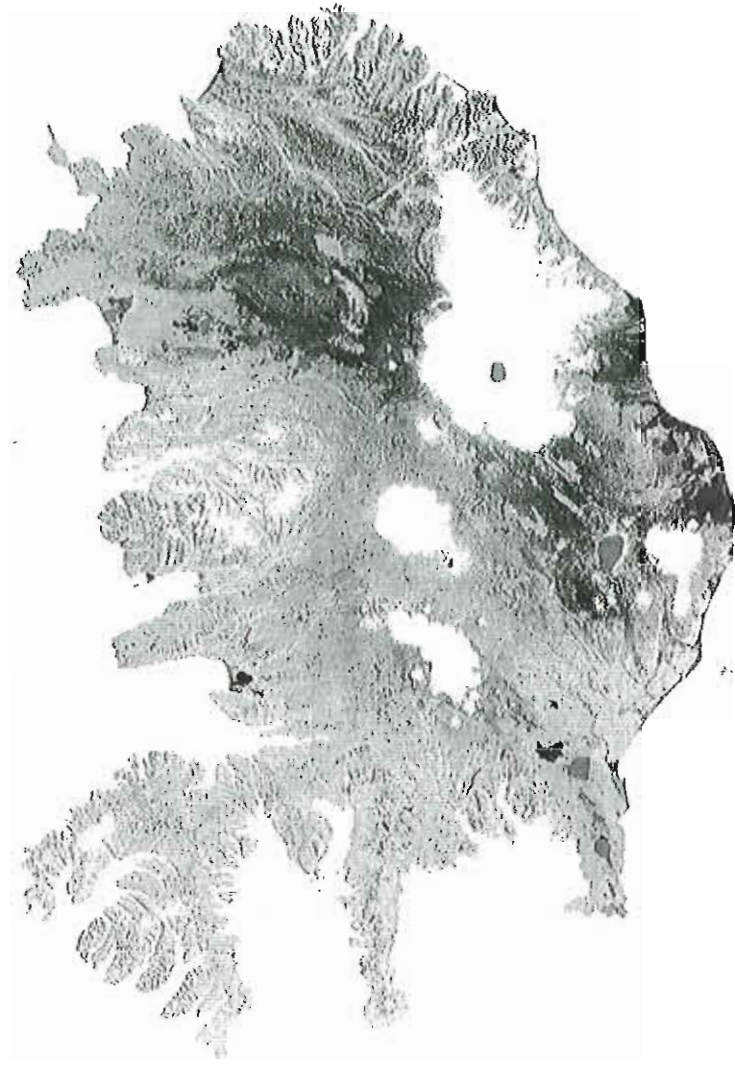


INNLENDAR ORKULINDIR TIL VINNSLU RAFORKU



Inngangur

Undanfarin ár hefur mikið verið rætt um möguleika til að nýta orkulindir Íslands til orkufreks iðnaðar, eldsneytisframleiðslu eða jafnvel til útflutnings raforku um sæstreng. Í stefnu og starfsáætlun ríkisstjórnarinnar er lögð áhersla á markvissa stefnumótun í orkumálum. Í henni er meðal annars kveðið á um að gera skuli áætlun um virkjun orkulinda landsins fram á næstu öld. Í stefnunni er lögð áhersla á að áfram verði haldið á þeirri braut að fá erlenda aðila til samstarfs um frekari uppbyggingu orkufreks iðnaðar. Jafnframt því sem haldið verði áfram athugunum á útlutningi raforku um sæstreng og framleiðslu vetnis sem orkubera. Við Íslendingar ræðum yfir miklum orkulindum, bæði vatnsafla og jarðvarma, en einungis lítil hluti þeirra hefur verið beislaður. Íslendingar hafa að þessu leyti sérsíðu meðal þróaðra ríkja. Þess vegna er meira en tímabært að hefja umræðu um virkjunarkosti til þess að nýting orkulindanna verði með skipulögðum hætti og að hún sé í sátt við hið náttúrulega umhverfi.

Skýrsla þessi er gerð til þess að framfylgja starfsáætlun ríkisstjórnarinnar jafnframt því sem henni er tekið til þess að stuðla að markvissri umræðu um það hvernig við getum nýtt orkulindir þjóðarinnar til að bæta lífskjör hennar í framtíðinni.

Í skýrslunni er gerð grein fyrir orkuvinnslu og orkunotkun hér á landi og spá um aukningu almennrar orkunotkunar á næstu áratugnum. Orkulindum Íslands, bæði vatnsafla og jarðvarma, er lýst með almennum hætti og gerð grein fyrir möguleikum til að nýta þær til raforkuvinnslu. Í fylgiskjöllum með skýrslunni, sem Orkustofnun hefur unnið, er lýst öllum helstu möguleikum sem fyrir hendi eru til að nýta vatnsaflid og hitasvæði landsins til raforkuvinnslu. Rétt er að taka skýrt fram að í fylgiskjöllum er ekki lagt mat á að hve miklu leyti sjónarmið náttúruverndar eða önnur umhverfissjónarmið koma til með að hafa áhrif á ákvörðun um einstaka virkjunarkosti. Fjallað er um viðhorf til umhverfis- og þróunarmála á alþjóðavettvangi og gerð grein fyrir hvernig nýting orkulinda þjóðarinnar fellur að þeim. Þrátt fyrir að beitslun vatnsaflsins fylgi ekki mengun og mengun samfara nýtingu jarðvarmans sé lítil þorin saman við brennslu jarðefnaeldsneytis verður ekki komist hjá því að virkjanir hafi áhrif á umhverfi og rekist á við aðra landnotkun. Þessum þáttum eru gerð nokkur skil í skýrslunni. Loks er í henni fjallað um þá möguleika sem kunna að vera fyrir hendi fyrir Íslendinga til að hagnýta orkulindir sínar í stórum stíl á næstu áratugum. Þeir eru í fyrsta lagi til framleiðslu orku-frekra iðnaðarafurða, í öðru lagi beinn útflutningur raforku og í þriðja lagi framleiðsla á eldsneyti.

