jarðminja þarf einnig að skoða hvort svæðunum hafi verið raskað eða hvort þau séu næm fyrir raski. Almennt gildir að svæði sem eru næm fyrir raski þurfa meiri vernd en önnur. Almennt má líka segja að svæði sem nú þegar eru mikið röskuð hafa minna verndargildi en ella. Þetta þarf þó ekki að vera einhlítt. Rask sem er til staðar getur einmitt leitt til þess að sérstaklega þurfi að vernda það sem eftir stendur til að koma í veg fyrir að einstakar jarðmyndanir hverfi alfarið ef aðstæður eru þannig. Í þessu sambandi má benda á Rauðhóla í landi Reykjavíkur.

Þegar verndargildi svæða og jarðmyndana er metið verður einnig að taka tillit til þess hvort búið er að ákveða verndargildi þeirra, t.a.m. með friðlýsingu, og þar með jafnvel setja ákveðnar skorður við nýtingu.

2.3 Verndargildi lífríkis

Á síðustu árum hefur mikil áhersla verið lögð á að nota viðmið sem endurspeglu líffræðilegan fjölbreytileika við mat á verndargildi lífríkis. Líffræðilegur fjölbreytileiki er hins vegar afar vítt hugtak sem spannar breytileika í genum, tegundum og vistkerfum og er ekki hægt að mæla á heildstæðan hátt. Til að meta breytileikann hafa verið notaðir svokallaðir staðgenglar eða vísar (e. *surrogates* eða *indicators*) sem geta bæði verið beinir eða óbeinir (Sarkar og Margules 2002). Dæmi um beinan vísi er fjöldi tegunda sem mælir einn þátt líffræðilegs fjölbreytileika á tilteknu svæði. Gróðurlendi, gróðurfélög eða vistgerðir eru hins vegar óbeinir vísar á fjölbreytileika því þau endurspeglu frekar tegundasamsetningu og þá ferla sem móta hana (Sarkar og Margules 2002, Sigmundur Einarsson o.fl. 2000, Sigurður H. Magnússon o.fl. 2001, Sigurður H. Magnússon o.fl. 2002). Margs konar flokkun og kortlagning lands er fyrir hendi hér á land (Kolbeinn Árnason og Ingvar Matthíasson 2009, Fanny Ósk Gísladóttir og Sigmar Metúsalemsson 2004, Sigmar Metúsalemsson og Einar Grétarsson 2003, Ólafur Arnalds o.fl. 1997). Má þar nefna kortlagningu gróðurs sem hófst árið 1955 og hafa nú um tveir þriðju hlutar landsins verið kortlagðir í mælikvarða frá 1:10.000 til 1:40.000 (Guðmundur Guðjónsson 2005, <http://www.ni.is/grodur/grodurkort>). Þessi gróðurkort hafa verið nýtt sem grunnur að vistgerðaflokkun á undanförunum árum.

Nýverið var lögð fram flokkun vistgerða á miðhálandi Íslands sem byggir á gróðri líkt og gert hefur verið í Evrópu en ekki er hafin fyrirhuguð vinna við að skilgreina vistgerðir á láglandi (Sigurður H. Magnússon o.fl. 2009). Þegar farið var af stað með verkefnið sem hér er kynnt var ákveðið að ekki væru enn forsendur til að flokka vistgerðir á háhitasvæðum. Til að það verði mögulegt er nauðsynlegt að sambærileg gögn liggja fyrir um gróðurfar á lághitasvæðum landsins. Í verkefninu var því ákveðið að kortleggja gróður á reitum innan framangreindra rannsóknasvæða og flokka í gróðurfélög (Ásrún Elmarsdóttir og Olga Kolbrún Vilmundardóttir 2009). Auk þess voru tekin saman fyrirbyggjandi gögn um gróður, fugla og smádyr og þau greind m.t.t. fágætis og fjölbreytileika (Ásrún Elmarsdóttir o.fl. 2009).

3 RANNSÓKNASVÆÐI

3.1 Almennt

Háhitasvæði landsins eru rúmlega 20. Í 2. áfanga rammaáætlunar voru valin 18 svæði til að rannsaka og meta verndargildi þeirra (1. mynd, 1. tafla). Þessi 18 svæði voru afmörkuð af starfsmönnum Íslenskra orkurannsóknna, ÍSOR, og Orkustofnunar. Við afmörkunina var stuðst við viðnámsmælingar þar sem eðlisviðnám berglaga í jarðskorpunni gefur til kynna hitaástand berglaga og vatnsinnihald (Knútur Árnason og Ragna Karlsdóttir 2006). Þar sem viðnámsmælingar lágu ekki fyrir var stuðst við þekkt yfirborðsummerki háhita til að afmarka svæðin. Í þeim tilvikum sem svæðum hefur verið skipt upp í undirsvæði endurspeglar flokkunin oftast möguleg vinnslusvæði. Mat á verndargildi er byggt á þessum afmörkunum.

Rannsóknasvæðin eru öll á gosbeltum landsins. Þau eru misstór, allt frá fáeinum ferkílómetrum til víðfeðmra landsvæða. Mikill breytileiki er í landslagi, berggrunni og hæð yfir sjó (1. tafla). Úrkoma og hitastig eru breytileg milli svæða en hæð yfir sjávarmáli og fjarlægð frá sjó hafa þar áhrif. Svæðin eru einnig mismikið röskuð vegna nýtingar.

Um helmingur háhitasvæðanna eða hlutar þeirra eru friðlýst samkvæmt lögum um náttúruvernd eða sérlögum. Svæðin eru ýmist friðlýst sem þjóðgarðar, náttúruvætti, friðlönd eða fólkvangar (Náttúruverndarráð 1996) en um hvert svæði gilda sérstök verndarákvæði.

Jafnframt gilda lög um náttúruvernd um ákveðnar jarðmyndanir sem fyrirfinnast innan háhitasvæða, s.s. eldhraun (núttímahraun), hverir og heitar uppsprettur, hrúður og hrúðurbreiður (Lög um náttúruvernd nr. 44/1999).

Frekari svæðalýsingar er að finna í öðrum skýrslum (Kristján Jónasson og Sigmundur Einarsson 2009, Ásrún Elmarsdóttir og Olga Kolbrún Vilmundardóttir 2009).

3.2 Mat á afmörkun rannsóknasvæða

Afmörkun rannsóknasvæðanna eftir viðnámsmælingum og/eða hugsanlegum vinnslusvæðum er gerð á grunni hugsanlegrar orkunýtingar og endurspeglar nálgun við viðfangsefnið út frá orkuvinnslu.

Við mat á náttúruverndargildi er eðlilegra að afmörkun svæða byggji á náttúrufari og taki mið af landslags-, vistkerfis- og jarðfræðiheildum. Sem dæmi um þetta er Krýsuvík, en þar er svæðinu skipt upp í fjögur undirsvæði, Seltún, Trölladyngju, Austurengjar og Sandfell. Landfræðilega mætti meta undirsvæðin Seltún og Trölladyngju sitt í hvoru lagi. Ekki er hins vegar eins ljóst að gera eigi greinarmun á Seltúni og Austurengjahver. Annað gott dæmi um svæði sem eru bæði landfræðilega og jarðfræðilega ein heild eru Leirhnjúkur og Gjástykki. Háhitasvæði tengjast eldstöðvakerfum gosbeltanna og frá sjónarhóli jarðfræðinnar getur verið eðlilegast að skilgreina háhitasvæði í samræmi við eldstöðvakerfin. Þannig væri einnig eðlilegt að skilgreina Námafjall og Gjástykki sem hluta Kröflusvæðis þar sem þau tilheyra sama eldstöðvakerfi. Fyrir þetta svæði væri einnig æskilegt að meta mun stærra svæði en afmarkað er með viðnámsmælingum, þar sem að virkjanir geta haft áhrif á ýmsa náttúrufarsþætti utan viðnámsvæðanna, s.s. grunnvatn og þar með lífríki Mývatns. Ennfremur eru mörg svæði og undirsvæði í þessu verkefni innan sama friðlýsta svæðisins, s.s. svæðin innan Vatnajökulsþjóðgarðs og friðlands að Fjallabaki. (1. mynd).

Mat byggt á framangreindri svæðaskiptingu getur gefið villandi upplýsingar um raunverulegt verndargildi viðkomandi svæðis. Ef skoðað er t.d. mat á hugsanlegum vinnslusvæðum sem öll eru innan sömu landslagsheildar er ekki ólíklegt að þau fái mishátt verndargildi. Matið getur þá gefið til kynna forgangs röðun við nýtingu þeirra sem byggir á röngum forsendum. Þegar verndargildi liggur fyrir er hins vegar hægt að skoða hvaða hugsanleg nýtingarsvæði falla best að verndarmarkmiðum.

Í þeim tilvikum sem Náttúrufræðistofnun telur að hópur rannsóknasvæða tilheyri einni náttúrufarsheild mun það birtast í túlkun á gögnum og í verndargildi svæðanna.

4. AÐFERÐAFRÆÐI

4.1 Viðföng og viðmið

Við mat á náttúruverndargildi þarf að skilgreina hvaða þættir, viðföng, náttúrunnar eru metnir hverju sinni. Í fyrri áfanga rammaáætlunar störfuðu fjórir faghópar sem mátu verndargildi eða önnur gildi virkjanasvæða hver á sínu sviði. Faghópur I mat náttúru- og menningarminjar, og skipti hann náttúrufari í fimm viðföng: 1) jarðmyndanir og vatnafar, 2) tegundir lífvera, 3) vistgerðir og jarðvegur, 4) landslag og víðerni, og 5) menningarminjar (Verkefnisstjórn um gerð rammaáætlunar um nýtingu vatnsafls og jarðvarma, Tilraunamat á 15 virkjunarkostum í vatnsafl, apríl 2002).

Í þessu verkefni eru viðföngin að mestu þau sömu og faghópur I. fjallaði um nema hvað þau hafa verið aðlöguð að háhitasvæðum, þeim fækkað og ekki er fjallað um menningarminjar. Nauðsynlegt þótti að hafa sérstakt viðfang fyrir jarðhitaummerki þar sem verið er að meta háhitasvæði. Viðföng sem notuð eru við mat á verndargildi háhitasvæða eru: 1) jarðfræði og jarðhitaummerki, 2) lífríki, tegundir og gróður 3) landslag og stök, 4) víðerni, 5) efnahagur, 6) útivist og 7) upplýsingagildi. Þrjú síðustu viðföngin voru metin út frá almennri þekkingu starfsmanna Náttúrufræðistofnunar á háhitasvæðum á Íslandi. Fyrir jarðfræði og lífríki var lagt mat á nokkur viðmið en fyrir landslag og stök var aðeins metið sjónrænt gildi. Fyrir efnahag, útivist og upplýsingagildi voru viðmiðin þau sömu. Í 3. töflu má sjá þau viðmið sem voru notuð, fágæti, fjölbreytileiki, rasknæmi, heild og upprunaleiki, alþjóðleg vernd/undur og sérstök vernd, efnahagslegt gildi, upplýsingagildi, útivistargildi og sjónrænt gildi eða alls 9 viðmið. Sjá nánari umfjöllun um viðföng og viðmið í kafla 3.3.

Fyrir hvert viðmið var gefin einkunn. Ákveðið var að nota sama einkunnarskala og notaður var við mat á verndargildi vistgerða (Sigurður H. Magnússon o.fl. 2009.) og í 1. áfanga rammaáætlunar. Skalinn sem notaður var er 1, 3, 6, 10. Teygt er á skalanum til að draga fram betur mun, t.d. milli þess algenga og þess fágæta.

3. tafla. Taflan sýnir viðföng og þau viðmið sem metin voru fyrir hvert viðfang.

Viðfang	Viðmið	Fágæti	Fjölbreytileiki	Heild og upprunaleiki	Rasknæmi	Alþjóðleg-sérstök vernd, undur	Efnahagslegt gildi	Upplýsingagildi	Útivistargildi	Sjónrænt gildi
Jarðfræði		x	x	x	x	x				
Jarðhitaummerki		x	x	x	x	x				
Tegundir		x	x			x				
Gróður		x	x	x	x	x				
Landslag og stök										x
Víðerni		x		x						
Efnahagur							x			
Upplýsingagildi								x		
Útivist									x	

4. tafla. Einkunnir sem gefnar voru fyrir hvert verndarviðmið á einstökum háhitasvæðum.

Einkunn	Verndargildi
1	Lágt verndargildi
3	Miðlungs verndargildi
6	Hátt verndargildi
10	Mjög hátt verndargildi

Samanlögð einkunn allra verndarviðmiða fyrir öll viðföng var notuð til að ákvarða verndargildi og fyrstu innbyrðis röðun háhitasvæðanna. Lág heildartala sýnir lágt verndargildi og há heildartala þýðir hátt verndargildi.

Ákveðið var að gefa viðmiðum ekki mismunandi vægi eða vogtölur. Þó vel megi færa rök fyrir því að á háhitasvæðum eigi t.d. jarðfræðin að hafa meira vægi en lífríki, má einnig færa rök fyrir hinu gagnstæða t.d. vegna hveraörvera sem ekki eru metnar í þessu verkefni. Þegar innbyrðis röðun var fengin voru aðrir þættir skoðaðir þar sem einkunnagjöf af þessu tagi getur aldrei gefið endanleg verðmæti. Það hlýtur alltaf að vera matsatriði að einhverju leyti hvað telst vera merkilegra en annað. Til dæmis eru tvær tegundir á válista, hrafn og svartbakur ekki sambærilegar við örn og fálka þar sem tegundirnar eru í ólíkri útrýmingarhættu. Almenn er ekki gert upp á milli lifandi vera í náttúruvernd heldur visfræðileg staða viðkomandi tegundar látin ráða verndargildi. Gert er ráð fyrir þessu við einkunnagjöf fyrir lífríki en þetta verður flóknara þegar kemur að jarðfræðinni. Áhugasvið eða þekking getur ráðið því hvað þykir merkilegt í bæði jarðfræði og líffræði. Ekki var heldur hægt að líta framhjá svæðum sem fá mjög háa einkunn fyrir einstaka þætti en annars að jafnaði lága einkunn. Gullfossi verður t.d. ekki lýst með stærðfræði einni saman.

Þar sem erfitt getur verið að finna reikniformúlur til að meta verndargildi, sérstaklega í jarðfræði, var ákveðið að fara í lokin yfir hvert svæði og meta hvort einhverjir þættir skiluðu sér ekki við einkunnagjöfina. Fyrir hvert svæði voru því talin upp þau atriði sem þóttu hafa hátt verndargildi og ef svæði var talið einstakt að einhverju leyti á alþjóðlegum mælikvarða eða á landsvísu var því raðað í sérstakan flokk sem nefndur var „hámarks vernd“. Vegna eðlis þeirra svæða sem hér eru til skoðunar ræður jarðfræðin mestu um endanlega röðun svæða (3.viðauki). Ókannaðir heimar hveraörvera og smádyra gætu síðar haft þar áhrif. Segja má að við það að meta endanlega röðun svæða eftir að einkunnir hafa verið gefnar og setja inn hámarks vernd sé í raun verið að leggja mat á vægi einstakra þátta sem svipar til þess að setja vogtölur fyrir hvert viðfang.

Almennt gildir fyrir lífríki að það telst verðmætt sem er auðugt eða fjölbreytt. Tiltekið svæði getur t.d. verið sérlega auðugt af tegundum og annað getur verið sérlega fjölbreytt hvað varðar búsvæði. Mikilvægi auðgi og fjölbreytni er almennt viðurkennt fyrir hina lifandi náttúru og skilgreint í alþjóðasamningum, s.s. samningnum um líffræðilega fjölbreytni, og skiptir miklu máli hve náttúruleg svæði eru eða upprunaleg.

