

## Formáli

Markmið *Rammaáætlunar um vernd og nýtingu náttúrusvæða með áherslu á vatnsafl og jarðhitasvæði* er að skapa forsendur fyrir sátt um vernd og nýtingu náttúrusvæða. Í áætluninni skal leggja mat á og flokka virkjunarkosti, jafnt vatnsafls og háhita og áhrif þeirra á náttúrufar og menningarminjar, meðal annars með tilliti til orkugetu, hagkvæmni og annars þjóðhagslegs gildis, samhliða því að skilgreina og meta áhrif á hagsmuni allra þeirra sem nýtt geta þessi sömu gæði.

Í þessari skýrslu og fylgigögnum á vefsíðu rammaáætlunar er að finna kynningu á þeim virkjunarkostum/svæðum sem til umfjöllunar eru ásamt lýsingu á starfi, aðferðafræði og niðurstöðum fjögurra faghópa sem metið hafa þessi svæði og virkjunarkosti, hver á sínu sérsviði. Nú er leitað eftir athugasemdum og ábendingum um þessar niðurstöður faghópanna.

Niðurstöður faghópa eru ekki lokaniðurstæða 2. áfanga rammaáætlunar. Að loknu umsóknarferlinu mun verkefnisstjórn nýta niðurstöður faghópanna og hafa umsagnir til hliðsjónar við að setja saman heildarniðurstöður áætlunarinnar og senda þær stjórnvöldum.

Þessi skýrsla hefur verið prentuð í takmörkuðu upplagi og verða prentuð eintök fyrst og fremst send þeim aðilum er sótt hafa kynningar og/eða samráðsfundi með verkefnisstjórn rammaáætlunar. Skýrslan mun einnig, ásamt margskonar ítarefni, liggja frammi á vefsíðu rammaáætlunar, [www.rammaaaetlun.is](http://www.rammaaaetlun.is), og er öðrum þeim sem vilja kynna sér niðurstöðurnar beint þangað.

Öllum er heimilt að senda inn umsögn um niðurstöður faghópanna, en **tímafrestur til þess er til 19. apríl nk**. Umsagnir skal senda inn í tölvupósti á netfangið [umsogn@rammaaetlun.is](mailto:umsogn@rammaaetlun.is) en einnig má senda skriflegar umsagnir á póstfangið: Rammaáætlun, c/o Orkuáætlun, Grensásvegi 9, 108 Reykjavík. Fyrirspurnir má senda á sama netfang.

Á meðan á kynningar/umsagnarferlinu stendur efnir verkefnisstjórn 2. áfanga rammaáætlunar til kynningarfunda víða um land. Fundirnir verða sérstaklega auglýstir í fjölmiðlum.

Svanfríður Jónasdóttir  
Formaður verkefnisstjórnar

Texta þessarar skýrslu og ítarefni vegna starfs faghópa er að finna á vefsíðu rammaáætlunar, [www.rammaaaetlun.is](http://www.rammaaaetlun.is).



## Efnisyfirlit

<b>1. Inngangur og kynning</b> .....	1
1.1 Aðdragandi .....	1
1.2 Fyrsti áfangi rammaáætlunar .....	1
1.3 Undirbúningur að 2. áfanga rammaáætlunar .....	2
1.4 Annar áfangi rammaáætlunar .....	3
1.5 Lögformleg staða rammaáætlunar .....	4
1.6 Opið umsagnarferli um niðurstöður faghópa .....	5
1.7 Kynning og samráð .....	5
1.8 Kostnaður .....	5
1.9 Heimildir og gögn .....	7
<b>2. Virkjunarkostir 2. áfanga</b> .....	8
2.1 Orkukostir og orkunotkun .....	8
2.2 Virkjunarkostir til mats .....	9
2.3 Skýringar við töflur yfir virkjunarkosti 2. áfanga rammaáætlunar .....	11
<b>3. Niðurstöður faghóps I</b> .....	14
3.1 Aðferðir og rökstuðningur .....	14
3.2 Verðmætamat og röðun svæða og virkjunarkosta .....	21
<b>4. Niðurstöður faghóps II</b> .....	26
4.1 Aðferðir og rökstuðningur .....	26
4.1.1 Veiðihlunnindi .....	27
4.1.2 Beitarhlunnindi og aðrar landnytjar .....	28
4.1.3 Ferðamennska og útivist .....	30
4.2 Verðmætamat, og röðun svæða og virkjunarkosta vegna hagsmuna hlunninda .....	40
<b>5. Niðurstöður faghópa III og IV</b> .....	48
5.1 Aðferðir og rökstuðningur faghóps III .....	48
5.2 Röðun faghóps III á virkjunarkostum .....	55
5.3 Aðferðir og rökstuðningur faghóps IV .....	59
5.4 Röðun faghóps IV á virkjunarkostum .....	64
5.5 Samþattuð röðun faghópa III og IV .....	64
<b>6. Samanburður á niðurstöðum faghópa</b> .....	69



# 1. Inngangur

## 1.1 Aðdragandi

Vinna að gerð rammaáætlunar um nýtingu vatnsafls og jarðvarma á rætur sínar í markmiðum um sjálfbæra þróun. Árið 1993 skipaði þáverandi umhverfisráðherra starfshóp um umhverfismál, iðnþróun og orkumál. Honum var falið að skilgreina sjálfbæra þróun í þessum málaflokkum og setja markmið til skemmri tíma. Jafnframt var honum falið að gera framkvæmdaáætlun í umhverfis- og þróunarmálum til aldamóta. Starfshópurinn skilaði álitinu sínu í mars 1995. Þar var lagt til að unnin yrði rammaáætlun til langs tíma um nýtingu vatnsafls í samræmi við samhæfða stefnu í umhverfis-, orku-, iðnaðar- og efnahagsmálum. Þessi starfshópur var einn af sjö en hinir tóku á samsvarandi hátt fyrir aðra málaflokka. Í árslok 1995 setti umhverfisráðherra á fót starfshóp sem fékk það verkefni að setja saman drög að framkvæmdaáætlun sem yrði samþykkt af ríkisstjórn og byggð á skýrslum hópanna sjö. Niðurstaðan var lögð fyrir Umhverfisþing 1996 þar sem hún var rædd og farið yfir athugasemdir. Að teknu tilliti til þeirra var samin framkvæmdaáætlun sem samþykkt var í ríkisstjórn 1997 og nefnd „Sjálfbær þróun í íslensku samfélagi. Framkvæmdaáætlun til aldamóta.” Í áætluninni segir m.a. að iðnaðarráðherra skuli í samráði við umhverfisráðherra láta gera rammaáætlun til langs tíma um nýtingu vatnsafls og jarðvarma. Markmið áætlunarinnar skyldi vera að leggja mat á og flokka virkjunarkosti, jafnt í vatnsaflum sem háhita, m.a. með tilliti til orkugetu, hagkvæmni og annars þjóðhagslegs gildis, samhliða því að skilgreina, meta og flokka áhrif þeirra á náttúruferla, náttúru- og menningarminjar sem og á hagsmunum allra þeirra sem nýta þessi sömu gæði.

## 1.2 1. áfangi rammaáætlunar

Árið 1999 skipaði iðnaðarráðherra í samráði við umhverfisráðherra sérstaka verkefnisstjórn til að vinna að gerð rammaáætlunarinnar. Formaður hennar var Sveinbjörn Björnsson, fyrrverandi háskólarektor, en aðrir stjórnarmenn:

Einar Bollason, framkvæmdastjóri.

Guðríður Þorvarðardóttir, landfræðingur, Náttúruvernd ríkisins.

Guðrún Zoëga, verkfræðingur.

Haukur Jóhannesson, forseti Ferðafélags Íslands, formaður faghóps II.

Helgi Bjarnason, verkfræðingur, síðar skrifstofustjóri í iðnaðarráðuneytinu.

Ingimar Sigurðsson, skrifstofustjóri í umhverfisráðuneytinu.

Jón Helgason, formaður Landverndar.

Jón Ingimarsson, skrifstofustjóri í iðnaðarráðuneytinu (þar til í febrúar 2000).

Jón Gunnar Ottósson, forstjóri, Náttúrufræðistofnun Íslands.

Jónas Elíasson, prófessor í umhverfis- og byggingarverkfræði.

Sigurður Guðmundsson, skipulagsfræðingur, Þjóðhagsstofnun, form. faghóps III.

Vilborg Gunnarsdóttir, bæjarfulltrúi á Akureyri (frá febrúar 2000).

Þorkell Helgason, orkumálastjóri, formaður faghóps IV.

Þorsteinn Tómasson, forstjóri Rannsóknastofnunar landbúnaðarins (frá júní 2000).

Þorvaldur Jóhannesson, framkvæmdastjóri Samtaka sveitarfélaga á Austurlandi.

Þóra Ellen Þórhallsdóttir, prófessor í grasfræði, formaður faghóps I.

Í febrúar 2000 hvarf Jón Ingimarsson til starfa á öðrum vettvangi. Helgi Bjarnason tók þá við starfi hans hjá iðnaðarráðuneytinu og sæti hans í verkefnisstjórn en í sæti Helga var skipaður Þorsteinn Tómasson.

Verkefnisstjórnin starfaði samkvæmt verklýsingu iðnaðarráðherra í greinargerðinni „Maður – nýting – náttúra” frá 8. mars 1999. Hlutverk verkefnisstjórnarinnar var að hafa með höndum heildarstjórn við mótun áætlunarinnar og skipulag við framkvæmd hennar og beina hinni faglegu vinnu í réttan farveg og standa jafnframt að samráði og kynningu með skipulegum hætti. Á það var lögð áhersla að það ætti að vera hlutverk viðkomandi stofnana, einkum Orkustofnunar og Náttúrufræðistofnunar Íslands, að standa fyrir rannsóknum vegna viðfangsefnisins og veita verkefnisstjórninni öflugan faglegan bakgrunn. Þar yrði Orkustofnun bakhjarl verkefnisstjórnarinnar á sviði orkumála og Náttúrufræðistofnun Íslands ásamt Náttúruvernd ríkisins í málum sem varða náttúrufar og mat á verndargildi.

Settur var upp sérstakur samráðs- og ráðgjafarvettvangur sem stjórnvöld fólu Landvernd að standa að. Efnt var til fjölda almennra funda þar sem fram fór almenn kynning á verkefninu og kynning á einstaka álitamálum, s.s. um aðferðafræði, efnahagslegt mat á náttúrunni, siðfræðileg efni og mat á landslagi. Þá voru einnig haldnir margir fundir með stofnunum og hagsmunaaðilum, sett upp vefsíða og kynningarbæklingar og annað efni gefið út.

Verkefnisstjórnin fjallaði um þörf á gagnaöflun og rannsóknum og gerði tillögur í því efni til iðnaðarráðuneytisins. Fagleg vinna fór fram í fjórum hópum sem skipaðir voru sérfræðingum á viðkomandi sviðum. Faghópur I fjallaði um náttúru og menningarminjar, faghópur II um útivist og hlunnindi, faghópur III um þjóðhagsmál, atvinnulíf og byggðaðróun og faghópur IV um nýtingu orkulinda. Verkefnisstjórnin mótaði aðferðafræði og vinnureglur á grundvelli tillagna faghópanna. Faghóparnir fóru svo yfir gögn um virkjunarkosti og mátu og skiluðu niðurstöðum til verkefnisstjórnarinnar. Í kjölfarið vann verkefnisstjórnin úr niðurstöðum faghópanna.

Vinnu við 1. áfanga rammaáætlunarinnar lauk í nóvember 2003 með skýrslu verkefnisstjórnar um niðurstöður áfangans. Þar voru teknir fyrir 19 vatnsorkukostir og 24 jarðhitakostir. Af þessum virkjunarkostum höfðu 8 þegar verið heimilaðir. Sérstök áhersla var lögð á vatnsaflsvirkjanir í jökulám á hálendinu og jarðhitavirkjanir nærri byggð auk Torfajökulsvæðisins. Virkjunarkostirnir voru flokkaðir í fimm flokka (a-e) eftir umhverfisáhrifum, aðra fimm eftir heildarhagnaði og fimm eftir arðsemi. Um þessa flokkun voru gerðir fyrirvarar vegna takmarkaðra gagna, einkum um umhverfisáhrif, en einnig heildarhagnað og arðsemi. Um nánari lýsingu á verklagi, matsaðferðum og tillögum er vísað til niðurstöðuskýrslunnar (<http://www.rammaaetlun.is/1-afangi/>).

Í skýrslu verkefnisstjórnarinnar var bent á að nokkuð skorti á þekkingu á þeim svæðum sem skýrslan náði til og lagt til að í 2. áfanga rammaáætlunar yrðu gögn sem stuðst var við í 1. áfanga endurbætt eftir þörfum og þróaðar frekar þær aðferðir sem beitt var við matið. Þá þyrfti að undirbúa nýjar virkjunarhugmyndir með rannsóknum og gerð frumáætlana.

### **1.3 Undirbúningur að 2. áfanga rammaáætlunar**

Ný þriggja manna verkefnisstjórn var skipuð í september 2004. Formaður var Sveinbjörn Björnsson eins og í 1. áfanga, en auk hans sátu í stjórninni Helgi Bjarnason skrifstofustjóri iðnaðarráðuneytisins og Ingimar Sigurðsson skrifstofustjóri umhverfisráðuneytisins. Þegar Helgi Bjarnason hætti störfum í iðnaðarráðuneytinu á árinu 2005 tók Guðjón Axel Guðjónsson skrifstofustjóri sæti hans í verkefnisstjórninni. Í skipunarbréfi stjórnarinnar kom fram að hún skyldi undirbúa fleiri virkjunarkosti til mats og bæta gögn eða endurskoða tilhögun ýmissa kosta sem teknir voru fyrir í 1. áfanga. Áhersla var lögð á að fá heildarmat á sem flestum háhitasvæðum. Þá var enn fremur gert ráð fyrir að þörf kynni að vera á að þróa

áfram aðferðir við mat á náttúruvæðum. Verkefnisstjórnin skipaði sér til aðstoðar tvo ráðgjafahópa; öðrum var ætlað að endurskoða aðferðir við mat á landslagi en hinum var falið mat á orkugetu og verndargildi háhitasvæða. Þriggja manna verkefnisstjórnin lauk störfum í maí 2007 og skilaði þá framvinduskýrslu. Í skýrslunni var lýst stöðu gagnaöflunar vorið 2007 og fjallað um verklag og skipan þriðju verkefnisstjórnar og nýrra faghópa til að ljúka 2. áfanga. (<http://www.rammaaetlun.is/2-afangi/>)

#### 1.4 2. áfangi rammaáætlunar

Í september 2007 skipaði iðnaðarráðherra nýja 12 manna verkefnisstjórn til að ljúka 2. áfanga. Svanfríður Jónasdóttir, bæjarstjóri í Dalvíkurbyggð, var skipuð formaður verkefnisstjórnar sameiginlega af iðnaðarráðherra og umhverfisráðherra.

Aðrir í verkefnisstjórninni eru:

Anna Sverrisdóttir, ráðgjafi og formaður faghóps II, tilnefnd af Samtökum ferðaþjónustunnar, tók sæti Eydísar Aðalbjörnsdóttur í ágúst 2008.

Björg Eva Erlendsdóttir, tilnefnd af landbúnaðarráðherra, tók sæti Þorsteins Tómassonar, í febrúar 2010.

Elín R. Líndal, oddviti Húnaþings vestra, tilnefnd af Sambandi íslenskra sveitarfélaga.

Friðrik Dagur Arnarson, framhaldsskólakennari, tilnefndur af náttúruverndarsamtökum, tók sæti í Freysteins Sigurðssonar í verkefnisstjórn í janúar 2009, en Freysteinn lést í árslok 2008.

Guðni A. Jóhannesson, orkumálastjóri, formaður faghóps IV, tilnefndur af Orkustofnun, tók við af Þorkatli Helgasyni þegar hann hætti sem orkumálastjóri.

Hjörleifur B. Kvaran, aðstoðarforstjóri Orkuveitu Reykjavíkur (forstjóri frá október 2008), tilnefndur af Samorku.

Kristín Linda Árnadóttir, forstjóri Umhverfisstofnunar, tilnefnd af Umhverfisstofnun, tók við af Ellý Katrínu Guðmundsdóttur.

Kristín Huld Sigurðardóttir, forstöðumaður Fornleifaverndar ríkisins, tilnefnd af menntamálaráðherra.

Stefán Arnórsson, prófessor við Háskóla Íslands, tilnefndur af iðnaðarráðherra.

Unnur Brá Konráðsdóttir, sveitarstjóri í Rangárbæ eystra (alþingismaður frá apríl 2009), tilnefnd af forsætisráðherra.

Þóra Ellen Þórhallsdóttir, prófessor við Háskóla Íslands, formaður faghóps I, tilnefnd af umhverfisráðherra.

Starfsmaður verkefnisstjórnar hefur verið Tómas Þór Tómasson, sagnfræðingur. Auk hans hafa Kjartan Ólafsson, lektor við Háskólann á Akureyri og formaður faghóps III, og Kristinn Einarsson, yfirverkefnisstjóri Orkustofnunar setið marga fundi verkefnisstjórnar.

Í skipunarbréfi verkefnisstjórnar segir í 1. mgr. „Ríkisstjórnin hefur einsett sér að skapa sátt um vernd og nýtingu náttúrusvæða og leggur því áherslu á að ljúka sem fyrst rannsóknum á verndargildi þeirra og gildi til annarrar nýtingar, með sérstaka áherslu á mat á verndargildi háhitasvæða landsins og flokkun þeirra með tilliti til verndar og orkunýtingar.“ Einnig kemur fram að markmið rammaáætlunar sé „að skapa faglegar forsendur fyrir ákvörðun um vernd og nýtingu náttúrusvæða með áherslu á vatnsafls- og jarðhitasvæði. Í áætluninni skal leggja mat á og flokka virkjunarkosti, jafnt vatnsafls og háhita og áhrif þeirra á náttúruvæðum, náttúru- og menningarminjar, meðal annars með tilliti til orkugetu, hagkvæmni og annars þjóðhagslegs gildis, samhliða því að skilgreina og meta áhrif á hagsmuni allra þeirra sem nýtt geta þessi sömu gæði.“ Hér kveður við aðeins annan tón en í 1. áfanga þar sem fjallað er bæði um vernd og nýtingu en ekki bara nýtingu. Sömuleiðis er talað um náttúrusvæði en ekki bara virkjunarkosti. Faghópar I og II hafa sérstaklega litið þessa við vinnu sína og eftir atvikum

einnig metið svæði. Í samræmi við þessar áherslubreytingar breyttist formlegt heiti áætlunarinnar í „Rammaáætlun um vernd og nýtingu náttúrusvæða með áherslu á vatnsafl og jarðhitasvæði“.

Verkefnisstjórnin setti á laggirnar fjóra faghópa sérfræðinga sem lögðu grundvöll að röðun svæða eftir verðmætum og virkjunarkostum eftir ólíkum hagsmunum. Verksvið faghópanna voru:

- I. Náttúra og menningarminjar
- II. Útivist, ferðaþjónusta og hlunnindi
- III. Efnahagsleg og félagsleg áhrif virkjana
- IV. Virkjunarkostir og hagkvæmni þeirra.

Verksvið faghópanna voru svipuð og í 1. áfanga. Ferðaþjónusta var þó færð frá faghópi III til faghóps II og faghópur III mat fyrst og fremst efnahagsleg áhrif virkjana. Faghóparnir fóru yfir virkjunarkosti sem voru til umfjöllunar í 2. áfanga hver frá sínum sjónarhóli, mátu þá og gerðu tillögur til verkefnisstjórnar.

Alls voru til umfjöllunar 84 kostur, 40 í vatnsafl og 44 í jarðhita. Ekki náðist þó heildarmat á þeim öllum vegna skorts á gögnum. Af þessum kostum voru 11 í vatnsafl og 21 í jarðhita metnir í 1. áfanga, en þeir voru nú endurmetnir í ljósi bættra gagna eða endurskoðaðra hugmynda um tilhögun.

Faghópur I byggði á svipuðum aðferðum og í 1. áfanga. Mat á áhrifum vatnsaflsvirkjana var að mestu miðað við vatnasvið ofan stíflu en meginfarveg fallvatns neðan hennar. Í jarðhita var tekið mið af viðáttu háhitasvæða skv. viðnámsmælingum en einnig horft til landslagsheildar. Aðferðir við mat á landslagi voru þó betur þróaðar en í 1. áfanga og gögn um lífríki, örveruflóru, tegundir lífvera og jarðminjar á háhitasvæðum mun ítarlegri.

Faghópur II beitti nýjum og mun ítarlegri aðferðum í mati á útivistargildi og ferðaþjónustu en í 1. áfanga. Áhrifasvæði voru skilgreind út frá ferðamynstri og ferðaleiðum og virði svæða metið fyrir ferðaþjónustu og áhrif virkjana ásamt raflína á svæðin. Mati á hlunnindum var svipað háttáð og í 1. áfanga.

Faghópur III breytti nálgun sinni nokkuð frá 1. áfanga og í stað þess að reyna að mæla þjóðhagsleg og byggðaleg áhrif á peningalegum kvarða ákvað hópurinn að meta möguleika einstaka virkjunarkosta til að valda breytingum annars vegar í félagsgerð og hins vegar í efnahagsgerð samfélagsins, bæði staðbundin áhrif og áhrif á landsvísu.

Vegna innleiðingar samkeppnisumhverfis á raforkumarkaði með raforkulögum nr. 65/2003 breyttist aðferðafræði faghóps IV frá 1. áfanga þannig að nú var aðeins litið til stofnkostnaðar virkjana en ekki rekstartíma og arðsemi. Hópurinn skilgreindi sex hagkvæmniflokka og orkufyrirtæki röðuðu virkjunarkostum í flokka samkvæmt forskrift frá faghópnum sem tryggði samræmda útreikninga.

Nánari lýsingar á aðferðafræði faghópanna er að finna í sér köflum aftar í þessari skýrslu þar sem formenn faghópanna gera grein fyrir störfum þeirra.

## **1.5. Lögformleg staða rammaáætlunar**

Í stjórnarsáttmálum þeirra ríkisstjórna sem setið hafa á starfstíma verkefnisstjórnar 2. áfanga rammaáætlunar hafa verið ákvæði þess efnis að niðurstöður rammaáætlunar fengju lögformlega stöðu. Vorið 2009 var tekin ákvörðun um að sett yrðu lög um meðferð

rammaáætlunar og jafnframt að niðurstöður verkefnisstjórnar yrðu lagðar fyrir Alþingi í formi þingsályktunartillögu. Við frumvarpssmíðina var gert ráð fyrir því að svæði/virkjunarkostir yrðu flokkaðir í þrjá flokka; nýtingarflokk, biðflokk og verndarflokk. Í verndarflokk falla virkjunakostir sem ekki er talið rétt að ráðast í og landsvæði sem ástæða er til að friðlýsa gagnvart orkuvinnslu. Í nýtingarflokk falla virkjunarkostir sem áætlað er að ráðast megi í að uppfylltum öðrum skilyrðum. Í biðflokk falla virkjunarkostir sem er talið að þurfi frekari upplýsingar um svo meta megi hvort þeir falli í nýtingarflokk eða verndarflokk.

Fyrirhugað er að frumvarpið hljóti umfjöllun og afgreiðslu Alþingis á yfirstandandi þingi.

## **1.6 Opið umsagnarferli um niðurstöður faghópa.**

Verkefnisstjórnin efnir nú til kynningar á niðurstöðum faghópa og leitar eftir athugasemdum við þær. Að þeim fengnum mun verkefnisstjórnin vinna úr niðurstöðum faghópa og athugasemdum og „skila skýrslu til iðnaðarráðherra og umhverfisráðherra með heildarmati og flokkun þeirra kosta sem teknir voru fyrir í 1. og 2. áfanga rammaáætlunar ...“ sbr. skipunarbréf verkefnisstjórnar.

## **1.7 Kynning og samráð**

Verkefnisstjórn 2. áfanga rammaáætlunar hefur lagt ríka áherslu á að leita samráðs við þá fjölmörgu hagsmunaaðila sem láta sig málefnið varða. Efnt hefur verið til fjölmargra samráðsfunda, haldnar kynningar á ýmsum fundum og ráðstefnum og efnt til opinna kynningarfunda. Á vefsíðu rammaáætlunar má finna lista yfir flesta þeirra funda og kynninga.

Til að gera upplýsingar um vinnu verkefnisstjórnar aðgengilegar var opnuð sérstök vefsíða, [www.rammaaaetlun.is](http://www.rammaaaetlun.is). Þar er markmiðum, sögu rammaáætlunar, vinnuferli og framgangi áætlunarinnar gerð skil og auk þess má finna á vefsíðunni fjölbreytt efni og gögn um orkubúskap Íslendinga. Loks liggja á síðunni öll gögn er snerta þetta kynningar- og umsagnarferli um niðurstöður faghópa.

## **1.8 Kostnaður**

Meginhluti kostnaðar við undirbúning rammaáætlunar liggur í undirbúningsrannsóknnum á þeim landsvæðum sem til greina koma vegna virkjana. Sá kostnaður hefur verið greiddur af Orkustofnun og orkufyrirtækjum og er ekki tilgreindur hér. Í töflum sem hér fylgja er hins vegar greint frá kostnaði sem efnt var til vegna áætlunarinnar sjálfrar. Líkt og í almennum undirbúningi felst hann að mestu í rannsóknnum sem gera þurfti til viðbótar fyrri athugunum en tiltölulega lítill hluti var vegna vinnu við matið sjálft. Kostnaður við 1. áfanga rammaáætlunar var birtur í skýrslu verkefnisstjórnar 2003 (sjá töflu 1.1).

Tafla 1.1 Kostnaður verkþátta vegna undirbúnings 1. áfanga rammaáætlunar<sup>1</sup>

Verkþáttur	Orkusjóður þ.kr.	OS þ.kr.	NÍ þ.kr.	LV þ.kr.	OR þ.kr.	Alls þ.kr.
Kortagerð	23.392	2.929		3.150		29.471
Náttúrufar	129.635	15.386	37.800	15.000		197.821
Rennslisgögn	10.417	47.786		500		58.703
Ferðarannsókn	8.215					8.215
Verkfræðiáætlanir	26.005	12.324				38.329
Virkjunarskýrslur	10.350					10.350
Háhitavæði	20.637	37.814	4.200	4.000	4.000	70.651
Fundir verkefnisstjórnar og faghópa	13.653					13.653
Vinna verkefnisstjórnar og faghópa	23.186					23.186
Sérverkefni fyrir verk- efnisstjórn og faghópa	8.934	1.886				10.820
Landvernd, skrifstofu- þjónusta og samráðs- vettvangur	18.502					18.502
Vinna starfsmanna OS		63.561				63.561
<b>Alls skuldbundið</b>	<b>292.926</b>	<b>181.686</b>	<b>42.000</b>	<b>22.650</b>	<b>4.000</b>	<b>543.262</b>
Lokaúrvinnsla og ritun skýrslna um náttúrufar	10.000					
Útgáfa og kynning á niðurstöðum 1. áfanga	2.100					
<b>Kostnaður við 1. áfanga</b>	<b>305.026</b>	<b>181.686</b>	<b>42.000</b>	<b>22.650</b>	<b>4.000</b>	<b>555.362</b>

<sup>1</sup> Í fyrstu tveimur dálkunum er sýndur kostnaður verkþátta eins og hann var bókaður hjá Orkustofnun. Í næstu þremur dálkum eru sýnd framlög Náttúrufræðistofnunar Íslands, Landsvirkjunar og Orkuveitu Reykjavíkur til þessara verkþátta en sá kostnaður er ekki í bókhaldi Orkustofnunar. Auk þess lögðu þessir aðilar fram gögn til afnota við gerð rammaáætlunar en kostnaður við öflun þeirra hefur ekki verið metinn.