Skýrslan er að mestu leyti samhljóða skýrslu um nýtingu innlendra orkulinda til raforkuvinnslu, sem lögð var fyrir Alþingi á 117. löggjafarþinginu í apríl 1994. Að gerð þeirrar skýrslu unnu auk starfsmanna iðnaðarráðuneytisins, fulltrúi umhverfisstáðherra og starfsmenn Landsvirkjunar og Orkustofnunar.

Iðnaðarráðuneytinu, maí 1994
Sighvatur Björgvinsson
iðnaðarráðherra

Á forsíðumyndinni eru sýnd lón mögulegra vatnsaflsvirkjana, þ. e. megin landnýting þeirra (bláir fletir). Svæði þar sem er nýtanlegur háhiti til raforkuvinnslu er innan rauðu flatanna, en aðeins hluti landsvæðisins yrði nýttur vegna mannvirkjagerðar.

Grunnur myndarinnar og hlöðstæða mynda í skýrslunni er gerftunglamynd ESA og LMÍ. Birt með leyfi Landmælinga Íslands.

Efnisyfirlit

| | |
|--|-----|
| Inngangur | 1 |
| 1. Samantekt | 3 |
| 2. Orkuvinnsla og orkunotkun | 5 |
| 3. Möguleg raforkuvinnsla | 10 |
| 3.1 Vatnsorka | 10 |
| 3.2 Jarðvarmi | 12 |
| 3.3 Möguleg raforkuvinnsla - samantekt | 14 |
| 3.4 Samanburður við önnur lönd | 15 |
| 3.5 Flutningskerfi raforku | 16 |
| 3.6 Kostnaður við raforkuvinnslu | 19 |
| 4. Raforkuvinnsla og umhverfismál | 24 |
| 4.1 Orka og umhverfisvernd | 24 |
| 4.2 Mat á umhverfisáhrifum orkuvera | 25 |
| 4.3 Umhverfisáhrif vatnsorkuvera | 27 |
| 4.4 Umhverfisáhrif háhitanytingar | 28 |
| 5. Nýtingarmöguleikar | 30 |
| 5.1 Almenn raforkupörf | 30 |
| 5.2 Raforkufrekur markaður | 31 |
| Fylgiskjöl: | |
| 1 Vatnsorka | 35 |
| 2 Jarðvarmi | 109 |