Fágætar náttúru- og menningarminjar hafa sérstakt gildi, brotthvarf þeirra skerðir fjölbreytni. Ísland er t.d. auðugt af jarðfræðifyrirkærum sem mörg eru sjaldgæf á heimsvísu. Verðmæti náttúruminja verður meira ef þær mynda stórar óraskaðar heildir sem er auk þess mikilvægt fyrir lifandi náttúru og eykur lífvænleika og starfsemi vistkerfa og þess lífríkis sem þar er. Stórt og samfelld votlendi eða birkiskógur eru verðmætari en lítið eða sundurslitið svæði. Upprunaleiki og aldur jarðminja getur skipt máli fyrir vísindalegar rannsóknir en ekki síður fyrir upplifun.

Ljóst er að í þessu verkefni hafa sum viðföng verið minna skoðuð en æskilegt hefði verið, s.s. landslag og útivist, og önnur ekkert skoðuð, s.s. örverur.

Ekki eru metin hugsanleg áhrif af orkunýtingu. Í staðinn eru metin upprunaleiki og rasknæmi svæða án tillits til sérstakra framkvæmda þó aldrei verði komist hjá því að miða við þekkta álagsþætti. Eins og fyrr greinir er verið að meta 18 háhitasvæði innbyrðis og önnur svæði eru ekki til samanburðar þar sem ekki er að finna svipuð svæði í náttúru Íslands. Lífríkisþættirnir eru óneitanlega samanburðarhæfir að mörgu leyti við annað lífríki landsins en vegna þeirrar sérstöðu sem jarðhitinn skapar umhverfi sínu verða háhitasvæði tæplega borin saman við aðra náttúru landsins af sanngirni. Vegna fágætis bæði á landsvísu og heimsvísu má segja að á kvarðanum 1–10 sé í raun verið að lýsa mun sem liggur á bilinu 8–10.

4.2 Gögn

Náttúrufræðistofnun byggir mat á verndargildi háhitasvæða að mestu leyti á þeim gögnum sem aflað var með rannsóknum á árunum 2005–2009. Lýsingar á gögnum og gagnasöfnun er að finna í skýrslunum Jarðminjar á háhitasvæðum Íslands, Jarðfræði, landmótun og jarðhitaummerki, (Kristján Jónasson og Sigmundur Einarsson 2009), og Flokkun gróðurs og landgerða á háhitasvæðum Íslands (Ásrún Elmarsdóttir og Olga Kolbrún Vilmundardóttir 2009). Gögnin eru best hvað varðar jarðfræði og gróðurfar. Fuglar og smádýr voru ekki rannsökuð sérstaklega á háhitasvæðunum heldur voru dregnar saman upplýsingar sem lágu fyrir (Ásrún Elmarsdóttir o.fl. 2009). Gögn um fugla eru talin endurspeglar ágætlega fuglalíf á háhitasvæðunum. Þekking á smádýrum á jarðhitasvæðum landsins er fjarri því að vera nógu góð. Nokkur svæði hafa þó verið rannsökuð á viðunandi hátt og ber þar að nefna Reykjanes, Hengilssvæðið, Kröflu og Þeistareyki. Þó könnun hafi farið fram á Námafjalli eru niðurstöðurnar rýrar þar sem skammt var gengið í tegundagreiningum. Á nokkrum svæðum að auki hefur söfnun smádýra verið tilviljunarkennd og alls engin á öðrum. Jarðhiti er eitt af sérkennum Íslands og því hefði verið ástæða til að rannsaka smádýralíf á háhitasvæðum. Gögn um smádýr þóttu ekki vera það góð að hægt væri að nota þau til að meta verndargildi smádýra fyrir hvert svæði. Með smádýrum er hér átt við hryggleysingja sem lifa á landi á a.m.k. einhverju þroskastigi. Aflað var gagna fyrir liðdýr (skordýr, áttfætlur og fjölfætlur), liðorma og snigla.

Upplýsingar um önnur viðföng, s.s. landslag, efnahag, fræðslu/vísindi og útivist byggjast ekki á vísindalegum rannsóknum heldur að miklu leyti á þekkingu starfsmanna Náttúrufræðistofnunar sem og fyrirliggjandi gögnum. Sem dæmi má nefna að við mat á landslagi er stuðst við ferðir á öll svæðin og þúsundir ljósmynda. Til að meta efnahagslegt gildi var m.a. stuðst við samantekt starfsmanna Náttúrufræðistofnunar á þekktri nýtingu á viðkomandi svæðum. Náttúrufræðistofnun hefur ekki rannsakað fræðilega þau háhitasvæði sem hér eru til umfjöllunar út frá ólíkum viðmiðum hagfræðinnar. Það er þó þannig að allir starfsmenn stofnunarinnar sem koma að gerð þessarar skýrslu hafa yfirgripsmikla þekkingu á náttúru Íslands vegna starfa sinna og þekkja þ.a.l. vel þá nýtingu sem á sér stað á viðkomandi svæðum og nýtingarmöguleika. Stofnunin taldi því rétt að meta gildi svæða m.t.t. til framangreindra viðmiða en leggur áherslu á að ekki liggja vísindalegar niðurstöður að baki matinu. Ekki er fjallað sérstaklega um menningarminjar í þessari skýrslu en þær geta haft áhrif á mat á svæðum eins og Geysi eða þegar fjallað er um upplýsingagildi. Í 5. töflu má sjá mat á gæðum eldri gagna úr gagnasöfnum sem lögð voru til grundvallar matsvinnunni.

5. tafla. Þekking á náttúrufarsþáttum innan svæða og undirsvæða. Þekking var metin sem engin, lítil, nokkur eða góð.

Svæði	Háplöntur	Mosar	Fléttur	Gróðurkort	Smádýr	Fuglar
Reykjanes	Góð	Góð	Nokkur	Góð	Góð	Góð
Svartsengi-Eldvörp	Góð	Nokkur	Lítill	Góð	Engin	Nokkur
Krýsuvík	Góð	Góð	Lítill	Góð	Engin	Góð
- Sandfell	Engin	Engin	Engin	Góð	Engin	Nokkur
- Seltún	Góð	Góð	Lítill	Góð	Lítill	Góð
- Trölladyngja	Nokkur	Engin	Engin	Góð	Engin	Góð
- Austurengjar	Góð	Lítill	Lítill	Góð	Engin	Góð
Brennisteinsfjöll	Góð	Nokkur	Lítill	Nokkur	Engin	Nokkur
Hengill	Góð	Góð	Góð	Góð	Nokkur	Góð
- Hverahlíð	Nokkur	Nokkur	Engin	Nokkur	Engin	Nokkur
- Hellisheiði	Góð	Góð	Lítill	Góð	Góð	Nokkur
- Nesjavellir	Nokkur	Engin	Engin	Góð	Engin	Góð
- Bitra	Engin	Engin	Engin	Góð	Engin	Nokkur
- Ölkelduháls	Góð	Góð	Lítill	Góð	Góð	Nokkur
- Grændalur	Góð	Góð	Góð	Nokkur	Lítill	Góð
Geysir	Góð	Góð	Lítill	Nokkur	Nokkur	Góð
Kerlingarfjöll	Nokkur	Nokkur	Nokkur	Lítill	Engin	Lítill
- Hveradalir	Góð	Góð	Góð	Lítill	Engin	Lítill
- Efri-Hveradalir	Engin	Engin	Engin	Lítill	Engin	Engin
- Hverabotn	Góð	Góð	Góð	Lítill	Engin	Engin
Hveravellir	Góð	Góð	Nokkur	Nokkur	Engin	Góð
Köldukvíslarbotnar	Góð	Góð	Lítill	Nokkur	Engin	Lítill
Torfajökull	Góð	Nokkur	Lítill	Lítill	Lítill	Nokkur
- Blautakvísl	Góð	Nokkur	Lítill	Lítill	Engin	Lítill
- Vestur Reykjadalir	Góð	Nokkur	Lítill	Lítill	Engin	Lítill
- Austur Reykjadalir	Góð	Nokkur	Lítill	Lítill	Engin	Engin
- Jökultungur	Góð	Nokkur	Lítill	Lítill	Engin	Engin
- Landmannalaugar	Góð	Góð	Lítill	Lítill	Nokkur	Góð
- Kaldaklof	Góð	Nokkur	Lítill	Lítill	Engin	Engin
Vonarskarð	Góð	Góð	Lítill	Lítill	Engin	Lítill
Kverkfjöll	Góð	Góð	Góð	Nokkur	Engin	Lítill
Askja	Góð	Góð	Nokkur	Lítill	Engin	Lítill
Fremrinámar	Nokkur	Nokkur	Lítill	Lítill	Engin	Engin
Námafjall	Góð	Nokkur	Lítill	Nokkur	Góð	Góð
Kröflusvæði	Góð	Nokkur	Nokkur	Góð	Nokkur	Góð
- Krafla	Góð	Nokkur	Nokkur	Góð	Góð	Góð
- Leirhnjúkur	Góð	Góð	Lítill	Nokkur	Engin	Lítill
Gjástykki	Nokkur	Nokkur	Lítill	Góð	Engin	Nokkur
Þeistareykir	Góð	Nokkur	Nokkur	Góð	Góð	Góð

Góð; upplýsingar hafa verið skráðar á skipulegan hátt eða þær eru taldar gefa góða mynd af svæðinu í heild;
Nokkur; nokkuð er til af upplýsingum frá svæðinu eða þær eru taldar gefa góða mynd af svæðinu í heild;
Lítill; litlar upplýsingar eru til frá svæðinu, athuganir eru strjálar eða bundnar við lítinn hluta víðfeðmra svæða;
Engin; nánast engar upplýsingar eru skráðar á svæðinu.

4.3 Viðföng – mat á verndargildi - verndarviðmið

Hér á eftir verður fjallað nánar um viðföng og verndarviðmið og skilgreiningar á þeim. Einnig verður fjallað um áherslupætti við mat á verndargildi fyrir hvert viðmið. Lýst er hvernig einkunn er fengin fyrir hvert viðmið þar sem það á við. Verndarmatið byggir að mestu á þeim gögnum sem fjallað er um í kafla 3.2 hér að framan.

4.3.1 I. viðfang: Jarðfræði og jarðhitaummerki

Háhitasvæðin voru flokkuð annars vegar eftir jarðfræði og landmótun og hins vegar eftir yfirborðsummerkjum jarðhita (Kristján Jónasson og Sigmundur Einarsson, 2009) (sjá 3. og 4. mynd). Þessi flokkun var höfð til viðmiðunar við verndarmatið.

a. Viðfang: Jarðfræði

Undir viðfangið jarðfræði falla berggrunnur, jarðgrunnur, landmótun og vatnafar auk jökla. Vatnafar er hér samheiti fyrir grunnvatn, straum- og stöðuvötn og þátt vatnafars í mótun háhitasvæða.

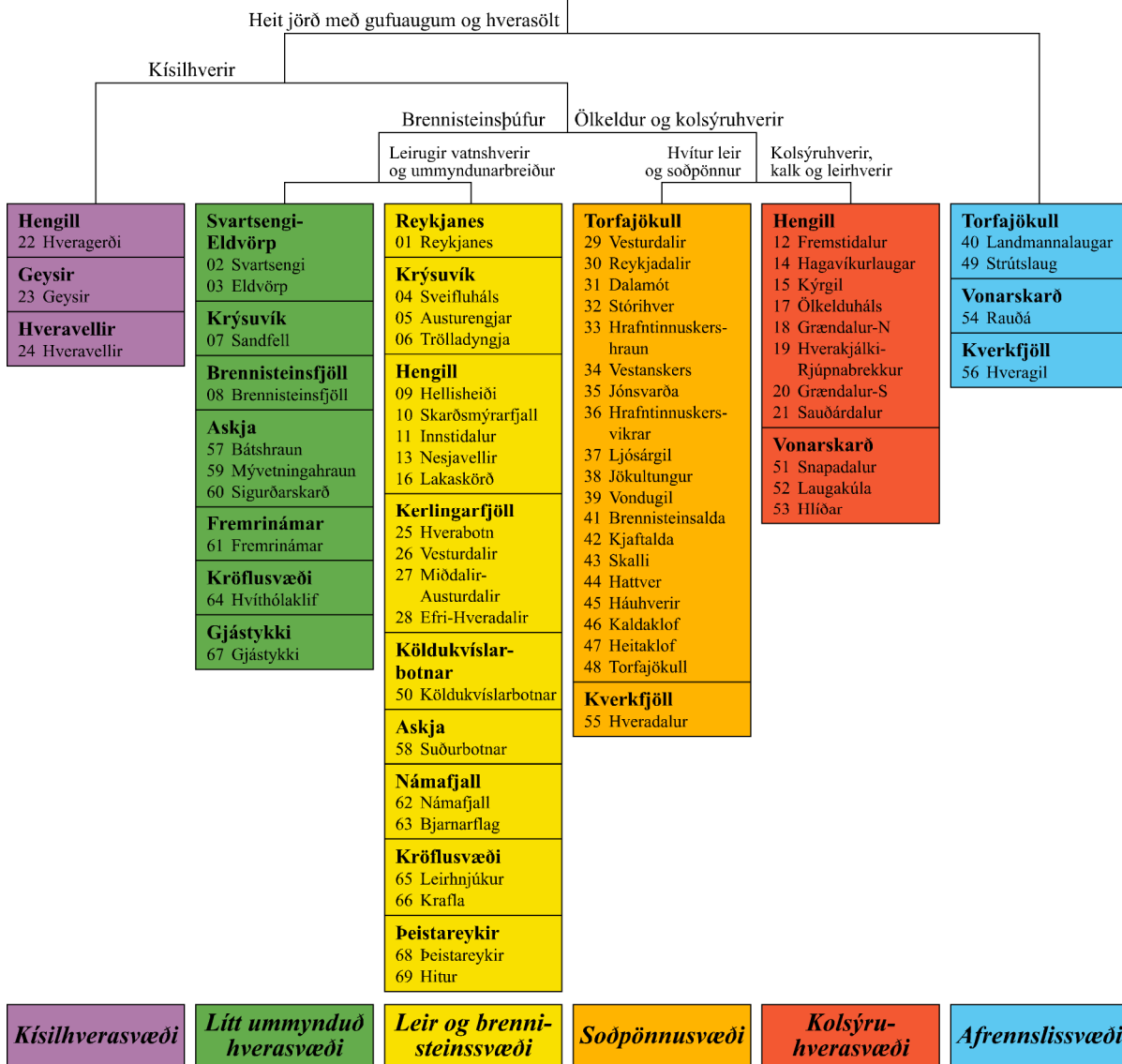
Skilgreining fyrir berggrunn: Berggrunnur er fast berg sem myndar samfellda heild oft með ummerkjum eftir höggun. Til berggrunns teljast einnig gosstöðvar frá nútíma þó þær séu úr gjalli eða öðrum lausum efnum. Fyrir hvert rannsóknasvæði var m.a. skráð hvort þar fannst móberg, grágrýti, hraun (söguleg eða forsöguleg), líparíthraun, eldvörp, sprungur, öskjurimar o.s.frv.

Skilgreining fyrir jarðgrunn: Laus jarðefni ofan á berggrunni, yfirleitt frá ísöld eða yngri. Til jarðgrunns teljast einnig laus gosefni á yfirborði eins og aska og vikur, Fyrir hvert rannsóknasvæði var t.d. skráð jökulruðningur, jökulvatnaset, foksandur, áreyrar, skriður, framhlaup, leir, vikrar o.s.frv.

Skilgreining fyrir landmótun: Til að lýsa betur landslagi háhitasvæða voru nokkur helstu útlitseinkenni rannsóknasvæðanna skráð: flatlendi, halli, bratti, gilskorningar, jökulvatnsrof, jökulrof og vatnsrof.

Skilgreining á vatnafari: Undir vatnafar falla grunnvatn, straum- og stöðuvötn. Með grunnvatni er átt við allt vatn neðanjarðar svo og jarðraka, lindir og bleytur. Grunnvatnið er ein af meginforsendum jarðhitans. Grunnvatn sem leitar djúpt í jörðu ber varmann með sér til yfirborðs og grunnvatn sem ofar liggur ræður miklu um það hvernig og hvaða jarðhitaummerki sjást á yfirborði. Stórar ár (lindár, dragár og jökulár) og vötn eru við fyrstu sýn kannski ekki mjög áberandi á háhitasvæðum á Íslandi en fjölbreytileiki hvera og jarðhitaummerkja á yfirborði er engu að síður algjörlega háður ýmsum vatnafarslegum aðstæðum og mótun lands á háhitasvæðum tengist jafnframt að miklu leyti vatnafari. Fyrir jarðhitaummerki sem tengjast vatnafari var fjöldi náttúrufarsþátta skráður svo sem vatnshverir, laugar, volgrur, leirhverir, gufuaugu, varmár, gufur af heitu grunnvatni o.s.frv. Sjá einnig skilgreiningar vegna jarðhitaummerkja.