Undirbúningur að 2. áfanga rammaáætlunar hefur verið kostaður af fjárveitingu Orkustofnunar. Í fjárlögum ársins 2003 var stefnt að árlegu framlagi til Orkustofnunar vegna rammaáætlunar að upphæð 50 m.kr. til og með árinu 2009, og gekk það eftir á fjárlögum næstu ára. Á fjáráukalögum ársins 2006 var samþykkt til viðbótar sérstakt framlag til Orkustofnunar vegna rammaáætlunar að upphæð 30 m.kr. og á fjárlögum ársins 2008 var einnig samþykkt til viðbótar sérstakt framlag til Orkustofnunar vegna rammaáætlunar að upphæð 60 m.kr. Framlagi ársins 2003 var varið til þess að ljúka 1. áfanganum, en á árinu 2004 varði Orkustofnun 50,1 m.kr. til rannsókna á umhverfi og virkjunarkostum er nýttust í þágu rammaáætlunar. Heildarframlög til Orkustofnunar vegna 2. áfanga rammaáætlunar frá árinu 2005 til og með árinu 2009 nema þar með 340 m.kr., en stofnunin hefur hins vegar varið

395 m.kr. til verkefnisins á þessu tímabili (sjá töflu hér á eftir). Á árinu 2010 hefur Orkustofnun áætlað að verja rúmlega 20 m.kr. að auki til að ljúka 2. áfanga rammaáætlunar, og er það fé tekið af almennu rannsóknafé stofnunarinnar til bráðabirgða, á sama hátt og þær 55 m.kr. sem stofnunin lagði til rammaáætlunar á árunum 2005-2009 umfram eyrnamerktafjárveitingar. Rétt er einnig að nefna að iðnaðarráðuneytið hefur greitt launakostnað lausráðsins starfsmanns árið 2009 og framan af ári 2010 og styrkt að auki einstök verkefni faghóps II á sviði ferðamála.

Kostnaður við 2. áfanga rammaáætlunar árin 2005 – 2009 skiptist þannig milli verkþátta:

<i>Verkþættir</i>	<i>þkr</i>
Vatnsaflsrannsóknir	59.340
Háhitarrannsóknir	77.459
Náttúrufarsrannsóknir	212.836
Verkefnisstjórn og matshópar	34.783
Verkefnisstjóri á Orkustofnun	10.434
Alls	394.852

## 1.9 Heimildir og gögn

Vinna faghópa rammaáætlunar styðst við og byggir á fjölmörgum heimildum sem örðugt er að gera fullnægjandi skil í stuttu máli. Á vefsíðu rammaáætlunar ([www.rammaaaetlun.is](http://www.rammaaaetlun.is)) eru listar sem gera grein fyrir prentuðum heimildum. Þar er einn heildarlisti með prentuðum heimildum í stafrófsröð. Einnig er þar að finna heimildalista sem tengjast einstökum virkjunarkostum og matssvæðum. Auk prentaðra heimilda kölluðu faghópar til sín fjölmarga sérfræðinga og sérfróða aðila á ýmsum sviðum. Þeirra er getið í fundargerðum faghópanna og í mörgum tilfellum fylgja glærुकynningar þeirra og minnisblöð. Þá er ógetið fjölmargra samráðsfunda og heimsókna verkefnisstjórnar og faghópa á mörg matssvæði og virkjunarslóðir. Á vefsíðu rammaáætlunar liggur frammi listi yfir þá aðila sem sótt hafa samráðsfundi með verkefnisstjórn og einnig eru þar taldir aðrir kynningarfundir þar sem málefni rammaáætlunar hafa verið reifuð og kynnt.

Gögn og heimildir þessarar skýrslu, þ.á.m. greinargerða formanna faghópa, má finna í heimildalistum á vefsíðu rammaáætlunar en þar sem ástæða þykir til er heimilda getið með einstökum efnisköflum skýrslunnar.

### Heimildir

1. *Niðurstöður 1. áfanga rammaáætlunar*. Verkefnisstjórn um gerð rammaáætlunar um nýtingu vatnsafls og jarðvarma. Iðnaðarráðuneytið, nóvember 2003, 75 bls + viðaukar.

2. *Undirbúningur að 2. áfanga rammaáætlunar um nýtingu vatnsafls og jarðvarma. Framvinduskýrsla*. Verkefnisstjórn rammaáætlunar, maí 2007, 16 bls + viðaukar.

Texta þessarar skýrslu og ítarefni vegna starfs faghópa er að finna á vefsíðu rammaáætlunar, [www.rammaaaetlun.is](http://www.rammaaaetlun.is).

## 2. Virkjunarkostir í 2. áfanga

### 2.1 Orkukostir og orkunotkun

Orkubúskapur Íslendinga byggist á jarðhita, vatnsafla og innfluttu eldsneyti. Orkunotkun á hvern íbúa hérlendis er með því mesta sem þekkist og hlutfall endurnýjanlegra orkugjafa er hærra en hjá öðrum þjóðum

Hluttur innlendra orkulinda hefur aukist mikið á undanförunum áratugum. Rúmlega 80% af allri frumorku sem tekin er til vinnslu hér á landi eru innlend og koma frá endurnýjanlegum orkulindum. Árið 2007 komu um 15% frá vatnsafla en 67% frá jarðhita og um 18% frá innfluttum orkugjöfum, fyrst og fremst eldsneyti, þar af um 16% sem bensín og olía fyrir fiskveiði- og bílaflokkann, og um 2% kol sem notuð eru í orkufrekum iðnaði.

#### Til leiðbeiningar um stærð og orkuframleiðslu virkjana:

Til að einfalda stórar tölur eru notuð forskeyti í einingum. Þar merkir kíló = k = 1000, mega = M = milljón, giga = G = 1000 milljónir.

**Afl** er mælt í wöttum og táknað sem W. Tími er mældur í klukkustundum og táknaður með h.

**Orka** er margfeldi af afli og tíma. Venjuleg notkun er reiknuð í kWh sem merkir þúsundir watta sem notuð eru á einni klukkustund.

Afli rafstöðvar er lýst í MW en orkuframleiðsla hennar yfir árið er skráð sem GWh/ár. Orkuframleiðsla á ári er reiknuð með því að margfalda saman afl rafstöðvar (MW) og þann fjölda klukkustunda h sem aflið er notað á árinu.

#### Dæmi:

Afl Laxárstöðva I-III í Laxá í Þingeyjarsýslu er 27,5 MW og orkuframleiðsla á ári er 180 GWh/ár. Nýting virkjananna er því 6.545 klst. á ári.

Afl Kröflustöðvar er 60 MW og orkuframleiðsla á ári er 480 GWh/ár Nýtingartíminn er þá 8.000 klst. á ári.

Uppsett afl Kárahnjúkavirkjunar er 690 MW í 6 hverflum en einn af þeim er til vara. Notað afl er 575 MW. Orkuframleiðsla á ári er 4.600 GWh/ár og nýtingin því 8.000 klst.

### Íslenskar orkulindir eru ekki óþrjótandi

Enda þótt Ísland búi yfir miklum orkulindum eru þær ekki óþrjótandi. Mat á umfangi og vinnslugetu orkulindanna er háð mörgum óvissuþáttum sem lúta að mögulegri nýtingu, tæknilegum möguleikum, hagkvæmni og umhverfissjónarmiðum. Árið 2009 nam árleg

raforkuvinnsla á Íslandi um 16.900 GWh. Þar af komu um 73% frá vatnsorkuverum (um 12.300 GWh) og um 27% frá jarðvarmavirkjunum (4.600 GWh).

Áætluð árleg orkugeta þeirra vatnsaflskosta sem metnir eru í 2. áfanga rammaáætlunar er 22.400 GWh. Þegar tillit er tekið til þeirra kosta sem útiloka hver annan má ætla að möguleg orkugeta sé um 17.500 GWh. Áætluð orkugeta virkjunarkosta 2. áfanga á háhitavæðum er ríflega 30.000 GWh. Annar áfangi rammaáætlunar hefur þannig til skoðunar virkjunarkosti með orkugetu upp á um 47.500 GWh eða tæplega þrefalda þá raforku sem þegar er framleidd í landinu.

Árlegur vöxtur raforkuþarfar vegna almennrar notkunar nemur aðeins rúmum 50 GWh á ári. Þeirri þörf mætti sinna með litlum virkjunum sem hefðu hver um sig lítil umhverfisáhrif - þótt annað sjónarmið sé það að ein stór virkjun geti haft minni umhverfisáhrif en margar litlar. Verulegur áhugi er á að nýta orkulindirnar til orkufrekrar stóriðju en margir eru þó á öndverðri skoðun. Í fjarlægari framtíð er m.a. horft til framleiðslu eldsneytis með raforku og jafnvel flutnings hennar um sæstreng til annarra landa.

Með vaxandi orkuþörf samhliða ótta við loftslagsbreytingar vegna losunar gróðurhúsa-lofttegunda verður endurnýjanleg orka sífellt verðmætari. Æskilegt verður að nýta slíkar orkulindir svo fremi að það sé gert á sjálfbæran og vistvænan hátt. Á sama tíma vex jafnframt þörf og áhugi fólks fyrir útivist og tilvist ósnortinnar náttúru sem mótvægis við þéttbýlt manngert umhverfi. Það er einmitt í þessu samhengi sem mikilvægi *rammaáætlunar um vernd og nýtingu náttúrusvæða með áherslu á vatnsafl og jarðhitasvæði* kristallast.

## 2.2 Virkjunarkostir til mats

Í 1. áfanga rammaáætlunar, 1999-2003, var kastljósi beint á virkjunarkosti í jökulám, og jarðvarmavirkjanir sem voru nærri byggð. Áfanginn skilaði mati á 19 virkjunarkostum í 10 jökulám og 24 kostum á 11 háhitasvæðum.

Frá upphafi var að því stefnt að umfjöllun 2. áfanga rammaáætlunar næði til mun fleiri virkjunarkosta. Í fyrsta lagi skyldi fjalla um nýja vatnsaflskosti eða breyttar útfærslur eldri kosta og í öðru lagi skyldi meta alla áformaða jarðvarmakosti á háhitasvæðum en 1. áfangi hafði ekki tók á slíku heildarmati sökum gagnaskorts. Bent skal á að rammaáætlun er aðeins ætlað að taka til mats virkjunarkosti þar sem afl er meira en 10 MW.

Virkjunarkostir sem koma til mats undir 2. áfanga rammaáætlunar eru mjög misjafnlega á vegi staddir. Í sumum tilfellum er um frumhugmyndir að ræða sem eftir er að útfæra eða byggja á eldri áformum sem kalla á verulega endurskoðun. Í öðrum tilfellum er um að ræða fullhannaðar virkjanir sem jafnvel eru komnar á framkvæmdastig. Til glöggvunar fylgir tafla 2.1 yfir þá kosti sem þegar eru komnir í mat á umhverfisáhrifum eða hafa lokið því. Nánari upplýsingar má fá hjá Skipulagsstofnun sem er umsjónaraðili mats á umhverfisáhrifum ([www.skipulag.is](http://www.skipulag.is)). Mat á umhverfisáhrifum er ítarleg úttekt á áhrifum stærri framkvæmda á umhverfisþætti. Það matsferli kallar á mun meiri upplýsingar en gerð er krafa um gagnvart rammaáætlun. Tekið skal fram að í sumum tilfellum fór til mats á umhverfisáhrifum önnur útfærsla virkjunar en rammaáætlun tekur afstöðu til.

**Tafla 2.1 Virkjanir og mat á umhverfisáhrifum**

<i>Virkjun</i>	<i>Mat á umhverfisáhrifum</i>
Bitruvirkjun	Lokið
Bjarnarflagsvirkjun	Lokið
Búðarhálsvirkjun	Lokið
Gráuhnúkar	Hafið
Grændalur	Lokið
Hagavatn	Að hluta lokið
Hellisheiði	Lokið
Holtavirkjun	Lokið
Hvammsvirkjun	Lokið
Hverahlíð	Lokið
Krafla II	Hafið
Krafla, stækkun	Lokið
Norðlingaölduveita	Lokið
Reykjanes	Lokið
Urriðafossvirkjun	Lokið
Villinganesvirkjun	Lokið
Peistareykjavirkjun	Hafið

Upplýsingar um alla virkjunarkosti sem fjallað er um í 2. áfanga rammaáætlunar er að finna í í töflum 2.2 og 2.3 aftast í þessum kafla. Skýringar við töflurnar er að finna í kafla 2.2.

Í heild telur listi 2. áfanga rammaáætlunar 40 vatnsaflskosti, þar af fjórar veitur sem ekki eru virkjanir. Af þessum kostum höfðu 14 komið til kasta 1. áfanga en hönnun og útfærslu sumra hafði verið breytt. Í nokkrum tilfellum var um að ræða ólíka kosti í sama fallvatni sem útilokuðu hver aðra og má sem fyrr segir reikna með að heildar orkugeta þessara kosta sé um 17.500 GWh/ár. Auk vatnsaflskosta eru í 2. áfanga metnir 44 jarðvarmakostir á um 20 háhitasvæðum eða helmingi fleiri kostir en skoðaðir voru í 1. áfanga (24 kostir). Áætluð orkugeta jarðvarmakosta 2. áfanga rammaáætlunar er um 30.000 GWh/ár. Í umfjöllun um starf faghóps IV er gerð grein fyrir mati Orkustofnunar á afkastagetu þekktra háhitasvæða er byggir á nýjustu mælingum. Þar er orkugeta þekktra háhitavæða talin um 34.000 GWh/ár.

Töflum 2.2 og 2.3 fylgir sérprentað kort þar sem merktir eru inn virkjunarkostir sem komu til mats. M.a. koma fram þau lónstæði og jarðgöng sem vatnsaflskostunum fylgja og útmörk háhitasvæða samkvæmt viðnámsmælingum sem fram hafa farið. Einnig eru merktar inn þær virkjanir sem þegar eru í rekstri.

Lýsingar á þeim virkjunarkostum sem til umfjöllunar eru í 2. áfanga byggja á skýrslum og gögnum frá orkufyrirtækjum, Ísor og Orkustofnun og mörgum lýsingum fylgja kort og teikningar. Í nokkrum tilfellum voru gögn afar takmörkuð eða úrelt. Þetta á við um vatnsaflskostina Hvítá í Borgarfirði, Eyjadalsárvirkjun í Skjálfafljóti, Hverfisfljót í V-Skaftafellssýslu, Hvítá í Árnessýslu og jarðvarmakostina Öskju og Hróthálsa.

Lýsingarnar liggja frammi á vefsíðu rammaáætlunar, [www.rammaaaetlun.is](http://www.rammaaaetlun.is).

### 2.3 Skýringar við töflur yfir virkjunarkosti 2. áfanga rammaáætlunar

Töflur 2.2 og 2.3 gera annars vegar grein fyrir vatnsaflskostum og hins vegar jarðhitakostum.

1. Landshluti
2. Heiti virkjunarkosts
3. Stutt lýsing á staðsetningu virkjunarkosts.
4. Hver virkjunarkostur fékk staðarnúmer rammaáætlunar. Vatnsaflskostir 1-40 og jarðvarmakostir 61-101. Ónotuð númer frá 41-60 er geymd fyrir mögulega nýja vatnsaflskosti.
5. Virkjunarkostir sem metnir voru í 1. áfanga
6. Áætlað afl og orkugeta virkjunarkosta. Aflið er gefið upp í MW; orkugetan í GWh/ár; nýtingartími gefur upp þann fjölda klst. á ári sem áætlað er að virkjunin framleiði rafmagn. Orkugetan fæst með því að margfalda saman aflið og nýtingartímann og deila með 1000 til að einingin verði í GWh/ár.
7. Hagkvæmniflokkun virkjunarkosta. Áætluð hagkvæmni virkjunarkosta skv. faghópi IV. Hópurinn skilgreindi 6 hagkvæmniflokka sem byggðu á hlutfalli áætlaðs stofnkostnaðar og orkugetu kr/(kWh/ár). Nánari lýsingu á aðferðafræðinni er að finna í kafla um starf faghóps IV. Hagkvæmniflokkarnir (á verðlagi í janúar 2009) eru:
  1. Undir 27 kr/(kWh/ár)
  2. 27-33 kr/(kWh/ár)
  3. 33-40 kr/(kWh/ár)
  4. 40-53 kr/(kWh/ár)
  5. 53-66 kr/(kWh/ár)
  6. Yfir 66 kr/(kWh/ár)
8. Tengikostnaður virkjana. Áætlaður kostnaður vegna tengingar virkjunar við raforkukerfi landsins eða notkunarstað. Kostnaðartala byggir á orkuframleiðslu og er gefin upp sem kr/(kWh/ár). Nánari lýsingu á aðferðafræðinni er að finna í kafla um starf faghóps IV.
9. Gæði gagna. Gögn og rannsóknir sem liggja til grundvallar mati á virkjunarkostum rammaáætlunar eru mjög mismunandi að gæðum. Til einföldunar er gæðamati gagna skipt í 4 flokka:
  - A. Mjög góð gögn sem að mestu nægja fyrir mat á umhverfisáhrifum.
  - B. Góð gögn sem nægja fyrir mat rammaáætlunar.
  - C. Sæmileg gögn sem tæpast nægja fyrir mat rammaáætlunar.
  - D. Ónóg gögn fyrir mat.

ATH: Sú gæðaflokkun gagna sem getið er í töflum 2.2 og 2.3 er ónákvæm og á stundum aðeins við um náttúrufarsgögn. Í lokaskýrslu verða gæði gagna flokkuð eftir þörfum hvers faghóps.

Texta þessarar skýrslu og ítarefni vegna starfs faghópa er að finna á vefsíðu rammaáætlunar, [www.rammaaaetlun.is](http://www.rammaaaetlun.is).

Tafla 2.2 Vatnsaflskostir til mats í 2. áfanga rammaáætlunar

1 Landshluti	2 Vatnsfall/-svæði	3 Staðsetning	4 Staðar- númer	5 1. áf.	6 Afl og orka - Áætlun		7 Hagi- kvæmni flokun <sup>1</sup>	8 Tengi- kostnaður Kr/kWh/a	9 Gæði gagna	
					Afl MW	Orkuþétt kWh/a				
Vesturland Vestfirðir	Hvíta í Borgarfirði Gláruvirkjun Skúfnavatnsvirkjun Hvalá	Kljafoss Hálendi Vestafjarða/Hestfirður Þverá, Langadalssirönd Hálendi Vestfjarða - Öreigsfjörður	1		20	125	6250	5	5,52	D
			2		67	400	5970	5	2,07	C
			3		8,5	60	7059	6(OS)	18,17	C
			4		35	259	7400	5	5,65	B
Norðurland	Blönduvíta Skatastaðavirkjun B Skatastaðavirkjun C Villinganesvirkjun	2 nýjar virkjanir (9+11 MW) á veituv. Blönduv. Austari Jökulsá í Austurdal, innst í Skagafirði Austari Jökulsá innst í Skagafirði Neðan ármóta Au-og V-Jökulsá, Skagafirði	5	x	20	131	6550	4	2,66	A
			6		184	1260	6848	3	1,24	B
			7		156	1090	6987	4	1,43	B
			8		33	237	7180	4	1,51	A
V-Skaftafellssýsla	Fijótshnúksvirkjun Hrafnabjargvirkjun A Eyjadalsvirkjun Amaraldsvirkjun Helmingsvirkjun Djúpa Hverfisfjöt Skaftarveita með miðlun í Langsjó Skaftarveita án miðlunar í Langsjó Skaftarvirkjun Holmsárvirkjun - án miðlunar Holmsárvirkjun - miðlun í Hólmsárlóni Holmsárvirkjun neðri Markarfiðsvirkjun A Markarfiðsvirkjun B Tungnaflón Bjallavirkjun Skrokkölduvirkjun Norðlingaölduveita <sup>1</sup> - 566-567,5 m y.s. Búabarnásvirkjun Hvammsvirkjun Holtavirkjun Urriðafossvirkjun Gýgjarfossvirkjun Bláfellsvirkjun Búartunguvirkjun Haukholtsvirkjun Voröfelli Hestvatnsvirkjun Selfossvirkjun Hagavatnsvirkjun Bólundsvirkjun	Skjálfandafjöt (hálandi) Skjálfandafjöt (ofan Bárðardals) Skjálfandafjöt í Bárðardal Jökulsá á Fjöllum yfir í Fjöttsdal Jökulsá á Fjöllum yfir í Fjöttsdal Ur-Vatnajökli um Fjöttsverfi Ur-Söðujökli um Fjöttsverfi Ur-Skaftarjökli; veita til Tungnaár um Langsjó Ur-Skaftarjökli; veita til Tungnaár utan Langesjár Skafta í Skaftárdal með Skaftarveitu Austan Torfajökuls Austan Torfajökuls Við Atley, efst í Skaftartungum Austan Tindfjallajökuls Austan og norð-austan Tindfjallajökuls Vatnasæði Þjórsár, Tungnaá Vatnasæði Þjórsár; neðan Tungnaárlóns Vatnasæði Þjórsár; Ur Hagöngulóni til Kvistarveitu Vatnasæði Þjórsár; Sunnan Þjórsárvera Þjórsá; Milli Hrauneyjafoss og Sultartangalóns Neðri-Þjórsá Neðri-Þjórsá Neðri-Þjórsá Jökulfall, Kjölur Hvíta, sunnan Hvítarvatns Hvíta, Ám: N Gullfoss, sunnan Fremstavers Hvíta, Ám: Haukholt í Hrunamannahreppi Hvíta, Ám: Dæluvirkjun í Voröfelli á Skeiðum Hvíta, Ám: Við Hestfall/-vatn í Grimsnesi Ölfusa Sunnan Eystri-Hagafellsjökuls (Langjökull) Skafta í Skaftárdal án Skaftarveitu	9	x	58	405	6983	6(OS)	6,01	B
			10		89	622	6988	3(OS)	1,72	B
			11		8	58	7250	5(OS)	4,28	D
			12		570	4000	7017	2(OS)	0,60	B
			13		270	2100	7778	4(OS)	0,24	B
			14		75	498	6640	4(OS)	1,19	B
			15		40	260	6500	4(OS)	2,68	D
			16		x	245	#DIV/0	1-3	-	A
			17			465	#DIV/0	1	-	A
			18		x	125	760	6080	3	1,78
19		x	72	450	6250	3	3,74	A		
20			72	470	6528	3	3,20	A		
21			48	360	7500	3	4,18	B		
22		x	14	120	8671	5(OS)	17,85	C		
23		x	109	735	6743	4(OS)	2,35	C		
24			270			1	-	A		
25			46	340	7391	3	1,35	A		
26			30	215	7167	4	10,30	A		
27			635	#DIV/0	1	-	A			
28		x	80	585	7313	3	1,45	A		
29		x	82	665	8110	4	0,69	A		
30		x	53	415	7830	4	0,80	A		
31		x	130	980	7538	2	0,40	A		
32			21	146	6952	46(OS)	21,50	B		
33			76	536	7053	4(OS)	2,65	B		
34			50	320	6400	4(OS)	1,88	C		
35			60	358	5967	4(OS)	1,90	D		
36			52	170	3269	6(OS)	2,04	C		
37			40	300	7500	4(OS)	1,74	C		
38			30	250	8333	3(OS)	0,53	C		
39			20	140	7000	5	6,14	C		
40			150	970	6475	2	1,50	A		
					<b>22.405</b>					
					<sup>1</sup> (OS): Utreiknað af Orkuskiðun					

Tafla 2.3 Jarðhitakostir á háhitasvæðum til mats í 2.áfangi rammaáætlunar

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Landshluti	Vinnusvæði	Staðsetning	Staðarnúmer	1. óf.	Afl/orko-Áætl	Hagkvæmni-flokkun <sup>1</sup>	Tengi-kostnaður	Gæði
					MW	KWh/a	Kr/kWh/a	gagna
Reykjaneskegji	Reykjanes	Yst á sunnanverðum Reykjaneseskaga	61	X	80	7100	0,74	A
	Stóra Sandvík	N við Reykjanesá	62		40	8200	1,39	B
	Eldvörp (Svartseng)	Líklega samtengt svæði	63	X	50	410	3,09	A
Krisuvíkursvæði	Sandfell	Langra SV við Kleifarvatn	64	X	40	8200	1,92	B
	Trolladýngja	Milli Kleifarvatns og Kellis	65	X	50	410	1,46	B
	Sveifluháls	Krisuvíkursvæði	66		50	410	1,79	B
	Austurengjar	Krisuvíkursvæði	67		40	8200	2,32	B
	Brennstofnsfjöll	Milli Kleifarvatns og Heiðarinnar háu	68	X	25	8000	3,63	B
Henglisvæði	Mætillinn	S Grauhnúka	69		45	369	0,85	B
	Gráuhnúkar	Svegjar í Hveradalshrekkju	70		45	369	0,92	A
	Hverahlíð	Sunnan vegar á ha-Hellishól	71	X	90	738	0,54	A
	Hellishóli	Nálægt Kolvöðrhóli	72	X	90	738	0,38	A
	Innsidalur	Í suðaustanverðum Hengi	73	X	45	369	0,44	B
	Þitra	Austan Hengils	74	X	90	738	0,62	A
	Þverárdalur (Ölfusvatnslendur)	Við NA-jaðar háhitasvæðisins	75		90	738	0,48	B
	Ölfusdalur	Ofan Hveragerðis	76		10	82	0,97	A
	Grændalur	N frá Hveragerði	77	X	120	984	0,48	A
Geysir	Geysir		78		25	200	2,55	A
Kerlingarfjöll	Hverabotn	Suðvestan Hofsjökuls	79		49	392	5,37	B
	Néðri-Hveradalir	Suðvestan Hofsjökuls	80		49	392	5,29	B
	Kisubotnar	Suðvestan Hofsjökuls	81		49	392	5,06	B
	Þverfell	Suðvestan Hofsjökuls	82		49	392	5,64	B
Kjölur	Hveravellir	Kjölur	83	X	70	560	4,72	B
Torfajökull	Blautakvísl	A Rauðfossfjalla, SV Reykjadalur	84		181	1.448	1,52	B
	Vestur-Reykjadalir	V Landmannalauga, V Hrafninnuhrauns	85	X	181	1.448	1,64	B
	Austur-Reykjadalir	V Landmannalauga, V Hrafninnuhrauns	86	X	181	1.448	1,67	B
	Ljósartungur	V Torfajökuls	87	X	181	1.448	2,01	B
	Jökultungur	Sunnan Jökulgils, Vestan Kaldaklofsfjalla	88	X	181	1.448	2,10	B
	Kaldaklof	V Torfajökuls	89	X	181	1.448	2,00	B
	Landmannalaugar	N Torfajökuls	90	X	181	1.448	1,51	B
	Hágönguvirkjun, 1. áfang	Hágöngulón, V Kelduvík-jökuls (V-jökull)	91	X	45	369	7,51	B
Hálendið	Hágönguvirkjun, 2. áfang		104		90	738	3,00	B
	Vonarskarð	Milli Vatnajökuls og Tungnafellsjökuls	92		145	1.160	4,67	B
	Kverkfjöll	Norðan Vatnajökuls	93		155	1.240	5,03	C
	Askja	Dynglufjöll	94		135	1.080	2,81	C
	Hrúthálsar	Óðabrahraun, NNW af Herðubreið	95		20	160	5,53	D
Mývatnssvæði	Fremminámar	Milli Mývatns og Herðubreiðfjalla	96		45	369	3,00	C
	Þjarnarflög	Austan Mývatns	97	X	90	738	0,70	A
	Krafla I - staðkun	NA-Mývatns	98	X	40	320	0,63	A
	Krafla II, 1. áfang	Við Mývatn	99	X	45	369	1,63	A
	Krafla II, 2. áfang		103		90	738	0,81	C
	Gjástykki	Norðan Kröflu	100		45	369	1,71	C
	Þeistareykir	Há-N Mývatns og V Gjástykkis	102		180	1.476	0,41	A
	Þeistareykir-Vestursvæði		101		90	738	1,95	A

<sup>1</sup> (OS): Útreiknað af Orkuskiðnum

30,435

## 3 Niðurstöður faghóps I

### Greinargerð faghóps

#### 3.1 Aðferðir og rökstuðningur

##### Markmið og skipan

Verkefni faghóps I var þrískipt: (1) að meta náttúru og menningarminjar á svæðum sem til greina koma vegna orkunýtingar og raða þeim eftir heildarverðmætum, (2) að meta áhrif orkunýtingar og (3) að raða virkjunarkostum frá lakasta til besta kosts út frá hagsmunum náttúru og menningarminja.

Faghópurinn notaði sömu aðferðafræði og þróuð hafði verið af faghópi I í fyrsta áfanga rammaáætlunar (sjá Niðurstöður 1. áfanga rammaáætlunar, nóvember 2003; [www.rammaaetlun.is](http://www.rammaaetlun.is)) með smávægilegum breytingum. Faghópurinn lagði áherslu á að matið væri byggt á vísindalegum grunni, það væri hlutlægt og einkunnagjöf væri byggð á skýrum og ótvíræðum viðmiðum, að matið væri heildstætt og sjálfu sér samkvæmt í mati á einstökum þáttum og að matið væri gagnsætt og útkoman rekjanleg.