| | |
|--|--|
| 1. Samantekt | |
| 1. Gífurlegar breytingar hafa orðið í orkubúskap Íslendinga frá upphafi síðari heimsstyrjaldarinnar. Þá sáu innlendu orkugjafarnir mór, jarðvarmi og vatnsafi þjóðinni fyrir um 12% af orkubörfum. Nú er sú tala komin í 64%. Á sama tímabili hefur hlutur innfluttra kola og olíu minnkað úr um 88% í um 36%. | |
| 2. Orkunotkun þjóðarinnar hefur fjórtánfaldast frá upphafi síðari heimsstyrjaldarinnar, eða sem svarar til rúmlega 5% aukningar á ári að jafnaði. Notkun vatnsorku á árinu 1993 var 149 sinnum meiri en árið 1939, jarðvarma 91 sinnum meiri og notkun kola og olíu fimmfaldadist. | |
| 3. Jarðvarmi og vatnsorka hafa rutt innfluttum orkugjöfum úr vegi á flestum sviðum þar sem það hefur verið hagkvæmt. Í sumum tilvikum hefur raunar verið gengið lengra en hagkvæmt er miðað við heimsmarkaðsverð á olíu um þessar mundir. Nýting innlendu orkulindanna er ekki einungis þýðingarmikil fyrir þjóðarþúð heldur er hún einnig mikilvæg til að draga úr mengun sem fylgir brennslu jarðefnaeldsneytis. | |
| 4. Vatnsorkan er endurnýjanleg orkulind og nýtingu hennar fylgir ekki mengun. Að sjálfsgöðu verður þó ekki komist hjá því að beislun hennar hafi í för með sér staðbundna umhverfisröskun. | |
| 5. Talið er að tæknilega nýtanleg vatnsorka til raforkuvinnslu sé um 64.000 GWh á ári. Í matinu hefur því ekki verið tekið tillit til hagvæmnissjónarmiða, náttúruverndar eða umhverfisröskunar, sem mun lækka þessa tölu. Í árslok 1993 var einungis þúð að nýta innan við 8% af tæknilega nýtanlegri vatnsorku. | |
| 6. Beislun jarðhitans byggir á nýtingu takmarkaðrar auðlindar sem ekki er endurnýjanleg á sama hátt og vatnsorkan þar sem við vinnslu jarðhitans er venjulega nummin mun meiri varmi úr jarðhitasvæðunum en svarar til hins stöðuga varmastraums að þeim. Því er í raun um námavinnslu að ræða. | |
| 7. Talið er að tæknilega sé unnt að framleiða um 1.500.000 GWh af raforku úr varma á háhitasvæðum landsins. Auk þess er talið að hagkvæmt geti verið að vinna um 500.000 GWh á öðrum svæðum. Þetta jafngildir því að unnt væri að framleiða um 20.000 GWh á ári í 100 ár með beislun jarðhitans. Í þessum tölum hefur að nokkru leyti verið tekið tillit til hagvæmnissjónarmiða, en ekki til náttúruverndar eða umhverfisjónarmiða. Í árslok 1993 var einungis þúð að nýta um 1,5% af hagkvæmasta hluta jarðvarmans ef hann er nýttur með jöfnum hraða á 100 árum. | |
| 8. Þrátt fyrir að orkulindir þjóðarinnar séu miklar miðað við íbúafjölda eru þær ekki miklar borið saman við raforkubörf í nágrannaríkjunum. Þannig mætti með fullnýtingu vatnsafslens og jarðvarmans sjá fyrir tæplega 19% af rafmagnsnotkun Bretá og um 40% af rafmagnsnotkun Svía. | |
| 9. Talið er að kostnaðarverð raforku til orkufreks markaðar sé á bilinu 1,2 til 1,5 kr/kWh fyrir ódýrari helming vatnsorkunnar hér á landi. Þetta verð virðist vera samkeppnishæft við orkuverð frá mun stærri virkjunum í Suður-Ameríku og Kanada, en mun lægra en frá nýjum raforkuverum sem brenna jarðgasi eða kolum og frá kjarnorkuverum. Várðandi hugsanlegan útflutning raforku um sæstreng er rétt að taka fram að þegar borið er saman við orkuverð í öðrum löndum þarf að bæta við kostnaði vegna flumings raforku um sæstreng. Sá kostnaður er talinn um 1 kr/kWh til Skotlands, en um 2 kr/kWh til Þýskalands og Hollands, miðað við fullnýtingu á flumingssetu strengsins. | |

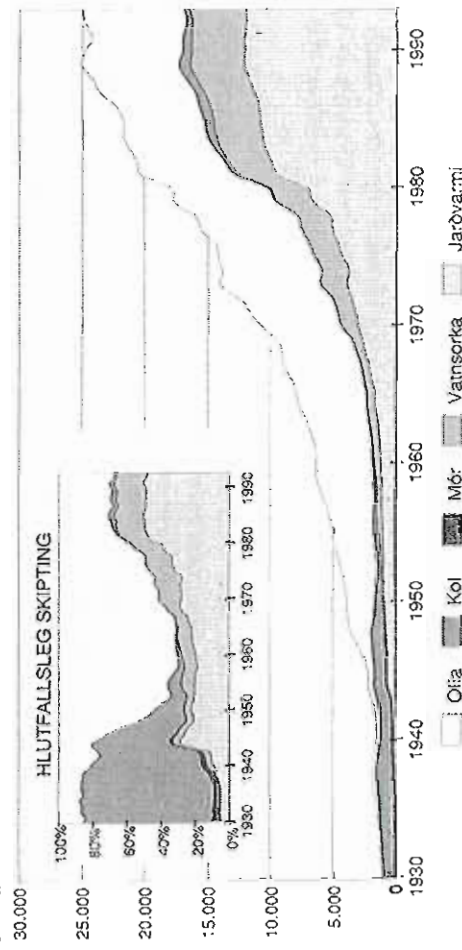
10. Kostnaður við nýtingu jarðhita til raforkuvinnslu er ekki eins vel þekktur og fyrir virkjun vatnsaflsins. Áætlanir sýna að raforkuvinnsla í tengslum við nýtingu jarðvarma til hitunar á vatni er mjög hagkvæm. Sama gildir um frekari raforkuvinnslu á svæðum sem þegar eru nýtt. Þá benda áætlanir til að jarðvarminn sé samkeppnisfær við vatnsorku þegar eingöngu er virkjað fyrir vöxt hins almenna raforkumarkaðar.
11. Líklegt er að í framtíðinni verði lögð aukin áhersla á endurnýjanlega orkugjafa til þess að draga úr mengun. Á ráðstefnu Sameinuðu þjóðanna um umhverfis- og þróunarmál í Rio de Janeiro árið 1992 var samþykkt viðamikil framkvæmdáætlun. Í henni er því beint til ríkisstjórnna að bæta orkunýtingu og auka notkun nýrra og endurnýjanlegra orkugjafa og dreifa orku frá þeim til svæða sem ekki ráða yfir slíkum orkugjöfum.
12. Vatnsaflsvirkjanir geta haft í för með sér umtalsverða staðbundna umhverfisröskun þótt þær valdi ekki mengun. Nýtingu jarðvarma einkum háhitasvæða fylgir nokkur mengun, sú mengun er þó að jafnaði óveruleg borin saman við mengun frá raforkuverum sem nota jarðefnaeldsneyti. Rannsóknir á umhverfisáhrifum hafa farið fram við undirbúning og rannsóknir vegna nýrra vatnsaflsvirkjana og virkjunar á háhitasvæðum. Tilgangur þeirra hefur meðal annars verið að leita leiða til þess að draga sem mest úr áhrifum þeirra á umhverfið.
13. Með lögum um mat á umhverfisáhrifum eru settar samræmdar reglur um matið og kveðið á um að slíkt mat fari fram áður en heimilaðar verða framkvæmdir við nýjar virkjanir með uppsett afl til raforkuvinnslu yfir 10 MW og flumingslínur með 33 kV spennu eða hærrí. Mikilvægt er vegna þess hve undirbúningur að nýjum virkjunum tekur langan tíma að umhverfismat á virkjunum fari fram á undirbúningsstigi. Þá er og þýðingarmikið að hraðað verði sem kostur er gerð skipulags af landinu öllu.
14. Samkvæmt orkuspá er gert ráð fyrir að raforkuvinnsla vegna almennrar raforku-notkunar og núverandi stóriðju verði um 5.600 GWh árið 2020. Þá verður því einungis búið að nýta lítinn hluta af vatnsaflinu og jarðhitunum. Það er því mikið svigrúm til að auka orkuvinnslu og orkusölu hér á landi til þess að bæta lífskjör þjóðarinnar.
15. Þrjár leiðir geta komið til greina til að hagnýta orkulindimar í umtalsverðum mæli:
- * Í fyrsta lagi væri nú þegar, eða með skömmum fyrirvara, unnt að mæta raforkuþörf vegna framleiðslu á orkufræktum iðnaðarafurðum.
 - * Í öðru lagi væri um eða upp úr árinu 2005 unnt að flytja út raforku um sæstreng, ef vilji væri til þess.
 - * Í þriðja lagi mætti nýta orkulindimar til framleiðslu á eldsneyti til innlendrar notkunar í stað innflutts eldsneytis eða til útflutnings. Ekki eru þó horfur á að það geti orðið hagkvæmt næstu áratugin.
16. Umaltalsverður munur er á þeim leiðum sem til greina geta komið til að nýta orkulindimar í stórum stíl. Ekki eru forsendur til þess að bera ofangreinda kosti saman. Bent er á að þessir hugsanlegu kostir þurfa ekki að útiloka hver annan, m.a. vegna þess hve lítill hluti orkulindanna hefur enn sem komið er verið virkjaður.