Yfirborðsummerki jarðhita



3. mynd. TWINSPAN-flokkun rannsóknarreita eftir yfirborðsummerkjum jarðhita (hveragerðir, útfellingar, ummyndun og afrennsli). Tengingar efst gefa til kynna skyldleika flokka. Við greinar trésins stendur hvaða fyrirbæri einkenna skiptingar í flokka.

b. Viðfang: Jarðhitaummerki

Undir viðfangið jarðhitaummerki falla sýnileg ummerki um jarðhita á yfirborði. Jarðhitaummerkjum var aðallega skipt í 3 flokka: a) Hveragerðir, sem lýsir hverum eins og þeir birtast á yfirborði vegna samspils virkni, vatns og berggrunns, b) útfellingar, ummyndun og afrennsli, sem er lýsandi fyrir þau efni sem losna við jarðhitavirkni og afleiðingum hennar, og c) tengsl jarðminja og jarðhita, sem orsakast af jarðhita eða hafa áhrif á jarðhita.

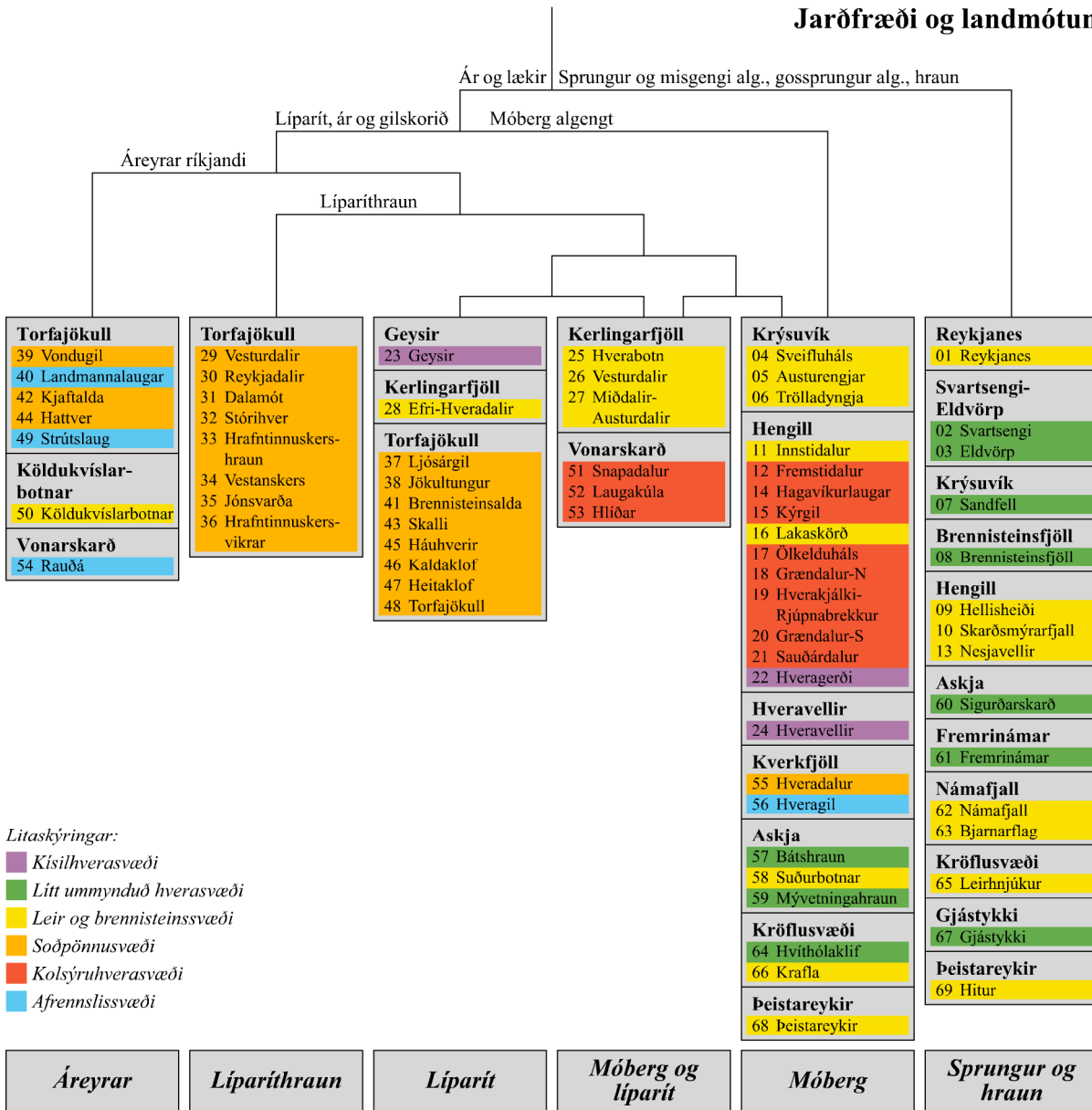
Skilgreining á jarðhitaummerkjum; hveragerðir: Í þennan flokk falla m.a. vatnshverir, laugar, volgrur, kísilhverir, djúpvatnsblandaðar laugar, goshverir, ölkeldur, kolsýruhverir og -laugar, gufuhverir, soðstampar, soðpönnur, gufuhitaðar laugar, leirhverir, leirugir vatnshverir, leirgoshverir, heit jörð með gufuaugum, brennisteinsþúfur, rauðþúfur og gufuaugu í sandi.

Skilgreining fyrir jarðhitaummerki; útfellingar, ummyndun og afrennsli: Í þennan flokk falla m.a. kísill, kalk, brennisteinn, gifs, hverajárn, hveraskánir, hverasölt, svartar og grænar útfellingar, ummyndunarbreyður, leir í ýmsum litum; hvítur; gulur/gulbrúnn; rauður/bleikur; ljósgrár/bláleitur eða dökkgrár, háhitaummyndun við >250°C, djúpvatnsblandað afrennsli, gufur af heitu grunnvatni, sortulækir, varmár og hveraörverur.

Skilgreining fyrir jarðhitaummerki; tengsl jarðminja og jarðhita: Í þennan flokk falla m.a. sprengigígar, kolsýrusprengigígar, sigkatlar í jöklum/fönnum, hellar og göt við jökla, kulnaðir hverabollar, kulnaðir goshverir, samfelld köld ummyndun, kalt hverahrúður, brotalínur tengdar jarðhita s.s. gjár, sprungur og misgengi, öskjurimar og gossprungur. Auk mats á algengi ofangreindra fyrirbæra á svæðunum var stuðst við lýsingar svæða, ljósmyndir og fyrirbyggjandi þekkingu.

Áherslur við mat á verndargildi: Gefin var einkunn fyrir fimm viðmið, fágæti, fjölbreytileika, heild og upprunaleika, alþjóðlega ábyrgð/undur og rasknæmi. Svæði fá háa einkunn ef þar er að finna sjaldgæf jarðfræðileg fyrirbæri og/eða þar er mikil og lýsandi jarðsöguleg heild. Undir alþjóðlega ábyrgð falla þau jarðfræðifyrirbæri sem Náttúrufræðistofnun telur sérstök á heimsvísu. Hugtakið *undur* er notað um fyrirbæri sem talin eru í besta flokki sinnar tegundar hvort sem er á lands- eða heimsvísu. Sérstök vernd sem ýmsar jarðminjar njóta skv. 37. gr. laga nr. 44/1999 um náttúruvernd kemur að hluta fram í mati á fágæti og fjölbreytileika svæða, auk þess sem öll svæðin njóta verndar samkvæmt þeirri skilgreiningu almennt. Við endanlega röðun er litið til þess hvort svæði eru friðlýst. Fágæti og fjölbreytileiki háhitasvæða og hveragerða er háð framboði vatns. Hverir verða ekki til nema nægilegt grunnvatn sé til staðar. Útlit hvera á yfirborði ræðst að miklu leyti af stöðu grunnvatns, úrkomu og yfirborðsrennsli. Útfellingar hverfa í mikilli úrkomu og hveraörverur eru sýnilegar þar sem rennsli vatns er stöðugt. Gropinn og sprunginn berggrunnur ásamt mikilli úrkomu valda því að Ísland er auðugt af grunnvatni. Fágætisgildi á heimsvísu getur verið hátt sem og vísindagildi háhitasvæðanna. Í þessari skýrslu er lífríki í straum- og stöðuvötnum ekki metið sérstaklega. Fágæti og fjölbreytileiki vegna vatnafars er því fyrst og fremst metið með hliðsjón af samspili við jarðfræði háhitasvæða og landmótun. Stærð vatnakerfa eða magn vatns, vatnshlot eða vatnasvið, segja oft mikið um verndargildi og mögulega nýtingu.

Jarðfræði og landmótun



4. mynd. TWINSPAN-flokkun rannsóknarreita eftir jarðfræði og landmótun (landmótun, vatnafar, berggrunnur, jarðgrunnur og höggun). Tengingar efst gefa til kynna skyldleika flokka. Við greinar trésins stendur hvaða fyrirbæri einkenna skiptingar í flokka. Flokkarnir „móberg“ og „móberg og líparít“ eru samsettir úr fleiri flokkum. Litir tákna flokkun eftir yfirborðsummerkjum jarðhita (3. mynd).

Verndarviðmið fyrir jarðfræði og jarðhitaummerki:

Fágæti: Jarðmyndanir, hveragerðir eða önnur jarðhitaummerki og stök fyrirbæri fá hátt verndargildi ef sýnt er fram á fágæti eða sérstöðu á lands- eða heimsvísu. Miðað er við að vernda allar gerðir fyrirbæra að einhverju marki. Við mat á fágæti var stuðst við válista/ábyrgðarlista fyrir jarðfræðifyrirkæri, sbr. 2. töflu, 37. gr. laga um náttúruvernd nr. 44/1999 og jarðminjar í 3. viðauka.

Fágætiseinkunn svæða er reiknuð þannig að algengi (magn) skilgreindra fyrirbæra innan svæðis er marfaldað með fágæti (1/magni) þeirra á öllum háhitasvæðum og tölurnar settar fram sem prósentur af hæstu summu. Fágætiseinkunn yfirborðsummerkja jarðhita miðast við

skilgreind fyrirbæri í flokkunum hveragerðir, útfellingar, ummyndun, afrennsli og jarðminjar tengdar jarðhita.

Fágætiseinkunn jarðminja miðast við skilgreind fyrirbæri í flokkunum landmótun, vatnafar, berggrunnur, jarðgrunnur og höggun og er reiknuð á sama hátt og fyrir yfirborðsummerki jarðhita. Þar sem skilgreind fyrirbæri í þessum flokkum eru ekki bundin við háhitasvæði landsins, heldur finnast einnig annars staðar á landinu og á jörðinni, var þó farin sú leið að taka eingöngu tillit til þeirra fyrirbæra sem gætu talist sjaldgæf á lands- eða heimsvísu, teljast sjaldgæf á háhitasvæðum eða njóta sérstakrar verndar.

Niðurstöður ofangreindra fágætisútreikninga gáfu mjög ójafna dreifingu. Tvö umfangsmikil svæði (Torfajökull og Hengill) fá mjög háa einkunn og ef niðurstöðurnar eru skoðaðar sem prósentur af hæstu gildum, fá öll önnur svæði frekar lága einkunn. Því var farin sú leið að taka náttúrulegan lógaritma af gildunum, skipta þeim niðurstöðum í 4 jöfn bil og gefa einkunnir samkvæmt því (Kristján Jónasson og Sigmundur Einarsson 2009). Þannig fást nokkurn veginn normaldreifðar einkunnir fyrir fágæti. Hafa ber í huga að hér eru einkunnir fyrir verndargildi ekki sjálfstæðar fastar einkunnir, heldur sýna þær hlutfallslegt gildi og röðun svæða miðað við hvert annað. Því verður þessi aðgerð ekki til þess að hækka gildi jarðhitasvæðanna, heldur er hún til þess fallin að skýra mun milli einstakra svæða.

Fjölbreytileiki: Svæði með fjölbreyttar jarðminjar fá almennt hátt verndargildi ef þar eru jarðminjar sem eru góð dæmi um jarðsögu á staðar-, lands- eða heimsvísu. Nefna má Kröflusvæðið sem er gott dæmi um megineldstöð í rekbelti, gliðnun, jarðhita, landmótun o.s.frv. Jarðfræði er ólík líffræðinni að því leyti að svæði þarf ekki að hafa hærra verndargildi þó þar séu fjölbreyttari jarðminjar en á öðrum svæðum. Skoða þarf hvert svæði fyrir sig.

Fjölbreytileiki svæða er reiknaður þannig að talið er hve mörg skilgreind fyrirbæri koma fyrir á svæðinu. Ekki er gerður munur á því hvort fyrirbærið telst algengt eða ekki. Fjölbreytileiki jarðminja og landmótunar miðast við skilgreind fyrirbæri í flokkunum landmótun, vatnafar, berggrunnur, jarðgrunnur og höggun. Fjölbreytileiki yfirborðsummerkja jarðhita miðast við skilgreind fyrirbæri í flokkunum hveragerðir, útfellingar, ummyndun, afrennsli og jarðminjar tengdar jarðhita. Talningar eru skoðaðar sem prósentu af fjölda fyrirbæra á því svæði þar sem flest fyrirbæri fundust. Þegar gefnar eru einkunnir vegna mats á verndargildi er kvarðanum skipt í 4 jafna hluta, þannig að 75–100% gefur hæstu einkunn, 50–75% gefur næsthæstu einkunn, 25–50% gefur næstlægstu einkunn og 0–25% gefur lægstu einkunn.

Heild, upprunaleiki: Almennt gildir að verðmæti náttúruminja eykst ef þær mynda samfellda heild, eru stórar, og lítið raskaðar. Upprunaleiki svæða er einkum miðaður við það hvort maðurinn hafi með einhverjum hætti haft áhrif á náttúruleg mótunarferli þeirra. Ýmsir þættir draga úr upprunaleika svæða og jarðminja svo sem vegir, byggingar, háspennulínur, efnistaka o.s.frv. Jarðminjar sem eru raskaðar að hluta geta haft hátt verndargildi að einhverju leyti ef þær eru mjög fágætar. Við mat á upprunaleika var byggt á sjónmati, ljósmyndum og vettvangsferðum auk þess sem afmörkun svæða var skoðuð á kortum. Upprunaleiki, heild og stærð jarðminja getur skipt miklu máli ef vernda á sýnileika og samspil ólíkra þátta í jarðsögunni svo lesa megi hana úr landinu. Mjög lítil háhitasvæði fá almennt lága einkunn fyrir heild og ef þar er að finna einhverja röskun vegur hún þungt við mat á upprunaleika.