Þegar starf faghópanna hófst undir árslok 2008 var faghópur I skipaður sex sérfræðingum: dr. Freysteini Sigmundssyni jarðeðlisfræðingi hjá Jarðvísindastofnun Háskólans, dr. Hilmarí Malmquist vatnalíffræðingi og forstöðumanni Náttúrufræðistofnu Kópavogs, Kristni Hauki Skarphéðinssyni dýravistfræðingi hjá Náttúrufræðistofnun Íslands, dr. Magnúsi Ólafssyni jarðefnafræðingi hjá Íslenskum orkurannsóknum, Sólborgu Unu Pálsdóttur fornleifafræðingi hjá Fornleifavernd ríkisins og prófessor Þóru Ellen Þórhallsdóttir grasufræðingi við Líf- og umhverfisvísindadeild Háskóla Íslands sem var formaður hópsins. Það var mat hópsins að æskilegt væri að fleiri kæmu að einkunnagjöf og röðun svæða. Í lok október 2009 var því bætt við öðrum sex sérfræðingum: Auði Sveinsdóttur landslagsarkitekt við Landbúnaðarháskóla Íslands, prófessor Gísli Mái Gíslasyni skordýrafræðingi við Líf- og umhverfisvísindadeild Háskóla Íslands, dr. Hauki Jóhannessyni jarðfræðingi hjá Íslenskum orkurannsóknum, prófessor Ólafi Arnalds jarðvegsfræðingi við Landbúnaðarháskóla Íslands, Ragnheiði Traustadóttur fornleifafræðingi hjá Háskólanum á Hólum og dr. Snorra Baldurssyni líffræðingi hjá Náttúrufræðistofnun Íslands.

##### Aðferðafræði

Hér á eftir er gerð stutt grein fyrir aðferðafræði faghóps I. Beitt var sömu nálgun og í aðalatriðum alveg sömu aðferðafræði og þróuð var fyrir fyrsta áfanga rammaáætlunar. Fyrir fræðilega umfjöllun um aðferðafræðina og niðurstöður faghóps I í fyrsta áfanga er bent á greinar Þóru Ellenar Þórhallsdóttur (Thórhallsdóttir 2007a og b). Í viðauka b3 með skýrslu verkefnisstjórnar 1. áfanga (dagsett í nóvember 2003) er að finna ítarlegar skilgreiningar á viðföngum og viðmiðum (t.d. hvað fellur undir berggrunn og á því hvernig fjölbreytni er

metin fyrir vistgerðir og jarðveg), útskýringar á þeim forsendum sem faghópurinn byggði mat sitt á og útskýringar á því hvernig áhrif voru metin. Þessa skýrslu má nálgast á vefsíðu rammaáætlunar.

### **Afmörkun svæða**

Vatnasvið er eina afmörkunin sem hægt er að skilgreina á almennum forsendum og í norsku rammaáætluninni (*Samlet Plan for Vassdrag*) sem líklega er eina vinnan sem er sambærileg við íslensku rammaáætlunina eru vinnueiningarnar heil vatnasvið, ekki einstakir virkjunarkostir. Við mat á svæðum sem komu til greina vegna vatnsafllsvirkjana var svæði afmarkað þannig að miðað var við vatnasvið ofan fyrirhugaðra stíflumannvirkja en þar fyrir neðan var aðeins tekinn meginfarvegurinn og næsta nágrenni hans (100-500 m eftir aðstæðum). Þetta gildi fyrir öll viðföng nema fiska en náttúruverðmæti þeirra og áhrif á þá voru einnig metin í þverám neðan við stíflumannvirki. Menningarminjar voru teknar með ef hluti minjaheildar var innan 100 m beltisins. Við ósa sumra stórflyjóta eru flæðiengjar, frjósöm og lífrík votlendisvistkerfi sem eru órjúfanlega tengd vatni, framburði og flóðum í vatnsfallinu og geta raskast við framkvæmdir sem breyta rennslismynstri og framburði. Slík votlendisvistkerfi voru tekin með í verðmæta- og áhrifamati og var þá miðað við útbreiðslu gulstarar (*Carex lyngbyei*) sem er einkennistegund flæðiengja. Þar sem sjónræn áhrif náðu út fyrir vatnasvið réðu þau hvernig afmörkun var dregin fyrir víðerni og landslag en ekki fyrir aðra þætti. (Vinsamlega athugið að á korti sem sýnir skilgreind áhrifasvæði faghópsins ná áhrifasvæði Arnardalsvirkjunar og Helmingsavirkjunar í sjó fram í Héraðsflóa.)

Afmörkun jarðhitasvæða byggði á tvennu. Matsvæðið var dregið eftir útbreiðslu háhita samkvæmt viðnámsmælingum, en stundum 1-2 km út fyrir það eftir landslagi. Þar sem vissa eða miklar líkur voru fyrir því að áhrif vinnslu næðu út fyrir viðnámsvæði eða landslagsheild var allt áhrifasvæðið tekið með í verðmæta- og áhrifamati. Þetta skipti fyrst og fremst máli fyrir Kröflu/Bjarnarflag þar sem svæðið var látið ná til Ytri Flóa Mývatns, en afrennsli frá viðkomandi háhitasvæði nær til Mývatns. Á stærstu háhitasvæðunum var afmörkun svæða miðuð við landslagsheildir enda lágu ekki fyrir neinir skýrir virkjanakostir á þeim svæðum, hvað þá staðsetning mannvirkja. Þannig var Torfajökulssvæðið skilgreint sem eitt svæði og sömuleiðis Kerlingarfjöll. Mörk allra svæða voru dregin inn á stafrænt kort (sjá meðfylgjandi yfirlitskort)..

### **Verðmæti svæða**

Faghópurinn skipti náttúru- og menningarverðmætum upp í fimm þætti eða *viðföng*: Jarðminjar og vatnafar, tegundir lífvera, vistkerfi og jarðveg, landslag og víðerni og menningarminjar (Tafla 3.1).

Tafla 3.1 Viðföng og undirviðföng náttúru og menningarminja.

Viðföng	Undirviðföng	Dæmi og athugasemdir
Jarðmyndanir og vatnafar	berggrunnur	eldfjöll, gígar, hraun
	jarðgrunnur	laus jarðlög: sandar, jökulruðningur, háhitaleir
	vatnagrunnur	grunnvatn, lindir, jarðhiti
	fallvötn, stöðuvötn	vatn á yfirborði: ár, lækir, vötn, tjarnir
Lífverur	plöntur	aðallega háplöntur, aðrir hópar fremur illa þekktir
	fuglar	
	fiskar	lax, urriði, bleikja, hornsfli, áll og ósaflundra
	smádyr í vatni	hryggleysingjar
	hitakærar örverur	
Vistkerfi og jarðvegur	vistgerðir og jarðvegur	
Landslag og víðerni	landslag	
	víðerni	miðað við skilgreiningu í náttúruverndarlögum
Menningarminjar	fornleifar, saga, þjóðtrú	miðað við skilgreiningu í þjóðminjalögum

## Viðmið

Faghópurinn skilgreindi sex atriði eða viðmið sem geta gefið náttúru og menningarminjunum gildi. Viðmiðin voru skilgreind almennt þannig að þau næðu í sameiningu að lýsa verðmætum allra viðfanga.

1. Almennt gildir að það sem er **auðugt eða fjölbreytt** telst verðmætara en það sem er rýrt eða fábreytt. Svæði er t.d. verðmætt ef þar verpa mjög margar fuglategundir.
2. **Fágætar** náttúru- og menningarminjar hafa líka sérstakt gildi. Sem dæmi má nefna einlenda ætt og tegund krabbadýrs (*Crymostygius thingvallensis*) sem aðeins hefur fundist í tveimur vatnakerfum á landinu.
3. Verðmæti náttúru og menningarminja eru líka metin hærra ef þær eru **viðáttumiklar/stórar eða samfelldar eða mynda sérstaka heild**. Til dæmis hafa minjaheildir, svo sem býli með túngarði, híbýlum og útihúsum, meira gildi en stakar minjar sem slitnar hafa verið úr samhengi og varðveist sem einangrað fyrirbæri.

4. **Alþjóðleg ábyrgð** vísar til fyrirbæra sem viðurkennt er að Íslendingar bera sérstaka ábyrgð á. Þetta á fyrst og fremst við fugla sem falla undir ýmsa alþjóðlega sáttmála (t.d. Bernarsamninginn ) og votlendissvæði sem hafa alþjóðlega viðurkennt mikilvægi (Ramsar sáttmálinn) en í nokkrum tilfellum um gróðurlendi (t.d. rústamýrar eða flár skv. lista Evrópuráðsins, sbr. 4. gr. Bernarsamningsins og ályktun nr. 4).
5. Undir **upplýsingagildi** fellur þekkingargildi, vísindalegt gildi, fræðslugildi og dæmigildi (typological value). Munurinn á vísindalegu gildi og fræðslugildi liggur einkum í því að vísindalegt gildi er óháð landfræðilegri legu fyrirbæris en fræðslugildi hækkar ef það er nálægt þéttbýli eða skóla. Hér undir fellur líka **táknrænt gildi**. Það á fyrst og fremst við menningarminjar en þó sum náttúrufríbærni.
6. **Sjónrænt gildi** var aðeins metið fyrir landslag.

Ekki eiga öll viðmið við um öll viðföng og voru oftast notuð fjögur eða fimm viðmið fyrir hvert viðfang (Tafla 3.2). Vægi viðmiða fyrir hvert viðfang var kvarðað þannig að heildareinkunnin var óháð því hversu mörg viðmið voru notuð. Til dæmis voru aðeins notuð tvö viðmið fyrir víðerni, fágætisgildi og stærð. Verðmæti víðerna ræðst fyrst og fremst af því hversu víðfeðm þau eru og flatarmál þeirra (stærð) ræður 80% af verðmætaeinkunninni. Þar sem voru fleiri en eitt undirviðfang undir hverju viðfangi voru þau ýmist látin vega jafnt (eins og berggrunnur, jarðgrunnur, vatnagrunnur og fallvötn/stöðuvötn innan viðfangsins jarðmyndanir og vatnafar) eða mismikið. Vogtölur undirviðfanga og viðmiða voru ræddar og ákveðnar sameiginlega innan faghópsins.

*Breyting á aðferðafræði og mati frá 1. áfanga:* Í fyrsta áfanga var unnið sérstakt mat fyrir plöntur, fugla, fiska og eftir atvikum aðra hópa. Tegundum lífvera var ekki skipt niður í aðskilin undirviðföng heldur var hæsta einkunn látin ráða einkunn fyrir hvert viðfang. Nú voru skilgreind fimm undirviðföng innan lífvera (vogtölur innan viðfangs í sviga): háplöntur (25%), fuglar (25%), fiskar (20%), smádýr í vatni (10%) og hitakærar örverur (20%). Gögn um hitakærar örverur voru ófullkomin þegar verið var að vinna 1. áfanga rammaáætlunar , m.a. varðandi fjölbreytni, fágæti og breytileika milli svæða. Hitakærum örverum var því alveg sleppt í matinu 2003. Þær eru því ný viðbót núna en við mat á svæðum og áhrifum var byggt á vinnu Matís og Sólveigar Pétursdóttur örverufræðings.

Í fyrsta áfanga rammaáætlunar var framkvæmd þreppgreining (*Analytical Hierarchy Process*, Saaty 1977) til að ákveða vægi viðfanga og útkoman námunduð að næstu 5%. Þá vógu jarðminjar og vatnafar 25% af heildareinkunn, landslag og víðerni 25%, tegundir lífvera 20%, vistgerðir og jarðvegur 20% og menningarminjar 10%. Borið saman við hliðstæða vinnu erlendis var jarðminjum og vatnafari gert hátt undir höfði en lífríki lágt (bæði lífverum, vistkerfum og jarðvegi, Thórhallsdóttir 2007a). Endurúrvinnsla á niðurstöðum 1. áfanga leiddi í ljós að það hefði nánast engu máli skipt þótt vogtölurnar hefðu verið jafnar (þ.e. hvert viðfang hefði vegið 20%). Nú voru vogtölur viðfanga talsvert ræddar innan hópsins og varð niðurstaðan sú að reikna út verðmætaeinkunnir fyrir jafnt vægi viðfanga og vogtölur eins og þær voru ákveðnar í 1. áfanga (Tafla 3.2).

Tafla 3.2 Viðmið og vogtölur viðmiða og viðfanga.

Viðföng	% vægi í Iokaeinkunn	Undirviðföng	Vægi undir- viðfanga	Auði, fjölbreytni	Fágæti	Stærð, sam- fella, heild	Alþjóðleg ábyrgð	Upplýsinga- gildi	Sjónrænt gildi
Jarðmyndanir og vatnafar	25 / 20	berggrunnur	25	0,25	0,25	0,3		0,2	
		jarðgrunnur	25	0,25	0,25	0,3		0,2	
		vatnagrunnur	25	0,25	0,25	0,3		0,2	
		fallvötn, stöðuvötn	25	0,25	0,25	0,3		0,2	
Lífverur	20	plöntur	25	0,3	0,3	0,2	0,2		
		fuglar	25	0,3	0,3	0,2	0,2		
		fiskar	20	0,3	0,3	0,2	0,2		
		smádýr í vatni	10	0,3	0,3	0,2	0,2		
		hitakærar örverur	20	0,3	0,3	0,2	0,2		
Vistkerfi og jarðvegur	20	vistgerðir, jarðvegur		0,3	0,2	0,3	0,1	0,1	
Landslag og víðerni	25 / 20	landslag	66,6	0,3	0,2	0,2			0,3
		víðerni	33,3		0,2	0,8			
Menningar- minjar	10 / 20	fornleifar, þjóðtrú, saga		0,1	0,3	0,3	0,3		

### Mat á verðmætum: vinnuferli

Við mat á verðmætum var notaður ólínulegur kvarði: 1 (óveruleg verðmæti), 4 (dálítill verðmæti), 8 (talsverð verðmæti), 13 (mikil verðmæti) og 20 (mjög mikil verðmæti). Í 1. áfanga var notaður kvarðinn 1, 3, 6 og 10.

Í upphaflega faghópnum sátu sex sérfræðingar: jarðfræðingur með sérsvið í eldfjallafræði og annar með sérsvið í jarðhita, dýravistfræðingur með sérsvið í fuglafræði, líffræðingur með sérsvið í fiskum og vatnavistfræði, grasfræðingur og fornleifafræðingur. Í október 2009 bættust aðrir sex við: jarðfræðingur, jarðvegsfræðingur, vatnalíffræðingur með sérsvið í skordýrum, vistfræðingur, fornleifafræðingur og landslagsarkitekt. Hver sérfræðingur frá upphaflega faghópnum undirbjó rökstudda tillögu að einkunn fyrir sitt sérsvið. Sú tillaga var rædd í hópi sérfræðinga á því sviði en síðan kynnt fyrir faghópnum í heild. Í kynningunni var farið yfir þau gögn sem til grundvallar lágu og tillaga að einkunn rædd. Sjálf einkunnagjöfin var hins vegar leynileg. Sendir voru út töflureiknar (Excel) með fyrirbyggjandi tillögum til allra 12 meðlima faghópsins en hver um sig fór yfir tillögurnar og rökstuðning og gaf síðan

eigin einkunn fyrir öll viðmið og viðföng á öllum svæðum. Þessi aðferð var notuð fyrir öll viðföng nema landslag og víðerni og hitakærar örverur. Einkunn fyrir landslag og víðerni var gefin af hópnum á sameiginlegum fundi og var m.a. stuðst við mikinn fjölda ljósmynda af svæðunum. Enginn í hópnum var sérfróður um örveruflóru jarðhitasvæða. Sólveig Pétursdóttir á Matís var hópnum innan handar og var einkunn fyrir örverur gefin á grundvelli rannsókna sem hún stýrði fyrir rammaáætlun og mati hennar á þeim svæðum sem þær rannsóknir náðu ekki til. Verðmætaeinkunn var síðan reiknuð út frá meðaltalseinkunnum hópsins og heildareinkunn síðan eftir þeim aðferðum sem áður var lýst.

### **Röðun svæða eftir verðmætum**

Meðaleinkunn hvers svæðis var byggð á 51 einkunn (sbr Töflu 3.2). Hver einstök einkunn vegur því lítið þar eð hlutur hennar í lokaeinkunninni takmarkast fyrst af vogtölu viðmiðsins og síðan af vogtölu viðfangsins. Samsetta matið endurspeglar því heildarverðmæti. Þau svæði sem fá hæstu einkunn hafa mikil verðmæti í öllum viðföngum (m.a. lífverum, jarðminjum, menningarminjum, vistkerfum og landslagi). En sum svæði eða fyrirbæri kunna að hafa sérstakt mikilvægi eða vera einstök vegna eins fyrirbæris. Hafi svæðið ekkert annað þá nægir ein há einkunn ekki til að skipa svæðinu ofarlega. Fyrir lokaröðun svæða var undirbúinn gátlisti þar sem fyrir hvert svæði var skráð meðalverðmætaeinkunn og svo sérstök verðmæti. Til sérstakra verðmæta taldist m.a. ef svæði er friðlýst vegna náttúruverðmæta, ef þar eru friðlýstar eða einstakar menningarminjar, ef alþjóðlegir sáttmálar eiga sérstaklega við um svæðið eða ef þar eru tegundir í háum verndarflokki á válista. Við lokaröðun svæða eftir verðmætum var beitt þreppgreiningu (*Analytical Hierarchy Process, AHP, Saaty 1977, Thórhallsdóttir 2997a*) þar sem tveir og tveir kostir voru vegnir saman í einu. Þreppgreiningin var unnin á sameiginlegum fundi faghópsins. Með röðun svæða eftir verðmætum var lokið fyrsta áfanganum í vinnu faghópsins (Mynd 3.1).

### **Mat á áhrifum**

Við mat á áhrifum var stuðst við markmið löggjafans með verndun náttúruverðmæta eins og þau birtast í 1. gr. náttúruverndarlaga (44/1999): „að tryggja eftir föngum þróun íslenskrar náttúru eftir eigin lögmálum, en verndun þess sem þar er sérstætt eða sögulegt“. Mat á áhrifum byggðist þannig á því hvað þau teldust mikið inngríp í „þróun íslenskrar náttúru eftir eigin lögmálum“ og verndun þess sem þar er sérstætt eða sögulegt. Á sama hátt var miðað við markmiðsgrein þjóðminjalaga (1. gr.) en þar segir að lögin skuli „stuðla að verndun menningarsögulegra minja og tryggja að íslenskum menningararfi verði skilað óspilltum til komandi kynslóða“ og „tryggja eftir föngum varðveislu menningarsögulegra minja í eigin umhverfi“. Mat á áhrifum tók mið af því hvort framkvæmdir væru líklegar til að hafa áhrif á verndun og varðveislu minja í eigin umhverfi og á það hvort íslenskum menningararfi verði skilað óspilltum til komandi kynslóða.

Mat á áhrifum var unnið á sambærilegan hátt og mat á verðmætum. Sömu töflureiknar voru notaðar og hliðstæður einkunnakvarði fyrir utan það að nú var hægt að gefa einkunnina 0 (engin áhrif) til viðbótar við 1 (lítil áhrif), 4 (nokkur áhrif), 8 (talsverð áhrif), 13 (mikil áhrif) og 20 (mjög mikil áhrif). Áhrifaeinkunnin átti að endurspeglar stærðargráðu áhrifa á landsvísu en ekki hlutfallslega skerðingu verðmæta á hverju svæði. Farið var yfir allar einkunnir fyrir

hvert viðmið til að reyna að tryggja samræmi milli virkjunarkosta. Sérfræðingar undirbjuggu aftur rökstudda tillögu að einkunn, hún var kynnt og rædd á fundum faghópsins en einkunnagjöf var leynileg (Mynd 3.1). Einkunn fyrir áhrif á landslag og víðerni var ákveðin sameiginlega líkt og gert var fyrir verðmæti þessa viðfangs og áhrif á hitakærar örverur voru fengin eftir sérfræðiráðgjöf Sólveigar Pétursdóttur. Heildareinkunn fyrir áhrif var reiknuð út eins og áður var lýst fyrir verðmæti.

#### I MAT Á VERÐMÆTUM SVÆÐA

1. Sérfræðingur tekur saman gögn fyrir sitt svið og kynnir rökstuddar tillögur að verðmætaeinkunn á fundi. Umræður um tillögur.
2. Allir gefa einkunn fyrir verðmæti í öllum viðföngum nema landslagi & víðerni og senda í tölvupósti til ritara sem tekur saman og reiknar meðaltal og kannar dreifni einkunna.
3. Faghópur fer yfir verðmæti landslags og víðerna og gefur einkunn sameiginlega.
4. Ritari sendir meðaleinkunnir svæða til faghópsins sem athugar hvort dreifni gefur tilefni til að ræða einstakar einkunnir eða fara aðra umferð í einkunnagjöf.
5. Faghópur raðar sameiginlega svæðum eftir verðmætum og sérstöku mikilvægi með AHP greiningu.

#### II MAT Á ÁHRIFUM VIRKJANA

6. Sérfræðingur tekur saman gögn fyrir sitt svið og kynnir rökstuddar tillögur að áhrifaeinkunn á fundi. Umræður um tillögur.
7. Allir gefa einkunn fyrir áhrif í öllum viðföngum nema landslagi & víðerni og senda í tölvupósti til ritara sem tekur saman og reiknar meðaltal áhrifaeinkunna og kannar dreifni.
8. Faghópurinn fer yfir áhrif á landslag og víðerni í sameiningu og gefur einkunn.
9. Ritari sendir meðaleinkunnir til faghópsins sem athugar hvort dreifni gefur tilefni til að ræða einstakar einkunnir eða fara aðra umferð í einkunnagjöf. Faghópurinn fer yfir áhrifaeinkunnir og dreifni og fer aðra umferð ef þarf.

#### III RÖÐUN VIRKJUNARKOSTA

10. Lokaröðun virkjunarkosta sem faghópurinn vinnur sameiginlega með AHP greiningu, og byggir á einkunn fyrir verðmæti, einkunn fyrir áhrif, sérstöku mikilvægi svæðis og óvissu/áhættu.

*Mynd 3.1. Skýringarmynd af vinnuferli faghóps 1. Vinna faghópsins skiptist í þrjú stig: 1) mat og röðun svæða eftir verðmætum í náttúru og menningarminjum, 2) mat á áhrifum virkjunar á náttúru og menningarminjar og 3) röðun virkjunarkosta frá lakasta til besta kosts út frá hagsmunum náttúru og menningarminja.*

#### Lokaröðun virkjunarkosta

Prepagreining var notuð fyrir lokaröðun virkjunarkosta. Þar voru tveir og tveir kostir bornir saman og stuðst við gátlista þar sem fjögur atriði voru tiltekin fyrir hvern virkjunarkost: 1) heildareinkunn fyrir verðmæti, 2) heildareinkunn fyrir áhrif, 3) mat á óvissu eða áhættu sem faghópurinn taldi að fylgdi framkvæmdinni (þarna undir voru t.d. áhrif vatnaflutninga á strandsvæði og lífríki á grunnslóð) og 4) sérstakt mikilvægi (eins og áður var lýst). Lokaröðun var unnin sameiginlega af faghópnum (Mynd 3.1) og var hún lokaáfanginn í vinnu faghópsins. Beiðni um mat á einum virkjunarkosti til viðbótar (Búlandsvirkjun) barst eftir að

faghópurinn hafði lokið vinnu við áhrifamat virkjunarkosta seint í janúar 2010 og því var ekki hægt að meta þann kost.

### 3.2 Verðmætamat, röðun svæða og virkjunarkosta

Á næstu blaðsíðum koma fram lokaniðurstöður faghóps 1 í töflum 3.3, 3.4 og 3.5. Á þeirri fyrstu er niðurstaða um verðmætamat svæða sem verða fyrir áhrifum af þeim virkjunarkostum sem liggja undir mati. Í fjórum fyrstu dálkum er niðurstaða samkvæmt einkunnamati hópsins en í næstu fjórum dálkum er niðurstaða samkvæmt AHP-þeparöðun (sjá stutta skýringu á AHP-aðferðinni á heimasíðu rammaáætlunar, [www.rammaaetlun.is](http://www.rammaaetlun.is), en ítarlegri skýringar má fá í greinum Þóru Ellenar Þórhallsdóttur sem getið er í heimildum að neðan). Í aftasta dálki töflunnar er gerð grein fyrir breytingum á röðun þegar AHP-röðun var beitt. Í töflu 3.4 kemur fram mat faghópsins á áhrifum orkunýtingar og röðun virkjunarkosta eftir samsettri heildareinkunn og í töflu 3.5 er lokaröðun faghóps I virkjunarkosta samkvæmt AHP-aðferðinni.

#### Heimildir

- Niðurstöður 1. áfanga rammaáætlunar.** Verkefnisstjórn um gerð rammaáætlunar um nýtingu vatnsafls og jarðvarma. Reykjavík 2003.
- Saaty, T.L. 1977. **A scaling method for priorities in hierarchical structures.** Journal of Mathematical Psychology, 15, 234-81.
- Þórhallsdóttir, T.E. 2007a. **Strategic planning at the national level: evaluating and ranking energy projects by environmental impact.** *Environmental Impact Assessment Review*, 27, 545-68.
- Þórhallsdóttir, T.E. 2007b. **Environment and energy in Iceland: A comparative analysis of values and impacts.** *Environmental Impact Assessment Review*, 27, 522-44.

Texta þessarar skýrslu og ítarefni vegna starfs faghópa er að finna á vefsíðu rammaáætlunar, <a href="http://www.rammaaetlun.is">www.rammaaetlun.is</a> .
---

### Tafla 3.3 Faghópur I.

Verðmætamat og röðun svæða eftir samsettri heildareinkunn (t.v.) & AHP röðun þar sem verðmætaeinkunn og sérstakt mikilvægi voru lagðar til grundvallar (t.h.). Við AHP-röðun hlíðruðust nokkur svæði um 1-2 sæti en þau þrjú sem fóru upp eða niður um 3 sæti eru merkt.

Röð	Svæði	Staðar- númer	Verðmæta- einkunn		Röð	Svæði	Staðar- númer	AHP- raðeinkunn	breyting 3 sæti
1	Jökulsá á Fjöllum	12-13	15,2		1	Jökulsá á Fjöllum	12-13	182.5	
2	Torfajökulssvæði	84-90	14,0		2	Torfajökulssvæði	84-90	182.5	
3	A/V Jökulsá, hál.n/Hofsjökuls	6-8	13,8		3	A/V Jökulsá, hál.n/Hofsjökuls	6-8	92.8	
4	Skaftá	18 & 40	13,1		4	Þjórsárver	27	88.0	
5	Þjórsárver	27	12,6		5	Skaftá	18 & 40	80.5	
6	Markarfljót	22-23	10,4		6	Vonarskarð	92	55.7	
7	Vonarskarð	92	10,1		7	Markarfljót	22-23	54.1	
8	Hvítá í Árnass.- Jökulfall	32-38	9,8		8	Kerlingarfjöll	79-82	48.0	3
9	Hengill	69-75	9,0		9	Hvítá í Árnass.-Jökulfall	32-38	42.7	
10	Skjálfafljót	9-11	9,0		10	Skjálfafljót	9-11	30.1	
11	Kerlingarfjöll	79-82	8,9		11	Hengill	69-75	17.9	
12	Grændalur	77	8,6		12	Hólmsá	19-21	16.0	
13	Hólmsá	19-21	8,1		13	Djúpa - Vestri Hvítá	14	14.8	
14	Djúpa – Vestri Hvítá	14	7,9		14	Tungnaá - Bjallar	24-25	14.6	
15	Námafjall-Bjarnarflag	97	7,7		15	Námafjall-Bjarnarflag	97	12.0	
16	Tungnaá-Bjallar	24-25	6,9		16	Grændalur	77	11.7	4
17	Krýsuvíkursvæði	64-67	6,8		17	Fremri Námar	96	10.0	
18	Fremri Námar	96	6,7		18	Krafla - Leirhnjúkur	97-99	7.6	
19	Krafla-Leirhnjúkur	97-99	6,7		19	Krýsuvíkursvæði	64-67	6.9	
20	Þeistareykir	101	6,2		20	Þjórsá í byggð	29-31	5.5	3
21	Brennisteinsfjöll	68	6,0		21	Brennisteinsfjöll	68	5.4	
22	Gjástykki	100	5,0		22	Þeistareykir	101	3.9	
23	Þjórsá í byggð	29-31	5,0		23	Gjástykki	100	3.9	
24	Reykjanes	61-62	4,8		24	Hvalá – Ófeigsfjarðarh.	4	3.5	
25	Hvalá-Ófeigsfjarðarh.	4	4,8		25	Reykjanes	61-62	3.2	
26	Hagavatn	39	3,6		26	Hagavatn	39	2.0	
27	Eldvörp	63	3,4		27	Eldvörp	63	1.6	

28	Köldukvíslarbotnar	91	3,1		28	Köldukvíslarbotnar	91	1.2	
29	Blanda	5	2,9		29	Blanda	5	0.7	
30	Kaldakvísl - Þóristungur	28	2,2		30	Kaldakvísl - Þóristungur	28	0.7	

**Tafla 3.4 Faghópur I.**

Mat á áhrifum orkunýtingar og röðun virkjunarkosta eftir samsettri heildareinkunn frá mestum áhrifum á náttúru og menningarminjar (efst) til minnstu áhrifa (neðst)..