2. Orkuvinnsla og orkunotkun

Orkubúskapur Íslendinga hefur breyst mikið á síðustu áratugum eins og mynd 2.1 sýnir. Innlendu orkugjafarnir, vatnsorka og jarðvarmi, hafa að mestu leyti rutt jarðefnaeldsneyti úr vegi þar sem það hefur verið tæknilega unnt og hagkvæmt. Í upphafi heimsstyrjaldarinnar síðari, árið 1939, voru kol helsti orkugjafi Íslendinga og stóðu þá undir 73% af allri orkunotkun. Olía koma þá næst með 15% en innlendu orkulindimar, mór, jarðvarmi og vatnsorka, voru samanlagt með um 12%. Hluteild innlendra orkugjafa hefur aukist úr 12% af notkuninni árið 1939 í 64% árið 1993 (kaup olíu á íslensk skip og flugvélar erlendis eru ekki meðtalin). Á sama tíma hefur orkunotkunin rúmlega fjórtánfaldast sem samsvarar 5,1% aukningu á ári að jafnaði. Notkun vatnsorku er nú 149 sinnum meiri en árið 1939, notkun jarðvarma um 91 sinnum meiri, en notkun eldsneytis - olíu og kola - hefur hins vegar rúmlega fimmfaldast. Notkun vatnsorku og jarðvarma í stað innfluttra orkugjafa er ekki aðeins hagkvæm fyrir þjóðarbúið og bætir greiðslustöðu við útlönd, heldur er hún einnig mikilvæg til að draga úr mengun sem fylgir brennslu eldsneytis.