Alþjóðleg ábyrgð, undur: Alþjóðleg ábyrgð vísar hér fyrst og fremst til þess hvort jarðmyndanir teljast merkilegar á heimsvísu. Mörg háhitasvæði eru friðlýst. Það gefur svæði

ekki sérstakt vægi undir þessu viðmiði en getur haft áhrif á endanlegt mat á náttúruverndargildi viðkomandi svæðis. Ísland er eldfjallaeyja sem jarðfræðilega séð á vart sinn líka vegna samspils möttulstróks og úthafshryggjar. Úthafsöldur, jöklar, jarðskorpuhreyfingar og vatnsföll móta landið. Forgangsmál er að vernda jarðmyndanir sem eru sjaldgæfar eða óvenjulegar á heimsmælikvarða, s.s. hraundyngjur, eldborgir, gígaraðir, móbergsmýndanir, lindasvæði og virkt jöklalandslag; svo og landslag og sérstæð fyrirbæri sem eru óvenjuleg í okkar heimshluta og einkennandi fyrir landið, t.d. hraun, móbergsfjöll, fossar og hverasvæði. Alþjóðleg ábyrgð vísar því fyrst og fremst til jarðmyndana sem telja má að séu sérstakar á heimsvísu. Miðað er við að jarðmyndanir eða fyrirbæri finnist óvída annars staðar en á Íslandi og séu jarðsögulega merkilegar sérstaklega m.t.t. virkni á flekaskilum og eldgosa undir jöklum. Ísland hefur haft frumkvæði að því á alþjóðavettvangi, m.a. í norrænu samstarfi og innan Bernarsamningsins, að benda á gildi „jarðfræðilegs fjölbreytileika“ (e. *geodiversity*) og kerfisbundinnar verndunar jarðmyndana á grundvelli alþjóðlega viðurkenndrar flokkunar. Það er mat Náttúrufræðistofnunar að Íslendingar eigi að bera og beri ábyrgð á að vernda jarðminjar sem falla undir framangreinda skilgreiningu. Svæði fá hátt verndargildi ef þar er að finna „besta“ eintak af tilteknu jarðfræðifyrirbæri eða það er það eina sinnar tegundar á landinu eða í heiminum. Undur getur haft mikil áhrif á lokaröðun

Rasknæmi: Rasknæmi svæðis vísar til þess hvernig gera má ráð fyrir að svæði bregðist við álagi. Álag getur verið af ólíkum toga, s.s. vegna traðks, vegagerðar, efnistöku, byggingarfrankvæmda og nýtingar háhita og framkvæmda sem því fylgja, s.s. þrýstilækkunar í jarðhitakerfi, lagningar háspennulína og leiðsla, borhola, virkjana o.s.frv. Jarðminjar og jarðhitamurki sem spillast endurnýjast mishratt. Landslags- og jarðfræðiaðstæður geta verið mis „heppilegar“ til að fela eða draga úr áhrifum framkvæmda; á opnum svæðum er t.d. erfðara að fela mannvirki. Yfirborð ungra hrauna er mjög viðkvæmt fyrir raski. Það rask er ekki endurheimtanlegt, meðan t.d. áreyrar eru síður viðkvæmar og endurheimtast frekar. Hveragerðir eru viðkvæmar fyrir breytingum á þrýstingi í jarðhitakerfum. Hveragerðir þar sem orkan kemur upp sem gufa geta færst í aukana við þrýstilækkun, en hætta er á að hveragerðir þar sem orkan kemur upp sem djúpvatn spillist. Hróðurbreiður eru afar viðkvæmar fyrir ágangi og þurfa stöðugt vatnsrennsli til endurnýjunar. Við mat á rasknæmi var stuðst við flokkun háhitasvæða eftir jarðfræði og landmótun og yfirborðsummerkjum jarðhita (3. og 4. mynd) auk þess sem hvert svæði var metið sérstaklega.

4.3.2 II. viðfang: Lífríki

a. Viðfang: Tegundir

Skilgreining: Miðað er við tegundir, viðurkennd afbrigði og sérstaka stofna eins og þau eru skilgreind í flóru og fínu landsins. Út frá tegundum er hægt að meta líffræðilegan fjölbreytileika tiltekins svæðis en Ísland hefur skuldbundið sig til að vernda líffræðilega fjölbreytni á öllum skipulagsstigum lífríkis (frá genum, tegundum, stofnum, búsvæðum, vistkerfum upp í fjölbreytni í lífbeltum jarðar). Í þeirri vinnu sem hér er kynnt eru tegundir háplantna, mosa, fléttna, fugla og smádýra metin.

Áherslur við mat á verndargildi: Gefin var einkunn fyrir 3 viðmið: fágæti, fjölbreytileika og sértaka vernd og alþjóðlega ábyrgð. Svæði fá háa einkunn ef þar er að finna sjaldgæfar tegundir (1. viðauki) og/eða þar er mikil tegundaauðgi. Undir alþjóðlega ábyrgð Íslands falla einkum fuglar sem teljast vera sérstakar ábyrgðartegundir Íslands og tegundir sem falla undir Bernarsáttmálann um verndun dýra og plantna í útrýmingarhættu í Evrópu og búsvæði þeirra. Einnig er tekið tillit til þess hvort friðlýstar plöntu- og fuglategundir er að finna á svæðinu. Ekki var hægt að meta verndargildi fyrir smádýr, á öllum svæðum, sbr. umfjöllun hér að ofan.

Verndarviðmið:

Fágæti tegunda: Fyrir plöntur er miðað við plöntutegundir sem hafa hátt verndargildi, þær sem eru skilgreindar á valista, friðlýstar tegundir svo og tegundir bundnar hita í jarðvegi (jarðhitategundir) (María Harðardóttir o.fl. 2008, Hörður Kristinsson o.fl. 2007, Valisti I. Náttúrufræðistofnun Íslands 1996, Friðlýstar plöntur samkvæmt auglýsingu nr. 184/1978). Vert er að taka fram að valistar fyrir mosa og fléttur hafa ekki verið yfirfarnir nýverið út frá nýjum gögnum og þar finnast tegundir sem munu líklega falla af listanum. Má þar nefna sem dæmi mosategundina hæruburst sem flokkast sem jarðhitategund en nú hefur verið sýnt fram á að um er að ræða framandi ágenga tegund fyrir aðrar mosategundir, en tegundin barst til landsins á síðasta tug 20. aldar (Ásrún Elmarsdóttir o.fl. 2003, Bergþór Jóhannsson 2003).

Hlutfall fágætra tegunda fyrir háplöntur, mosa og fléttur var reiknað fyrir hvert svæði út frá heildarfjölda fágætra tegunda á rannsóknasvæðunum. Þá var hverjum hópi gefið gildi (1-4) og reiknað út meðaltal gilda. Meðaltal gilda var skipt upp í fjóra hópa og þeim gefið einkunn.

Fágætar fuglategundir miðast við tegundir á valista og friðaðar fuglategundir. Gefin var einkunnin 1 ef engin þekkt valistategund er skráð á svæðinu. Einkunnin 3 ef aðeins eru „algengar“ valistategundir t.d. rjúpa, hrafn, svartbakur, grágæs eða straumönd; jafnframt ef um er að ræða strjált varp viðkomandi tegundar. Einkunnin 6 er gefin þegar „sjaldgæfari valistategundir finnast s.s. fálki, örn (arnarsetur) og þegar fjöldi tegunda er færri en 5. Einkunnin 10 er gefin þegar fleiri en 5 sjaldgæfar tegundir finnast á svæðinu. Við mati á fágæti smádýrategunda var byggt á þeirri þekkingu sem til staðar er.

Fjölbreytileiki tegunda: Mat á fjölbreytileika miðast hér við tegundaauðgi eða fjölda tegunda (e. *species richness*) þeirra lífveruhópa sem rannsakaðir voru: háplöntur, mosar, fléttur, smádýr og fuglar. Hér er tegundaauðgi notuð sem staðgengill fyrir líffræðilegan fjölbreytileika, þ.e. breytileika í genum, tegundum og vistkerfum (Sarkar og Margueles 2002). Fjöldi tegunda í hverjum lífveruhópi plantna var skipt upp í fjóra hluta og gefin einkunnin 1–4 sem fékkst með að reikna hlutfall af hámarksfjölda á svæðunum í heild. Meðaltal gildanna var skipt upp í fjóra hópa og þeim gefin einkunn.

Fyrir fugla var miðað við hámarksfjölda fuglategunda og einkunnir gefnar: 1 = <25% af hámarksfjölda, 3 = 25–50% af hámarksfjölda, 6 = 51–75% og 10 >75% af hámarksfjölda.

b. Viðfang: Gróður

Skilgreining: Gróður er fyrst og fremst metinn út frá kortlagningu gróðurfélaga. sem endurspeglar ríkjandi plöntuhópa eða tegundir plantna. Við mat á gróðri er einnig stuðst við 37. gr. laga um náttúruvernd þar sem ákveðin vistkerfi njóta verndar, s.s. ýmsar gerðir votlendis.

Áherslur við mat á verndargildi: Verndargildi gróðurs er metið út frá 5 viðmiðum: fágæti, fjölbreytileika, heild og upprunaleika, sérstakri vernd og alþjóðaábyrgð, og rasknæmi. Svæði fá háa einkunn ef gróður er fjölbreyttur og mikið er af fágætum gróðurfélögum. Fágæt gróðurfélög fá einnig hátt verndargildi, eins og votlendissvæði háhitasvæða. Stór gróðursvæði þar sem samfella og heild er mikil eru líffræðilega mikilvægari en lítil sundurslitin svæði. Svæði sem búa yfir mikill heild og upprunaleika geta skipt miklu máli fyrir vernd líffræðilegs fjölbreytileika. Óröskuð svæði eru metin hærra en röskuð. Alþjóðleg ábyrgð gildir um svæði sem eru mikilvæg búsvæði tegunda sem njóta alþjóðlegrar verndar, eru t.d. á lista Bernarsáttmálans eða eru búsvæði ábyrgðartegunda. Við mat á verndargildi er tekið tillit til þess að sumar íslenskar vistgerðir eru sjaldgæfar á heimsvísu og hafa þess vegna fágætisgildi. Má þar nefna jarðhita- og lindasvæði og mosagrónar hraunbreiður.

Fágæti hveragróðurfélaga: Hveragróðurfélögum var raðað eftir heildarflatarmáli á öllum háhitasvæðum og þeim gefið fágætisgildi. Samtala fágætisgilda fyrir hvert svæði var skipt upp í fjögur bil og gefin einkunn.

Fjölbreytileiki hveragróðurfélaga: Mat á fjölbreytileika miðast við fjölda þeirra níu hveragróðurfélaga sem skilgreind voru á háhitasvæðunum. Heildarfjöldi gróðurfélaga á svæðunum var skipt upp í fjóra hluta og gefin einkunn.

Fjölbreytileiki gróðurfélaga og landgerða: Mat á fjölbreytileika miðast við fjölda hefðbundinna gróðurfélaga og landgerða. Heildarfjöldi gróðurfélaga og landgerða á svæðunum var skipt upp í fjóra hluta og gefin einkunn. Ekki voru tekin með gróðurfélög eða landgerðir sem eru ekki náttúruleg að uppruna, þ.e. uppgræðsla, skógrækt, tún, byggð, námur og annað rask.

Heild og upprunaleiki: Við mat á heild gróðurs er einkum miðað við samfellu gróðurs í rúmi. Matið var byggt á gróðurkortum og byggt á fyrirbyggjandi upplýsingum um hlutfall gróins lands, þ.e. land með >10% þekju. Upprunaleiki svæða miðast einkum við að gróður hafi getað þróast samfellt í langan tíma án mikilla inngrípa mannsins. Ýmsir þættir draga úr upprunaleika svæða, s.s. uppgræðsla (án tillits til verndunar líffræðilegs fjölbreytileika), vegir, háspennulínur, veituskurðir, uppistöðulón, ræktarland, ofbeitt eða uppblástur. Við mat á upprunaleika var byggt á upplýsingum á kortum, ljósmyndum og vettvangsferðum.

Sérstök vernd, alþjóðleg ábyrgð: Undir þetta viðmið falla vistkerfi sem njóta verndar skv. 37. gr. laga um náttúruvernd eða hafa alþjóðlegt gildi samkvæmt alþjóðasamningum og er þá fyrst og fremst átt við Ramsarsamninginn. Einkunnagjöf fyrir þetta viðmið fyrir gróður endurspeglar fyrst og fremst votlendi.

4.3.3 III. viðfang: Landslag og stök

a. Landslag:

Skilgreining á landslagi: Í Landslagssáttmála Evrópu (*European Landscape Convention*) er landslag skilgreint á eftirfarandi hátt: „Landslag er svæði sem fólk skynjar að hafi ákveðin einkenni sem eru tilkomin vegna virkni eða samspils náttúrulegra og/eða mannlegra þátta“ (European Landscape Convention CETSNo.:176). Sáttmálinn leggur áherslu á að náttúrulegt landslag og menningarlandslag sé mikilvægur hluti þjóðararfleifðar hvers lands en einnig sameiginleg arfleifð Evrópu. Landslag á Íslandi er fjölbreytt og að mörgu leyti sérstakt vegna jarðsögu landsins. Landslag háhitasvæða er oft óvenju litskrúðugt. Á vegum rammaáætlunar hefur verið unnið sérstakt landslagsverkefni þar sem landslag er greint á landinu öllu og það flokkað og flokkunin notuð sem grunnur að aðferðafræði við að meta verndargildi landslags. Í þeirri vinnu sem hér er kynnt er fyrst og fremst verið að meta sjónrænt gildi þeirra svæða sem hafa jarðhitaummerki á yfirborði en auk þess reynt að meta sjónrænt gildi nærumhverfis háhitasvæðanna. Ekki er farið út í nána flokkun á landslagsgerðum heldur stuðst við ljósmyndir og þekkingu og mat starfsmanna Náttúrufræðistofnunar. Flokkun landslags háhitasvæða tengist óneitanlega jarðfræði hvers svæðis og mótast fágæti og fjölbreytileiki þeirra af því. Þar sem háhitasvæði á Íslandi eru aðeins í kringum 20 þá er augljóst að nánari flokkun innan þeirra gerir sum svæði mjög fágæt. Náttúruverndargildi, sjónrænt gildi, svæðanna er almennt mikið sem sést m.a. af sókn innlendra og erlendra ferðamanna í þau.

b. Stök

Skilgreining á stökum: Stök er hér notað sem heiti yfir einstök, sjónrænt áberandi fyrirbæri í landi og tengjast þau í þessu verkefni yfirleitt jarðhitavirkni. Má þar nefna óvenju stóra hver, goshver, eða miklar útfellingar. Mörg önnur fyrirbæri geta haf áhrif á einkunnagjöfina, s.s. fossar, klettadrangar, og sérstakar gosmyndanir. Við mat á stökum takmarkaði Náttúrufræðistofnun sig við fremur lítil eða miðlungsstór fyrirbæri í landi, þ.e. fyrirbæri sem falla inn í landslagið en eru ekki ráðandi um heildarmynd þess en eru engu að síður áberandi.

Áherslur við mat á verndargildi: Lagt var mat á hvort landslag sé fágætt eða hvort það sé fjölbreytt eða óvenju litskrúðugt. Landslag fékk hærri einkunn ef það var óröskuð heild. Ef mannvirki voru talin falla vel að landi var tekið tillit til þess. Stök voru metin saman með landslagi og hækkuðu einkunn fyrir landslag ef þau voru áberandi í landi vegna augljósrar sérstöðu.

Verndarviðmið:

Sjónrænt gildi: Starfsmenn Náttúrufræðistofnunar tóku yfir 20 þúsund ljósmyndir á þeim háhitasvæðum sem könnuð voru í þessu verkefni, auk þess sem farið var á öll svæðin. Valdar voru 10–20 myndir sem sýndu bæði stórar landslagsheildir og stök. Myndirnar voru notaðar til að meta sjónrænt gildi svæða. Út frá myndum er hægt að kalla fram og meta bæði form og líti, sérkennileg og einkennandi stök, og upplifun á viðkomandi svæði. Hver starfsmaður gaf sjálfstæða einkunn og var meðaltal einkunna látið ráða loka-einkunn.