<i>röð, virkjunarkostur og áhrifaeinkunn</i>		
1	Torfajökulssvæði - allir kostir	12,4
2	Arnardalsvirkjun	12,3
3	Vonarskarð	10,4
4	Skatastaðavirkjun B	10,0
5	Kerlingarfjöll – allir kostir	9,9
6	Markarfljót C	9,2
7	Skaftárvirkjun	9,1
8	Skatastaðavirkjun C	9,1
9	Hrafnabjargarvirkjun	9,0
10	Gýgjarfossvirkjun	8,2
11	Helmingsvirkjun	7,2
12	Fremrinámar	7,5
13	Grændalur	7,2
14	Skaftárveita um Langasjó	6,9
15	Brennisteinsfjöll	6,6
16	Djúpa – Vestri Hvítá	6,4
17	Bláfellsvirkjun	6,4
18	Hólmsárvirkjun/m Hólmsárlóni	6,2
19	Bitra-Ölkelduháls-Þverárdalur	6,1
20	Skaftárveita-Norðursjór	5,8
21	Bjallavirkjun m/Tungnárlóni	5,6
22	Tungnaárlón	5,6
23	Trölladyngja - Sogin	5,3
24	Þeistareykir	4,9
25	Urriðafossvirkjun	4,7
26	Hellisheiði-Innstidalur	4,3
27	Fljótshnjúksvirkjun	4,1
28	Gjástykki	4,1
29	Sveifluháls-Seltún	4,0
30	Hvalárvirkjun	3,7
31	Eldvörp-Svartsengi	3,7
32	Austurengjahver	3,4
33	Námafjall-Bjarnarflag	3,4
34	Norðlingaölduveita	3,3
35	Hólmsárvirkjun v/Einhyrning	3,2
36	Holtavirkjun	3,1
37	Reykjanes/Stóra Sandv.	3,0
38	Meitill-Gráuhnúkar-Hverahlíð	2,9
39	Hagavatnsvirkjun	2,9
40	Krafla II	2,6
41	Hólmsárvirkjun v/Atley	2,6
42	Hvammsvirkjun	2,5
43	Búðarhálsvirkjun	2,2
44	Sandfell	2,2
45	Hágönguvirkjun	1,6
46	Skrokkölduvirkjun	1,4
47	Krafla I - stækkun	1,3
48	Blönduveita	0,7

**Tafla 3.5 Faghópur I.**

### Tafa 3.5 Faghópur I

**Lokaröðun virkjunarkosta** frá lakasta (efst) til besta kosts út frá hagsmunum náttúru og menningarminja. Við röðun var beitt þrepagreiðingu (*Analytical Hierarchy Process*) og stuðst við 1) mat á áhrifum orkunýtingar, 2) verðmæti svæðis í náttúru og menningarminjum, 3) sérstakt mikilvægi svæðis og 4) óvissu og áhættu sem faghópurinn taldi framkvæmdinni samfara.

Röð	Virkjunarkostur	Staðarnúmer	AHP-raðeinkunn
1	Torfajökulssvæði - allir kostir	84-90	109.9
2	Arnardalsvirkjun	12	109.9
3	Vonarskarð	92	66.7
4	Markarfljót B	23	60.9
5	Kerlingarfjöll – allir kostir	79-82	59.3
6	Skaftárvirkjun	18	57.4
7	Skatastaðavirkjun B	6	55.2
8	Helmingsvirkjun	13	46.5
9	Skatastaðavirkjun C	7	44.7
10	Skaftárveita um Langasjó	16	39.5
11	Hrafnabjargavirkjun	10	32.9
12	Gýgjarfossvirkjun	32	32.1
13	Skaftá-Norðursjór	17	24.3
14	Fremri-Námar	96	19.6
15	Djúpá-Vestri Hvítá	14	19.1
16	Bjallavirkjun m/Tungnaárlóni	25	19.1
17	Bláfellsvirkjun	33	18.6
18	Tungnaárlón	24	18.0
19	Hólmsárvirkjun m/Hólmsárlóni	20	14.9
20	Hvalárvirkjun	4	14.7
21	Norðlingaölduveita	27	13.1
22	Fljótshnjúksvirkjun	9	12.2
23	Brennisteinsfjöll	68	9.6
24	Hólmsárvirkjun v/Einhyrning	19	9.0
25	Hagavatnsvirkjun	39	8.7
26	Grændalur	77	8.4
27	Gjástykki	100	7.9
28	Urriðafossvirkjun	31	5.8
29	Trölladyngja - Sogin	65	5.5
30	Hólmsárvirkjun v/Atley	21	5.2
31	Bitra-Ölkelduháls-Þverárdalur	74-75	4.9
32	Þeistareykir	101-102	4.8
33	Hellisheiði-Innstidalur	72-73	4.5
34	Holtavirkjun	30	4.1
35	Sveifluháls-Seltún	66	3.9
36	Bjarnarflag-Námafjall	97	3.7
37	Hvammsvirkjun	29	3.5
38	Hágönguvirkjun	91,104	3.5
39	Skrokkölduvirkjun	26	3.0
40	Austurengjahver	67	2.9
41	Sandfell	64	2.6
42	Eldvörp	63	2.3
43	Krafla II	99,103	2.1
44	Búðarhálsvirkjun	28	1.5
45	Meitill-Gráuhnúkar-Hverahlíð	69,70,71	1.4
46	Reykjanes/Stóra Sandvík	61, 62	1.1
47	Krafla I	98	1.0
48	Blönduveita	5	0.7

## 4 Niðurstöður faghóps II

### Greinargerð faghóps

#### 4.1 Aðferðir og rökstuðningur

##### Markmið og skipan

Faghópi II var ætlað að meta áhrif einstakra virkjunarkosta á ferðaþjónustu, útivist, landbúnað og hlunnindi. Formaður hópsins var Anna G. Sverrisdóttir, ráðgjafi, frá Samtökum ferðaþjónustunnar (SAF). Aðrir í hópnum voru Sveinn Runólfsson, náttúrufræðingur og landgræðslustjóri, Anna Dóra Sæþórsdóttir, landfræðingur og dósent í ferðamálafræðum við Háskóla Íslands, Rögnvaldur Ólafsson, forstöðumaður Stofnunar fræðasetra Háskóla Íslands (tók sæti Brynhildar Davíðsdóttur, dósent í umhverfis- og auðlindafræðum hjá Háskóla Íslands, sem dró sig í hlé í mars 2009), Jóhannes Sveinbjörnsson, bóndi og dósent hjá Landbúnaðarháskóla Íslands, Ólafur Örn Haraldsson, landfræðingur og forseti Ferðafélags Íslands, Friðrik Dagur Arnarson, framhaldsskólakennari (frá 15. ágúst 2009), Guðni Guðbergsson, sérfræðingur á Veiðimálastofnun (frá 30. október 2009) og Einar Torfi Finnsson, landmótunarfræðingur og einn eigenda Íslenskra fjallaleiðsögumanna (frá desember 2009).

##### Nálgun viðfangsefnisins

Viðfangsefni faghópsins var annars eðlis en sama faghóps í 1. áfanga. Þá voru hagsmunir ferðaþjónustunnar viðföng faghóps III en nú færðust þeir hagsmunir til faghóps II auk fyrri viðfangsefna og því þurfti að taka matsferlið öðrum tókum. Jafnframt var hópnum falið að meta verðmæti þeirra svæða sem áformaðir virkjunarkostir hafa áhrif á, bæði fyrir og eftir virkjunarframkvæmdir.

Faghópurinn skipti viðfangsefni sínu í tvennt: annars vegar ferðaþjónustu og útivist, og hins vegar hlunnindi þar sem sjónum var fyrst og fremst beint að beitarhlunnindum og veiðum í ám og vötnum. Jafnframt var vægi þessara viðfanga ákvarðað út frá landsframleiðslu þannig að ferðaþjónusta og útivist vógu 82% í endanlegu mati, veiðar í ám og vötnum 10% og beitarhlunnindi 8%.

Aðferðafræði hlunnindamats fylgdi líkum línnum og raunin hafði verið í 1. áfanga. Aftur á móti þurfti mat á ferðaþjónustu og útivist algerlega nýja nálgun. Sérfræðingar hópsins á þessu sviði tóku að sér að þróa frá grunni matsaðferð þar sem með skipulögðum og samræmdum hætti má leggja mat á ólík svæði með hagsmuni ferðaþjónustu og útivistar í forgrunni. Má segja að með þessari vinnu hafi verið lagður nýr grunnur að faglegu mati á landnýtingu með hagsmuni ferðamanna á Íslandi að leiðarljósi.

Það sem helst stóð vinnu faghópsins fyrir þrífum var skortur á upplýsingum, rannsóknum og gögnum er við kom ferðaþjónustu og útivist og sama á að nokkru leyti við um

beitarhlunnindi. Gögn er varða veiðar eru aftur á móti betri. Þá var sá tímarammi sem verkefninu var settur mjög knappur.

Rannsóknir fyrir verkefni og matsvinnu faghóps II hafa verið mjög takmarkaðar. Þrátt fyrir að lagt væri í mikla vinnu við að leita uppi og safna saman tiltækum gögnum var upplýsingagrunnurinn götöttur, ekki síst á þetta við um útivistina. Enda þótt nokkuð sé til af rannsóknum og útgefnu efni um íslenska ferðapjónustu hefur ekki verið um samræmda stefnu í rannsóknum að ræða og til að gögn nýtist í matsvinnu á borð við rammaáætlun þarf sjónarhornið að vera með vissum hætti. Faghópurinn leitaði margra leiða til að fylla uppi stærstu götin, m.a. var stuðst við munnlegar heimildir og fanga leitað hjá staðfróðum aðilum og ferðapjónustufyrirtækjum.

### 4.1.1 Veiðihlunnindi

Mat á virði virkjunarkosta og áhrifum virkjana á veiðihlunnindi þeirra sem liggja fyrir 2. áfanga rammaáætlunar var umfangsmikið og flókið viðfangsefni enda um mörg svæði að ræða. Það sem ekki síst takmarkaði þá vinnu var að útlistun á virkjunaráformum, útfærslu, rekstri og mótvægisáðgerðum var af mjög skornum skammti í allmörgum tilfellum. Mörg af áformunum voru eingöngu á hugmyndastigi og önnur byggðu á gömlum hugmyndum sem vart geta talist raunhæfar lengur. Það hvernig viðkomandi framkvæmdir myndu líta út í raun með þeim áhrifum sem þau valda bættist því við það viðfangsefni sem fyrir lá að meta.

Almennt má segja um vatnsaflsvirkjanir að þær hafi mest áhrif á lífverur í vatni og búsvæði þeirra enda er inngripið hvað mest í þá vist. Því getur rekstur, útfærsla og mótvægisáðgerðir skipt miklu máli. Áhrif jarðvarmavirkjana á lífríki í vatni og veiðihlunnindi eru minna þekkt en geta þó verið t.d. vegna frárennslis í ár og vötn á byggingar- og vinnslutíma. Inngrip í vistfræði vatns vill stundum verða útundan í umræðu um áhrif framkvæmda þar sem önnur og sýnilegri atriði verða oft fyrirferðameiri í umræðu um áhrif. Þegar um veiðihlunnindi er að ræða gildir oft öðru máli enda þau yfirleitt sýnileg. Hér á landi er þekking á verðmætum veiðinýtingar sem hlunninda almennt talin nokkuð góð en tíðkast hefur að meta verðmæti veiða út frá veiði- og aflavon einstakra svæða sem þá oftast er til skráð. Úttektir liggja fyrir á ástundun veiða en um þriðjungur Íslendinga á aldrinum 18-69 ára stundar stangveiði. Einnig liggur fyrir mat á verðmætum veiði bæði til veiðiréttarhafa og mat á heildaverðmætum veiðihlunninda.

Við mat á virði og áhrifum veiðihlunninda var viðfanginu skipt í virðismat og áhrifamat. Í báðum tilfellum var notast við áhrifaskala með einkunnum en við virðismat voru einkunnir 0, 1, 3, 6, og 10 en fyrir áhrifamat -10, -6, -3, -1, 0, 1, 3, 6, og 10. Leitast var við að nota skalann yfir alla þá staði sem metnir voru m.t.t. virkjana og áhrifa þeirra. Slíkt getur verið nokkuð erfitt viðfangs þegar umfang, stærð og áhrif eru mjög mismikil en mat á áhrifum takmarkast af því svigrúmi sem skalinn gefur tilefni til. Í þeim tilfellum þar sem miðlun vatns er mikil og/eða stíflumannvirki þvera ár er áhætta samfara byggingu virkjana oft veruleg og því á stundum lítill munur á þeim skala sem notaður var við mat verðmæta og áhrifa.

Leitast var við að draga upplýsingar sem stuðst var við í textatöflur. Það var gert til að lýsa þeim forsendum sem matið byggði á. Haft var í huga að ef útfærslur breyttust gæti það haft áhrif á mat á viðkomandi svæði og þar með breytt mati í einkunn bæði virðis- og áhrifamati. Hverju svæði var skipt í áhrif á ár og vötn og miðað við áhrif ofan við virkjunarsvæði og neðan þeirra. Þegar um vatnsaflsvirkjanir er að ræða geta áhrif komið fram fjarri þeim stað sem orkuvinnsla fer fram á t.d. ef breytingar verða á rennsli eða að vatni er veitt milli vatnasviða. Áhrif geta því komið fram á þeim báðum. Jarðvarmavirkjanir eru yfirleitt utan svæða með miklum veiðihlunnindum en í nokkrum tilfellum eru áformaðar jarðvarmavirkjanir innan vatnasviða með veiðiám eða veiðivötnum.

Textatafla var notuð til útfyllingar upplýsinga um áhrif fyrirhugaðra virkjana á veiðihlunnindi og veiðinýtingu í ám og vötnum.

Tekið var fram hvaða veiðihlunnindi væru í húfi á hverjum stað. Gefin var ein einkunn fyrir hvern stað og átti það við bæði verðmætamat og áhrifamat. Í þeim tilfellum sem jarðvarmavirkjanir voru innan vatnasviða með fiskstofna og veiðihlunnindi með metnum mögulegum áhrifum voru þau meðhöndluð á svipaðan hátt. Teknir voru með þættir eins og sérstaða stofna m.t.t. eiginleika eins og t.d. stærð fiska eða fágæti staða sem álitnir voru hafa áhrif á eftirspurn og verðmæti auk þess sem felst í því sem telst til veiðivonar. Stuðst var við skráða veiði þar sem hún er til samantekin í yfirlitum eða gagnagrunni Veiðimálastofnunar. Einnig var stuðst við úttektir og niðurstöður í skýrslum af þeim svæðum sem rannsökuð hafa verið. Ef ekki var um slíkt að ræða var stuðst við þá aðra vitneskju sem fyrir liggur og mat þeirra sem best til þekkja. Gefin var einkunn fyrir stöðu þekkingar á skalanum A, B, C, og D.

#### **4.1.2 Beitarhlunnindi og aðrar landnytjar**

Virði beitarhlunninda og áhrif virkjana á þau voru metin. Fyrst og fremst er horft til sauðfjárbeitar en í einhverjum tilvikum er um að ræða möguleika á hrossabeit, túnrækt eða öðrum beitar- og ræktunarnytjum.

Einnig kom hér til álita að meta svæðin m.t.t. annarra hlunninda, s.s. grasatekju, sveppa- og berjatínslu, en niðurstaðan varð sú að mat á þeim hlunnindum ætti betur heima undir ferðaþjónustu og útivist, þar sem þessar nytjar eru almennt ekki seldar sérstaklega, en geta þó verið mikilvægur hluti af almennri ferðaþjónustu og útivist. Sömuleiðis kom til álita að meta áhrif virkjana á hlunnindi af fugla- og hreindýraveiðum, en eftir viðtöl við sérfræðinga á þeim sviðum var ályktað að ekki væru til staðar næg gögn til tölulegs mats á þeim þáttum. Hins vegar er rétt að hafa í huga að mat á beitarhlunnindum getur gefið vísbendingar um lífsskilyrði veiðidýra (hreindýr, rjúpur, gæsir). Þó að ekki hafi verið farið út í að meta skotveiðar og berja/sveppa/fjallagrása-tínslu sem hlunnindi þá eru þessir þættir með sem undirviðföng í mati á virði svæða og áhrifum virkjana á ferðaþjónustu og útivist.

Virði svæða m.t.t. beitarhlunninda voru metin á eftirfarandi skala:

Einkunn	
0	Svæðið er lítt eða ekki gróið og einskis virði sem beutiland
1	Lítið gróið land, takmörkuð beitarnot, en unnt að rækta til beitar
3	Sæmilega gróið land, talsverð beitarnot og unnt að rækta til beitar
6	Vel gróið land, mikil beitarnot
10	Mjög gott beitar- og/eða ræktunarland

Áhrif virkjana á beitarhlunnindi voru metin á eftirfarandi skala:

Einkunn	
0	Engin áhrif á beitarhlunnindi
-1	Lítill neikvæð áhrif á beitarhlunnindi
-3	Talsverð neikvæð áhrif á beitarhlunnindi
-6	Mikil neikvæð áhrif á beitarhlunnindi
-10	Mjög mikil neikvæð áhrif á beitarhlunnindi

Við mat á beitarhlunnindum vegna vatnsaflsvirkjana var horft á þau svæði sem fara undir lón, stöðvarhús, línulagnir, vegi, slóða, námur og önnur mannvirki tengd virkjunum. Það kemur því af sjálfu sér að við mat á vatnsaflsvirkjunum eru einkunnir fyrir áhrif virkjana spegilmynd af virðiseinkunn. Við mat á beitarhlunnindum vegna jarðvarmavirkjana var gert ráð fyrir að áhrif virkjanaframkvæmda á beitarhlunnindi nái nokkuð út fyrir það svæði sem sjálf mannvirkin standa á, vegna mögulegrar loftmengunar, hávaða frá borholum o.fl. þátta sem gætu haft nokkur áhrif á beitarnot án þess endilega að útiloka þau alveg. Þarna eru því einkunnir fyrir áhrif virkjana ekki endilega spegilmynd af virðiseinkunn, þ.e. beitarhlunnindi svæðis geta minnkað án þess að hverfa alveg. Rétt er að benda á að ekki var tekið tillit til beitarálags eða núverandi fjölda búfjár á viðkomandi svæðum. Ástand jarðvegs og gróðurs á fyrirhuguðum virkjunarstöðum jarðvarmavirkjana er yfirleitt slæmt og þau svæði því ekki beitarhæf, en í mörgum tilvikum fá þau virðiseinkunn vegna þess að þar er land sem unnt er að bæta og gera beitarhæft. Sama á við í nokkrum tilvikum vatnsaflsvirkjanasvæða, þ.e.a.s. að jafnvel þó þau séu óbeitarhæf, þá fá þau virðiseinkunn þar sem unnt er að rækta þau til beitar. Í flestum tilvikum liggur ekki fyrir hvar nákvæmlega raflínur eru fyrirhugaðar í þessum virkjunarhugmyndum. Því er erfitt að meta virði beutilanda sem raflínur kunna að skerða.

Hvergi er tekið tillit til mótvægisáðgerða af hálfu virkjunaraðila til að bæta fyrir skerta beit í virðismatinu. Það er aðeins í undantekningartilvikum sem þeim þætti er gerð einhver skil í gögnunum sem fyrir liggja.

Rétt er að benda á að í allnokkrum tilvikum er ekki samræmi í virðismati gróðurfars fyrir ferðamennsku og útivist og í beitarhlunnindum, þar sem mjög ólíkar forsendur liggja þar að baki.

### 4.1.3 Ferðamennska og útivist

#### *Forsendur*

Mikilvægi ferðamennsku fyrir íslenskt samfélag hefur vaxið hröðum skrefum og árið 2008 voru gjaldeyristekjur ferðaþjónustunnar rúmlega 73 milljarðar, eða um 16,9% gjaldeyristekna þjóðarinnar (Seðlabanki Íslands, 2010). Árið 2009 voru áætlaðar gjaldeyristekjur af erlendum ferðamönnum um 155 milljarðar sem var um 21% raunaukning frá árinu áður að teknu tilliti til gengis- og verðlagsáhrifa (Ferðamálastofa, 2010). Fjöldi starfa í greininni var 8.400 árið 2007. Samkvæmt ferðaþjónustureikningum Hagstofu Íslands (2008) var hlutur ferðaþjónustu í landsframleiðslu að meðaltali 4,6% árin 2000–2006 og námu heildarkaup á ferðaþjónustu innanlands tæplega 135 milljörðum króna, eða sem svarar til 11,5% af landsframleiðslu árið 2006. Með hliðsjón af þessum útreikningum Hagstofunnar leiða Samtök ferðaþjónustunnar að því líkur að heildarneysla vegna ferðaþjónustu fyrir árið 2008 hafi verið 175–185 milljarðar (Samtök ferðaþjónustunnar, 2009). Á sama tíma hefur hvers kyns útivist aukist stórlega og er hún orðin snar þáttur í daglegu lífi fjölda fólks. Ferðalög Íslendinga um eigið land hafa því einnig aukist, en níu af hverjum tíu landsmönnum ferðuðust innanlands á árinu 2009 (Ferðamálastofa, 2010). Hagsmunir bæði ferðaþjónustunnar og þeirra sem nýta umhverfi sitt til ferðalaga og útivistar eru því miklir og fara vaxandi.

Íslensk náttúra er helsta aðráttarafl landsins en um 71% erlendra ferðamanna koma til landsins vegna hennar (Ferðamálastofa, 2008). Styrkleiki ferðamannalandsins Íslands felst einkum í sérstakri og lítt raskaðri náttúru. Sú ferðamennska sem hér er stunduð er því fyrst og fremst náttúruferðamennska, en hana er hægt að skilgreina á einfaldan hátt sem þá ferðamennsku sem byggir á fjölbreytilegri náttúruupplifun ferðamanna. Dæmi eru t.d. ævintýraferðamennska, visthæf ferðamennska og sá hluti af menningar- og byggðaferðamennsku sem stundaður er í náttúrulegu umhverfi (Priskin, 2001). Náttúruferðamennska er meira háð gæðum umhverfisins en aðrar tegundir ferðamennsku (Boyd & Butler, 1996).

Aðráttarafl náttúruskoðunarstaða er margs konar. Ferðamenn hafa ólíkar óskir og kröfur til þeirra svæða sem þeir ferðast um eru mismunandi. Því eru náttúruferðamenn ekki einsleitir hópur (Weaver, 1998). Sumum ferðamönnum finnast breytingar á náttúruskoðunarstöðum ekki tiltökumál, hvort sem um er að ræða byggingar, vegi eða upplýsingaskilti. Slíkt getur hins vegar spillt upplifun annarra á staðnum, jafnvel það mikið að þeir hætti að koma þangað. Ferðamenn hafa því ólíkar skoðanir á því hvaða aðstaða og uppbygging er æskileg, bæði almennt og á einstökum svæðum, og ljóst er að ekki er mögulegt að gera öllum til hæfis alls staðar. Því er ekki

sjálfgert að það auki aðdráttarafl svæðis að bæta aðgengi og byggja upp innviði. Með hliðsjón af þessu hefur við stefnumótunar- og skipulagsvinnu á ferðamanna- og útivistarsvæðum gjarnan, verið stuðst við svokallaðan viðhorfskvarða (*the purist scale*) sem skipar ferðamönnum í hópana náttúrusinnar (*moderate purists*), almennir ferðamenn (*neutralists*) og þjónustusinnar (*non purists*). Viðhorfskvarðinn er oft notaður með öðru líkani afþreyingarrófinu (*Recreation Opportunity Spectrum*) þar sem svæðum er skipt í flokka eftir því hversu náttúrulegt eða manngert umhverfi þeirra er (tafla 4.1).

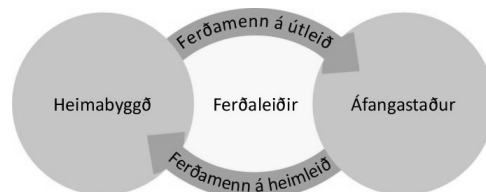
**Tafla 4.1 . Róf afþreyingarmöguleika**

Víðerni	Að mestu ósnortin svæði, vélvædd umferð ekki leyfð	Að mestu ósnortin svæði, vélvædd umferð leyfð	Aðgengileg náttúrusvæði	Svæði sem einkennast af landbúnaðarlandslagi	Útivistarsvæði í borgum og þéttbýli
---------	--	---	-------------------------	--	-------------------------------------

(Heimild: (Wallsten, 1988).

Virði náttúruskoðunarstaða þykir þeim mun meiri sem þeim hefur verið minna raskað og slíkir staðir eru almennt mun meira virði en manngerðir staðir (Anna Dóra Sæþórsdóttir 2006). Manngert aðdráttarafl er hægt að búa til að miklu leyti óháð náttúrunni, en náttúruna er ekki hægt að skapa/búa til eftir pöntun, framboðið er takmarkað. Sá eiginleiki gerir hana enn verðmætari. Með hliðsjón af því sjónarmiði eru víðerni og svæði þar sem náttúrunni hefur ekki verið raskað af mannavöldum mjög eftirsótt af ákveðnum markhópi ferðamanna. Upplifun á víðernum er almennt talin fela í sér útiveru í frumstæðu og óröskuðu umhverfi þar sem fáir aðrir eru (Cole & Hall, 2008).

Ferðalög tengja saman þrenns konar svæði (mynd 4.1), áfangastað (*tourist destination region, TDR*), heimabyggð ferðamanna (*traveller-generating region*) og ferðaleiðir (*transit region*), þ.e. leiðir sem ferðast er eftir til þess að komast á milli áfangastaðar og heimabyggðar (Leiper, 1990).



Áfangastaðir sem oft kallast líka ferðamannastaðir eru ólíkir að gerð og eiginleikum. Þeir einkennast

Mynd 4.1.Landfræðileg tengsl ferðamannastaða og heimabyggðar. Heimild: Leiper, 1990.

af efnislegum eiginleikum sínum, sögu sinni, íbúunum, þeim gestum sem heimsækja staðinn og þeim stjórnvaldslegu ákvörðunum sem hafa verið teknar um nýtingu staðarins (Saarinen, 2004). Oft er talað um að ferðamannastaðir séu samsettir úr fimm þáttum (*the destination mix*) en þeir eru: aðdráttaraflið (*tourist attraction*), aðstaða (*facilities*), innviðir (*infrastructure*), samgöngur (*transportation*) og gestrisni (*hospitality resources*). Ferðamannastaðir eru sambland af þessum þáttum og blandan er breytileg eftir menningu, efnahag og umhverfi hvers staðar. Með hliðsjón af breytileika „blöndunnar“ verða til mismunandi ferðamannastaðir (Mill & Morrison, 1998).

Þær virkjunarframkvæmdir sem eru til skoðunar í 2. áfanga rammaáætlunar eru flestar í náttúrulegu umhverfi sem að stórum hluta hefur verið lítið sem ekkert raskað með mannvirkjum. Þar sem ekki hefur verið unnin landnýtingaráætlun fyrir ferðamennsku hér á landi liggur ekki fyrir opinber stefna um hvernig á að nýta landið fyrir ferðamennsku, þ.e. hvar á að stunda mismunandi

tegund ferðamennsku og til hvaða markhópa á að höfða á hverju svæði. Því var unnið út frá því viðmiði að láta núverandi stöðu marka stefnuna, þ.e. þar sem náttúrusinnar eru megin notendahópurinn er gert ráð fyrir að framkvæmdir hafi mikil áhrif á upplifun, en þar sem þjónustusinnar eru yfirgnæfandi hafi framkvæmdirnar minni áhrif.