ORKUNOTKUN ÍSLENDINGA HEILDAR ORKUNOTKUN 1930 - 1993

GWh/ári



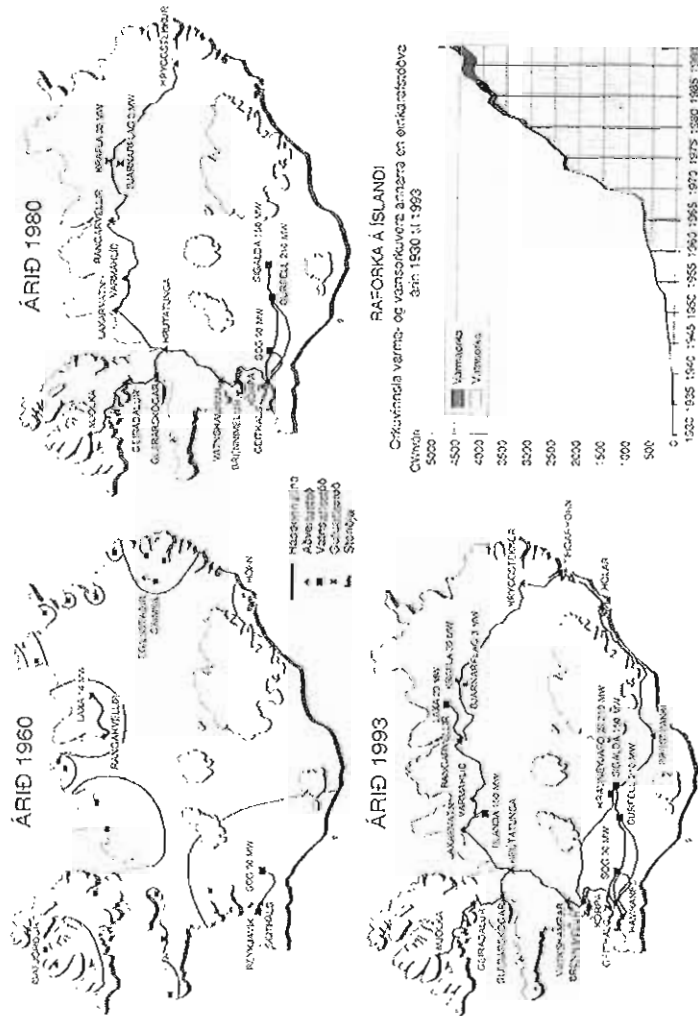
Mynd 2.1 Orkunotkun Íslendinga 1930 til 1993

Þróun raforkuiðnaðar

Rekja má hugmyndir um nýtingu vatnsorkunnar til raforkuvinnslu aftur til síðustu aldar. Í byrjun vetrar 1894 eða fyrir hundrað árum kynnti Fridmann B. Arngrímsson Reykvikingum hugmyndir sínar um að raflýsa bæjinn. Hann var þá nýkominn til Íslands eftir langa dvöl í Kanada þar sem hann hafði lokið námi í náttúruvísindum. Tíu árum síðar eða 1904 hófst raforkuvinnsla í 9 kW vatnsaflsstöð í Hafnarfirði. Stöðina reisti Jóhannes J. Reykdal trésmiðameistari. Fyrir síðustu aldamót setti Oddur V. Sigurðsson, setjari, fram hugmyndir um að nýta raforku í stórum stíl til efnaiðnaðar og hóf þá þegar að kaupa vatns

rétindi af landeigendum. Oddur hafði flust ungur til Bandaríkjanna og bjó erlendis mestan hluta ævi sinnar. Ekki varð þó úr þessum áformum og árið 1907 keypti Einar Benediktsson vatnstréttindin af Oddi. Með því hefjast umfangsmikil umsvif Einars. Þar ber hæst áætlanir sem Titanfélagið lét gera um virkjun Þjórsár og kom út skýrsla um þær árið 1918. Tveimur árum síðar gaf félagið út aðra skýrslu þar sem varpað var fram hugmyndum um hvernig megi nýta orku frá virkjunum við Urriðafoss og Þúrfell til iðnaðar. Þar er meðal annars bent á framleiðslu á ammoníaki, áli, járnblendandi og stáli.

Eins og áður segir var fyrsta vamsafliðstöðin tekin í notkun árið 1904. Næstu virkjanir voru reistar í Eskifirði og Pateksfirði árið 1911. Síðan hófst raforkuvinnsla í hverri virkjuninni og rafstöðinni á fætur annari. Árið 1934 voru rafveiturnar orðnar 38 talsins í stærstu kaupstöðum og kaupunum landsins. Samtals var uppsett afl þessara stöðva um 5 MW þar af voru 4,1 MW í vamsafliðstöðum og 0,9 í díslstöðvum. Elliðaárstöðin í Reykjavík var stærst með um 3 MW afl. Þetta 30 ára tímabil (1904-1933) nefndi Jakob Gíslason, þáverandi raforkumálastjóri, frumbýlingsár í raforkubúskap þjóðarinnar. Í lok þess nam raforkuframléiðslan um 11 GWh/ári.¹⁾



Mynd 2.2: Þróun raforkuferfisins og raforkuvinnslu.

Þá tók við annað tímabil (1934-1963) sem Jakob kenndi við samvirkjanir og samveitur, og einkenndist af samveitum innan einstakra landshluta. Upphaf þess markaðsist af samþykkt laganna um Sogsvirkjun árið 1933. Um 1960 voru komnar 5 stórar samveitur og nokkrar minni. Stærstu veituvæðin voru á Suðvesturlandi og Miðnorðurlandi, og þar voru jafnframt stærstu aflstöðvamar í Soginu og Laxá í Aðaldal eins og sýnt er á mynd 2.2. Samanlagt afl allra rafveitanna árið 1963 var um 147 MW og orkuvinnslan um 640 GWh/ári.