4.3.4 IV. viðfang: Víðerni

Skilgreining á víðerni: Í lögum um náttúruvernd er fjallað um það sem þar er kallað „Ósnortið víðerni“ og það skilgreint á eftirfarandi hátt: „Landsvæði sem er a.m.k. 25 km² að stærð eða þannig að hægt sé að njóta þar einveru og náttúrunnar án truflunar af mannvirkjum eða umferð vélknúinna farartækja á jörðu, er í a.m.k. 5 km fjarlægð frá mannvirkjum og öðrum tæknilegum ummerkjum, svo sem raflinum, orkuverum, miðlunarlónum og þjóðvegum, og þar sem ekki gætir beinna ummerkja mannsins og náttúran fær að þróast án álags af mannlegum umsvifum.“ (Lög um náttúruvernd nr. 44/1999) Hér er orðið víðerni notað um víðáttumiklar óbyggðir sem aðallega er að finna á hálendi Íslands. Stærstu víðernin eru fyrst og fremst á miðhálandinu en víðerni finnast einnig á nokkrum stöðum utan þess. Stórir hlutar Íslands hafa orðið fyrir áhrifum af mannavöldum, bæði beinum og óbeinum. Til dæmis hafa stór svæði á miðhálandinu blásið upp sem rekja má að hluta til ofbeitar. Hér er því víðerni notað um það sem bæði má kalla óbyggð víðerni og ósnortin víðerni. Þó er ekki farið út í nána úttekt á hverju svæði fyrir sig heldur stuðst við ófullgert kort af víðernum frá Umhverfisstofnun (Ólafur Arnar Jónsson, munnl. upplýsingar) þar sem Náttúrufræðistofnun hefur bætt inn á háhitasvæðum. Vegna skilgreiningar á ósnortnu víðerni í lögum falla mörg svæði út sem víðerni vegna einstakra mannvirkja (5 km reglan) eða vegna þess að þau eru minni en 25 km². Vegir hafa mikil áhrif vegna truflunar af umferð.

Áherslur við mat á verndargildi: Svæði fá háa einkunn þar sem landið er í einhvers konar upprunalegu ástandi. Tæknileg mannvirki eiga ekki að vera sjáanleg og ef vegir eru til staðar eiga þeir að vera niðurgrafir og auðvelt að endurheimta upprunaleika landsins, t.d. með því að loka vegslóðum svo engin vélknúin umferð verði um svæðið. Að öðru leyti er stuðst við kort Umhverfisstofnunar og skilgreiningu um ósnortin víðerni í lögum um náttúruvernd. Ekki var gefin einkunn fyrir sjónrænt gildi víðerna.

Verndarviðmið:

Fágæti: Víðerni fá háa einkunn ef þau eru sjaldgæf í viðkomandi landshluta.

Stærð, heild, upprunaleiki: Víðerni fá háa einkunn ef þau eru stór og ef þau eru ósnortin. Einnig ef þau mannvirki sem þar kunna að vera, s.s. vegir, hafa lítil sem engin áhrif, valda ekki truflun (engin umferð), eða að mjög auðvelt er að endurheimta upprunaleika svæðisins.

4.3.5 V. viðfang: Efnahagur

Skilgreining fyrir efnahag: Til þess að meta efnahagslegt gildi svæðis var einkum litið til nokkurra almennra hlunninda, s.s. beit eða veiðistofna villtra dýra (hreindýr, rjúpur, gæsir, silungur), ferðaþjónustu og efnisvinnslu, þar á meðal vikurnám. Ekki var reynt að meta efnahagslegt gildi svæðanna vegna mögulegrar eða núverandi orkunýtingar þar sem sá þáttur er metinn sérstaklega í Rammaáætlun.

Áhersla við mat á verndargildi: Svæði fengu hærra einkunn ef talið var að svæðið byggi yfir nýtingarmöguleikum sem ekki raska svæðinu að neinu marki.

Verndarviðmið:

Efnahagslegt gildi: Það er ljóst að viðfang eins og efnahagur er margslungið. Það getur t.a.m. átt við þá nýtingarmöguleika sem eðli málsins samkvæmt raska landi, t.d. orkunýtingu, en það getur einnig átt við um aðra nýtingu sem beinlínis gerir ráð fyrir að sem minnstu sé raskað. Liggja þá fjárhagsleg verðmæti, ef svo má að orði komast, í landinu sjálfu án þess að til komi kostnaður á mótum vegna röskunar á landi. Við mat á efnahagslegu gildi var stuðst við almennar ferðaþjónustukannanir sem liggja fyrir, t.d. um hálendið, og segja nokkuð um nýtingu til ferðaþjónustu. Ekki var stuðst við sérstakar hagfræðirannsóknir eða -kannanir, s.s. skilyrt verðmætamat. Matið byggir að miklu leyti á almennri þekkingu um viðkomandi svæði og nýtingu þeirra en starfsmenn Náttúrufræðistofnunar skráðu nýtingu sem var á svæðunum. Góðar upplýsingar eru til um ferðaþjónustu á mörgum stöðum, s.s. Landmanna- laugar (friðland að Fjallabaki), Mývatnssveit, Geysi, Krýsuvík o.s.frv. Reynt var að meta möguleika á annarri nýtingu orku en til hitaveitu og rafmagnsframleiðslu. Svæði sem eru líkleg til að „hækka í verði“ séu þau vernduð fá hærra verndargildi. Verðmæti er almennt talið liggja í hveraörverum en orkunýting getur t.d. eyðilagt búsvæði þeirra.

4.3.6 VI. viðfang: Upplýsingagildi (vísindi, fræðsla, einkenni)

Skilgreining á upplýsingagildi: Upplýsingagildi felur í sér vísinda-, fræðslu- og dæmigildi eða einkenni.

Áherslur við mat á verndargildi: Svæði eru talin hafa hátt upplýsingagildi af nokkrum ástæðum. Þau geta hentað vel til almennrar fræðslu, t.d vegna nálægðar við þéttbýli eða vegna þess að þau eru talin vera einstaklega gott dæmi um ákveðna jarðfræði. Hátt vísindagildi getur falist í rannsóknum á hitakærum plöntum eða örverum, framvindu lífríkis, eða jarðhitarannsóknum á óröskuðum svæðum. Náttúruyfyrirbæri geta haft táknræna þýðingu og má þar nefna Geysi í Haukadal. Einnig var litið til þeirra rannsókna sem hafa verið stundaðar á svæðunum og útgáfu er þær varðar.

Verndarviðmið:

Upplýsingagildi: Upplýsingagildi var metið út frá fyrirbyggjandi þekkingu, staðháttum og þeim eiginleikum og möguleikum sem svæðið var talið búa yfir bæði m.t.t jarðfræði og líffræði.

4.3.7 VII. viðfang: Útivist

Skilgreining á útivist: Náttúrufræðistofnun taldi nauðsynlegt að skilgreina hvað hugtakið eða orðið útivist á að ná yfir. Á undanförunum árum hefur borið á því að ýmsir hagsmunahópar vilja skilgreina t.d. jeppaferðir eða mótorhjólaferðir sem einhvers konar útivist. Náttúrufræðistofnun telur hins vegar að skilgreina eigi útivist sem „hvers konar útiveru sem er stunduð án hjálpar vélknúinna tækja“. Það beri því einkum að skilgreina viðfangið útivist m.t.t. hefðbundinna ferðavenja og hversu eftirsótt svæðin eru til óvélvæddrar útivistar, s.s. fyrir gangandi og ríðandi ferðamenn, fyrir berjatínslu og veiðar o.s.frv.

Áherslur við mat á verndargildi: Svæði fær hátt útivistargildi ef það er metið heppilegt til hefðbundinna ferðavenja og telst eftirsótt til útivistar samkvæmt framangreindri skilgreiningu, s.s. fyrir gangandi og ríðandi ferðamenn eða til berjatínslu og veiða. Í þessari skýrslu eru ferðalög um landið sem byggjast að miklu leyti á notkun vélknúinna ökutækja af einni eða annarri gerð ekki flokkuð sem útivist. Svæði geta þó haft mikið ferðaþjónustu- og útivistargildi ef t.d. akstur til svæða og frá þeim veldur ekki röskun á svæðunum sjálfum. Við mat á þessu viðfangi var einnig litið til möguleika á útivist í náinni framtíð.

Verndarviðmið:

Útivist: Verndarviðmið fyrir viðfangið útivist er það sama. Þetta helgast af því að ekki eru lögð fram sérstök gögn til að meta verndargildið heldur stuðst við þekkingu starfsmanna Náttúrufræðistofnunar á ferðavenjum landsmanna og útlendinga ásamt þekktum skoðanakönnunum. Það er þó ljóst að háhitasvæði njóta nú þegar mikilla vinsælda til útivistar sérstaklega vegna sjónræns gildis þeirra. Einkunnagjöf fyrir útivistargildi endurspeglar oft einkunn fyrir fræðslu. Ferðaþjónustu-, hlunninda- og útivistargildi verður einnig metið nánar í 2. áfanga rammaáætlunar.

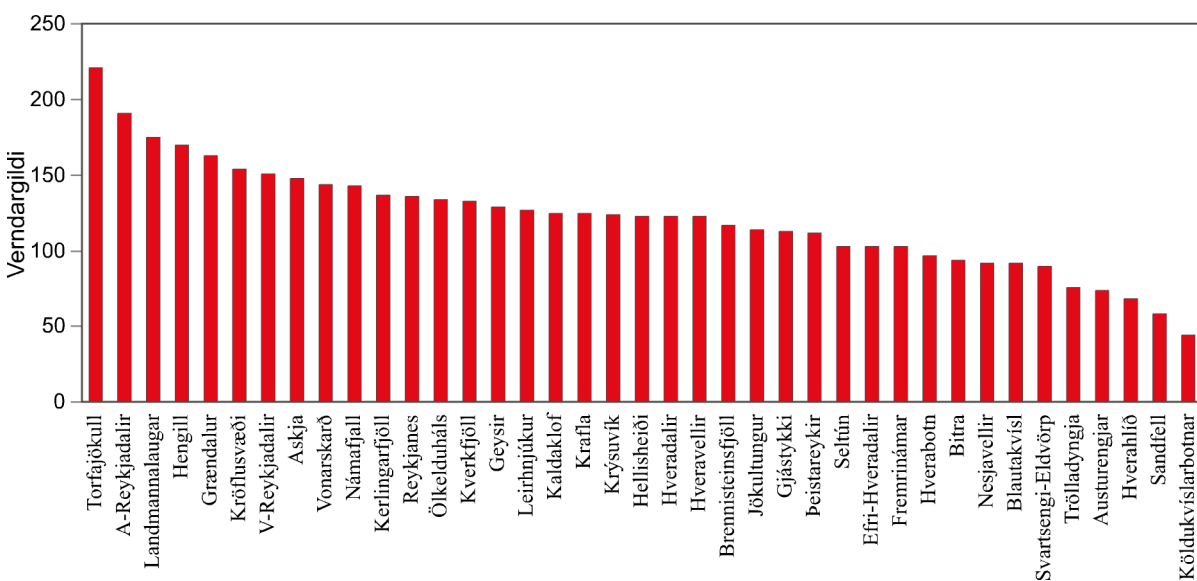
5 NIÐURSTÖÐUR VERNDARMATS OG UMRÆÐA

5.1 Niðurstöður einkunnagjafar

Metið var verndargildi 18 háhitasvæða á Íslandi og 21 undirsvæðis eða alls 39 svæða. Háhitasvæðið sem kennt er við Torfajökul fékk hæstu einkunn (221) fyrir samanlagt verndargildi allra viðfanga. Næst komu tvö af undirsvæðum Torfajökuls, Austur-Reykjadalir (191) og Landmannalaugar (171), síðan Hengill (170) og eitt af undirsvæðum hans, Grændalur (163). Þar á eftir kom Kröflusvæðið með 154, sjá 6. töflu og heildar einkunnagjöf í 2. viðauka. Dreifing einkunna sést á 5. mynd.

Mörg háhitasvæði fá einkunn á bilinu 100 til 150, s.s. Askja, Vonarskarð, Námafjall, Kerlingarfjöll, Reykjanes, Kverkfjöll, Geysir, Krýsuvík, Hveravellir, Brennisteinsfjöll, Gjástykki, Þeistareykir og Fremrinámar eða alls 22 svæði. Hér eru undirsvæði ekki talin upp. Á botninum sitja Köldukvíslarbotnar (44) og má segja að þar lýsi nafnið vel ástandi þess háhitasvæðis á fleiri en einn veg enda er það á botni lóns að mestu. Af þessu sést að dreifingin er ekki mikil þó að reynt hafi verið að draga hana fram eins og áður hefur verið lýst.

Háhitasvæðin eru misstór og hefur það greinilega nokkuð að segja um niðurstöður matsins eins og eðlilegt er en neðstu svæðin eru frekar lítil að umfangi og tvö stærstu svæðin fá hátt verndargildi. Augljóst er að munur á einkunnum er ekki mikill fyrir mörg svæði og t.d. fær Hengilssvæðið sem heild háa einkunn þrátt fyrir að virkjað hefur verið á Hellisheiði og að Hverahlíð fái lága einkunn. Að öðru leyti virðist ekki vera bein fylgni milli stærðar og verndargildis. Velta má fyrir sér hvaða tilgangi það þjónar að meta verndargildi svæða sem þegar eru nýtt. Á móti kemur að ganga á vel um allt land hvort sem það hefur hátt verndargildi eða ekki. Jarðvarmavirkjanir taka minna landrými en t.d. vatnsaflsvirkjanir og því getur stór hluti svæðis verið óraskaður þó þar sé virkjað ef aðstæður bjóða upp á það. Stærð svæða getur haft mikið að segja um áhrif nýtingar. Fyrir suma þætti matsins getur nýting haft mikið að segja en aðra ekki. Til dæmis er Hveragerði innan þess svæðis sem metið er sem Grændalur. Þetta hefur mun meiri áhrif á jarðfræðilega þætti eins og t.d. yfirborðsummerki jarðhita en á lífríkisþætti þar sem meiri áhersla var lögð á dalinn sjálfan.



5. mynd. Dreifing einkunna fyrir verndargildi 39 háhitasvæði á Íslandi.

6. tafla. Taflan sýnir röðun 39 háhitasvæða á Íslandi eftir verndargildi.

Svæði*	Alls	Hámarks vernd
Torfajökull	221	1
A-Reykjadalir (TO)	191	
Landmannalaugar (TO)	175	1
Hengill	170	
Grændalur (HE)	163	1
Kröflusvæði	154	1
V-Reykjadalir (TO)	151	
Askja	148	1
Vonarskarð	144	
Námafjall	143	
Kerlingarfjöll	137	
Reykjanes	136	1
Ölkelduháls (HE)	134	
Kverkfjöll	133	
Geysir	129	1
Leirhnjúkur (KS)	127	1
Kaldaklof (TO)	125	
Krafla (KS)	125	
Krýsuvík	124	
Hellisheiði (HE)	123	
Hveradalir (KE)	123	
Hveravellir	123	
Brennisteinsfjöll	117	1
Jökultungur (TO)	114	
Gjástykki	113	1
Peistareykir	112	
Seltún (KR)	103	
Efri-Hveradalir (KE)	103	
Fremrinámar	103	
Hverabotn (KE)	97	
Bitra (HE)	94	
Nesjavellir (HE)	92	
Blautakvísl (TO)	92	
Svartsengi-Eldvörp	90	
Trölladyngja (KR)	76	
Austurengjar (KR)	74	
Hverahlíð (HE)	68	
Sandfell (KR)	58	
Köldukvíslarbotnar	44	
Meðaleinkunn	122	
Meðaltal - án undirsvæða	119,2	
Samtals	4749	

* HE = Hengill, KE = Kerlingarfjöll, KR = Krýsuvík, KS = Kröflusvæði, TO = Torfajökull

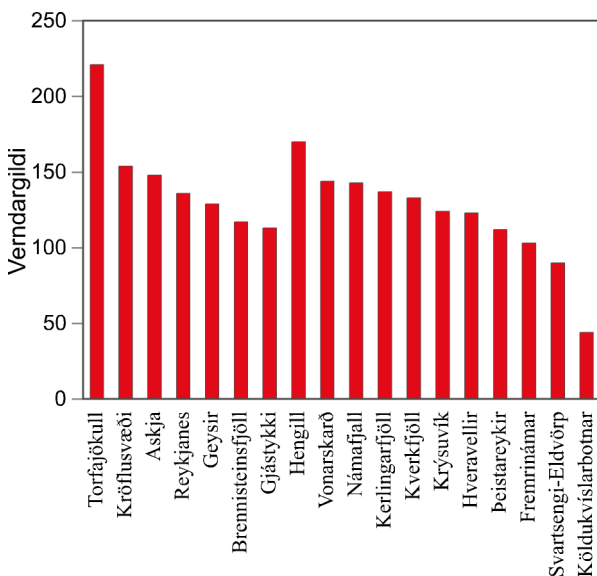
Ef eingöngu er litið á yfirsvæðin (7. tafla, 6. mynd) þá eru aðeins tvö svæði sem fá minna en 100 í einkunn. Ef litið er á hópinn frá 100 til 150 lenda þar 13 af 18 svæðum. Svæði eins og Brennisteinsfjöll sem fær 117 í einkunn (nr. 13) fær mjög háa einkunn fyrir jarðfræði, heild og upprunaleika, landslag og víðerni en fær tiltölulega lága einkunn fyrir annað og lendir því samanlagt frekar neðarlega. Lág einkunn fyrir sum viðföng lækkar ekki einkunn fyrir þau viðföng sem hátt er gefið fyrir en loka-einkunn er misvísandi að því leyti að hún dregur ekki fram þá þætti sem þykja einstakir. Tiltölulega lág röðun Brennisteinsfjalla endurspeglar sem sagt ekki framangreindar einkunnir og lýsir að mörgu leyti annmörkum á einkunnagjöf þar sem öll viðföng eru lögð saman.