### ***Skilgreining svæða***

#### *Ferðasvæði:*

Landinu var skipt í ferðasvæði sem er sú grunneining sem faghópurinn gekk út frá við mat á virði svæða fyrir ferðamennsku og útivist (sjá kort). Við það var einkum tekið tillit til sameiginlegra eiginleika þeirrar ferðamennsku sem stunduð er á svæðinu, auk þess sem horft var til eðlissrænna eiginleika landsins. Þannig eru t.d. ferðasvæðið Askja og ferðasvæðið Ódáðahraun sitt hvort ferðasvæðið. Ferðamennska í Öskju einkennist að hluta til af hópferðamennsku, töluverðum fjölda og þeirri þjónustu sem því fylgir, en í Ódáðahrauni eru ferðamenn einkum einstaklingar í jeppaferðum eða fólk í gönguferðum. Þessar forsendur gefa þokkalega einsleit svæði. Við afmörkun ferðasvæða er t.d. miðað við fjallsbrúnir (dæmi: Brennisteinsfjöll), árfarvegi (dæmi: mörk Kverkfjalla og Arnardals), ferðaleiðir eða vegi (dæmi: Skálafell og Reykjanestá). Virði hvers ferðasvæðis fyrir ferðamennsku og útivist var metið sem og áhrif virkjunarframkvæmda á það virði, þ.e. afleiðingar framkvæmdanna voru metnar.

#### *Framkvæmdasvæði virkjunar:*

Framkvæmdasvæðið var skilgreint sem sjálft virkjunarsvæðið með tilheyrandi mannvirkjum, t.d. byggingum, lónum, stíflum, skurðum, borpöllum og pípum, sem og svæði sem háspennulínur og vegir vegna framkvæmdanna liggja um. Mannvirkin sjást oft langt að á hálendinu, einkum raflínur. Framkvæmdasvæðið getur því orðið víðfeðmt þar sem þarf að leggja raflínur langar leiðir til að tengjast núverandi dreifikerfi raforku. Þetta á t.d. við um jarðgufuvirkjanir í Kerlingarfjöllum og á Torfajökulssvæðinu og vatnsaflsvirkjun í Jökulfalli við Gýgjarfoss, en vegna raflínanna ná framkvæmdirnar yfir fleiri en eitt ferðasvæði. Faghópur IV lagði til kort sem sýna raflínur sem teiknaðar eru stystu leið frá mögulegu stöðvarhúsi að næsta tengivirki. Faghópur 2 byggði mat sitt á þeim gögnum.

#### *Áhrifasvæði virkjunar:*

Auk framkvæmdasvæðisins geta önnur svæði sem tengjast framkvæmdasvæðinu orðið fyrir áhrifum virkjunar. Þetta á við þar sem beinna áhrifa framkvæmdanna gætir, t.d. þar sem breytingar verða á rennsli fljóta. Áhrifin geta líka komið gegnum samgöngukerfi eða ferðamáta ferðamanna. Áhrifasvæði virkjunar fyrir ferðamennsku og útivist er því að jafnaði mun umfangsmeira en framkvæmdasvæðið og getur náð yfir fleiri en eitt ferðasvæði. Dæmi: Bláfellsvirkjun á Kili, þar sem Hvítá yrði virkjuð með lóni í Hvítárvatni, hefur áhrif á alla þá sem fara um Kjalveg (þ.e. ferðasvæðin; Hagavatn, Hrunamannaafrétt, Hveravelli, Kerlingarfjöll) því að allir sem fara á þessi ferðasvæði verða að fara í gegnum framkvæmdasvæði virkjunarinnar. Áhrifasvæði Bláfellsvirkjunar er því allur Kjölur frá Bláfellshálsi norður á Auðkúluheiði. Annað dæmi má nefna, Arnardalsvirkjun þar sem Jökulsá á Fjöllum er virkjuð við Arnardal. Sú framkvæmd breytir rennsli í Jökulsá á Fjöllum allt frá Krepputungu og norður til sjávar. Áhrifasvæði virkjunarinnar

nær því frá Krepputungu niður eftir allri ánni og m.a. verða Dettifoss og Hljóðaklettur fyrir áhrifum. Virkjunin hefur þar með áhrif á ferðasvæðin Kverkfjöll, Arnardal og Jökulsárgljúfur.

Það getur verið erfitt að afmarka áhrifasvæði og stundum gæti það verið allt landið. Vegna þröngs tímaramma þessa verkefnis var ekki unnt að skipta öllu landinu upp í ferðasvæði og leggja mat á virði þeirra allra þó svo að slíkt hefði gefið bestu og réttustu niðurstöðuna. Þess í stað var látið nægja að skoða einungis þau svæði sem yrðu fyrir greinilegustu áhrifunum. Einstök svæði t.d. Geysir og Gullfoss líða töluvert fyrir þessa nálgun og hefði það talist svæðunum til tekna að skilgreina ferðasvæðin og áhrifasvæðin mun stærri en hér var gert, t.d. allur Gullni hringurinn (þ.e. Þingvelli, Laugarvatn og Skálholt auk Gullfoss og Geysis).

### *Aðferðafræði faghóps II*

Þar sem faghópum 2. áfanga rammaáætlunar var ætlað að leggja bæði mat á verndun og nýtingu mögulegra virkjunarsvæða gekk vinnuaðferð hópsins út á að leggja í upphafi mat á núvirði ferðasvæða fyrir ferðamennsku og útivist. Að því loknu var lagt mat á hvernig virðið myndi breytast kæmi til virkjunar og út frá því var lagt mat á heildarafleiðingar hvernar virkjunarhugmyndar. Með hliðsjón af þessum tölulegum gögnum voru dregnar ályktanir um innbyrðis röðun virkjunarmöguleikana. Þær niðurstöður voru síðan vegnar saman við niðurstöður úr mati á hlunnindum og veiðum og sú niðurstaða höfð til hliðsjónar við lokaröðun í AHP-þreppgreiningu virkjunarmöguleikanna.

Mjög takmarkaðar rannsóknir hafa verið gerðar á ferðamennsku og útivist á þeim svæðum sem til skoðunar eru í 2. áfanga rammaáætlunar. Engar þeirra snúa beint að skilgreindu verkefni faghópsins. Þessi staða setti vinnu faghópsins vissar skorður og vinnan byggist því meira en ella á mati þeirra sérfræðinga sem í faghópunum störfuðu og annarra sérfræðinga sem leitað var til.

#### *Mat á virði ferðasvæða*

Til að meta virði svæða fyrir ferðamennsku og útivist voru metin 29 atriði eða undirviðföng fyrir hvert svæði, sjá töflu 4.2. Lagt var mat á verðmæti hvers undirviðfangs á einkunnarskalanum 0, 1, 3, 6, 10 þar sem 10 vísar til mestu verðmætanna. Undirviðföngum var raðað saman í 5 meginviðföng sem endurspeglar í stórum dráttum skiptingu (Mill & Morrison, 1998) sem nefnd var hér að framan. Þau eru: *Upplifun*, *afþreyingarmöguleikar*, *innviðir*, *notkun* og *fram tíðarvirði* og fékk hvert þeirra vogtölu (tafla 4.2). Vægi viðfanga sem lýsa verðmæti til framtíðar var hátt, alls 70% (*upplifun*, *afþreyingarmöguleikar* og *fram tíðarvirði*) en viðföng sem lýsa núverandi stöðu vógu minna, alls 30% (*innviðir* og *notkun*). Þessi hlutfallsskipting endurspeglar hversu ung atvinnugrein ferðaþjónustan er hér á landi og hve innviðir og uppbygging eru víða takmörkuð og litlar fjárfestingar að baki. Hér að neðan er gerð nánari grein fyrir viðföngunum.

- *Upplifun* ferðamanna og útivistarfólks er talin mikilvægasta viðfangið og vegur helming einkunnar virðismatsins. Byggist sú ákvörðun á því að hún er talin lang veigamest þegar ferðamenn velja sér áfangastað (Crouch & Ritchie, 1999; Ferrario, 1979). *Upplifunin* er greind í tvennt, annars vegar *eðligræna eiginleika* (vogtala 0,3) og hins vegar *hughrif* sem þeir valda (vogtala 0,1). *Eðligrænir eiginleikar* skiptast í tvennt *Eðligræna eiginleika A* þar sem lagt er mat á almenna eiginleika sem gilda á öllum svæðum og *Eðligræna eiginleika B*, þar sem einstök náttúrufrýrbæri eru metin.

- *Eðlisræni eiginleikar A* (vogtala 0,2). Lagt er mat á eftirtalin fjögur undirviðföng, sem eru öll metin jafnt og tekið meðaltal af einkunnum þeirra:
  - *Hversu náttúrulegt / manngert umhverfið* er og er hæsta einkunn gefin fyrir víðerni. Í alþjóðlegu samhengi eru svæði með náttúrulegu og ósnertu yfirbragði eitt af því mikilvægasta í upplifun ferðamanna (Selvig, 1992). Kannanir hafa leitt í ljós að þegar ferðamenn eru spurðir um hvað þeim líki best við hálendið er ósnortin náttúra ofarlega á blaði (Anna Dóra Sæþórsdóttir, 2009). Svæði sem flokkast sem „ósnortin víðerni“ þ.e. svæði þar sem engin mannvirki önnur en fjallvegir og skálar eru sjáanleg fær 10 í einkunn, t.d. Askja og Markarfljót.
  - *Hversu stórt (víðáttumikið)* er ferðasvæðið sem heildstætt svæði. Stór og samfelld einsleit svæði skapa viss hughrif. Þetta á t.d. við um hraunbreiður og svarta sanda sem eru einkennandi fyrir Ísland en sjaldgæf annars staðar. Svæði sem mynda stórar samfelldar heildir fá 10, t.d. Ódáðahraun. Lítil ferðasvæði eins og t.d. Reykjanestá fá einkunnina 1.
  - *Landslag*. Almennt er áhugaverðara fyrir ferðamenn að ferðast um landsvæði þar sem landslag er fjölbreytilegt og stórbrotið. Við mat faghópsins á þessu undirviðfangi var lagt mat á landslag sem sést af ferðasvæðinu sem um ræðir. Tilkomumikið landslag fær einkunnina 10, t.d. Torfajökull.
  - *Einstæð, fágætt landssvæði* eru almennt áhugaverðari en þau sem eru algeng og hafa þar með meira aðráttarafl. Einkunnina 10 fær t.d. Geysir.
- *Eðlisræni eiginleikar B* (vogtala 0,1).
 

Hér er lagt mat á einstök náttúrufyrirbæri. Í vinnu rammaáætlunar er verið að bera saman jarðvarmavirkjanir og vatnsaflsvirkjanir. Af því leiðir að svæðin sem um ræðir eru mjög ólík og mismunandi þættir skapa gildi þeirra fyrir ferðamennsku. Til að geta borið svæðin saman og notað sömu reikniaðferðir fyrir öll þau svæði sem voru til skoðunar, var búinn til listi yfir öll þau undirviðföng sem skipta máli á báðum tegundum svæða, en síðan var aðeins hluti þeirra reiknaður inn í meðaltal á hverju svæði. Því voru nokkrar hæstu einkunnirnar teknar inn í meðaltalið en hinum sleppt. Sem dæmi má taka að á jarðhitasvæðum skiptu undirviðföngin: *Hverasvæði, jarðhiti, laugar* og *Litir* mestu máli fyrir virði svæðanna og þau fengu að jafnaði hæst fyrir þau undirviðföng. Þau telja því inn í einkunnina á þeim svæðum. Svæði þar sem vatnsaflsvirkjanir rísa fengu hins vegar almennt hæst fyrir viðföngin: *Vatn, ár, fossar* og *Gil, gljúfur, gjár* og komu þau þá inn í einkunnina, en sjaldnast *Hverasvæði, jarðhiti, laugar*. Með því að taka hæstu einkunnir dró það ekki niður virði jarðhitasvæðis að þar eru ekki fossar, né virði vatnsaflvirkjanasvæðis að þar eru ekki hverir og laugar. Á þennan hátt voru dregnir fram þeir eiginleikar sem skipta máli á hverju svæði, en þau atriði sem ekki áttu þar við drógu svæðið ekki niður. Af þeim tíu undirviðföngum sem metin voru í flokknum Eðlisræni eiginleikar B var tekið meðaltal af þremur hæstu einkunnum og notað sem einkunn fyrir flokkinn.

Ef inni á svæðinu er svæði sem er á *náttúruminjaskrá* fékk ferðasvæðið einkunnina 10, ef um þjóðgarða var að ræða, en 6 þar sem voru fólkvangar eða önnur friðlýst svæði. Þetta var gert vegna þess að vernduð svæði hafa ákveðið

aðdráttarafl fyrir ferðamenn og hafa ýmsar rannsóknir sýnt fram á að þjóðgarðar veга þar þyngst (McCool o.fl., Fredman).

– *Hughrif* (vogtala 0,2)

Hér var lagt mat á óhlutbundin verðmæti sem felast í hughrifum og voru undirviðföngin fjögur. Lagt var mat á hversu *falleg* og *stórbrotin* svæði eru. Einnig hvort *þolmörkum þeirra ferðamanna* sem þangað koma sé náð, þ.e. hvort þeim ferðamönnum sem þangað koma finnist of margir ferðamenn á svæðinu. *Lotning*, *helgidómur*, *ímynd* skiptir miklu máli sem aðdráttarafl ferðamannastaðar þegar það á við. Farin var sú leið að gefa aðeins þeim stöðum einkunn sem vekja ótvírætt þessa tilfinningu og aðeins gefnar einkunnirnar 6 og 10. Dæmi: Hekla fær einkunnina 10 fyrir að vera vekja lotningu og vera mikilvægt tákni í ímynd Íslands. Sem einkunn fyrir hughrif var valið að taka meðaltal þriggja hæstu einkunna af þeim fjórum sem gefnar eru.

- *Afþreyingarmöguleikar* (vogtala 0,1) eru margvíslegir og mjög háðir staðháttum. Lagt var mat á helstu tegundir afþreyingar sem hægt er að stunda á landinu (13 undirviðföng). Þar sem óeðlilegt er að þær séu allar fyrir hendi á hverju svæði, voru aðeins þær sex sem hlutu hæsta einkunn á hverju svæði teknar með í meðaltalið. Þar sem ferðaþjónusta er tiltölulega ung atvinnugrein hér á landi eru mörg tækifæri enn ónýtt og því var lagt mat á möguleika en ekki núverandi stöðu.

- *Innviðum* (vogtala 0,1) var skipt í tvennt, annars vegar *aðgengi* og hins vegar *gisting* og veга þau jafnt (0,05).

– *Aðgengi* skiptist í þrjú undirviðföng og voru tvö þau hæstu notuð í útreikning matsins. Var það vegna þess að annað hvort fólksbílavegur eða jeppaleið eru mikilvæg til að gera svæði aðgengileg fyrir ferðafólk en ekki hvort tveggja í senn. Eftir á að hyggja hefði verið betra að taka alltaf inn í útreikningana undirviðfangið *innviðir fyrir ferðamenn* og hærri einkunnina af annarri hvorri gerð veganna.

- *Fólksbílavegur*. Lagt var mat á hversu auðvelt er nú að komast að og fara um svæðið á fólksbíl. Í Mývatnssveit, við Gullfoss og Geysi eru mjög góðir vegir og fá þau svæði 10. Um Sprengisand er hins vegar illfært á fólksbíl og fær hann því 1 í einkunn.

- *Jeppaleið*. Á sama hátt var lagt mat á hversu gott er að komast um svæðið á jeppa. Ef leiðin er greiðfær fyrir óbreytta jeppa fékk svæðið 10 í einkunn eins og t.d. Sprengisandur. Þar sem leiðin er hins vegar óljós og mjög illfær og jafnvel spurning hvort ökutæki eigi að fara um hana fékk svæðið 1 í einkunn, eins og t.d. Vonarskarð. Taka skal fram að í þessu undirviðfangi var ekki lagt mat á hversu skemmtileg og krefjandi jeppaleiðin er því það er metið í viðfanginu *afþreying* í undirviðfanginu *torfærufærdir*.

- *Innviðir fyrir ferðamenn*. Svæði þar sem eru vatnssalarni, merkingar og góðir göngu- eða reiðstígar fengu 10 í einkunn eins og t.d. Jökulsárgljúfur. Svæði þar sem einungis er kamar og/eða einfaldar merkingar fengu 1 í einkunn, t.d. Gjástykki.

– *Gisting*. Metið var hvort sú gisting henti þeim markhóp sem kemur á svæðið og anni með eðlilegum hætti fjöldanum sem þangað sækir. Gefið var fyrir gístaðstöðu, annars vegar á ferðasvæðinu og hins vegar í nágrenninu en aðeins hærri einkunnin

var tekin með í heildarmatið. Ástæðan fyrir því er m.a. sú að ekki er alls staðar æskilegt að hafa gistingu, t.d. ekki á ósnortnum víðernum. Ferðamönnum finnast slík svæði ekki batna heldur versna rísi þar hótél (Anna Dóra Sæþórsdóttir, 2009). Þetta er í samræmi við þá stefnu sem birtist í Skipulagi Miðhálandisins.

- *Gisting á svæðinu*. Dæmi um svæði sem fengu 10 í einkunn eru svæðið í kringum Þjórsá og Álftavatn að Fjallabaki.
- *Gisting í nágrenninu*. Miðað var við að ekki sé meira en ákveðinn aksturstími í fjölbreytta gistingu. Þar sem góð gisting er í innan við 30 mín. akstursfjarlægð frá ferðasvæðinu fékk svæðið 10 í einkunn, t.d. Markarfljót. Svæði sem eru meira en í 2 klst. akstursfjarlægð frá ferðasvæðinu fengu hins vegar 1 í einkunn, t.d. Kverkfjöll.
- *Notkun* (vogtala 0,2). Hér er verið að leita eftir mælikvarða á styrkleika aðdráttarfls svæðisins fyrir núverandi markhópa ferðamanna og útivistarfólks. Viðfangið skiptist í 3 flokka: *notendur* (0,1), *notkunarmynstur* (0,09) og *ferðahegðun* (0,01). Hver þeirra skiptist í tvö undirviðföng.
  - *Notendum* var skipt í tvö undirviðföng sem skipta bæði máli og því voru bæði tekin með í útreikninga
    - *Fjöldi ferðamanna*. Svæði þar sem mjög margir ferðamenn koma, þ.e. fleiri en 10.000 á ári, fengu einkunnina 10, t.d. Landmannalaugar og Mývatn. Staðir þar sem fáir koma fengu einkunnina 1, t.d. Brennisteinsfjöll.
    - *Ferðaþjónusta*. Metið var hversu mikilvæg svæði eru fyrir fyrirtæki í ferðaþjónustu. Mjög mikilvæg svæði fengu 10, t.d. Gullfoss og Landmannalaugar. Svæði sem eru lítið nýtt fá 1, t.d. Gjástykki.
  - *Notkunarmynstur* skiptist í tvennt, *fjarlægð frá markaði* og *ferðamynstur*. Bæði undirviðföngin skipta máli og voru því bæði tekin með í útreikninga.
    - *Fjarlægð frá markaði*. Markaður var skilgreindur sem staður þar sem margir búa eða þar sem margir ferðamenn koma. Svæði sem eru mjög nálægt stórum markaði fengu 10, t.d. Reykjanestá. Svæði sem eru langt frá stórum markaði fengu 1, t.d. Hágöngur.
    - *Ferðamynstur*. Svæði þar sem margar ferðaleiðir liggja um og eru hluti af ferðamynstri fólks fengu einkunnina 10, t.d. Álftavatn að Fjallabaki. Svæði þar sem ferðaleið er mjög fáfarin eða er endastöð fyrir flesta, fékk einkunnina 1, t.d. Kverkfjöll.
  - *Ferðahegðun*. Svæði hafa mikið gildi fyrir ferðaþjónustu ef ferðamenn koma þangað oft eða dvelja lengi. Ekki er ástæða til að krefjast þess að ferðamenn komi bæði oft (t.d. vinsæl útivistarsvæði) og dvelji lengi (t.d. vinsælir ferðamannastaðir), annað dugar til að svæði hafi mikið gildi og er því aðeins tekin einkunn þess undirviðfangs sem fær hærri einkunn.
    - *Dvalarlengd*. Metið var hversu lengi ferðamenn dvelja að meðaltali á svæðinu og svæði þar sem flestir gista a.m.k. eina nótt fengu 10 í einkunn, t.d. Þórsmörk. Svæði þar sem dvalið er styttra en ½ dag fengu 1 í einkunn, t.d. Gullfoss.

- *Tíðni endurkomu.* Þau svæði þar sem sömu ferðamennirnir/útivistariðkendurnir koma oft eða hafa mikinn áhuga á að koma aftur á, fékk 10 í einkunn, t.d. Hengill, en þar sem menn koma mjög sjaldan var gefin einkunnin 1, t.d. Hekla.
- *Framtíðarvirði svæðisins (vogtala 0,1).* Svæði sem er mjög mikils virði til framtíðar og/eða hefur mjög mikla möguleika til frekari nýtingar til ferðamennsku og útivistar fékk 10 í einkunn, t.d. Torfajökull. Þeir staðir sem þykja síður áhugaverðir og ekki er fyrirsjáanlegt að nýttir verði til útivistar eða ferðaþjónustu í nánustu framtíð fengu einkunnina 1.

Lokaeinkunn fyrir hvert ferðasvæði var reiknuð sem veginni meðaltal einkunna meginviðfanga.

### *Mat á áhrifum virkjana*

Við mat á áhrifum virkjana var stuðst við sömu aðferðarfræði og í virðismatinu nema nú var lagt mat á virði hvers undirviðfangs *ef* búið væri að virkja. Mismunurinn á virði svæða fyrir og eftir framkvæmdir gefur til kynna hversu miklar afleiðingarnar yrðu. Matið byggir á lýsingum á virkjunarhugmyndum að svo miklu leyti sem þær liggja fyrir. Þar skortir þó oft talsvert á, t.d. hvað varðar vegi, raflínur og önnur mannvirki, útlit þeirra og nákvæma staðsetningu. Þá gekk hópurinn út frá þeirri forsendu að inngrip í ósnortin svæði væri alvarlegri röskun en framkvæmdir á svæðum sem þegar hefur verið byggt á eða það nýtt á annan hátt. Dæmi: Svæðið Torfajökull fékk 10 í einkunn fyrir undirviðfangið *víðerni-náttúrulegt-manngert umhverfi*. Við virkjun fer virði undirviðfangsins í 1. Afleiðingarnar eru að jafnaði mestar á þeim ferðasvæðum sem framkvæmdirnar myndu hafa bein áhrif á, en mun minni á öðrum áhrifasvæðum virkjunarinnar. Álftavatn er aðliggjandi svæði við Torfajökul og lækkar undirviðfangið líka þar en minna, úr 10 í 3.

Við röðun virkjunarhugmynda var annars vegar stuðst við mat á virði þeirra ferðasvæða sem eru á áhrifasvæði virkjunarinnar og hins vegar við mat á áhrifunum virkjunarinnar á þau ferðasvæði. Þetta var gert með því að margfalda saman á hverju ferðasvæði virðismat viðkomandi ferðasvæðis og áhrifin sem virkjunarkosturinn hefur á það ferðasvæði. Heildaráhrif virkjunarinnar eru síðan metin sem summa af þessum margfeldum og kölluð *afleiðingastuðull*.

Dæmi: Hagavatnsvirkjun. Áhrifasvæði hennar nær yfir ferðasvæðin Hagavatn, Hveravelli, Hrunamannafrétt og Gullfoss. Röðun virkjunarhugmynda virkjunarinnar byggist á eftirfarandi:

– Hagavatn: virði 7,38, virði eftir virkjun 3,28. Afleiðingar eru því 4,10. Margfeldi þessa er:  $7,38 \cdot 4,10 = 30,26$

– Virkjunin hefur líka áhrif á:

– Hveravelli: virði 9,58, virði eftir virkjun 8,60. Afleiðingar eru 0,98. Margfeldi þessa er:  $9,58 \cdot 0,98 = 9,39$

– Hrunamannafrétt: virði 5,85, virði eftir virkjun 5,61. Afleiðingar eru 0,24. Margfeldi þessa er:  $5,85 \cdot 0,24 = 1,40$

– Gullfoss: virði 9,18, virði eftir virkjun 8,33. Afleiðingar eru 0,85. Margfeldi þessa er:  $9,18 \cdot 0,85 = 7,80$

*Afleiðingastuðullinn* (heildarafleiðingarnar) er því:  $30,26 + 9,39 + 1,40 + 7,80 = 48,85$  og er hann notaður til að raða virkjunarhugmyndinni í mikilvægisröð fyrir ferðamennsku og útivist, þar sem hæsta talan endurspeglar mesta skaðann.

Ef tími hefði leyft hefði meiri vinna verið lögð í að meta mikilvægi smærri lítt snortinna svæða í nágrenni við stóra markaði. Hópurinn gerir sér grein fyrir að hætta er á að minna hafi verið gert úr mikilvægi þessara svæða en efni standa til.

**Tafla 4.2. Viðföng og undirviðföng fyrir mat á verðmæti ferðasvæða fyrir ferðamennsku og útivist**

	<b>Vogtölur</b>	<b>Undirviðföng (viðmið)</b>
<b>Upplifun</b>	<b>0,5</b>	
<i>Eðlisrænar eiginleikar</i>	<i>0,2</i>	Víðerni - náttúrulegt - manngert umhverfi Stærð, heild Einstætt-fágætt-algennt á landsvísu Landslag
<i>Eðlisrænar eiginleikar</i>	<i>0,1</i>	Hverasvæði, jarðhiti, laugar Ummerki um eldvirkni, gígar, hraun Litir Gróðurfar Dýralíf Fjölbreytileiki, einsleitni Fjöll, jöklar Vatn, ár, fossar Gil, gljúfur, gjár Er svæðið á náttúruminjaskrá?
<i>Hughrif</i>	<i>0,2</i>	Fegurð Stórbrotið Þolmörk ferðamanna Lotning, helgidómur, ímynd
<b>Afbreyingarmöguleikar</b>	<b>0,1</b>	Áhorf Gönguferðir Hestaferðir Veiðar Berja, sveppa, fjallagrasatínsla Villiböð, baðlaugar Bátaferðir Hjólreiðar Jökla- snjóferðir Torfærufurðir Biltúr á fólksbíl Arfleið, saga Gestastofur
<b>Innviðir</b>	<b>0,1</b>	
<i>Aðgengi</i>	<i>0,05</i>	Innviðir fyrir ferðamenn Fólksbílavegur Jeppaleið
<i>Gisting</i>	<i>0,05</i>	Gisting á svæðinu Gisting í nágrenninu
<b>Notkun</b>	<b>0,2</b>	
<i>Notendur</i>	<i>0,1</i>	Fjöldi ferðamanna Ferðapjónusta
<i>Notkunarmynstur</i>	<i>0,09</i>	Fjarlægð frá markaði Ferðamynstur
<i>Ferðahegðun</i>	<i>0,01</i>	Dvalarlengd Tíðni endurkomu
<b>Framtíðarvirði</b>	<b>0,1</b>	Framtíðarvirði

## Heimildir

- Anna Dóra Sæþórsdóttir (2006). Skipulag náttúruferðamennsku með hliðsjón af viðhorfum ferðamanna. *Landabréfið* 22(1) 3-20.
- Anna Dóra Sæþórsdóttir (2009). *Kafað ofan í kjölinn – á viðhorfum ferðamanna á Kili*. Land- og ferðamálafræðistofa Háskóla Íslands, 81. bls.
- Boyd, S.W., & Butler, W., 1996. Managing Ecotourism: An Opportunity Spectrum Approach. *Tourism Management* 17, 557–566
- Cole, D. N., & Hall, T. E. (2008). *Wilderness Visitors, Experiences, and Management Preferences: How They Vary With Use Level and Length of Stay* (Research Paper RMRS-RP-71).
- Crouch, G. I., & Ritchie, J. R. B. (1999). Tourism, Competitiveness, and Societal Prosperity. *Journal of Business Research*, 44(3), 137-152.
- Ferðamálastofa (2010). *Ferðapjónustan á Íslandi í tölum*. Reykjavík: Ferðamálastofa.
- Ferðamálastofa (2008). *Gæðakönnun meðal erlendra ferðamanna*. Skoðað 24. nóvember 2009 á <http://ferdamalastofa.is>
- Hagstofa Íslands (2008). *Hagtiðindi - Ferðamál og samgöngur. Ferðapjónustureikningar 2000 – 2006*. Reykjavík: Hagstofa Íslands.
- Ferrario, F. F. (1979). The Evaluation of Tourist Resources: an Applied Methodology. *Journal of Travel Research*, 17(3), 18-22.
- Leiper, N. (1990). *Tourism systems : an interdisciplinary perspective*. Palmerston North, NZ: Massey university.
- Mill, R., & Morrison, A. (1998). *The Tourism System*: Kendall/Hunt Publishing Company.
- Priskin, J. (2001). Assessment of natural resources for nature-based tourism: - the case of the Central Coast Region of Western Australia. *Tourism Management*, 22, 637-648.
- Saarinen, J. (2004). 'Destinations in change': The transformation process of tourist destinations. *Tourist Studies*, 4(2), 161.
- Samtök ferðapjónustunnar (2009). *Ferðapjónusta -Hagtölur*. Skoðað 9. ágúst 2009 á <http://www.saf.is>
- Sedlabanki Íslands (2010). *Hagtölur - Ferðalög milli landa. Tekjur og gjöld*. Skoðað 30. janúar 20109 á <http://www.sedlabanki.is>
- Selvig E. (1992). *Verdien av vassdragsnatur i internasjonal sammenheng*. Vedleggsdel med fagrapporter (red.) E. Selvig. *Rapportserie fra Senter for miljø og utvikling*, Universitetet i Oslo, Serie A/Nr. 1/92 Miljøstudier.
- Wallsten, P. (1988). *Rekreation i Rogen : tillämpning av en planeringsmetod för friluftsliv*. Trondheim: Komitéen for miljøvern - KOMMIT, Universitetet i Trondheim.
- Weaver, D. B. (1998). *Ecotourism in the less developed world*. Oxon; New York: CAB International.