Árið 1964 sá Jakob fyrir sér þriðja þróunartímabilið, sem hann kenndi við landsvirkjun og landsveitu. Á því tímabili yrðu einstakar samveitur tengdar saman, til að landsmenn gætu fært sér í nýtt hagkvæmni stærðarinnar. Stofnun Landsvirkjunar 1965 var fyrsta skrefið á þeirri braut, í byrjun innan samveitunnar á Suðvesturlandi. Árið 1974 hófst samtenging samveituvæðanna með lagningu háspennulínu milli Skagafjarðar og Eyjafjarðar. Árið 1977 var lokið við tengingu milli Suðvesturlands og Miðnorðurlands, árið 1978 til Austurlands, 1980 til Vestfjarða og hringtengingu landsins var lokið 1984 með lagningu línunnar milli Sigölduvirkjunar og Hóla við Höfn í Hornafirði (mynd 2.2). Með hringtengingu byggðalínunnar svonefndu árið 1984 má segja að þessu tímabili ljúki og samtímis hafi verið útrýmt innfluttum orkugjöfum til raforkuvinnslu. Á þessu tímabili verður landið eitt orkuveituvæði með yfirjöku Landsvirkjunar á byggðalínukerfinu af ríkinu í árbyrjun 1983, og hinn 1. júlí 1983 tók gildi samningur um sameiningu Landsvirkjunar og Laxárvirkjunar og Akureyrarbæjar varð eignaraðili að Landsvirkjun.

Nýting jarðhita til raforkuvinnslu hófst með fyrstu jarðhitavirkjuninni við Bjarnarflag árið 1970. Raforkuvinnsla í Svartsengi hófst árið 1977 og Kröfluvirkjun var gangsett árið 1978.

Árið 1992 var raforkuframléiðslan um 4.540 GWh (mynd 2.2), 94,8% frá vamsafliðstöðvum, 5,1% frá jarðhitavirkjunum og 0,1% frá olíustöðvum. Í töflu 2.1 er sýnd raforkuvinnsla og verg raforkunotkun Íslandinga á árinu 1992.

Tafla 2.1 Raforkuvinnsla og verg raforkunotkun Íslandinga á árinu 1992

| Uppruni raforku: | GWh | % |
|----------------------------------|--------------|--------------|
| Vamsorka | 4.305 | 94,8 |
| Jarðvarmi | 230 | 5,1 |
| Olía | 5 | 0,1 |
| Samtals | 4.540 | 100,0 |
| Tegund raforku: | | |
| Fastaorka | 3.870 | 85,2 |
| Ótrvggð orka | 670 | 14,8 |
| Samtals | 4.540 | 100,0 |
| Notkun að töpum meðliðum: | | |
| Stóriðja | 2.221 | 48,9 |
| Almenn notkun | 2.319 | 51,1 |
| Samtals | 4.540 | 100,0 |

¹⁾ GWh jafngildir 1 milljón kWh

Þróun jarðhitanýtingar

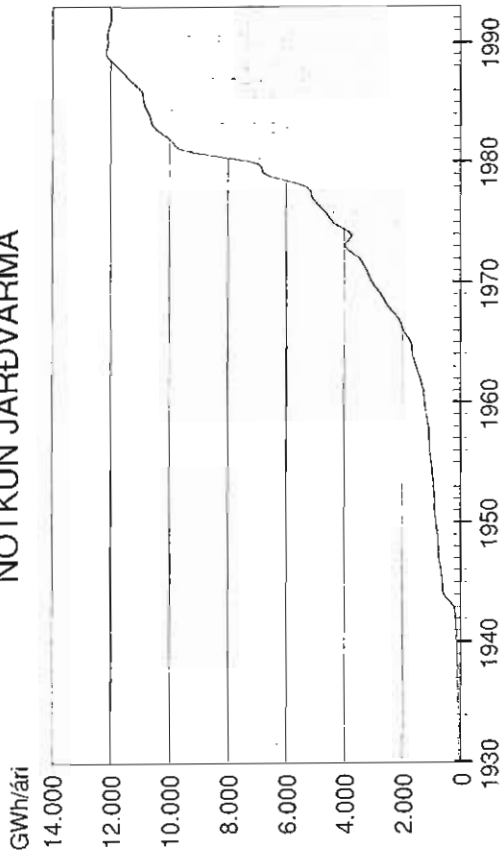
Allt frá landnámsöld hefur jarðvarmi verið notaður til baða, þvotta og matseldar. Frá 13. öld eru til heimildir um útflutning á brennisteini, sem fellur út úr brennisteinsríkri guflu við hveraaugu. Þrátt fyrir að lengstum hafi útflutningurinn aðeins numið fáeinum tugum tonna gegndi hann umtalsverðu hlutverki í þjóðarþúskapnum allt fram á 19. öld. Það má fullyrða að þessi nýting jarðvarmans hafi verið fyrsta nýting á orkuauðlindum þjóðarinnar til útflutnings.

Á þessari öld hefst fyrst skipuleg nýting jarðvarma hér á landi sem orkulindar. Á fyrsta áratug aldarinnar er farið að hita hús með heitu vatni og á þriðja og fram á fjórða áratuginn eru byggðir nokkrir héraðsskólar við jarðhitasvæði og í tengslum við þá voru reistar sundlaugar og íþróttahús. Á þriðja áratugnum er einnig byrjað að nýta jarðvarma til ylræktar.

Með virkjun Þvottalauganna í Laugardal og lagningu hitaveitu þaðan "Laugaveitunnar" í 60 hús auk Austurbæjarskóla og Landsspítala árið 1930 var lagður grunnur að Hitaveitu Reykjavíkur. Stórt skref var stigið á árum seinni heimsstyrjaldarinnar með lagningu hitaveitu frá Reykjum í Mosfellsdal til Reykjavíkur.