5.2 Skipting svæða

Náttúrufræðistofnun telur að einkunnagjöf í þessu verkefni gefi ekki alltaf rétta mynd af verndargildi ákveðinna landsvæða. Þó má segja að ekki séu margar einkunnir sem koma á óvart enda vitað að sum svæði voru og eru fátækari að lífríki en önnur. Hvað lífríkið varðar eru miklar líkur á að stór svæði hafi meiri möguleika á að þar finnist t.d. margar gerðir vistkerfa og fjölbreytileiki verði meiri og jafnframt fágæti. Ástæða er til að minna á að hveraörverur voru ekki skoðaðar og gæti það breytt röðun.

Stundum getur verið álitamál hvort og hvernig skuli skipta háhitasvæðunum upp í minni svæði. Náttúrufræðistofnun telur eðlilegra að tekið sé mið af jarðfræðilegri heildarmynd fremur en einhvers konar landfræðilegri dreifingu. Við mat á þessum þáttum geta þó ávallt komið upp einstök álitamál. Þannig telur stofnunin að líta eigi á Torfajökulssvæðið sem eina heild og eitt jarðhitasvæði. Kröflusvæðið eigi í raun einnig að teljast eitt jarðhitasvæði sem inniheldur bæði Gjástykki og Námafjall.

Hengillssvæðinu má á einfaldan hátt skipta í tvö svæði þar sem Ölkelduháls og Grændalur eru skilin frá Helligheiði og Nesjavöllum en þetta getur verið álitamál. Á Krýsuvíkursvæði er staðan nokkuð snúin. Engin ástæða er til annars en að líta á Seltún og Austurengjar sem eitt svæði en hugsanlegt er að horfa á svæðin vestan við Núpshlíðarháls, þ.e. Trölladyngju, Hverinn eina og Sandfell sem annað svæði. Hér má hugsanlega túlka jarðfræðilegu heildarmyndina á fleiri en einn veg.



6. mynd. Dreifing einkunna fyrir verndargildi 18 háhitasvæða á Íslandi, engin undirsvæði eru sýnd. Sýnd er dreifing verndargildis fyrir 7 svæði sem eiga að njóta hámarks verndar að tillögu Náttúrufræðistofnunar.

7. tafla. Taflan sýnir röðun 18 háhitasvæða (engin undirsvæði sýnd) á Íslandi eftir verndargildi og tillögu Náttúrufræðistofnunar að hámarks vernd 7 háhitasvæða.

Svæði	Alls	Hámarks vernd
Torfajökull	221	1
Kröflusvæði	154	1
Askja	148	1
Reykjanes	136	1
Geysir	129	1
Brennisteinsfjöll	117	1
Gjástykki	113	1
Hengill	170	
Vonarskarð	144	
Námafjall	143	
Kerlingarfjöll	137	
Kverkfjöll	133	
Krýsuvík	124	
Hveravellir	123	
Peistareykir	112	
Fremrinámar	103	
Svartsengi-Eldvörp	90	
Köldukvíslarbotnar	44	
Meðaleinkunn	122	
Meðaltal - án undirsvæða	119,2	
Samtals	4749	

5.3 Hámarks vernd

Eins og fjallað hefur verið um áður í þessu verkefni telur Náttúrufræðistofnun ástæðu til að ákveðin svæði skuli njóta hámarks verndar vegna sérstöðu þeirra. Af 39 svæðum ákvað stofnunin að tiltaka 9 svæði. Af þeim voru sjö svæði valin vegna jarðfræði, eitt vegna lífríkis og eitt vegna jarðfræði, landslags og víðernis. Það ber þó að taka fram að sum svæðanna þurfa í raun ekki á svona flokkun að halda þar sem þau eru nú þegar friðlýst og fá svo háa heildareinkunn fyrir verndargildi að ástæðulaust er að taka þetta skref þeirra vegna. Þetta er þó nauðsynlegt að mati Náttúrufræðistofnunar til að draga fram sérstöðu svæðanna.

Svæðin sem talið er að eigi að njóta hámarks verndar eru; Reykjanes, Brennisteinsfjöll, Grændalur, Geysir, Torfajökull og Landmannalaugar, Askja, Leirhnjúkur og Gjástykki, en Leirhnjúkur og Gjástykki eru í raun eitt og sama svæðið. Af svæðunum níu eru Torfajökull ásamt Landmannalaugum, Askja og Brennisteinsfjöll nú þegar innan friðlýstra svæða að öllu eða einhverju leyti. Geysir nýtur ekki lagalegrar verndar og sama gildir um Leirhnjúk, Gjástykki og Grændal. Reykjanes er á náttúruminjaskrá og náttúruverndaráætlun. Lagt hefur verið til að vernda öll þessi svæði betur, s.s. í tillögum vegna náttúruverndaráætlunar eða vegna breytinga sem urðu á lögum um vernd Mývatns og Laxár.

Hér á eftir er farið stuttlega yfir forsendur þess að Náttúrufræðistofnun telur að framangreind svæði fái „hámarks vernd“. Ekki verður lýst almennu náttúrufari enda er það gert í þeim gögnum sem lögð eru til grundvallar þessu mati. Eingöngu er nefnt það sem er sérstakt á heimsmælikvarða eða landsvísu og talið eiga skilið hámarks vernd.

Torfajökull og Landmannalaugar

Svæðið er einstaklega ríkt af hverum og þar er mikil hveravirkni. Þar skera sig úr svokallaðir soðpönnuhverir. Torfajökull er líparíteldstöð með líparítstöpum og líparíthraunum og ekkert svæði á landinu líkist því nema Kerlingarfjöll sem eru öll smærri í sniðum. Laugahraun og

Námshraun eru söguleg líparíthraun og blandhraun sem sýna tengsl milli eldvirkni í Veiðivötnum og á Torfajökulssvæðinu. Bláhnúkur er einstakt dæmi um líparitgos í jökli. Landslag er óvenju stórbrotið á Torfajökulssvæðinu og þar er útvíst mikið stunduð. Fjölbreytni hveragróðurfélaga er mikil við Torfajökul og þar voru einnig skráðar einna flestar tegundir plantna. Í Landmannalaugum er fjölbreytni hveragróðurs nokkuð mikil þar sem skilyrði eru bæði fyrir þurr- og votlendisgróður.

Geysir

Hér nægir að nefna að um er að ræða einn þekktasta goshverr heims. Fyrir á öldum var Geysissvæðið eina goshverrasvæðið sem Evrópumenn þekktu og þegar fleiri svæði komu í ljós í Bandaríkjunum og víðar voru goshverrir nefndir eftir Geysi. Allmargar válistategundir, jarðhitategundir og hitakærar tegundir er að finna við Geysi.

Reykjanes

Mið-Atlantshafshryggurinn „gengur“ hér á land og að mati Náttúrufræðistofnunar Íslands ber að standa vörð um þá jarðmyndun. Á Reykjanesi hafa einnig verið saltir goshverrir. Þeir eru nú óvirkir en jarðhræringar gætu hugsanlega komið slíkri virkni af stað enn á ný. Jarðhita- og válistategundin naðurtunga vex við Gunnhver.

Askja

Formhrein megineldstöð með stórrri öskju. Lítil askja og Öskjuvatn mynduðust í stórgosi 1875. Ljósar vikurbreiður frá gosinu lita landið sem annars er grásvart og brúnt. Í gosinu myndaðist m.a. flikrubergr sem er fágætt á landsvísu.

Leirhnjúkur og Gjástykki

Að mati Náttúrufræðistofnunar ber að vernda jarðsögu Kröfluelda en Kröflusvæðið er frábært dæmi um megineldstöð í rekkbelti, gliðnun, jarðhita og nýmyndun lands. Jarðhitategundin naðurtunga er á svæðinu. Einnig finnast jarðhitamosarnir laugavendill, laugaskrúð og laugaslyðra.

Grændalur (ásamt Ölkelduhálsi og Reykjadal)

Lagt er til að Grændalur og nágrenni njóti hámarks verndar vegna samspils jarðhita og lífríkis. Í Grændal er einstaklega merkilegt gróðurfar þar sem bæði er að finna fágætar plöntutegundir og fjölbreytileika plantna. Þar eru einnig fágæt og fjölbreytt gróðurfélög, ekki síst hveragróðurfélög. Heit votlendi setja mikinn svip á dalinn. Grændalur, óraskaður að mestu, er kjörinn til að standa vörð um líffræðilegan fjölbreytileika við aðstæður þar sem kemur saman hiti og gróður.

Brennisteinsfjöll

Lagt er til að Brennisteinsfjöll fái hámarks vernd. Brennisteinsfjöll eru jarðfræðilega mikilvæg sem tiltölulega ósnortin gosrein án megineldstöðvar. Þar eru lítil ummerki um yfirborðsvirkni jarðhita. Svæðið er nánast eina víðernið á suðvesturhorni landsins. Þar er einstaklega fallett landslag og miklir möguleikar til útivistar. Fornar þjóðleiðir liggja um svæðið.

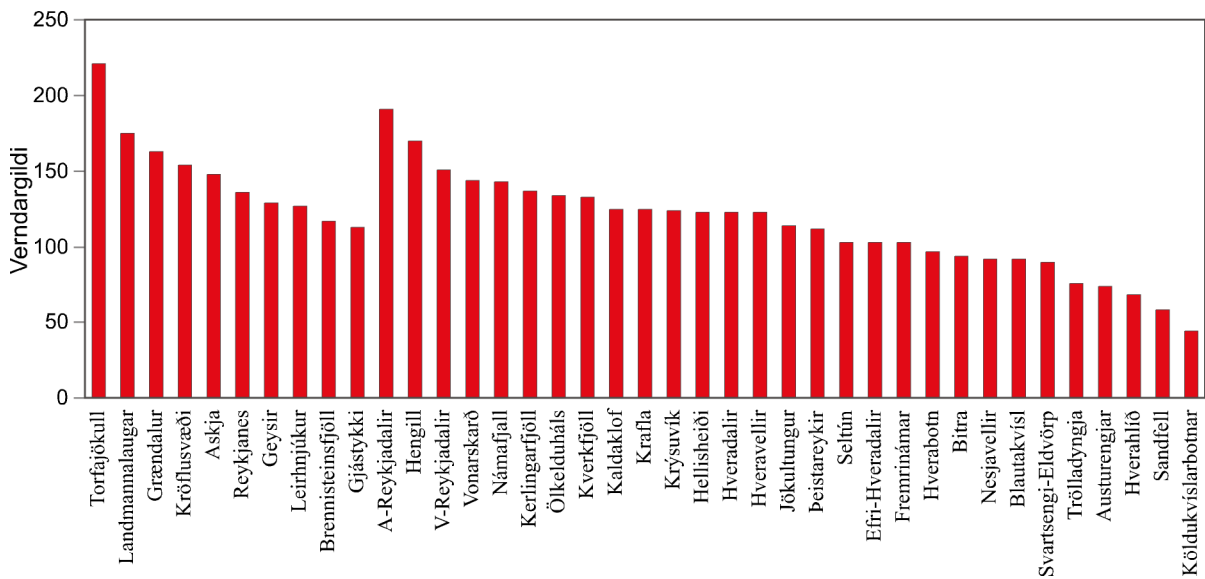
Í 8. töflu má sjá lokaröðun 39 háhitasvæða eftir verndargildi og tillögu Náttúrufræðistofnunar að „hámarks vernd“ 9 háhitasvæða.

8. tafla. Taflan sýnir lokaröðun 39 háhitasvæða á Íslandi eftir verndargildi og tillögu Náttúrufræðistofnunar að „hámarks vernd“ 9 háhitasvæða.

Svæði*	Alls	Hámarks vernd
Torfajökull	221	1
Landmannalaugar (TO)	175	1
Grændalur (HE)	163	1
Kröflusvæði**	154	1
Askja	148	1
Reykjanes	136	1
Geysir	129	1
Leirhnjúkur (KS)	127	1
Brennisteinsfjöll	117	1
Gjástykki	113	1
A-Reykjadalir (TO)	191	
Hengill	170	
V-Reykjadalir (TO)	151	
Vonarskarð	144	
Námafjall	143	
Kerlingarfjöll	137	
Ölkelduháls (HE)	134	
Kverkfjöll	133	
Kaldaklof (TO)	125	
Krafla (KS)	125	
Krýsuvík	124	
Hellisheiði (HE)	123	
Hveradalir (KE)	123	
Hveravellir	123	
Jökultungur (TO)	114	
Þeistareykir	112	
Seltún (KR)	103	
Efri-Hveradalir (KE)	103	
Fremrinámar	103	
Hverabotn (KE)	97	
Bitra (HE)	94	
Nesjavellir (HE)	92	
Blautakvísl (TO)	92	
Svartsengi-Eldvörp	90	
Trölladyngja (KR)	76	
Austurengjar (KR)	74	
Hverahlíð (HE)	68	
Sandfell (KR)	58	
Köldukvíslarbotnar	44	
Meðaleinkunn	122	
Meðaltal - án undirsvæða	119,2	
Samtals	4749	

* HE = Hengill, KE = Kerlingarfjöll, KR = Krýsuvík, KS = Kröflusvæði, TO = Torfajökull

** Leirhnjúkur og Gjástykki hluti af Kröflusvæði



7. mynd. Dreifing á einkunnum fyrir verndargildi 39 háhitasvæði á Íslandi. Sýnd er dreifing verndargildis fyrir 10 háhitasvæði sem eiga að njóta hámarks verndar að tillögu Náttúrufræðistofnunar.

6 LOKAORD

Náttúrufræðistofnun telur þá aðferðafræði sem hér er notuð vera mjög gagnlega til að meta með faglegum hætti verndargildi náttúru Íslands. Aðferðin hefur þó sína annmarka sem felast fyrst og fremst í tvennu. Í fyrsta lagi þarf að gæta að því að náttúrufar ráði vali á svæðum sem á að meta og í öðru lagi dregur aðferðin ekki fram það sem er einstakt og getur átt skilið hámarks vernd. Það er ljóst að afla þarf betri gagna um suma þætti í náttúru háhitasvæða, má þar t.d. nefna upplýsingar um smádyr. Þörf er á að rannsaka frekar lífríki háhitasvæða og áhrif valinna umhverfisþátta á lífríkið. Í verkefninu hefði verið æskilegt að meta hveraörverur. Nauðsynlegt er að hefja skipulagða vöktun á öllu náttúrufari háhitasvæða Íslands og á það bæði við um náttúrufar almennt en einnig um ástand svæða vegna ýmissar nýtingar þ.m.t. ferðaþjónustu. Nauðsynlegt er að vakta álagsþætti til að fá rétta mynd af breytingum sem kunna að verða. Lítil reynsla er komin á hvaða áhrif nýting háhitasvæða hefur á lífríki til lengri tíma. Samhliða aukinni nýtingu vaknar því upp spurning um hvaða áhrif nýtingin hafi á hitastig við yfirborð og þar af leiðandi á lífríki sem þar þrífst. Við Gunnhver á Reykjanesi eru vísar að þess konar breytingum. Kortleggja þarf og greina betur ýmsa jarðfræðilega þætti, einkum þá sem taldir eru hafa áhrif á jarðhitann á yfirborði. Jafnframt er æskilegt að fylgjast með breytingum á jarðhitasvæðum til að fá frekari skilning á orsökum þeirra og samhengi við aðra náttúrufarsþætti.