## 4.2 Verðmætamati, röðun svæða og virkjunarkosta

Á næstu blaðsíðum koma fram lokaniðurstöður faghóps II í töflum 4.3, 4.4, 4.5 og 4.6. Á þeirri fyrstu er niðurstaða á verðmætamati svæða gagnvart hlunnindum og athuga ber að þar er ekki um eiginlega röðun að ræða. Í næstu töflu er niðurstaða á verðmætamati svæða gagnvart hagsmunum ferðapjónustu og útivistar. Í þriðju töflunni er röðun svæða eftir að hugsanlegum virkjunarframkvæmdum lýkur samkvæmt samsettri heildareinkunn áhrifamats á beit, veiðar, ferðapjónustu og útivist. Fjórða og síðasta taflan er lokaröðun samkvæmt AHP-aðferðafærðinni (sjá stutta skýringu á AHP-aðferðinni á heimasíðu rammaáætlunar, [www.rammaaetlun.is](http://www.rammaaetlun.is), en ítarlegri skýringar má fá í greinum Þóru Ellenar Þórhallsdóttur sem getið er í heimildalista aftast í 3. kafla).

Texta þessarar skýrslu og ítarefni vegna starfs faghópa er að finna á vefsíðu rammaáætlunar, [www.rammaaetlun.is](http://www.rammaaetlun.is).

### Tafla 4.3 Faghópur II.

Verðmætamat á svæðum gagnvart hagsmunum hlunninda. Verðmæti er metið gagnvart öllum virkjunarkostum en ekki er um eiginlega röðun að ræða. Þar sem engin einkunn kemur fram eru hagsmunir taldir litlir sem engir. Notaður er einkunnaskalinn 0, 1, 3, 6 og 10 (sbr. skilgreiningu í kaflanum að framan).

Staðar- númer	Virkjunarkostir	Verðmæti svæðis fyrir virkjunarframkvæmdir	
		til beitar	vegna veiða
1	Hvítá í Borgarfirði		6
2	Glámuvirkjun	1	1
3	Skúfnvatnavirkjun	1	3
4	Hvalá	1	1
5	Blönduveita	3	
6	Skatastaðavirkjun B	3	3
7	Skatastaðavirkjun C	3	3
8	Villinganesvirkjun	1	3
9	Fljótshnúksvirkjun	1	1
10	Hrafnabjargavirkjun A	1	1
11	Eyjadalsárvirkjun		
12	Arnardalsvirkjun	6	1
13	Helmingsvirkjun		1
14	Djúpá	6	3
15	Hverfisfljót		6
16	Skaftárveita með miðlun í Langasjó		6
17	Skaftárveita án miðlunar í Langasjó		3
18	Skaftárvirkjun	6	6
19	Hólmsárvirkjun - án miðlunar	3	3
20	Hólmsárvirkjun - miðlun í Hólmsárlóni	3	3
21	Hólmsárvirkjun neðri	6	3
22	Markarfljótsvirkjun A	3	
23	Markarfljótsvirkjun B	6	
24	Tungnárlón	1	6
25	Bjallavirkjun	1	6
26	Skrokkölduvirkjun		1
27	Norðlingaölduveita 1 - 566-567,5 m y.s.	1	
28	Búðarhálsvirkjun	3	1
29	Hvammsvirkjun	10	3
30	Holtavirkjun	10	3
31	Urriðafossvirkjun	6	10
32	Gýgjarfossvirkjun	3	
33	Bláfellsvirkjun	3	1
34	Búðartunguvirkjun	3	1
35	Haukholtsvirkjun		3
36	Vörðufell		6
37	Hestvatnsvirkjun		6
38	Selfossvirkjun		10
39	Hagavatnsvirkjun		
40	Búlandsvirkjun	6	6
61	Reykjanes	1	
62	Stóra Sandvík		
63	Eldvörp (Svartsengi)		
64	Sandfell		
65	Trölladyngja		
66	Sveifluháls		
67	Austurengjar	3	1
68	Brennisteinsfjöll		1
69	Meitillinn	1	

70	Gráuhnúkar	1	
71	Hverahlíð	3	
72	Hellisheiði	3	
73	Innstidalur	3	1
74	Bitra	3	3
75	Þverárdalur (Ölfusvatnslendur)	3	3
76	Ölfusdalur	3	3
77	Grændalur	3	3
78	Geysir		
79	Hverabotn		
80	Neðri-Hveradalir		
81	Kisubotnar	1	
82	Þverfell	1	
83	Hveravellir		
84	Blautakvísl		
85	Vestur-Reykjadalir		
86	Austur-Reykjadalir		
87	Ljósártungur		
88	Jökultungur		
89	Kaldaklof		
90	Landmannalaugar		
91	Hágönguvirkjun		
92	Vonarskarð		
93	Kverkfjöll		
94	Askja		
95	Hrúthálsar		
96	Fremrinámar		3
97	Bjarnarflag	1	3
98	Krafla I- stækkun		3
99	Krafla II		3
100	Gjástykki	3	
101	Þeistareykir	6	

## Tafla 4.4 Faghópur II.

Verðmætatamat á svæðum gagnvart hagsmunum ferðapjónustu og útivistar. Heiti svæða taka mið af þekktum kennileitum og vísast til meðfylgjandi korts um afmörkun svæðanna. Lagt er mat á verðmæti hvers undirviðfangs (sbr. skilgreiningu í kaflanum að framan) á einkunnarskalanum 0, 1, 3, 6, 10 þar sem 10 vísar til mestu verðmætanna.

Röð	Ferðasvæði	Verðmætatamat svæðis án virkjunar-framkvæmda			
1	Jökulsárgljúfur	9,60	49	Þórisvatn	6,23
2	Hveravellir	9,58	50	Þjórsá í byggð	6,03
3	Askja	9,42	51	Hrunamannaafréttur	5,85
4	Torfajökull	9,31	52	Jökulheimar	5,71
5	Landmannalaugar	9,29	53	Tungnaá	5,33
6	Sprengisandur	9,28	54	Skálafell	5,21
7	Gullfoss	9,18	55	Eyvindarstaðaheiði	4,90
8	Eldgjá	9,11	56	Skarðsmýrarfjall	4,54
9	Mývatn	9,10	57	Auðkúluheiði	4,52
10	Langisjór	8,97			
11	Þórsmörk	8,94			
12	Hólmsárbotnar	8,91			
13	Kerlingarfjöll	8,90			
14	Mælifellssandur	8,88			
15	Laki	8,87			
16	Kiðagil	8,86			
17	Geysir	8,83			
18	Hengill	8,72			
19	Markarfljót	8,71			
20	Hverfisfljót	8,69			
21	Eldhraun	8,68			
22	Krýsuvík	8,59			
23	Reykjanestá	8,52			
24	Hekla	8,47			
25	Álftavatn	8,38			
26	Kverkfjöll	8,37			
27	Veiðivötn	8,37			
28	Öldufell	8,37			
29	Goðafoss	8,33			
30	Djúpá	8,09			
31	Fremrinámar	8,04			
32	Núpsstaðaskógur	7,89			
33	Skagafjarðardalir	7,80			
34	Ódáðahraun	7,76			
35	Gjástykki	7,74			
36	Þjórsárdalur	7,72			
37	Ófeigsfjarðarheiði	7,62			
38	Gljúfurleit	7,57			
39	Arnardalur	7,53			
40	Hagavatn	7,38			
41	Hágöngur	7,32			
42	Vonarskarð	7,25			
43	Tindfjöll	7,17			
44	Keilir	7,11			
45	Þjórsárver	7,01			
46	Brennisteinsfjöll	7,01			
47	Bláfjöll	6,91			
48	Þeistareykir	6,28			

## Tafla 4.5 Faghópur II

Verðmætatam og röðun svæða eftir samsettri heildareinkunn áhrifamats eftir virkjunarframkvæmdir á beit, veiðar, ferðaþjónustu og útivist.

Röð	Virkjunarkostur	Staðarnúmer
1	Torfajökulssvæði jarðvarmi	84-90
2	Askja	94
3	Skaftárvirkjun	18
4	Hólmsárvirkjun - miðlun í Hólmsárlóni	20
5	Markarfljótsvirkjun B	23
6	Markarfljótsvirkjun A	22
7	Arnardalsvirkjun	12
8	Vonarskarð	92
9	Bláfellsvirkjun og Gýgjarfossvirkjun	32-33
10	Kverkfjöll	93
11	Hólmsárvirkjun - án miðlunar	19
12	Kerlingarfjallavirkjanir	79-82
13	Hrúthálsar	95
14	Fremrinámar	96
15	Geysir	78
16	Helmingsvirkjun	13
17	Skaftárveita með miðlun í Langasjó	16
18	Fljótshnúksvirkjun	9
19	Búðartunguvirkjun	34
20	Hveravellir	83
21	Gjástykki	100
22	Skatastaðavirkjun B	6
23	Búlandsvirkjun	40
24	Hrafnabjargavirkjun A	10
25	Skatastaðavirkjun C	7
26	Hágönguvirkjun	91
27	Hólmsárvirkjun neðri	21
28	Djúpá	14
29	Skaftárveita án miðlunar í Langasjó	17
30	Hverfisfljót	15
31	Skrokkölduvirkjun	26
32	Brennisteinsfjöll	68
33	Bjallavirkjun	25
34	Grændalur	77
35	Austurengjar	67
36	Sveifluháls	66
37	Hagavatnsvirkjun	39
38	Þverárdalur (Ölfusvatnslundur)	75
39	Bitra	74
40	Ölfusdalur	76
41	Innstidalur	73
42	Villinganesvirkjun	8
43	Tungnárlón	24

44	Trölladyngja	65
45	Norðlingaölduveita - 566-567,5 m y.s.	27
46	Hvalá	4
47	Sandfell	64
48	Hvammsvirkjun	29
49	Urriðafossvirkjun	31
50	Eldvörp (Svartsengi)	63
51	Þeistareykir	101
52	Stóra Sandvík	62
53	Holtavirkjun	30
54	Hverahlíð	71
55	Bjarnarflag	97
56	Krafla I og II	98
57	Gráuhnúkar	70
58	Meitillinn	69
59	Búðarhálsvirkjun	28
60	Blönduveita	5
61	Reykjanes	61
62	Hellisheiði	72

## Tafla 4.6 Fahópur II.

**Lokaröðun virkjunarkosta**, frá lakasta (efst) til besta kosts út frá hagsmunum hlunninda,ferðapjónustu og útivistar. Við röðunina var beitt þreppagreiningu (Analytical Hierarchy Process) og stuðst við 1) mat á áhrifum orkunýtingar, 2) verðmæti svæðis vegna beitar, veiða, ferðapjónustu og útivistar, 3) sérstakt mikilvægi svæðis og 4) óvissu og áhættu sem faghópurinn taldi framkvæmdinni samfara.

<i>Röð skv. AHP-þreppagreiningu</i>	<i>Virkjunarkostir</i>	<i>Staðarnúmer</i>
1	Torfajökulssvæði jarðvarmi	84-89
2	Askja	94
3	Geysir	78
4	Markarfljótsvirkjun B	23
5	Hólmsárvirkjun - miðlun í Hólmsárlóni	20
6	Kerlingarfjallavirkjanir	79-82
7	Skaftárvirkjun	18
8	Kverkfjöll	93
9	Arnardalsvirkjun	12
10	Vonarskarð	92
11	Markarfljótsvirkjun A	22
12	Hveravellir	83
13	Djúpá	14
14	Gjástykki	100
15	Bláfellsvirkjun og Gýgjarfossvirkjun	32-33
16	Skaftárveita með miðlun í Langasjó	16
17	Skatastaðavirkjun B	6
18	Helmingsvirkjun	13
19	Hólmsárvirkjun - án miðlunar	19
20	Hrúthálsar	95
21	Hrafnabjargavirkjun A	10
22	Búðartunguvirkjun	34
23	Fremrinámar	96
24	Fljótshnúksvirkjun	9
25	Hágönguvirkjun	91
26	Skatastaðavirkjun C	7
27	Búlandsvirkjun	40
28	Skaftárveita án miðlunar í Langasjó	17
29	Hólmsárvirkjun neðri	21
30	Hverfisfljót	15
31	Grændalur	77
32	Hagavatnsvirkjun	39
33	Bjallavirkjun	25
34	Brennisteinsfjöll	68
35	Skrokkölduvirkjun	26
36	Villinganesvirkjun	8
37	Tungnárlón	24
38	Bitra	74
39	Urriðafossvirkjun	31
40	Austurengjar	67
41	Þverárdalur (Ölfusvatnslendur)	75
42	Sveifluháls	66
43	Innstidalur	73
44	Ölfusdalur	76
45	Norðlingaölduveita - 566-567,5 m y.s.	27
46	Hvalá	4

47	Hvammsvirkjun	29
48	Trölladyngja	65
49	Sandfell	64
50	Eldvörp (Svartsengi)	63
51	Peistareykir	101
52	Holtavirkjun	30
53	Stóra Sandvík	62
54	Hverahlíð	71
55	Meitillinn	69
56	Gráuhnúkar	70
57	Bjarnarflag	97
58	Krafla I og II	98
59	Búðarhálsvirkjun	28
60	Blönduveita	5
61	Reykjanes	61
62	Hellisheiði	72

## 5 Niðurstöður faghópa III og IV

### Greinargerð faghópa

#### 3.1 Aðferðir og rökstuðningur faghóps III

##### Markmið og skipan

Verkefni faghóps III var að meta áhrif á þjóðhagsmál, atvinnulíf og byggðapróun eða með öðrum orðum að meta hvaða áhrif það hefur á aðra atvinnustarfsemi að nýta virkjunarkostina. Einnig langtímaáhrif nýtingar á efnahag, atvinnulíf og byggðapróun. Með því að horfa eingöngu á þessa skilgreiningu á verksviði hópsins mætti ef til vill segja að faghópnum væri ætlað að framkvæma samþætt mat á heildaráhrifum virkjanakosta. Hins vegar er jafnframt ljóst að samþætting á niðurstöðum einstakra faghópa er hlutverk verkefnisstjórnar. Í því ljósi verður að líta svo á að faghópur III eigi ekki að meta þætti sem til skoðunar eru í öðrum faghópum því mikilvægt er að mat á einstökum þáttum sé ekki unnið samhliða í fleiri faghópum. Hver faghópur skal kappkosta að horfa þröngt á sitt viðfangsefni en gæta þess einnig að engir mikilvægir þættir lendi á einskismannslandi utan lögsögu tiltekins faghóps. Samráðsfundir formanna faghópanna gegndu mikilvægu hlutverki í þessu samhengi við miðlun upplýsinga milli faghópanna

Faghópur III var þannig skipaður: Kjartan Ólafsson, félagsfræðingur og lektor við Háskólann á Akureyri, var formaður, Daði Már Kristófersson, hagfræðingur og lektor í auðlindahagfæði við hagfræðideild HÍ, Guðmundur Guðmundsson, sérfræðingur hjá Byggðasofnun, Hjalti Jóhannesson, landfræðingur og aðstoðarforstöðumaður Rannsókn- og þróunarmiðstöðvar Háskólans á Akureyri, Jóhannes Geir Sigurgeirsson, ráðgjafi og framkvæmdastjóri, og Ragnheiður Jóna Ingimarsdóttir, menningarfulltrúi Eypings.

##### Niðurstöður faghóps III í 1. áfanga

Við samanburð á vinnu faghóps III í 1. áfanga rammaáætlunar annars vegar og 2. áfanga hins vegar er mikilvægt að hafa í huga að mat á áhrifum virkjunarkosta á ferðaþjónustu var á könnu faghóps III í 1. áfanga en var fært til faghóps II í 2. áfanga.

Faghópur III í 1. áfanga rammaáætlunar vann gott og metnaðarfullt starf við að kanna og skilgreina áhrif virkjana á þjóðhagsmál, atvinnulíf og byggðapróun. Upphaflega áformaði faghópurinn að meta áhrif virkjana á fjóra þætti<sup>1</sup>.

- Þjóðhagsleg áhrif af byggingu og starfrækslu virkjunar
- Staðbundin áhrif af byggingu og starfrækslu virkjunar
- Áhrif virkjunar á ferðaþjónustu
- Staðbundin og þjóðhagsleg áhrif af nýtingu orkunnar

<sup>1</sup> Minnisblað faghóps III í 1. áfanga eftir fund 3. desember 2001

Mat á hverjum þessara þátta skyldi mælt á peningalegum kvarða yfir starfstíma virkjunar og núvirt. Síðan var hugmyndin að matið gæti bætt við eða dregið úr arðsemi einstakra virkjunarkosta þegar hún væri skoðuð frá sjónarhóli þjóðarbúsins alls miðað við virkjunaraðilann einan. Hugmyndin var þannig sú að faghópur III skoðaði þætti sem metnir yrðu til fjár og þannig væri unnt að gera samanburð við arðsemismat framkvæmdaraðila. Á grundvelli þessa mætti raða virkjunarkostum þannig að virkjun sem nýtti mikið af innlendum framleiðsluþáttum væri framar í röðinni en sú sem nýtti meira erlenda framleiðsluþætti; virkjun sem ætla mætti að sækti frekar vinnuafli til landsbyggðarinnar yrði fyrr byggð en sú sem sækti vinnuafli sitt aðallega til höfuðborgarsvæðisins. Þá yrði virkjun sem líklegri þætti til að skapa störf á landsbyggðinni valin á undan þeirri sem ekki skapaði slík störf. Að síðustu var hópnum ætlað að meta til fjár áhrif virkjunarkosta á aðra atvinnustarfsemi. Þar var þá einkum horft til ferðapjónustu sem að margra mati er sú atvinnugrein sem helst verður fyrir áhrifum af virkjunum<sup>2</sup>.

Raunin varð þó önnur og eftir yfirgripsmikla vinnu (hópurinn fundaði ekki sjaldnar en 30 sinnum á um tveggja ára tímabili) varð niðurstaðan sú að ekki væru forsendur til að greina á milli virkjana m.t.t. áhrifa þeirra á atvinnu og efnahag. Hins vegar taldi hópurinn að líta mætti til þriggja þátta sem gefið gætu vísbendingar um efnahagsleg áhrif virkjana og áhrif sem þær kynnu að hafa á viðkomandi byggð<sup>3</sup>. Í fyrsta lagi greindi hópurinn áhrifasvæði viðkomandi virkjana með tilliti til þess hvort þau hefðu *gildi fyrir ferðapjónustu* og hvaða áhrif virkjun gæti haft á möguleika fyrirtækja í ferðapjónustu til að nýta sér svæðið til framdráttar starfsemi sinni. Í öðru lagi taldi hópurinn að aðstæður til að *nýta varma* til annars en rafmagnsframleiðslu og möguleg nýting afgangsvarma gætu skotið traustari stöðum undir jarðvarmavirkjanir og skapað möguleika til framþróunar atvinnulífs í nærliggjandi byggð. Í þriðja lagi greindi faghópurinn þær virkjanir sem gætu skapað forsendur fyrir *orkufrekum iðnaði á landsbyggðinni*.

Það sem einkum stóð faghópi III fyrir þrifum í 1. áfanga rammaáætlunar var að þær áætlanir sem hópurinn fékk til umfjöllunar voru mjög mismunandi og gáfu ekki færi á að gera upp á milli virkjunarkostanna að því er varðaði innlenda kostnaðarhlutdeild við byggingu þeirra eins og lagt var upp með. Þar með taldi hópurinn að ekki væri unnt að meta hvert framlag byggingar þeirra yrði til landsframleiðslunnar<sup>4</sup>.

Ef til vill er óraunhæft að ætla að þegar ráðist er í almenna áætlun um nýtingu vatnsafls og jarðvarma séu til svo nákvæmar áætlanir um alla mögulega virkjunarkosti að unnt sé að framkvæma mat af því tagi sem faghópur III í 1. áfanga rammaáætlunar taldi æskilegt að framkvæma. Raunar er það svo að margir af þeim virkjunarkostum sem koma til umfjöllunar í rammaáætlun eru ýmist lítið útfærðir eða þær hugmyndir sem til eru um útfærslu eru komnar til ára sinna. Ennfremur er vert að hafa í huga að nákvæm útfærsla einstakra virkjunarkosta liggur þá fyrst fyrir þegar komið er á lokastig hönnunar.

---

<sup>2</sup> Minnisblað faghóps III í 1. áfanga um tilraunamat á tíu virkjunarkostum

<sup>3</sup> Niðurstöður 1. áfanga rammaáætlunar. Nóvember 2003 bls. 49

<sup>4</sup> Viðauki b5 (Faghópur III, aðferðafræði og niðurstaða mats) með skýrslu um niðurstöður 1. áfanga rammaáætlunar. Nóvember 2003

## Nálgun faghóps III í 2. áfanga

Með hliðsjón af þeirri vinnu sem unnin var af faghópi III í 1. áfanga rammaáætlunar og niðurstöðum ýmissa rannsókna á samfélagslegum áhrifum af byggingu og rekstri virkjana var það niðurstaða faghóps III í 2. áfanga að útilokað væri að ná því markmiði að mæla þjóðhagsleg og byggðaleg áhrif virkjana með fullnægjandi hætti á peningalegan mælikvarða. Meginástæða þessa er að þær áætlanir um virkjanir sem liggja til grundvallar við gerð rammaáætlunar fela sjaldnast í sér nákvæmar upplýsingar um fyrirhugaða nýtingu orkunnar. Til að meta þjóðhagsleg áhrif mismunandi virkjunarkosta að fullu þarf hins vegar að liggja fyrir áætlun um hvernig orkan verður nýtt. Til viðbótar hefur faghópurinn mjög horft til þeirrar þekkingar sem aflað hefur verið á þeim tíma sem liðinn er frá því að lokið var við 1. áfanga. Þar er einkum um að ræða rannsóknir sem gerðar hafa verið á samfélagsáhrifum stóriðjuframkvæmda á Austurlandi<sup>5</sup>. Einnig er byggt á mati á áhrifum stóriðjuframkvæmda á íslenskt efnahagslíf sem Hagfræðistofnun Háskóla Íslands hefur gert fyrir iðnaðarráðuneytið<sup>6</sup>.

Í framhaldi af umræðunni innan hópsins við upphaf vinnunnar má draga fram nokkra þætti sem segja má að hafi rammað inn vinnu hópsins og nálgunina við þróun matslíkans.

**Hverskonar mat?** Í stórum dráttum eru þau áhrif sem faghópi III er ætlað að meta af tvennum toga. Annars vegar er um að ræða áhrif á *efnahagsgerð* og hins vegar á *félagsgerð* samfélagsins. Undir hvorn þessara þátta falla svo undirþættir. Sú nálgun að skipta matinu í þessar tvær megin víddir byggist á þeirri tilgátu sem sett hefur verið fram um mat fólks á búsetuskilyrðum sínum að þar sé gerður greinarmunur annars vegar á fjárhagslegri afkomu einstaklinga og hinsvegar á samfélagslegum gæðum sem ekki mælast á peningalegan kvarða. Í þessu sambandi er nærtækt að nefna kenningar um félagslegan auð og menningarauð. Í rannsóknum á búsetuskilyrðum fólks á Íslandi eftir svæðum hefur ítrekað mátt finna vísbendingar um mikilvægi þess að skoða fleira en bara það sem mæla má á peningalegan kvarða<sup>7</sup>.

**Áhrifasvæði.** Mikilvægt er að gera greinarmun á áhrifasvæði framkvæmda, annars vegar þegar metin eru áhrif á náttúrufarslegt umhverfi og hins vegar þegar metin eru áhrif á félagslegt umhverfi. Í báðum tilvikum skiptir fjarlægð máli og staðsetning mannvirkja hefur augljóslega talsverð áhrif á hvar og með hvaða hætti áhrifa gætir af virkjunum. Einnig skiptir miklu hvaðan þeir aðilar sem annast tiltekna verkþætti koma og hvar starfsmenn eru búsettir. Þannig komu áhrif stóriðjuframkvæmda á Austurlandi ekki aðeins fram á Mið-Austurlandi heldur einnig á höfuðborgarsvæðinu. Til einföldunar leit faghópurinn til skiptingar landsins í átta svæði: Höfuðborgarsvæði, Suðurnes, Vesturland, Vestfirði, Norðurland vestra, Norðurland eystra, Austurland og Suðurland. Fyrir þessi svæði eru til landshlutabundnir

<sup>5</sup> Rannsókn á samfélagsáhrifum álvers- og virkjunarframkvæmda á Austurlandi. Áfangaskýrsla II – stöðulýsing í árslok 2007. Rítstjóri: Hjalti Jóhannesson.

<sup>6</sup> Áhrif stóriðjuframkvæmda á íslenskt efnahagslíf. Skýrsla unnin af Hagfræðistofnun Háskóla Íslands fyrir Iðnaðarráðuneytið. Júlí 2009

<sup>7</sup> Folk og fyrirtæki. Um búsetu og starfsskilyrði á landsbyggðinni. Bygðarannsóknastofnun og Hagfræðistofnun 2003.

þjóðhagsreikningar<sup>8</sup> og þar með upplýsingar um þróun og umfang efnahagslífsins. Hagstofa Íslands leggur þessa svæðisskiptingu einnig til grundvallar við birtingu ýmissa hagtalna. Fyrir þessi svæði má því einnig fá upplýsingar um þróun íbúafjölda og fleira sem máli skiptir við mat á samfélagsáhrifum. Um alla virkjunarkosti má þannig segja að áhrifa þeirra gætir að einhverju leyti á öllum landssvæðum. Áhrifin eru hins vegar mismunandi mikil. Þau eru annars vegar mest í næsta nágrenni virkjunarinnar og hins vegar þar sem mannfjöldi er mestur. Því gildir það almennt um allar virkjanir á Íslandi að stór hluti samfélagsáhrifa þeirra kemur fram á höfuðborgarsvæðinu.

**Afmörkun í tíma.** Gera þarf greinarmun á áhrifum annars vegar á framkvæmdatíma og hins vegar á rekstrartíma. Almennt eru það áhrif á rekstrartíma sem að er stefnt með virkjunum og raunar má segja að það sé eftirsóknarvert að á framkvæmdatímanum verði eins lítið rask í samfélaginu og unnt er. Við mat á áhrifum á rekstrartíma er sá vandi að örðugt er að segja til um það fyrirfram með neinu öryggi hvar orka frá tiltekinni virkjun muni verða notuð og þar með hvar samfélagsáhrif af rekstri tiltekinnar virkjunar muni koma fram. Þetta getur jafnvel verið erfitt þótt virkjun sé byggð í þeim yfirlýsta tilgangi að sjá tilteknu fyrirtæki fyrir raforku því enda þótt orkusölusamningar séu gerðir til langs tíma er sá tími skemmri en líftími virkjunarinnar. Niðurstaða faghópsins er sú að leggja til grundvallar þá forsendu að orka sem framleidd er í nýjum virkjunum á Íslandi á komandi árum verði notuð af almennum notendum og stórnotendum í sömu hlutföllum og notkunin er við núverandi aðstæður. Þetta þýðir með öðrum orðum að fyrir allar nýjar virkjanir er gert ráð fyrir að tiltölulega lítill hluti af orkunni fari á almennan markað en stærstur hluti sé seldur nýjum notendum og líklegast stórnotendum. Ennfremur að það hvar orkan er notuð sé í öfugu hlutfalli við fjarlægð frá virkjun en í réttu hlutfalli við íbúafjölda í einstökum landshlutum.