Í kjölfar olúkreppunnar á árunum 1973/74 jókst nýting jarðvarma til húshitunar gífurlega í kjölfar þeirrar miklu hækkunar sem varð á olúverði. Árið 1973 voru 14 opinberar hitaveitur í landinu en nú er þær 29. Hlutdeild jarðvarmans á þessu sviði hefur aukist úr um 49% í um 85% á þessum tuttugu árum. Hlutdeild olíunnar hefur minnkað úr 45% í rúm 2%. Verg vinnsla jarðvarma úr jarðhitasvæðum árið 1992 er áætluð um 12.900 GWh. Skipting hennar miðað við notkun er sýnd í töflu 2.2. Eins og taflan sýnir voru um 18% af vinnslunni eða um 2.300 GWh vegna framleiðslu á 230 GWh af raforku. Í töflu 2.2 er einnig sýnd skipting á nýttum varma hjá notendum. Mynd 2.3 sýnir þróun í notkun jarðhita 1930-1993.

NOTKUN JARÐVARMA



Mynd 2.3: Þróun í notkun jarðvarma 1930 - 1993

Tafla 2.2 Vinnsla og notkun jarðvarma 1992

| | Nýttur jarðvarmi 1) | | Verg vinnsla jarðvarma 2) | |
|--------------------------|---------------------|-------|---------------------------|-------|
| | GWh | % | GWh | % |
| Húshitun | 4212 | 75,8 | 6356 | 49,3 |
| Sundlaugar | 277 | 5,0 | 427 | 3,3 |
| Ylrækt | 232 | 4,2 | 458 | 3,6 |
| Fiskeldi | 90 | 1,6 | 270 | 2,1 |
| Íðnaður | 360 | 6,5 | 471 | 3,6 |
| Snijobræðsla | 383 | 6,9 | 406 | 3,2 |
| Töþ v. hitunar og flutn. | 5554 | 100,0 | 10578 | 82,1 |
| Raforka | 230 | | 2300 | 17,9 |
| Samtals | 5784 | | 12878 | 100,0 |

1) Varmi sem nýttur er hjá notendum.

2) Varmi, tekinn úr jörðu í formi heits vatns eða guflu, miðað við að hann sé nýttur niður í 5°C.

3. Móguleg raforkuvinnsla

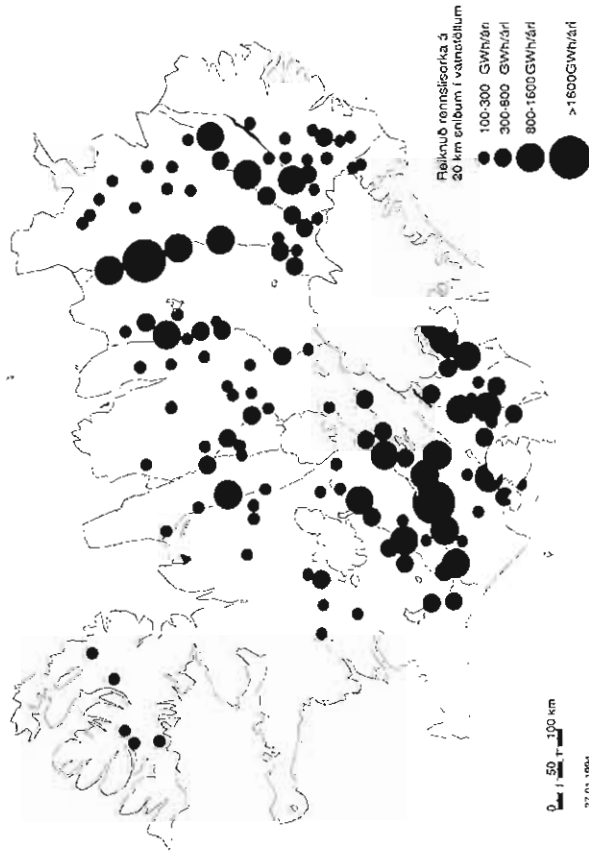
3.1 Vatnsorka

Hringrás vatnsins er drifin af sólarorku og er því vatnsorkan endurnýjanleg auðlind. Vatnsaflit er tilttekið margfeldi rennslis í viðkomandi á og fallhæðar frá inntaki virkjunar að frárennsli hennar.

Stóran hluta þess vatns sem rennur af landinu verður aldrei hægt að nýta af tæknilegum ástæðum. Orkustofnun hefur áætlað að tæknilega sé mógulegt að framleiða um 64.000 GWh af rafmagni á ári með vatnsorku.

Dreifing vatnsorkunnar á landinu er sýnd á mynd 3.1, og þar kemur fram að mest vatnsorka er í jökulánum á Suður-, Norður- og Austurlandi. Á Suðurlandi eru það vatna-svið Þjórsár og Tungnaár, Hvítársvæðið, Markarfljót, Skaftrá og Síðuvötn. Á Norðurlandi eru Blanda og jökulárnar í Skagafirði, Skjálfafljót og Jökulsá á Fjöllum. Á Austurlandi eru Jökulsá á Brú og Jökulsá í Fljótsdal. Tvær af stærstu lindám landsins hafa þegar verið virkjaðar en það eru Sogið og Laxá í Aðaldal.