Náttúrufræðistofnun telur afar mikilvægt til framtíðar að öll nýting háhitasvæða og lághitasvæða á Íslandi sé á grunni sjálfbærrar nýtingar. Að ætíð sé reynt að afla bestu þekkingar um svæðin þegar taka þarf ákvarðanir um vernd eða nýtingu þeirra.

7 ÞAKKIR

Anette Th. Meier, Birta Bjargardóttir og María Harðardóttir sáu um kortagerð, yfirllestur og uppsetningu skýrslunnar. Sigurði H. Magnússyni er þakkað fyrir yfirllestur. Erling Ólafsson, Kristinn Haukur Skarphéðinsson og Guðmundur Guðjónsson fá þakkir fyrir ýmsar ráðleggingar og innlegg í skýrsluna. Sigurði K. Guðjohnsen er þakkað fyrir þátttöku við mat á verndargildi landslags.

8 HEIMILDIR

- Alþingi 2004. Þingsályktun um náttúruverndaráætlun 2004-2008.
- Alþingi 2009. Tillaga til þingsályktunar um náttúruverndaráætlun 2009-2013. <http://www.althingi.is/altext/137/s/0052.html> [Skoðað 11.10.2009]
- Ásrún Elmarsdóttir og Olga Kolbrún Vilmundardóttir 2009. Flokkun gróðurs og landgerða á háhitasvæðum Íslands. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-09013 + kort.
- Ásrún Elmarsdóttir, Erling Ólafsson, Guðmundur Guðjónsson, Hörður Kristinsson, Kristinn Haukur Skarphéðinsson, Olga Kolbrún Vilmundardóttir og Rannveig Thoroddsen 2009. Gróður, fuglar og smádyr 18 á háhitasvæðum. Samantekt fyrirbyggjandi gagna. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-09015.
- Bibby C.J. 1998. Selecting areas for conservation. Í: Sutherland W.J. (ritstj.), Conservation Science and Action. Blackwell Science, Oxford, UK, bls. 176–201.
- Boteva, D., Griffiths, G. og Dimopoulos, P. 2004. Evaluation and mapping of the conservation significance of habitats using GIS: an example from Crete, Greece. *Journal for Nature Conservation* 12: 237–250.
- European Landscape Convention CETSNo.:176. <http://conventions.coe.int/Treaty/Commun/QueVoulezVous.asp?NT=176&CL=ENG> [Skoðað 10.10.2009]
- Gomontean, B., Gajaseni, F., Edwards-Jones, G. og Gajaseni, N. 2008. The development of appropriate ecological criteria and indicators for community forest conservation using participatory methods: A case study in northeastern Thailand. *Ecological Indicators* 8: 614–624.
- Götmark, F. og Nilsson, C. 1992. Criteria used for protection of natural areas in Sweden 1909–1986. *Conservation Biology* 6: 220–231.
- Guðmundur Guðjónsson 2005. Gróðurkortagerð í hálfra öld. *Landabréfið*, tímarit Félags landfræðinga 21: 68–75.
- Helgi Torfason og Ingvar Atli Sigurðsson 2002. Verndun jarðminja á Íslandi. Tillögur vegna náttúruverndaráætlunar 2002. Unnið af Náttúrufræðistofnun Íslands og Náttúruvernd ríkisins. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-02019. 47 bls.
- Knútur Árnason og Ragna Karlsdóttir 2006. Mat á stærð háhitakerfa með viðnámsmælingum. Unnið fyrir Orkustofnun vegna Rammaáætlunar. ÍSOR-06108.
- Kristján Jónasson og Sigmundur Einarsson 2009. Jarðminjar á háhitasvæðum Íslands. Jarðfræði, landmótun og jarðhitaummerki. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-09012 + kort.
- Margules, C.R. og Usher, M.B. 1981. Criteria used in assessing wildlife conservation potential – a review. *Biological Conservation* 21: 79–109.
- Náttúruverndarráð 1996. Náttúruverndarskrá. Skrá um friðlýst svæði og aðrar náttúruvernd. Reykjavík, 7. útgáfa. 64 bls.
- Náttúrufræðistofnun 1996. Válisti 1. Plöntur.
- Náttúrufræðistofnun 2000. Válisti 2. Fuglar.
- Ólafur Arnalds, Elín Fjólá Þórarinsdóttir, Sigmar Metúsalemsson, Ásgeir Jónsson, Einar Grétarsson og Arnór Árnason 1997. Jarðvegsrof á Íslandi. Landgræðsla ríkisins og Rannsóknastofnun landbúnaðarins. 157 bls.

- Ramsarsamningurinn (*Convention on Wetlands of International Importance especially as Waterfowl Habitat*) 1973. <http://www.ramsar.org/> [Skoðað 20.08.2009]
- Regan, H.M., Davis, F.W., Andelman, S.J., Widyanata, A. og Freese, M. 2007. Comprehensive criteria for biodiversity evaluation in conservation planning. *Biodiversity and Conservation*, 16: 2715–2728.
- Sarkar, S. og Margules, C.R. 2002. Operationalizing biodiversity for conservation planning. *Journal of Biosciences* 27: 299–308.
- Sigmar Metúsalemsson og Einar Grétarsson 2003. Nyttjaland – Gróðurflokkun. Ráðunautafundur 2003: 260–263.
- Sigmundur Einarsson (ritstj.), Sigurður H. Magnússon, Erling Ólafsson, Kristinn Haukur Skarphéðinsson, Guðmundur Guðjónsson, Kristbjörn Egilsson og Jón Gunnar Ottósson 2000. Náttúruverndargildi á virkjunarsvæðum norðan Jökla. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-00009. 220 bls. + kort.
- Sigurður H. Magnússon, Erling Ólafsson, Guðmundur A. Guðmundsson, Guðmundur Guðjónsson, Kristbjörn Egilsson, Hörður Kristinsson og Kristinn Haukur Skarphéðinsson 2001. Kárahnjúkavirkjun. Áhrif Hálslóns á gróður, smádýr og fugla. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-01004. 232 bls. + kort.
- Sigurður H. Magnússon, Guðmundur Guðjónsson, Erling Ólafsson, Guðmundur A. Guðmundsson, Borgþór Magnússon, Hörður Kristinsson, Kristbjörn Egilsson og Kristinn Haukur Skarphéðinsson 2002. Vistgerðir á fjörum hálendissvæðum. NÍ-02006. 246 bls.
- Kolbeinn Árnason og Ingvar Matthíasson 2009. CORINE landgerðaflokkun. Vorráðstefna ArcÍS (Samtök notenda ESRI-hugbúnaðar á Íslandi), 3. apríl, Norræna húsið í Reykjavík.
- Sigurður H. Magnússon, Borgþór Magnússon, Erling Ólafsson, Guðmundur Guðjónsson, Guðmundur A. Guðmundsson, Hörður Kristinsson, Kristbjörn Egilsson, Kristinn H. Skarphéðinsson, Starri Heiðmarsson og Jón Gunnar Ottósson 2009. Vistgerðir á miðhálandi Íslands. Flokkun, lýsing og verndargildi. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-09008. 174 bls.
- Smith, P.G.R. og Theberge, J.B. 1986. A review of criteria for evaluating natural areas. *Environmental Management*, 10: 715–734.
- Sveinbjörn Björnsson 2006. Orkugeta jarðhita. Í Orkuþing 2006: Orkan og samfélagið – vistvæn lífsgæði. Samorka, bls. 332-342.
- Umhverfissráðuneytið 2008. <http://www.umhverfissraduneyti.is/frettir/nr/1102>. [Skoðað 22.5.2008.]
- United Nations Environment Programme (UNEP) 1992. *Convention on Biological Diversity*.
- Umhverfisstofnun 2003. Náttúruverndaráætlun 2004–2008, Aðferðafræði. Tillögur Umhverfisstofnunar um friðlýsingar. Umhverfisstofnun, Reykjavík, 100 bls.
- Usher, M.B. 1986. *Wildlife conservation evaluation: attributes, criteria and values*. Í: Usher M.B. (ritstj.), *Wildlife conservation evaluation*. Chapman and Hall, London, bls. 3–44.
- Verkefnisstjórn um gerð rammaáætlunar um nýtingu vatnsafls og jarðvarma, Tilraunamat á 15 virkjunarkostum í vatnsafl, apríl 2002.

9 VIÐAUKAR

1. viðauki A. Jarðhitategundir (JH) og tegundir háplantna með hátt verndargildi á háhitasvæðum og undirsvæðum. Tegundir á valista eru merktar með stjörnu.

	Blátoppa*	Blóðkollur	Dvergtungljurt	Finningsstör	Fjallalójurt	Flóajurt*	Fuglaertur	Giljaflækja*	Grámygla	Hnotsörvi	Keilutungljurt*	Klettaburkni*	Laugadepla*	Línstör	Loðgresi	Mánajurt	Naðurtunga*	Renglutungljurt	Skógfjóra	Snækobbi	Tunguskollakambur*	Varmadepla	Vatnalaukur	Vatnsnaflí	Samtals
					JH			JH			JH					JH	JH			JH	JH		JH		
Verndargildi	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	9	8	7	7	8	8	7	7	7	10		8	8		
Reykjanes					1			1									1	1						4	
Svartsengi-Eldvörp								1									1	1						3	
Krýsuvík	1									1		1					1	1	1		1	1	1	9	
- Seltún										1		1					1		1				1	5	
- Austurengjar										1		1												2	
- Trölladyngja																	1				1	1		3	
- Sandfell																								0	
Brennisteinsfjöll																								0	
Hengill		1			1		1	1	1	1		1					1					1		8	
- Hverahlíð																								0	
- Helligheiði									1			1					1							3	
- Grænidalur		1			1		1	1	1	1		1					1				1			8	
- Ólkelduháls								1				1					1							3	
- Bitra																								0	
- Nesjavellir																								0	
Geysir					1	1		1			1		1	1		1							1	7	
Kerlingarfjöll																								0	
- Hverabotn																								0	
- Hveradalir																								0	
- Efri-Hverabotnar																								0	
Hveravellir										1							1							2	
Köldukíslarbotnar																								0	
Torfajökull									1			1					1							3	
- Blautakvísl									1			1					1							2	
- Vestur Reykjadalir									1								1							3	
- Austur Reykjadalir									1								1							3	
- Jökultungur																	1							1	
- Kaldaklof																	1							1	
- Landmannalaugar									1			1				1	1							5	
Vonarskarð									1								1							2	
Kverkfjöll																								0	
Askja					1												1		1					3	
Fremrinámar																	1							1	
Kröflusvæði					1												1	1						3	
- Krafla																	1	1						2	
- Leirhnjúkur																	1	1						3	
Námafjall			1								1		1				1	1						5	
Gjástykki																	1							1	
Peistareykir												1					1							2	

1. viðauki B. Jarðhitategundir (JH) mosa á háhitasvæðum og undirsvæðum. Tegundir á válista eru merktar með stjörnu.

	Bikarmosi*	Blikmosi*	Dvergrandi*	Engjaflos*	Hveraburst*	Hverarindill*	Hveraseti*	Hærburst*	Klettavendill*	Laugaburst	Laugahnappur*	Lauganistill	Laugarandi*	Laugarindill	Laugaseti*	Laugaskrúð	Laugaslyðra	Laugavendill	Lækjafjöður*	Skurðhökull*	Slæðumosi	Stigmosi*	Ylhnokki*	Samtals
					JH	JH	JH	JH	JH	JH	JH	JH	JH	JH	JH	JH	JH	JH	JH	JH	JH	JH	JH	
Reykjanes					1	1	1	1	1						1	1	1				1			9
Svartsengi-Eldvörp							1									1		1			1			4
Krýsuvík	1															1	1				1			4
- Seltún																1	1							2
- Austurengjar																	1							1
- Trölladyngja																								0
- Sandfell																								0
Brennisteinsfjöll							1	1	1							1	1	1			1			7
Hengill		1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1			14
- Hverahlíð																	1							1
- Hellisheiði					1		1			1	1					1	1	1			1			8
- Grænidalur		1	1		1		1		1	1						1	1	1	1		1			11
- Ölkelduháls						1					1	1				1	1	1			1			7
- Bitra												1	1											0
- Nesjavellir																								0
Geysir										1						1	1	1			1		1	6
Kerlingarfjöll																	1							1
- Hverabotn																	1							1
- Hveradalir																	1							1
- Efri-Hverabotnar																								0
Hveravellir											1		1			1	1	1			1	1		7
Köldukíslarbotnar												1					1							2
Torfajökull				1		1					1	1		1	1	1	1	1			1			9
- Blautakvísl																	1	1						2
- Vestur Reykjadalir																1	1	1						3
- Austur Reykjadalir						1										1	1	1			1			5
- Jökultungur																	1	1						2
- Kaldaklöf																	1	1						2
- Landmannalaugar				1	1	1	1				1	1		1	1	1	1	1			1			11
Vonarskarð																	1	1						2
Kverkfjöll																								0
Askja			1									1	1			1	1				1			6
Fremrinámar																1	1							2
Kröflusvæði												1				1	1	1				1		5
- Krafla																1	1	1						3
- Leirhnjúkur												1				1	1	1				1		5
Námafjall							1			1	1					1	1	1			1			7
Gjástykki							1									1	1		1					4
Þeistareykir											1						1							2

1. viðauki C. Fléttur með hátt verndargildi á háhitasvæðum og undirsvæðum. Tegundir á valista eru merktar með stjörnu.

	Catolochia wahlenbergii	Goskrókar	Hamranafli*	Hraufugláma	Hreisturbikar*	Koerberiella wimmeriana	Peltigera lyngei	Phaeorrhiza nimbosa*	Protothelarella petri	Rhizocarpon frigidum	Setrla	Stjörnugráma	Strípamóra*	Svarðskjóða*	Samtals
Verndargildi	8	10	9	7	8	8	8	6	8	8	8	7	9	7	
Reykjanes															0
Svartsengi-Eldvörp															0
Krýsuvík		1													1
- Seltún															0
- Austurengjar															0
- Trölladyngja															0
- Sandfell															0
Brennisteinsfjöll					1										1
Hengill						1		1			1				3
- Hverahlíð															0
- Hellisheiði															0
- Grænidalur											1			1	
- Ölkelduháls														0	
- Bitra														0	
- Nesjavellir														0	
Geysir															0
Kerlingarfjöll			1										1		2
- Hverabotn															0
- Hveradalir			1											1	
- Efri-Hverabotnar														0	
Hveravellir	1														1
Köldukíslarbotnar															0
Torfajökull				1			1		1						3
- Blautakvísl															0
- Vestur Reykjadalir															0
- Austur Reykjadalir															0
- Jökultungur															0
- Kaldaklof							1								1
- Landmannalaugar				1											1
Vonarskarð															0
Kverkfjöll															0
Askja															0
Fremrinámar															0
Kröflusvæði												1			1
- Krafla												1			1
- Leirhnjúkur															0
Námafjall															0
Gjástykki															0
Peistareykir								1		1					2

1. viðauki D. Hveragróðurfélög á háhitasvæðum og undirsvæðum. Hveragróður var ekki rannsakaður á öllum undirsvæðum.