**Áhrifaþættir.** Þrátt fyrir að víða í samfélaginu sé unnt að greina áhrif af virkjunum er ljóst að tiltekin svið þess verða frekar fyrir áhrifum en önnur. Þessi áhrif eru háð nálægð við virkjanir í tvennum skilningi. Í fyrsta lagi eru áhrifin merkjanleg vegna landfræðilegrar nálægðar. Þessi áhrif skapast svo annars vegar við rekstur viðkomandi virkjunar og hins vegar við notkun orkunnar. Í öðru lagi er um að ræða félagslega nálægð sem ræðst af því í hversu miklum samskiptum tilteknir einstaklingar eru við þá sem starfa í virkjun eða afleiddum störfum. Erfitt er að kortleggja þessi áhrif fyrirfram með nákvæmum hætti. Við umhverfismat framkvæmda hefur mat á samfélagsáhrifum einkum verið miðað við að skoða eftirtalda þætti: 1) Efnahag og möguleika fólks til að afla sér tekna, 2) vinnumarkað, 3) mannfjölda og búsetuþróun, 4) starfsemi sveitarfélaga og þjónustu þeirra, 5) húsnæðismál, 6) þjónustu almennt, 7) opinbera þjónustu, 8) nýtingu lands og auðlinda, 9) ferðaþjónustu, og 10) lífsstíl fólks.

Faghópurinn ræddi í þaula hvaða mikilvægu þætti gæti þurft að meta til að unnt væri að raða virkjunarkostum með hliðsjón af áhrifum á þjóðarhag. Eftirfarandi þættir voru meðal annars til skoðunar: Íbúafjöldi, samsetning íbúafjölda, samfélagsheildir (atvinnu- og búsvæði), velta fyrirtækja, virðisauki, margfeldisáhrif, hljóðvist, loftgæði, þjónusta ríkisvaldsins, þjónusta sveitarfélaga, þjónusta fyrirtækja, fjölbreytni starfa, hreyfanleiki á vinnumarkaði,

<sup>8</sup> Hagvöxtur landshluta 2000-2006. Bygðastofnun og Hagfræðistofnun Háskóla Íslands, desember 2008

atvinnuleysi, launatekjur, menntun, útivist, nýting og verð fasteigna, afhendingaröryggi raforku, félagslegur auður og væntingar heimamanna um nýtingu orkunnar. Niðurstaðan varð sú að miða við þá þætti sem venja hefur skapast að taka til skoðunar við mat á samfélagsáhrifum þegar unnið er mat á umhverfisáhrifum framkvæmda (sbr. ofar). Þar er enn fremur um að ræða sömu þætti og verið hafa til skoðunar í rannsóknum Hagfræðistofnunar HÍ á efnahagslegum áhrifum stóriðju sem og rannsóknum HA á samfélagsáhrifum stóriðjuframkvæmda á Austurlandi. Til viðbótar þarf svo að taka mið af því sem að framan er sagt um mun á framkvæmdatíma og rekstrartíma, um áhrif á félagsgerð annars vegar og efnahagsgerð hins vegar og að auki mun á staðbundnum áhrifum og áhrifum á landsvísu. Miðað við þessa nálgun þarf fyrir hvern virkjunarkost að horfa til 72 þátta og sem hver um sig gæti haft nokkra undirþætti. Á sama tíma er þó ljóst að innbyrðis tengsl eru milli þessara þátta og að fyrir suma þætti eru áhrifin lítil, mjög staðbundin eða koma fram í mjög takmarkaðan tíma. Faghópurinn lagði þannig áherslu á að finna þá þætti sem líklegastir eru til að gefa heildarmynd af áhrifum ólíkra virkjunarkosta án þess að matið yrði óhóflega flókið. Við þessa vinsun var eftirfarandi haft að leiðarljósi:

1. Hver faghópur metur sitt viðfangsefni og hver matsþáttur er aðeins metinn af einum faghópi. Ef fleiri en einn faghópur skoðar sama hlutinn verður erfiðara að stjórna vægi einstakra þátta í lokaniðurstöðu rammaáætlunar.
2. Finna þarf og meta þá þætti sem eru breytilegir milli virkjunarkosta. Áhrif sem koma fram með þeim hætti að allir virkjanakostir færast upp eða niður skipta ekki máli í samhengi rammaáætlunar.
3. Finna þarf þá þætti sem verða fyrir umtalsverðum áhrifum. Unnt er að greina einhver áhrif af virkjunum á mjög mörg svið samfélagsins en mestu skiptir að finna þætti sem verða fyrir umtalsverðum áhrifum og varða marga.

Enn fremur er við þessa vinsun gengið út frá eftirfarandi forsendum:

1. Nær útilokað er að fullyrða fyrirfram um að áhrif séu jákvæð eða neikvæð heldur fela tilteknir virkjunarkostir í sér mikla eða litla *möguleika til breytinga* í samfélaginu.
2. Mikilvægt er að meta umfang áhrifa eins og kostur er án þess að þurfa að reiða sig á huglægt mat aðila í faghópnum.

Taflan hér að neðan sýnir annars vegar matsþættina níu sem mögulega þarf að skoða (lóðrétt til vinstri) og hins vegar þær átta víddir þar sem mögulega þarf að leggja mat á áhrif virkjunar. Enn fremur sýnir taflan þá þætti sem faghópurinn taldi mikilvægast að leggja mat á miðað við þær forsendur sem áður eru nefndar.

	Framkvæmdatími				Rekstrartími			
	Efnahagsgerð		Félagsgerð		Efnahagsgerð		Félagsgerð	
	Stað- bundin	Á landsvísu	Stað- bundin	Á landsvísu	Stað- bundin	Á landsvísu	Stað- bundin	Á landsvísu
Íbúafjöldi	x				x			
Efnahagur	x				x	x		
Vinumarkaður	x				x			
Húsnæðismarkaður								
Opinber grunngerð					x		x	
Sveitarfélög								
Þjónusta								
Samfélag og lífsstíll			x				x	
Umhverfisgæði			x				x	

Eftir þá vinsun matsþátta sem sjá má í töflunni komst hópurinn ennfremur að þeirri niðurstöðu að samfélagsleg áhrif virkjana mætti smætta niður í aðeins tvo þætti sem í raun væru mælikvarði á þá krafta sem verða til í samfélaginu vegna virkjunarframkvæmda; eru í raun á bakvið þá matsþætti sem mikilvægast er að skoða. Annars vegar er um að ræða áhrif sem kalla má *vinnumarkaðsáhrif*. Hins vegar áhrif sem kalla má *efnahagsáhrif*. Þetta eru þeir grunn kraftar sem svo aftur valda *mögulegum breytingum* á íbúafjölda, húsnæðismarkaði og opinberri grunngerð svo nefnd séu dæmi. Aftur er rétt að ítreka að matinu er eingöngu ætlað að gefa til kynna umfang þessara áhrifa og að niðurstöðuna má ekki túlka sem jákvæða eða neikvæða. Ennfremur að á móti þeim möguleikum til breytinga sem skapast með orkunýtingu koma möguleikar sem tapast vegna þessarar sömu orkunýtingar. Þessir möguleikar eru raunar að stærstu ef ekki öllu leyti fólgnir í verðmæti náttúrunnar, ýmist í sjálfu sér eða í tengslum við ferðaþjónustu og koma þannig fram í mati faghópa I og II. Faghópur III taldi ekki rétt að leggja með einhverjum hætti sjálfstætt mat á þessa þætti sem fá ítarlega og vandaða umfjöllun í öðrum faghópum.

### Matslíkan

Á þeim grunni sem að framan er lýst hefur hópurinn byggt líkan þar sem virkjunarkostum er raðað eftir því hversu mikil eða lítil áhrif þeir eru taldir hafa til að koma af stað breytingum á þeim sviðum samfélagsins sem getið er að ofan. Líkanið metur annars vegar vinnumarkaðsleg áhrif og hins vegar efnahagsleg áhrif, hvort um sig bæði staðbundið og á landsvísu. Þannig verða til fjórar innbyrðis raðanir allra tiltækra virkjunarkosta sem eru vegnar saman þannig að staðbundin áhrif vega 2/3 og áhrif á landsvísu 1/3. Vinnumarkaður og efnahagsþættir vega hvor um sig helming á staðbundin áhrif og áhrif á landsvísu. Allar þessar raðanir eru gerðar með því að bera saman annars vegar það sem kalla mætti áhrifastærð

og hins vegar það sem kalla mætt viðtökustærð. Til að skýra þetta nánar má taka eftirfarandi dæmi.

#### Staðbundin vinnumarkaðsáhrif

1. *Áhrifastærð*: Hér er byggt á þeirri forsendu að vinnumarkaðsáhrifin séu í beinu hlutfalli við stærð virkjunar. Til einföldunar er forsendan sú að vinnumarkaðsáhrifin séu í réttu hlutfalli uppsett afl virkjunarinnar í MW.
2. *Skipting áhrifa*: Hér þarf að gefa sér forsendu um hvernig vinnumarkaðsáhrifin deilast á einstök landssvæði. Miðað er við að áhrifin deilist milli landssvæða í hlutfalli við framleiðslugetu virkjunar (í gígavattstundum á ári (GWh/a)), íbúafjölda á viðkomandi landssvæði, og fjarlægð frá virkjunarstað að mannfjöldamiðju viðkomandi landssvæðis þar sem bein loftlína hefur verið lengd um 30%. Á grundvelli þessa er sett upp samskiptalíkan<sup>9</sup> þar sem tengsl virkjunar við tiltekið landssvæði eru metin með eftirfarandi hætti:

$$Tengsl = \frac{1}{3} \left( \frac{GWh / a \times \text{Íbúafjöldi}}{1,3 \times \text{fjarlægð}} \right)$$

3. *Viðtökustærð*: Hér er miðað við stærð vinnumarkaðarins á viðkomandi landssvæði.
4. *Staðbundin áhrif*: Hlutdeild viðkomandi landssvæðis í heildaráhrifum er deilt í viðtökustærðina og samanlögð áhrifatala allra landssvæða gefur svo til kynna staðbundin áhrif viðkomandi virkjunar

Tökum dæmi af virkjunarkosti við Kljáfoss í Borgarfirði og skoðum mat á staðbundnum vinnumarkaðsáhrifum. Út frá stærð og staðsetningu virkjunarinnar og íbúafjölda má meta hvar áætlað er að vinnumarkaðsáhrifin komi fram, samanber líkingu hér að ofan. Miðað við fyrirbyggjandi upplýsingar er niðurstaðan að um 73% af heildar vinnumarkaðsáhrifum Kljáfossvirkjunar muni á endanum koma fram á höfuðborgarsvæðinu. Sú niðurstaða er síðan vegin með stærð verkefnisins (GWh/a) og stærð vinnumarkaðarins þar sem áhrifin koma fram. Samanlögð vegin áhrif gefa mat á staðbundnum vinnumarkaðsáhrifum, sem reynist vera 6,6 í tilfalli Kljáfossvirkjunar. Rétt er að árétta að þessari tölu er ekki ætlað að sýna fjölda starfa sem af virkjuninni leiða hvorki bein né afleidd. Aðeins má túlka þessa tölu með þeim hætti að virkjun sem fær hærri tölu hefur að jafnaði meiri áhrif en virkjun sem fær lægri tölu.

#### Staðbundin efnahagsleg áhrif

1. *Áhrifastærð*: Hér er byggt á þeirri forsendu að efnahagslegu áhrifin séu í beinu hlutfalli við innlendan hluta fjárfestingar á byggingartíma.

---

<sup>9</sup>Samskiptalíkon eru talsvert notuð í hagrænni landfræði til að meta til dæmis samskipti milli bæjarfélaga. Í raun er hér um að ræða þyngdarlögmál Newtons sem yfirfært hefur verið á samskipti í félagslegu rými.

2. *Skipting áhrifa*: Hér er miðað við sömu forsendu um skiptingu áhrifa og áður þar sem heildaráhrifatölu virkjunar er skipt í hlutföllum milli landssvæðanna átta með hliðsjón af samskiptalíkani.
3. *Viðtökustærð*: Hér er miðað við stærð vinnumarkaðarins á viðkomandi landssvæði.
4. *Staðbundin áhrif*: Hlutdeild viðkomandi landssvæðis í heildaráhrifum er deilt í viðtökustærðina og samanlögð áhrifstala allra landssvæða gefur svo til kynna staðbundin áhrif viðkomandi virkjunar

Lítum aftur á dæmið um Kljáfoss í Borgarfirði og skoðum hvernig staðbundin efnahagsleg áhrif hennar eru metin. Eins og áður er gert ráð fyrir að 73% komi í hlut höfuðborgarsvæðisins, að hlutdeild Suðurnesja verði 5% og Vesturlands 9%. Áhrifatala virkjunarinnar, sem er metin útfrá áætluðum kostnaði við framkvæmdina, er borin saman við stærð hagkerfisins á ólíkum svæðum. Samanlögð staðbundin efnahagsleg áhrif Kljáfossvirkjunar fyrir öll átta landssvæðin er 1,09. Eins og áður má aðeins túlka þessa tölu með þeim hætti að virkjun sem fær hærri tölu hefur að jafnaði meiri áhrif, eða skapar meiri möguleika til breytinga, en virkjun sem fær lægri tölu.

Að gefnum sambærilegum niðurstöðum fyrir alla virkjunarkosti má nú raða virkjunarkostunum á grundvelli áætlaðra þjóðhagslegra og staðbundinna áhrifa þeirra.

Gagnrýna mætti þessa aðferðafræði á grundvelli þess að mikil áhrif eru ekki endilega jákvæðari en lítil. Slík gagnrýni á fullan rétt á sér. Á hinn bóginn ber að benda á tvennt. Í fyrsta lagi er ástand á íslenskum vinnumarkaði nú um stundir og í fyrirsjáanlegri framtíð með þeim hætti að neikvæð áhrif stórra fjárfestingarverkefna eru líkleg til að vera lítil. Sem dæmi er afar ósennilegt að virkjanaframkvæmdir valdi verulegum neikvæðum þensluáhrifum. Í annan stað ber að hafa í huga að það eru þarfir orkukaupenda sem ráða heildarumfangi fjárfestinga í virkjunum á ákveðnum tíma og ekki stærð einstakra verkefna. Tvö lítil verkefni geta haft sömu áhrif og eitt stórt. Ósanngjarnt væri að refsa stórum verkefnum fyrir stærð sína þegar allar líkur eru á að það verði þarfir orkukaupa sem ráða því hve mikla orku þarf að afla, hvort sem það er gert með fáum stórum eða mörgum litlum virkjunum.

Á meðfylgjandi korti eru sýnd dæmi af þremur virkjunum þar sem gerð er myndræn grein fyrir skiptingu áhrifa eftir landshlutum; Arnardalsvirkjunar, Hvalárvirkjunar og Grændals. Áætluð orkugeta hvers virkjunarkosts er táknuð með mis stórum hringjum og áhrif á hvern landshluta með mis sverum línunum. Þar má meðal annars sjá að vegna stærðar sinnar hefur Arnardalsvirkjun merkjanleg áhrif um allt land en einnig að vegna nálægðar við höfuðborgarsvæðið er ósennilegt að áhrifa virkjunar í Grændal gæti annars staðar en á suðvestur horni landsins.

## 5.2 Röðun faghóps III á virkjunarkostum

Í töflu 5.2 koma fram loka niðurstöður faghóps III á röðun virkjunarkosta í samræmi við þá aðferðafræði sem lýst er að framan. Efst er sá kostur sem gefur mesta möguleika á breytingum og síðan koll af kalli. Á vefsíðu rammaáætlunar liggja frammi útreikningar allra

virðjunarkosta í samræmi við aðferðafræði faghópsins. Í töflu 5.6 er lokaniðurstaða faghóps III er fléttuð saman við röðun faghóps IV. Rökstuðning vegna þessa er að finna í kafla 5.2.2.

Texta þessarar skýrslu og ítarefni vegna starfs faghópa er að finna á vefsíðu rammaáætlunar, [www.rammaáætlun.is](http://www.rammaáætlun.is).

## Tafla 5.2 Faghópur III

**Lokaröðun virkjunarkosta með tilliti til möguleika til breytinga í samfélaginu.** Efst er sá kostur sem gefur mesta möguleika á samfélagsbreytingum og síðan koll af kalli. Á vefsíðu rammaáætlunar liggja frammi útreikningar allra virkjunarkosta í samræmi við aðferðafræði faghópsins.

Röð	Virkjunarkostur	Staðar- númer
1	Arnardalsvirkjun	12
2	Helmingsvirkjun	13
3	Skatastaðavirkjun B	6
4	Skatastaðavirkjun C	7
5	Þeistareykir	102
6	Landmannalaugar	90
7	Kaldaklof	89
8	Kverkfjöll	93
9	Jökultungur	88
10	Blautakvísl	84
11	Askja	94
12	Austur-Reykjadalir	86
13	Ljósártungur	87
14	Vestur-Reykjadalir	85
15	Vonarskarð	92
16	Glámuvirkjun	2
17	Urriðafossvirkjun	31
18	Búlandsvirkjun	40
19	Markarfljótsvirkjun B	23
20	Þeistareykir-Vestursvæði	101
21	Skaftárvirkjun	18
22	Krafla II, 2. áfangi <sup>1</sup>	103
23	Bjarnarflag	97
24	Hrafnabjargavirkjun A	10
25	Fljótshnúksvirkjun	9
26	Hágönguvirkjun, 2. Áfangi <sup>1</sup>	104
27	Hvammsvirkjun	29
28	Djúpá	14
29	Grændalur	77
30	Bláfellsvirkjun	33
31	Búðarhálsvirkjun	28
32	Hveravellir	83
33	Norðlingaölduveita - 566-567,5 m y.s.	27
34	Hólmsárvirkjun - miðlun í Hólmsárlóni	20
35	Hólmsárvirkjun - án miðlunar	19
36	Þverárdalur (Ölfusvatnslundur)	75
37	Bitra	74
38	Reykjanes	61
39	Gjástykki	100
40	Hellisheiði	72
41	Hverahlíð	71
42	Holtavirkjun	30
43	Fremrinámar	96
44	Hvalá	4
45	Þverfell	82
46	Kisubotnar	81

47	Haukholtsvirkjun	35
48	Neðri-Hveradalir	80
49	Krafla II, 1. áfangi	99
50	Skaftárveita án miðlunar í Langasjó	17
51	Hverabotn	79
52	Hágönguvirkjun, 1. áfangi	91
53	Búðartunguvirkjun	34
54	Krafla I- stækkun	98
55	Villinganesvirkjun	8
56	Hólmsárveita neðri	21
57	Vörðufell	36
58	Bjallavirkjun	25
59	Eldvörp (Svartsengi)	63
60	Hestvatnsvirkjun	37
61	Hverfisfljót	15
62	Trölladyngja	65
63	Stóra Sandvík	62
64	Skrokkölduvirkjun	26
65	Innstidalur	73
66	Gráuhnúkar	70
67	Skaftárveita með miðlun í Langasjó	16
68	Sveifluháls	66
69	Meitillinn	69
70	Austurengjar	67
71	Gýgjarfossvirkjun	32
72	Tungnarlón	24
73	Blönduveita	5
74	Hrúthálsar	95
75	Selfossvirkjun	38
76	Sandfell	64
77	Hagavatnsvirkjun	39
78	Geysir	78
79	Markarfljótsvirkjun A	22
80	Brennisteinsfjöll	68
81	Hvítá í Borgarfirði	1
82	Skúfnavatnavirkjun	3
83	Eyjadalsárveita	11
84	Ölfusdalur	76

<sup>1</sup> Að því gefnu að 1.áfangi sé lokið.

## 5.3 Aðferðir og rökstuðningur faghóps IV

### Markmið og skipan

Faghópi IV var falið óbreytt verkefni frá 1. áfanga rammaáætlunar: „að skilgreina þá kosti sem fyrir hendi kunna að vera til að nýta vatnsorku og jarðhita til raforkuvinnslu, meta afl, orkugetu og líklegan orkukostnað hvers þeirra og forgangsraða eftir hagkvæmni.“ Það var því í verkahring þessa faghóps að skilgreina þá virkjunarkosti sem aðrir faghópar tóku afstöðu til.

Skipan hópsins var með þeim hætti að Guðni A. Jóhannesson, orkumálastjóri, var formaður en auk hans áttu þar sæti Agnar Olsen, staðgengill forstjóra Landsvirkjunar, Guðmundur Þóroddsson, framkvæmdastjóri Reykjavík Geothermal, Jakob Sigurður Friðriksson, framkvæmdastjóri framleiðslu og sölu hjá Orkuveitu Reykjavíkur, Ómar Örn Ingólfsson, sviðsstjóri vatnsaflssviðs verkfræðistofunnar Mannvits og Edda Rós Karlsdóttir, hagfræðingur, sem dró sig í hlé í apríl 2009.

### Virkjunarkostir

Frá upphafi var ljóst að umfjöllun 2. áfanga rammaáætlunar myndi ná til fleiri virkjunarkosta en verið hafði raunin í 1. áfanga. Áhersla 1. áfanga var á virkjunarkosti í jökulám, einkum þá sem kölluðu á miðlunarlón á hálendinu, og jarðvarmavirkjanir nærri byggð. Í 2. áfanga var faghópi IV ætlað að fjalla á ný um marga vatnsaflskosti sem teknir höfðu verið með í 1. áfanga en ekki síður nýja kosti í vatnsaflum sem litið höfðu dagsins ljós, auk þess að leggja mat á jarðvarmakosti á háhitasvæðum sem 1. áfangi hafði lítil tók á að meta til fulls sökum gagnaskorts.

Rammaáætlun er aðeins ætlað að taka til mats virkjunarkosti þar sem afl er meira en 10 MW. Minni kostir, allt niður í 5 MW, voru lauslega kannaðir og ákveðið að bæta við einum kosti sem var aflminni en þetta viðmið ( Skúfnvatnavirkjun við Ísafjarðardjúp, áætlað afl 8,5 MW).

Þegar upp var staðið taldi listi faghópsins 40 vatnsaflskosti, þar af fjóra veitukosti sem ekki kölluðu á byggingu nýrra virkjana. Af þeim höfðu 14 komið til kasta 1. áfanga en hönnun og útfærslu sumra hafði verið breytt. Í nokkrum tilfellum var um að ræða ólíka kosti í sama fallvatni þar sem einn útilokaði annan.

Listi faghóps IV tók einnig til 44 jarðvarmakosta á 20 háhitasvæðum eða um helmingi fleiri kosta en skoðaðir höfðu verið í 1. áfanga (21 kostur).

### Mat á orkugetu háhitasvæða

Enda þótt þekkingu og rannsóknum á háhitasvæðum hafi fleytt fram frá lokum 1. áfanga rammaáætlunar 2003 hafði afkastageta margra óraskaðra svæða ekki verið metin í ljósi nýjustu mælinga. Að tilhlutan faghóps IV myndaði Jónas Ketilsson, jarðhitasérfræðingur á Orkustofnun, vinnuhóp til að leggja mat á vinnslugetu þekktra háhitasvæða landsins til

raforkuframleiðslu. Til liðs við hópinn gengu þau Héðinn Björnsson, Sæunn Halldórsdóttir og Guðni Axelsson sem öll eru sérfaðingar á sviði jarðvarma hjá Ísor.

Mat sitt byggði hópurinn á yfirgripsmiklum viðnámsmælingum en með slíkum mælingum má afmarka háviðnámskjarna djúpt í jörðu á jarðhitasvæðum þar sem hitastig hefur náð yfir 230°C. Líkindadreifing flatarvinnslugetu innan slíkra háviðnámskjarna á háhitasvæðum var áætluð með samanburði við fjögur þekkt háhitasvæði sem nýlega hafa verið metin með marktækari rúmmálsaðferð: Hengli, Kröflu, Námafjalli og Þeistareykjum. Samkvæmt meðaltali fyrir þessi svæði eru 95% líkur á því að vinna megi 3 MW samfelld í 50 ár úr hverjum ferkílómetra af afmörkuðu háhitasvæði (lágildi), 50% líkur á að vinna megi 5 MW (miðgildi) og 5% að vinna megi 9 MW (hágildi). (Sjá töflu 5.3). Meðalflatarvinnslugeta þessara svæða var síðan yfirfærð á önnur háhitasvæði. Með samanburði við mat Orkustofnunar frá 1985 kemur í ljós að samanlagt flatarmál háhitasvæðanna stækkar úr 480 km<sup>2</sup> í 850 km<sup>2</sup> eða um 75%. Ef tekið er mið af miðgildi hækkar þannig áætlað afl á þekktum háhitasvæðum landsins til 50 ára úr 3.300 MW í 4.255 MW (30% aukning). Skýrsluhöfundar taka fram að matið taki ekki mið af verndarsjónarmiðum heldur fullri nýtingu svæðanna. Skýrsla vinnuhópsins liggur frammi á vefsíðu Orkustofnunar.

**Tafla 5.3 Stærð háviðnámskjarna og áætlað afl einstakra þekkra háhitasvæða miðað við 50 ára vinnslutíma.**

Svæði	Stærð*** (km <sup>2</sup> )	Hágildi	Miðgildi	Lágildi
		MW <sub>50</sub>	MW <sub>50</sub>	MW <sub>50</sub>
Reykjanes*	9	81	45	27
Svartsengi-Eldvörp	30	270	150	90
Krýsuvík	89	801	445	267
Brennisteinsfjöll	5	45	25	15
Hengill	142	1278	710	426
Geysir*	5	45	25	15
Kerlingarfjöll	39	351	195	117
Hvervellir*	14	126	70	42
Torfajökull	253	2277	1265	759
Hágöngur	43	387	215	129
Vonarskarð	29	261	145	87
Kverkfjöll**	31	279	155	93
Askja	27	243	135	81
Hrúthálsar**	4	36	20	12
Fremrinámar	10	90	50	30
Krafla-Námafjall	62	558	310	186
Gjástykki	11	99	55	33
Þeistareykir	48	432	240	144
<b>Samtals</b>	<b>851</b>	<b>7659</b>	<b>4255</b>	<b>2553</b>

\* Viðnámsmælingar miða við lágviðnámskápu á sama dýpi þar sem háviðnámskjarni kom ekki fram.

\*\* Viðnámsmælingar ekki til staðar og því byggir flatarmál á yfirborðsummerkjum.

\*\*\* Flatarmál byggir á viðnámsmælingum og útbreiðslu yfirborðsummerkja hvers svæðis sbr. skýrslu vinnuhóps..

## Samkeppnisumhverfi og hagkvæmnimat

Árið 2003 voru samþykkt á Alþingi ný raforkulög (lög nr. 65/2003). Megininntak laganna var aðskilnaður framleiðslu, flutnings, dreifingar og sölu raforku og innleiðing samkeppni á raforkumarkaði en löggin tóku að fullu gildi í ársbyrjun 2006. Umhverfi íslensks raforkumarkaðar gerbreyttist með gildistöku þessara laga sem m.a. hafði veruleg áhrif á aðferðafræði faghóps IV í 2. áfanga rammaáætlunar.

Í 1. áfanga hafði faghópur IV frjálssar hendur um að afla upplýsinga og meta kostnað við hönnun og framkvæmdir virkjunarmannvirkja. Aðferðafræðin byggði á áætluðum stofnkostnaði og núvirtum hagnaði af rekstri virkjunar á afskriftartíma samkvæmt viðurkenndum og hefðbundnum aðferðum. Kostnaðarforsendur voru flestar uppi á borðum enda laut raforkumarkaður í meginráttum opinberri forsjá og eftirliti. Mat faghópsins á hagkvæmni virkjunarframkvæmda tók þannig bæði tillit til framkvæmda- og rekstrarkostnaðar.

Um leið og samkeppni var innleidd á innlendum raforkumarkaði urðu orkufyrirtæki treg til að veita nákvæmar upplýsingar um stefnu sína, aðferðir og kostnaðar- og arðsemisútreikninga. Af þessum sökum kallaði faghópur IV ekki eftir fjárhagslegum upplýsingum frá orkufyrirtækjum. Í samkeppnisumhverfi er arðsemi rekstrar og mat á rekstrarhættu á valdi orkufyrirtækjanna sjálfra. Faghópur IV ákvað því að taka ekki tillit til rekstrartíma virkjana við hagkvæmnismat heldur líta aðeins til stofnkostnaðar.

Samband var haft við þau orkufyrirtæki landsins sem vitað var að hafa virkjunarframkvæmdir á þrjónunum og þeim boðið að tilnefna kosti sem þau vildu láta meta. Virkjunaráform voru komin mjög mis langt á leið, allt frá lauslegum hugmyndum með lágmarks gögnum og upp í fullhannaðar virkjanir sem lokið höfðu mati á umhverfisáhrifum og jafnvel komnar á framkvæmdastig. Gögn um þessar virkjanir voru eðlilega mun ítarlegri en þörf var á fyrir mat rammaáætlunar en æskilegt þótti samt að hafa þær með í mati til samanburðar. Listi yfir þessa virkjunarkosti fer hér á eftir. Faghópurinn hafði einnig samráð við Orkustofnun um fleiri kosti sem talið var að áhugi væri fyrir hendi að kanna til hlítar.

Faghópurinn skilgreindi sex hagkvæmniflokka (sjá neðar) og lagt var fyrir orkufyrirtækin að reikna út stofnkostnað virkjunarkosta sem þau höfðu beint sjónum að og raða þeim í hagkvæmniflokk. Orkustofnun annaðist útreikninga á hagkvæmni þeirra kosta sem ekki voru á forræði einstakra orkufyrirtækja og naut til þess aðstoðar verkfræðistofunnar Mannvits.

Til að tryggja samræmi í útreikningum lagði faghópurinn orkufyrirtækjunum til reikniáðferð og afréð að útreikningar miðuðust við gengisskráningu í janúar 2009. Jafnframt féllust orkufyrirtækin á að óháður sérfræðingur Orkustofnunar gæti kallað eftir nákvæmum upplýsingum um einstaka hagkvæmniútreikninga sem faghópurinn teldi orka tvímælis. Slík tilfelli komu ekki upp. Að tilhlutan faghópsins tók Mannvit að sér að meta kostnað við byggingu nýrra virkjana til að hafa til viðmiðunar við innsendar kostnaðartölur orkufyrirtækja og nota í útreikningum Orkustofnunar á öðrum virkjunarkostum. Mannvit byggði mat sitt á raunkostnaði nýjustu virkjana hér á landi. Niðurstaða þessa mats var að kostnaður við byggingu vatnsaflsvirkjunar næmi á bilinu 2,2-3,3 milljónum bandaríkjadala (\$) á hvert

megawatt afls háð stærð virkjunar\* og um 2,5 milljónum bandaríkjadala (\$) þegar í hlut ættu jarðvarmavirkjanir. Stærri vatnsaflsvirkjanir eru að jafnaði með lægri kostnað pr. afleiningu (MW). Bent skal á að hér er um að ræða meðaltalstölur en raunkostnaður við einstakar virkjanir getur verið mjög mismunandi eftir aðstæðum. Vatnsaflsvirkjanir krefjast t.d. mismikillar jarðvinnu, kalla á mismunandi stíflur og lónstæði, vegagerð og aðflutningsleiðir, o.s.frv. Þegar jarðvarmavirkjanir eiga í hlut skiptir auk þess verulegu máli t.d. kostnaður við rannsóknarboranir, borun nýrra vinnsluhola og förgun yfirborðsvatns og spilliefna.

Hagkvæmniflokkar faghóps IV byggðu á hlutfalli stofnkostnaðar virkjunar í íslenskum krónum og orkugetu, þ.e. fjölda orkueinginga sem hún framleiðir á ári:

1. Undir 27 kr/(kWh/ár)
2. 27-33 kr/(kWh/ár)
3. 33-40 kr/(kWh/ár)
4. 40-53 kr/(kWh/ár)
5. 53-66 kr/(kWh/ár)
6. Yfir 66 kr/(kWh/ár)

Að beiðni faghópsins tók Sveinbjörn Björnsson, formaður verkefnisstjórnar 1. áfanga rammaáætlunar, að sér að draga saman lýsingar á einstökum virkjunarkostum sem byggðar voru á skýrslum frá orkufyrirtækjum, Ísor og Orkustofnun.. Um suma virkjunarkosti lágu fyrir afar takmarkaðar upplýsingar. Mat annarra faghópa byggðu á þessum lýsingum sem liggja frammi á heimasíðu rammaáætlunar ([www.rammaaetlun.is](http://www.rammaaetlun.is))

### **Tengikostnaður virkjana**

Þegar litið er til nýrra virkjana skiptir tenging þeirra við dreifikerfi verulegu máli. Bæði er um að ræða verulegan kostnaðarlið og við mat á umhverfisáhrifum er mjög litið til legu raflína. Faghópur IV áætlaði tengikostnað virkjunarkosta við flutningskerfi raforku eða til notkunarstaðar með hliðsjón af líklegri lengd háspennulína og þeim tengibúnaði sem til þarf.

Raforkuflutningskerfi landsins er í höndum Landsnets sem ber ábyrgð á lagningu raflína frá nýjum virkjunum að meginlínunum eða beint til stór notenda. Í fæstum tilfellum lágu fyrir áætlanir um tengingu nýrra orkukosta sem rammaáætlun var með til mats og tillögur um legu raflína í hverju tilfelli kölluðu á tímafreka og kostnaðarsama undirbúningsvinnu. Landsnet var því ekki í aðstöðu til leggja fram upplýsingar til að meta tengikostnað virkjunarkosta. Eitt hlutverk faghóps IV var þó að meta tengikostnað með tilliti til áhrifa á hagkvæmi og einnig skyldi faghópurinn leggja fram grunnhugmyndir að línustæðum sem aðrir faghópar tóku afstöðu til. Þar sem ekki lágu fyrir áætlanir um tengingu virkjunarkosta rammaáætlunar hjá Landsneti varð faghópurinn að setja saman aðferðafræði sem gæfi hugmynd um tengikostnað og -línustæði. Í töflum 2.2 og 2.3 er tengikostnaður tilgreindur sérstaklega fyrir hverja virkjun eins og hann var notaður við röðun virkjana innan hagkvæmniflokka.

Aðferðafræði vegna raflínulagna byggðist á eftirfarandi forsendum:

- a) Landsnet lét í té upplýsingar um staðsetningu núverandi og áætlaðra tengivirkja. Raflínur frá nýjum virkjunum liggja á milli tveggja tengivirkja; annað er staðsett í eða við stöðvarhús

virksunar og hitt á viðtökustað, annað hvort þar sem raforkan sameinast megin flutningskerfinu eða á notkunarstað.

- b) Mæld var bein loftlína frá áætluðum virksunarstað að því tengivirki sem næst stóð óháð landsháttum eða náttúrufari að undanskildum augljósum hindrunum, s.s. erfiðu fjalllendi, að viðbættu 30% frávik til að gera ráð fyrir líklegum krókaleiðum vegna landshátta, viðkvæmra svæða og landslagsheilda.
- c) Tengikostnaður var síðan reiknaður samkvæmt neðangreindri töflu sem verkfræðistofan Mannvit setti upp. Í öllum tilfellum miðuðust útreikningar við loftlínu (ekki jarðstrengi).

Eftirfarandi dæmi sýnir reikniðferðina. Miðað er við virksun með 120 MW afl og 8000 klst. nýtingartíma á ári. Orkugetan er þá 960 GWh á ári (120 MW x 8000 klst. /1000). Raflína frá virksun í beinni loftlínu að tengivirki að viðbættu 30% frávik er 90 km. Tengivirkið er með þrjú spennusvið: 66 kV, 132 kV og 220 kV, en ódýrast er að tengjast 132 kV sviðinu (ber mest 150 MW). Kostnaður við línu og tengingu er þannig: 90 km x 30 millj. kr. + 200 millj. kr = 2 900 millj. kr. Að teknu tilliti til kostnaðar á hvert kílóvatt framleiddrar orku verður tengikostnaðurinn þess vegna um það bil 3 kr kWh/ár. (2 900.000.000 kr / 960.000.000 kWh/ár) = 3,02 kr (kWh/ár)

**Tafla 5.4 Verðforsendur kostnaðarútreikninga vegna rafínutenginga virksunarkosta við flutningskerfi Landsnets. Uppsetning: Verkfræðistofan Mannvit.**

Mannvirki	Spenna kV	Mesti flutningur MW	Strengu r/ loftlína Mkr/k m	Tenging í tengivirki Mkr	Athugasemd við strengi og línur	Athugasemd við tengivirki*
Jarðstrengur	66 kV	50	15	100	Strengur er 800 mm <sup>2</sup> (3 einleiðarar)	M.v. AIS innandyra (útdraganlegt)
Loftlína	132 kV	150	30	200	1/3 stálmöstur, 2/3 trémmöstur, simplex	M.v. GIS tengivirki
Loftlína	220 kV	500	50	300	simplex	M.v. GIS tengivirki
Loftlína	(400 kV)	1.300	75	600	V-möstur, duplex	M.v. GIS tengivirki

\* Eðlilegast er á þessu stigi að tengja inn á tengivirkið á þeirri spennu sem þar er áætlað að verði fyrir hendi til að losna við kostnað við spennubreytingu.

- d) Allir virksunarkostirnir voru metnir sem sjálfstæðar einingar í hagkvæmnimati tengikostnaðar. Til framtíðar má hins vegar ætla að klasar virksunarkostnaðar – þ.e. virksunarkostnaðar sem standa nærri hverri annarri – muni njóta hagkvæmni með sameiginlegri tengingu við dreifikerfið/notkunarstað. Af þeim sökum voru lögð fyrir aðra faghópa kort er sýndu samtengda virksunarklasa með einni megingtengingu við dreifikerfið. Þau vinnukort liggja frammi á vefsíðu rammaáætlunar.

Mat annarra faghópa tók mið af hinni grófu mynd sem faghópur IV dró upp af línustæðum. Í mörgum tilfellum er augljóst að uppgefin línustæði eru fyrsta tilgáta. Áður en línustæði eru

endanlega ákveðin fer fram umfangsmikil rannsóknavinna á vegum Landsnets og fyrirhuguð línustæði munu ávallt vera gaumgæfð í mati á umhverfisáhrifum og af skipulagsyfirvöldum sveitarfélaga. Kort sem sýna tilgátur faghóps IV um línustæði liggja frammi á vefsíðu rammaáætlunar.

#### 5.4 Röðun faghóps IV á virkjunarkostum

Þessari umfjöllun um starf faghóps IV lýkur með forgangsröðun hópsins samkvæmt hagkvæmni virkjunarkosta og þeirri aðferðafræði sem lýst er að framan. Niðurstaðan er birt í töflu 5.5. Flokkunin byggir á þeim 6 hagkvæmniflokkum sem gerð hefur verið grein fyrir og innan hvers flokks er einstökum kostum raðað eftir áætluðum tengikostnaði.

#### 5.5 Samþætting niðurstaðna faghópa III og IV

Þegar hilla tók undir lok matsferlisins var farið að huga að samþættingu niðurstaða faghópa I og II annars vegar og hópa III og IV hins vegar. Fljótlega kom í ljós að rökrétt væri að flétta saman niðurstöður faghópa III og IV. Forgangsröðun faghóps IV einkenndist af því að kostirnir skiptust í 6 flokka og þannig var örðugt að greina á milli margra kosta sem voru í sama hagkvæmnisflokki. Eins og tekið er fram að ofan réðst bráðabirgðaröðun hópsins á áætluðum tengikostnaði virkjunarkosta en sá útreikningur byggði á fremur óvissum og veikum grunni. Betri kostur var að greina á milli kosta sem lentu í sama hagkvæmnisflokki með því að taka tillit til hagkvæmni er lýtur að þjóðhagslegum, atvinnu- og byggðatengdum hagsmunum og var á ábyrgð faghóps III. Samfléttaður listi faghópa III og IV kemur fram í töflu 5.6 lok þessa kafla og sú niðurstaða telst endanleg niðurstaða faghópanna tveggja.

Texta þessarar skýrslu og ítarefni vegna starfs faghópa er að finna á vefsíðu rammaáætlunar, [www.rammaáætlun.is](http://www.rammaáætlun.is).

## Tafla 5.5 Faghópur IV.

Niðurstaða faghóps IV á hagkvæmnisröð virkjunarkosta. Meginröðun ræðst af hagkvæmniflokki (þeir hagkvæmustu efst) en innan hvers hagkvæmniflokks ræður tengikostnaður röð.

Röð	Virkjunarkostur	Staðar- númer	Hagkvæmni- flokkur	Tengi- kostnaður Kr/kWh/a	OS <sup>1</sup>
1	Skaftárveita án miðlunar í Langasjó	17	1	-	
2	Tungnarlón	24	1	-	
3	Norðlingaölduveita - 566-567,5 m y.s.	27	1	-	
4	Urriðafossvirkjun	31	2	0,40	
5	Þeistareykir	101	2	0,41	
6	Arnardalsvirkjun	12	2	0,60	x
7	Krafla I- stækkun	98	2	0,63	
8	Bjarnarflag	97	2	0,70	
9	Krafla II, 2. áfangi <sup>2</sup>	99	2	0,81	
10	Búlandsvirkjun	40	2	1,50	
11	Krafla II, 1. áfangi	99	2	1,63	
12	Sveifluháls	66	2	1,79	
13	Þeistareykir-Vestursvæði	101	2	1,95	
14	Austurengjar	67	2	2,32	
15	Hágönguvirkjun, 2. áfangi <sup>2</sup>	91	2	3,00	
16	Skaftárveita með miðlun í Langasjó	16	2	-	
17	Reykjanes	61	2,5	0,74	
18	Ölfusdalur	76	2,5	0,97	
19	Stóra Sandvík	62	2,5	1,39	
20	Hellisheiði	72	3	0,38	
21	Innstidalur	73	3	0,44	
22	Þverárdalur (Ölfusvatnslendur)	75	3	0,48	
23	Grændalur	77	3	0,48	
24	Selfossvirkjun	38	3	0,53	x
25	Hverahlíð	71	3	0,54	
26	Bitra	74	3	0,62	
27	Meitillinn	69	3	0,85	
28	Eldvörp (Svartsengi)	63	3	0,91	
29	Gráuhnúkar	70	3	0,92	
30	Skatastaðavirkjun B	6	3	1,24	
31	Bjallavirkjun	25	3	1,35	
32	Búðarhálsvirkjun	28	3	1,45	
33	Trölladyngja	65	3	1,46	
34	Landmannalaugar	90	3	1,51	x
35	Blautakvísl	84	3	1,52	x
36	Vestur-Reykjadalir	85	3	1,64	x
37	Austur-Reykjadalir	86	3	1,67	x
38	Gjástykki	100	3	1,71	
39	Hrafnabjargavirkjun A	10	3	1,72	x
40	Skaftárvirkjun	18	3	1,78	
41	Sandfell	64	3	1,92	
42	Kaldaklof	89	3	2,00	x
43	Ljósártungur	87	3	2,01	x
44	Jökultungur	88	3	2,10	x
45	Geysir	78	3	2,55	x
46	Askja	94	3	2,81	x
47	Hólmsársvirkjun - miðlun í Hólmsárlóni	20	3	3,20	
48	Brennisteinsfjöll	68	3	3,63	x

49	Hólmsárvirðjun - án miðlunar	19	3	3,74	
50	Hólmsárvirðjun neðri	21	3	4,18	
51	Vonarskarð	92	3	4,67	x
52	Hveravellir	83	3	4,72	x
53	Kverkfjöll	93	3	5,03	x
54	Kisubotnar	81	3	5,06	x
55	Neðri-Hveradalir	80	3	5,29	x
56	Hverabotn	79	3	5,37	x
57	Fremrinámar	96	3	5,53	
58	Þverfell	82	3	5,64	x
59	Hágönguvirðjun, 1. áfangi	91	3	7,51	
60	Hrúthálsar	95	3		x
61	Helmingsvirðjun	13	4	0,24	x
62	Hvammsvirðjun	29	4	0,69	
63	Holtavirðjun	30	4	0,80	
64	Djúpá	14	4	1,19	x
65	Skatastaðavirðjun C	7	4	1,43	
66	Villinganesvirðjun	8	4	1,51	
67	Hestvatnsvirðjun	37	4	1,74	x
68	Búðartunguvirðjun	34	4	1,88	x
69	Haukholtsvirðjun	35	4	1,90	x
70	Markarfljótsvirðjun B	23	4	2,35	x
71	Bláfellsvirðjun	33	4	2,65	x
72	Blönduveita	5	4	2,66	
73	Hverfisfljót	15	4	2,68	x
74	Skrokkölduvirðjun	26	4	10,30	
75	Glámuvirðjun	2	5	2,07	
76	Eyjadalsárvirðjun	11	5	4,28	x
77	Hvítá í Borgarfirði	1	5	5,52	
78	Hvalá	4	5	5,65	
79	Hagavatnsvirðjun	39	5	6,14	
80	Markarfljótsvirðjun A	22	5	17,85	x
81	Vörðufell	36	6	2,04	x
82	Fljótshnúksvirðjun	9	6	6,01	x
83	Skúfnavatnavirðjun	3	6	18,17	x
84	Gýgjarfossvirðjun	32	6	21,50	x

<sup>1</sup> Útreikningur Orkustofnunar

<sup>2</sup> Að því gefnu að 1.áfangi sé lokið.

**Tafla 5.6 Faghópar III og IV**

**Samþáttuð lokaniðurstaða faghópa III og IV eftir hagkvæmni virkjunarkosta og möguleika til breytinga.** Hagkvæmni ræður meginröð en möguleg áhrif á samfélagið til brytninga ráða röð innan hvers hagkvæmnisflokks.

<i>Virkjunarkostur</i>	<i>Staðar- númer</i>	<i>Röðun faghóps IV (Hagkvæmni- flokkar)</i>	<i>Röðun faghóps III (innan hagkvæmnifl. faghóps IV)</i>	<i>Samþáttuð röð faghópa III og IV</i>	<i>Áætluð orkugeta (GWh/a)</i>
Norðlingaölduveita - 566-567,5 m y.s.	27	1	33	1	635
Skaftárveita án miðlunar í Langasjó	17	1	50	2	465
Tungnárlón	24	1	72	3	270
Arnardalsvirkjun	12	2	1	4	4.000
Þeistareykir	102	2	5	5	1.476
Urriðafossvirkjun	31	2	17	6	980
Búlandsvirkjun	40	2	18	7	970
Þeistareykir-Vestursvæði	101	2	20	8	738
Krafla II, 2. áfangi <sup>1</sup>	103	2	22	9	738
Bjarnarflag	97	2	23	10	738
Hágönguvirkjun, 2. Áfangi <sup>1</sup>	104	2	26	11	738
Krafla II, 1. áfangi	99	2	49	12	369
Krafla I- stækkun	98	2	54	13	320
Skaftárveita með miðlun í Langasjó	16	2	67	14	245
Sveifluháls	66	2	68	15	410
Austurengjar	67	2	70	16	410
Reykjanes	61	2,5	38	17	568
Stóra Sandvík	62	2,5	63	18	328
Ölfusdalur	76	2,5	84	19	82
Skatastaðavirkjun B	6	3	3	20	1.260
Landmannalaugar	90	3	6	21	1.448
Kaldaklof	89	3	7	22	1.448
Kverkfjöll	93	3	8	23	1.240
Jökultungur	88	3	9	24	1.448
Blautakvísl	84	3	10	25	1.448
Askja	94	3	11	26	1.080
Austur-Reykjadalir	86	3	12	27	1.448
Ljósártungur	87	3	13	28	1.448
Vestur-Reykjadalir	85	3	14	29	1.448
Vonarskarð	92	3	15	30	1.160
Skaftárvirkjun	18	3	21	31	760
Hrafnabjargavirkjun A	10	3	24	32	622
Grændalur	77	3	29	33	984
Búðarhálsvirkjun	28	3	31	34	585
Hveravellir	83	3	32	35	560
Hólmsárvirkjun - miðlun í Hólmsárlóni	20	3	34	36	470
Hólmsárvirkjun - án miðlunar	19	3	35	37	450
Þverárdalur (Ölfusvatnslundur)	75	3	36	38	738
Bitra	74	3	37	39	738
Gjástykki	100	3	39	40	369
Hellisheiði	72	3	40	41	738
Hverahlíð	71	3	41	42	738
Fremrinámar	96	3	43	43	369
Þverfell	82	3	45	44	392
Kisubotnar	81	3	46	45	392
Neðri-Hveradalir	80	3	48	46	392

Hverabotn	79	3	51	47	392
Hágönguvirkjun, 1. áfangi	91	3	52	48	369
Hólmsársvirkjun neðri	21	3	56	49	360
Bjallavirkjun	25	3	58	50	340
Eldvörp (Svartsengi)	63	3	59	51	410
Trölladyngja	65	3	62	52	410
Innstidalur	73	3	65	53	369
Gráuhnúkar	70	3	66	54	369
Meitillinn	69	3	69	55	369
Hrúthálsar	95	3	74	56	160
Selfossvirkjun	38	3	75	57	250
Sandfell	64	3	76	58	328
Geysir	78	3	78	59	200
Brennisteinsfjöll	68	3	80	60	200
Helmingsvirkjun	13	4	2	61	2.100
Skatastaðavirkjun C	7	4	4	62	1.090
Markarfljótsvirkjun B	23	4	19	63	735
Hvammsvirkjun	29	4	27	64	665
Djúpá	14	4	28	65	498
Bláfellsvirkjun	33	4	30	66	536
Holtavirkjun	30	4	42	67	415
Haukholtsvirkjun	35	4	47	68	358
Búðartunguvirkjun	34	4	53	69	320
Villinganesvirkjun	8	4	55	70	237
Hestvatnsvirkjun	37	4	60	71	300
Hverfisfljót	15	4	61	72	260
Skrokkölduvirkjun	26	4	64	73	215
Blönduveita	5	4	73	74	131
Glámuvirkjun	2	5	16	75	400
Hvalá	4	5	44	76	259
Hagavatnsvirkjun	39	5	77	77	140
Markarfljótsvirkjun A	22	5	79	78	120
Hvítá í Borgarfirði	1	5	81	79	125
Eyjadalsársvirkjun	11	5	83	80	58
Fljótshnúksvirkjun	9	6	25	81	405
Vörðufell	36	6	57	82	170
Gýgjarfossvirkjun	32	6	71	83	146
Skúfnavatnavirkjun	3	6	82	84	60

1 Að því gefnu að 1.áfangi sé lokið.

## 6 Samanburður á niðurstöðum faghópa

Í töflum 5.7 og 5.8 er sýnt yfirlit yfir niðurstöður faghópa raðað eftir staðarnúmerum virkjunarkosta, annars vegar vatnaflskosta og hins vegar jarðvarmakosta. Tilgreint er heiti virkjunarkosts, staðarnúmer, áætluð orkugeta og síðan raðtölur (sætistöflur) sem faghópar I og II gáfu hverjum kosti og einnig samþáttuð raðtala faghópa III og IV.

Faghópar I og II raða virkjunarkostum frá sjónarhóli verndunar. Lág sætistala vísar til kosta sem faghóparnir telja að fremur eigi að vernda. Faghópar III og IV raða kostum frá sjónarhóli virkjunar. Þar gefur lág sætistala til kynna ákjósanlegustu virkjunarkostina.

**Tafla 6.1 Samanburður á niðurstöðum faghópa um vatnsaflskosti.**

<i>Vatnsafl</i>	<i>Staðar- númer</i>	<i>Orkugeta GWh/ár</i>	<i>Sætistöður</i>		
			<i>Faghópur I Náttúra og menningar- minjar</i>	<i>Faghópur II Ferðaþjónusta, útivist og hlunnindi</i>	<i>Faghópar III &amp; IV Orkulindir og samfélag</i>
Hvítá í Borgarfirði	1	125			79
Glámuvírkjun	2	400			75
Skúfnavatnavírkjun	3	60			84
Hvalá	4	259	20	46	76
Blönduveita	5	131	48	60	74
Skatastaðavírkjun B	6	1260	7	17	20
Skatastaðavírkjun C	7	1090	9	26	62
Villinganesvírkjun	8	237		36	70
Fljótshnúksvírkjun	9	405	22	24	81
Hrafnabjargavírkjun A	10	622	11	21	32
Eyjadalsarvírkjun	11	58			80
Arnardalsvírkjun	12	4000	2	9	4
Helmingsvírkjun	13	2100	8	18	61
Djúpá	14	498	15	13	65
Hverfisfljót	15	260		30	72
Skaftárveita með miðlun í Langasjó	16	245	10	16	14
Skaftárveita án miðlunar í Langasjó	17	465	13	28	2
Skaftarvírkjun	18	760	6	7	31
Hólmsarvírkjun - án miðlunar	19	450	24	19	37
Hólmsarvírkjun - miðlun í Hólmsarlóni	20	470	19	5	36
Hólmsarvírkjun neðri	21	360	30	29	49
Markarfljótsvírkjun A	22	120		11	78
Markarfljótsvírkjun B	23	735	4	4	63
Tungnálón	24	270	18	37	3
Bjallavírkjun	25	340	16	33	50
Skrokkölduvírkjun	26	215	39	35	73
Norðlingaölduveita - 566-567,5 m y.s.	27	635	21	45	1
Búðarhálsvírkjun	28	585	44	59	34
Hvammsvírkjun	29	665	37	47	64
Holtavírkjun	30	415	34	52	67
Urriðafossvírkjun	31	980	28	39	6
Gýgjarfossvírkjun	32	146	12	15	83
Bláfellsvírkjun	33	536	17	15	66
Búðartunguvírkjun	34	320		22	69
Haukholtsvírkjun	35	358			68
Vörðufell	36	170			82
Hestvatnsvírkjun	37	300			71
Selfossvírkjun	38	250			57
Hagavatnsvírkjun	39	140	25	32	77
Búlandsvírkjun	40	970		27	7
<b>Samtals</b>		<b>22.405</b>			

**Tafla 6.2 Samanburður á niðurstöðum faghópa um jarðvarmakosti.**

<i>Jarðvarmi</i>	<i>Staðar- númer</i>	<i>Orkugeta GWh/ár</i>	<i>Sætistöður</i>		
			<i>Faghópur I Náttúra og menningar- minjar</i>	<i>Faghópur II Ferðaþjónusta, útivist og hlunnindi</i>	<i>Faghópar III &amp; IV Orkulindir og samfélag</i>
Reykjanes	61	568	46	61	17
Stóra Sandvík	62	328	46	53	18
Eldvörp (Svartsengi)	63	410	42	50	51
Sandfell	64	328	41	49	58
Trölladyngja	65	410	29	48	52
Sveifluháls	66	410	35	42	15
Austurengjar	67	328	40	40	16
Brennisteinsfjöll	68	200	23	34	60
Meitillinn	69	369	45	55	55
Gráuhnúkar	70	369	45	56	54
Hverahlíð	71	738	45	54	42
Hellisheiði	72	738	33	62	41
Innstidalur	73	369	33	43	53
Bitra	74	738	31	38	39
Þverárdalur (Ölfusvatnslundur)	75	738	31	41	38
Ölfusdalur	76	82		44	19
Grændalur	77	984	26	31	33
Geysir	78	200		3	59
Hverabotn	79	392	5	6	47
Neðri-Hveradalir	80	392	5	6	46
Kisubotnar	81	392	5	6	45
Þverfell	82	392	5	6	44
Hveravellir	83	560		12	35
Blautakvísl	84	1.448	1	1	25
Vestur-Reykjadalir	85	1.448	1	1	29
Austur-Reykjadalir	86	1.448	1	1	27
Ljósártungur	87	1.448	1	1	28
Jökultungur	88	1.448	1	1	24
Kaldaklof	89	1.448	1	1	22
Landmannalaugar	90	1.448	1	1	21
Hágönguvirkjun, 1. áfangi	91	369	38	25	48
Hágönguvirkjun, 2. áfangi	104	738	38	25	11
Vonarskarð	92	1.160	3	10	30
Kverkfjöll	93	1.240		8	23
Askja	94	1.080		2	26
Hrúthálsar	95	160		20	56
Fremrinámar	96	369	14	23	43
Bjarnarflag	97	738	36	57	10
Krafla I- stækkun	98	320	47	58	13
Krafla II, 1. áfangi	99	369	43	58	12
Krafla II, 2. áfangi	103	738	43	58	9
Gjástykki	100	369	27	14	40
Þeistareykir	102	1.476	32	51	5
Þeistareykir-Vestursvæði	101	738	32	51	8
<b>Samtals</b>		<b>30.435</b>			