	Hveramoslendi				Hvera-graslendi		Hveravotlendi			Landgerð		
	Mosar, blóðberg, skriðlíngresi	Mosar, blóðberg, aðrir smárunnar	Mosar, grös, grasvíðir	Mosar, grös, mýrfjóla	Grös, tágamura, blákolla	Grös, blóðberg, aðrir smárunnar,	Mosar, skriðlíngresi, mýradúnurt	Mosar, laugasef, mýradúnurt	Mýrastör, klóffá, laugasef	Hveraleir	Hverahrúður	Hraun með útfellingum
Reykjanes	x	x								x		
Svartsengi-Eldvörp	x	x			x					x		
Krýsuvík								x		x		
- Seltún								x		x		
- Austurengjar								x		x		
- Trölladyngja*												
- Sandfell*												
Brennisteinsfjöll*												
Hengill	x	x			x	x	x	x		x		
- Hverahlíð*												
- Helligheiði	x	x				x	x	x		x		
- Grænidalur	x				x		x	x		x		
- Ölkelduháls	x	x				x				x		
- Bitra*												
- Nesjavellir*												
Geysir	x				x		x	x		x	x	
Kerlingarfjöll								x		x		
- Hverabotn								x		x		
- Hveradalir								x		x		
- Efri-Hverabotnar*												
Hveravellir	x					x		x		x	x	
Köldukíslarbotnar*												
Torfajökull		x	x	x			x	x	x	x		
- Blautakvísl			x	x				x		x		
- Vestur Reykjadalir			x	x				x	x	x		
- Austur Reykjadalir			x	x				x	x	x		
- Jökultungur								x		x		
- Kaldaklof			x	x				x		x		
- Landmannalaugar		x		x			x	x	x	x		
Vonarskarð			x	x				x		x		
Kverkfjöll										x		
Askja			x							x		
Fremrinámar										x		x
Kröflusvæði	x	x				x	x			x		
-Krafla						x				x		
-Leirhnjúkur	x	x				x				x		x
Námafjall		x								x		x
Gjástykki		x				x						x
Þeistareykir						x				x		

* Svæði ekki rannsökuð

2. viðauki. Einkunnagjöf fyrir öll viðföng og viðmið. Taflan sýnir verndargildi 18 háhitasvæða og undirsvæða þeirra.

Viðfang	Jarðfræði					Jarðhitaummerki					
	Viðmið	Fágæti	Fjölbreytileiki	Rasknæmi	Heild, upprunaleiki	Samanlagt	Fágæti	Fjölbreytileiki	Rasknæmi	Heild, upprunaleiki	Samanlagt
Reykjanes	6	3	10	3	22	6	6	3	3	18	10
Svartsengi-Eldvörp	6	3	10	1	20	1	1	3	1	6	1
Krýsuvík	6	6	6	3	21	6	6	3	1	16	3
- Sandfell	3	1	10	1	15	1	1	3	1	6	1
- Seltún	3	6	3	3	15	3	6	3	6	18	3
- Trölladyngja	3	6	6	3	18	3	3	3	1	10	1
- Austurengjar	6	3	3	3	15	3	3	3	6	15	1
Brennisteinsfjöll	3	3	10	10	26	1	1	3	1	6	6
Hengill	10	10	6	3	29	10	10	6	3	29	3
- Hverahlíð	3	3	6	1	13	1	3	3	1	8	1
- Hellisheiði	6	6	6	1	19	6	6	3	3	18	1
- Ölkelduháls	6	6	3	6	21	6	6	6	6	24	6
- Nesjavellir	3	6	6	3	18	3	6	3	1	13	1
- Bitra	3	6	3	1	13	6	6	6	1	19	3
- Grændalur	6	6	3	3	18	10	10	10	3	33	3
Geysir	1	3	3	1	8	6	3	10	6	25	10
Kerlingarfjöll	3	10	6	10	29	6	6	3	10	25	3
- Hveradalir	3	6	6	6	21	6	6	3	10	25	3
- Efri-Hveradalir	3	6	6	6	21	3	3	3	6	15	1
- Hverabotn	1	3	6	6	16	3	3	3	10	19	3
Hveravellir	3	3	3	1	10	6	6	10	10	32	6
Köldukvíslarbotnar	3	3	6	1	13	1	3	3	1	8	1
Torfajökull	10	10	6	10	36	10	10	6	10	36	10
- Blautakvísl	6	6	6	1	19	1	3	6	1	11	1
- Vestur Reykjadalir	6	6	10	6	28	6	6	6	6	24	3
- Austur Reykjadalir	10	10	10	10	40	10	6	6	10	32	6
- Jökultungur	3	6	3	3	15	3	3	6	3	15	1
- Kaldaklof	1	6	3	10	20	6	6	6	6	24	3
- Landmannalaugar	6	6	6	6	24	6	6	6	3	21	10
Vonarskarð	6	10	6	10	32	10	10	6	6	32	3
Kverkfjöll	3	10	3	10	26	6	6	6	10	28	6
Askja	10	10	10	10	40	6	6	3	6	21	10
Fremrinámar	6	3	10	6	25	6	3	3	6	18	6
Kröflusvæði	6	10	6	6	28	6	10	3	3	22	10
- Krafla	6	10	3	3	22	3	10	3	3	19	6
- Leirhnjúkur	3	3	10	10	26	3	3	3	6	15	10
Námafjall	6	6	10	3	25	6	3	3	6	18	6
Gjástykki	3	3	10	10	26	1	1	3	1	6	10
Peistareykir	6	6	6	3	21	6	6	3	6	21	3
Meðaleinkunn	5	6	6	5	22	5	5	4	5	19	5
Meðaltal - án undirsvæða	7,7	8,5	9,3	8,1	26	7,8	7,7	6,9	7,3	22	9,7
Samtals	187	229	245	193	854	205	215	174	183	751	199

Viðfang	Lífriki: Tegundir lífvera							Lífriki: Gróður							
	Viðmið	Fágæti, plöntur	Fágæti, fuglar	Fjölbreytileiki, plöntur	Fjölbreytileiki, tegundaauðgi fugla	Alþjóðleg ábyrgð, fuglar	Sérstök vernd, alþjóðleg ábyrgð	<i>Samanlagt</i>	Fágæti hveragróðurfélaga	Fjölbreytileiki hveragróðurfélaga	Fjölbreytileiki gróðurfélaga og landgerða	Heild og upprunaleiki gróðurs	Rasknæmi	Sérstök vernd, alþjóðleg ábyrgð	<i>Samanlagt</i>
Reykjanes		6	6	3	10	10	1	36	3	3	3	3	10	1	23
Svartsengi-Eldvörp		3	3	3	6	1	1	17	3	3	3	6	6	1	22
Krýsuvík		6	6	10	10	1	1	34	1	1	10	6	3	3	24
- Sandfell		1	1	3	1	1	1	8	1	1	1	10	6	1	20
- Seltún		3	6	6	10	1	1	27	1	1	3	3	3	3	14
- Trölladyngja		3	3	3	3	1	1	14	1	1	3	6	3	1	15
- Austurengjar		1	3	3	6	1	1	15	1	1	3	3	3	3	14
Brennisteinsfjöll		3	3	3	1	1	1	12	1	1	3	10	6	1	22
Hengill		10	6	10	10	1	1	38	10	10	10	6	6	3	45
- Hverahlíð		1	3	3	1	1	1	10	6	6	3	6	6	1	28
- Hellisheiði		6	3	6	3	1	1	20	10	10	10	6	6	3	45
- Ölkelduháls		3	6	6	3	1	1	20	6	6	6	6	6	3	33
- Nesjavellir		1	6	3	3	1	1	15	6	6	3	6	3	1	25
- Bitra		3	3	6	3	1	1	17	6	6	3	6	3	3	27
- Grændalur		10	3	10	6	1	1	31	10	6	6	6	6	6	40
Geysir		6	3	6	10	1	1	27	10	6	3	3	3	3	28
Kerlingarfjöll		3	3	3	1	1	1	12	1	1	3	6	6	3	20
- Hveradalir		3	3	3	1	1	1	12	1	1	1	6	6	3	18
- Efri-Hveradalir		3	1	3	1	1	1	10	1	1	1	6	3	1	13
- Hverabotn		1	1	1	1	1	1	6	1	1	1	6	3	1	13
Hveravellir		3	3	6	6	1	1	20	3	3	3	3	6	3	21
Köldukvíslarbotnar		1	1	3	1	1	1	8	1	1	1	1	1	1	6
Torfajökull		10	6	10	6	1	1	34	10	10	10	6	10	3	49
- Blautakvísl		1	3	3	1	1	1	10	3	3	6	10	3	1	26
- Vestur Reykjadalir		3	3	3	1	1	10	21	6	6	6	6	10	1	35
- Austur Reykjadalir		3	3	3	1	1	10	21	6	6	6	6	10	6	40
- Jökultungur		1	3	1	1	1	1	8	1	1	3	10	3	1	19
- Kaldaklof		3	3	3	1	1	1	12	3	3	3	10	3	1	23
- Landmannalaugar		10	3	6	3	1	10	33	10	10	6	6	6	3	41
Vonarskarð		1	3	3	1	1	1	10	3	3	3	10	6	3	28
Kverkfjöll		1	1	1	1	1	1	6	1	1	1	10	1	1	15
Askja		3	3	1	1	1	1	10	1	1	1	10	1	1	15
Fremrinámar		1	1	1	1	1	1	6	1	1	1	10	1	1	15
Kröflusvæði		6	6	6	3	1	1	23	6	6	10	6	6	3	37
- Krafla		3	6	6	3	1	1	20	3	3	10	6	6	3	31
- Leirhnjúkur		3	3	1	1	1	1	10	3	3	3	6	6	3	24
Námafjall		6	10	3	10	1	10	40	1	1	3	3	6	6	20
Gjástykki		3	6	1	3	1	1	15	1	3	1	6	3	1	15
Þeistareykir		3	6	6	3	1	1	20	1	1	6	6	6	1	21
Meðaleinkunn		4	4	4	4	1	2	18	4	4	4	6	5	2	25
Meðaltal - án undirsvæða		6,6	6,5	6,7	7,1	4,1	4,1	21,9	5,8	5,7	6,4	8,4	7,1	5	25,1
Samtals		141	145	161	138	48	81	708	153	147	162	262	191	95	970

Viðfang	Landslag/stök		Viðerni			Efnahagur, útvíst, upplýsingagildi				Alls	Hámarks vernd
	Viðmið	Sjónrænt gildi <i>Samanlagt</i>	Fágæti	Stærð, heild, upprunaleiki	<i>Samanlagt</i>	Efnahagur	Upplýsingagildi	Útvíst	<i>Samanlagt</i>		
Reykjanes	6	6	1	1	2	6	10	3	19	136	1
Svartsengi-Eldvörp	3	3	1	1	2	10	6	3	19	90	
Krýsuvík	6	6	1	1	2	6	6	6	18	124	
- Sandfell	3	3	1	1	2	1	1	1	3	58	
- Seltún	6	6	1	1	2	6	6	6	18	103	
- Trölladyngja	6	6	1	1	2	1	3	6	10	76	
- Austurengjar	3	3	3	1	4	1	3	3	7	74	
Brennisteinsfjöll	10	10	10	6	16	3	6	10	19	117	1
Hengill	6	6	1	1	2	6	6	6	18	170	
- Hverahlíð	3	3	1	1	2	1	1	1	3	68	
- Hellisheiði	3	3	1	1	2	3	6	6	15	123	
- Ölkelduháls	6	6	1	1	2	6	6	10	22	134	
- Nesjavellir	3	3	1	1	2	6	6	3	15	92	
- Bitra	6	6	1	1	2	1	3	3	7	94	
- Grændalur	6	6	1	1	2	10	10	10	30	163	1
Geysir	6	6	1	1	2	10	10	3	23	129	1
Kerlingarfjöll	10	10	6	6	12	6	10	10	26	137	
- Hveradalir	10	10	6	6	12	6	6	10	22	123	
- Efri-Hveradalir	10	10	10	10	20	1	6	6	13	103	
- Hverabotn	10	10	10	10	20	1	6	3	10	97	
Hveravellir	6	6	1	1	2	10	10	6	26	123	
Köldukvíslarbotnar	3	3	1	1	2	1	1	1	3	44	
Torfajökull	10	10	6	10	16	10	10	10	30	221	1
- Blautakvísl	6	6	6	6	12	1	3	3	7	92	
- Vestur Reykjadalir	10	10	6	6	12	6	6	6	18	151	
- Austur Reykjadalir	10	10	6	6	12	10	10	10	30	191	
- Jökultungur	10	10	10	10	20	10	6	10	26	114	
- Kaldaklof	10	10	10	10	20	1	6	6	13	125	
- Landmannalaugar	10	10	3	3	6	10	10	10	30	175	1
Vonarskarð	6	6	10	10	20	1	6	6	13	144	
Kverkfjöll	10	10	10	10	20	6	6	10	22	133	
Askja	10	10	6	6	12	10	10	10	30	148	1
Fremrinámar	6	6	10	10	20	1	3	3	7	103	
Kröflusvæði	6	6	1	1	2	10	10	6	26	154	1
- Krafla	6	6	1	1	2	6	10	3	19	125	
- Leirhnjúkur	10	10	1	1	2	10	10	10	30	127	1
Námafjall	6	6	1	1	2	10	10	6	26	143	
Gjástykki	10	10	6	6	12	3	10	6	19	113	1
Peistareykir	6	6	1	1	2	6	6	6	18	112	
Meðaleinkunn	7	7	4	4	8	5	7	6	18	112	
Meðaltal - án undirsvæða	9,3	9,3	6,7	6,67	11	8,7	9,8	8,4	22	131,4	
Samtals	273	273	155	153	308	213	260	237	710	4773	

3. viðauki. Jarðminjar sem talið er að eigi að njóta „hámarks verndar“ á alþjóðlegan mælikvarða og á landsvísu.

Nafn	Fjöldi reita	Gildi	Ástæða	Alþjóðleg ábyrgð og undur
Reykjanes	1	***	Miðatlantshafshryggurinn, saltur goshver (óvirkur)	A
Svartsengi	2			D
Krýsuvík	4	*	Sprengigígar	C
- Seltún	1	*	Sprengigígar	C
- Austurengjar	1			D
- Trölladyngja	1			D
- Sandfell	1			D
Brennisteinsfjöll	1	**	Gosrein án megineldstöðvar	B
Hengill	14	*	Kolsýruhverasvæði	C
- Hverahlíð	1			D
- Hellisheiði	3			D
- Nesjavellir	1			D
- Bitra	2	*	Kolsýruhverasvæði	C
- Ölkelduháls	2	**	Varmá með villibaði, kolsýrusprengigígar, kolsýruhverasvæði	B
- Grændalur	5	*	Kolsýruhverasvæði	C
Geysir	1	***	Geysir, aðrir goshverir	A
Hveravellir	1	**	Hrúðurbreiða og kísilhverir	B
Kerlingarfjöll	4	*	Líparítstapar, miklar ummyndunarbreyður (leir)	C
- Hverabotn	1	*	Hæsti mældi hiti í hver á Íslandi	C
- Hveradalir	2	*	Miklar ummyndunarbreyður	C
- Efri-Hveradalir	1			D
Torfajökull	21	***	Soðpönnusvæði, líparítstapar, líparíteldfjall	A
- Blautakvísl	1			D
- Vestur Reykjadalir	2	*	Hrafninnuhraun (landnámslagið)	C
- Austur Reykjadalir	6	**	Hrafninnusker (Hrafninna), gufuhverir og soðstapar	B
- Jökultungur	1			D
- Kaldaklof	5	*	Mjög gilskorið og ummyndað líparít	C
- Landmannalaugar	4	***	Laugahraun (líparít), Námshraun (blandhraun) og tengsl við Veiðivötn, Bláhnúkur (líparítmyndun í jökli)	A
Köldukvíslarbotnar	1			D
Vonarskarð	4	*	Kolsýruhverasvæði	C
Kverkfjöll	2	**	Bólstrabergshryggir, soðpönnusvæði, hverir í jökli	B
Askja	4	***	Ummerki gossins 1875, plínískt gos, askja, flikrubergr	A
Fremrinámar	1	**	Brennisteinsþúfur, foksandur	B
Námafjall	2	**	Hverarönd, litríkt leirsvæði, miklar brennisteinsþúfur, Grjótagjá (böð)	B
Kröflusvæði	3			A
- Krafla	2	**	Hrafninnuhryggur, Víti	B
- Leirhnjúkur	1	***	Kröflueldar, Mývatnseldar	A
Gjástykki	1	***	Kröflueldar	A
Peistareykir	2	*	Hitur, leirhverasvæði	C

*** Hámarks vernd