VATNSORKA Á ÍSLANDI



Mynd 3.1: Staðsetning vatnsorkunnar á landinu

Auk þeirra skorða sem tæknin setur nýtingu vatnsaflsins takmarkast hún af markaðs- aðstæðum á hverjum tíma, ekki síst samkeppnissíðunni gagnvart öðrum orkugjöfum. Orkustofnun og Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen hf. telja, að þegar tekið er tillit til samkeppnissíðunnar megi vinna úr vatnsafl landsins um eða yfir 40.000 GWh á ári af rafmagni (tafla 3.1). Í fylgiskjali 1 er gerð grein fyrir því á hverju þessi tala byggist, en

þar er að finna yfirlit yfir virkjunarkosti með orkuvinnslu um 37.000 GWh/ári til viðbótar þeim sem þegar hafa verið virkjaðir.

Tafla 3.1: Nýtanleg vatnsorka eftir landshlutum

| | Óvirkjað GWh/ári | Virkjað 1993 GWh/ári | Samtals GWh/ári |
|-----------------|---------------------|-------------------------|--------------------|
| Vesturland | 900 | 40 | 940 |
| Vestfirðir | 1.600 | 60 | 1.660 |
| Norðurland | 4.500 | 800 | 5.300 |
| Norðausturland* | 5.600 | - | 5.600 |
| Austurland | 7.500 | 70 | 7.570 |
| Suðurland | 16.900 | 3.930 | 20.830 |
| Alls: | 37.000 | 4.900 | 41.900 |

* Jökulsá á Fjöllum að Jökulsá á Dal og svæðið þar á milli.

Rétt er að taka fram að í þessu mati hefur ekki verið tekið tillit til umhverfis- og náttúruvemdarsjónarmiða sem seiða en frekari skorður á nýtingu vatnsaflsins. Um þau mál verður sérstaklega fjallað í kafla 4.

Virkjunarrannsóknir

Rannsóknir á nýtingu vatnsorkunnar hófust um síðustu aldamót eins og áður er komið fram. Á öðrum og í byrjun þriðja áratugs aldarinnar lét Tíranfélagið gera áætlanir um stórvirkjanir í Þjórsá og Tungnaá. Um sviðað leyti fóru sveitarfélög að kanna möguleika á virkjunum. Reykjavíkurborg réðst í byggingu Elliðaáarsstöðvarinnar og hóf rannsóknir á virkjun Sogsins og Akureyrarbær undirbjó virkjun Laxár í Aðaldal. Beina þátttöku ríkisins má rekja til stofnunar Rafmagnsefirlits ríkisins árið 1933. Með raforkulögunum frá 1946 var embætti Raforkumálastjóra komið á fót en undir það heyrðu Rafmagnsveitur ríkisins (Rarik), Orkusjóður og Rafmagnsefirlit ríkisins. Árið 1967 voru sett ný orkulög og tók þá Orkustofnun við rannsóknarstarfsemi ríkisins á þessu sviði en Rarik var gert að sjálfstæðu fyrirtæki í eigu ríkisins. Landsvirkjun tók til starfa 1965 samkvæmt sérstökum lögum en fyrsta verkefni hennar var bygging Búrfellsstöðvar samhliða rannsóknunum á virkjunarmöguleikum á Þjórsársvæðinu.

Rannsóknir vegna undirbúnings vatnsaflsvirkjana taka langan tíma og er nauðsynlegt að vanda vel til þeirra. Bygging vatnsaflsvirkjana krefst venjulega mikilla fjárfestinga og ákvarðanir um slíkar framkvæmdir verður því að taka með traustar rannsóknir að bak-hjarli. Gera má ráð fyrir að undirbúnings- og framkvæmdatími meðalstórrar vatnsaflsvirkjunar sé um 10-12 ár en þar af er byggingartíminn um 4-5 ár. Þessi tími er þó mjög háður aðstæðum á hverjum virkjunarstað. Ýmsar grunnrannsóknir er nauðsynlegt að hafa stundað mun lengur, en þar má nefna vatna-, veður- og jöklaeðlingar, jarðfræðirannsóknir svo og ýmsar rannsóknir á lífríki og umhverfisþáttum. Með aukinni almenningu á náttúrufari landsins má stytta rannsóknartímann nokkuð og hafa raforku- þyrirtæki á undanföllum árum í auknum mæli lagt áherslu á þennan þátt rannsókna, sem skilar sér líka í minni fjárféttum á lokastigi virkjunarundirbúnings. Að því er varðar rannsóknarkostnað má gera ráð fyrir að við ákvörðun um útboð vatnsaflsvirkjunar sé áfallinn kostnaður um 2-3% af heildarkostnaði.

3.2 Jarðvarmi

Hægt er að skilgreina afl jarðhitasvæða á svipaðan hátt og vainsaflíð. Þannig má skilgreina afluð sem margfeldi rennslis jarðhitavökvans og þess hitaflalls sem nýtt er.

Öll jarðhitanyting byggist á því að nota þann varma sem fyrir hendi er í berggrunni landsins. Þennan varma þarf að flytja til yfirborðs og er það vatn sem annast þann orkuflutning. Stundum sér náttúran sjálf um þessa orkuflutninga sem birtast þá á yfirborði sem hveitir og laugar. Í öðrum tilvikum eru boraðar holur í jarðskorpuna til þess að greiða jarðhitavökvannum leið til yfirborðs.

Beislun jarðhitans byggir á nýtingu takmarkaðrar auðlindar sem er ekki endurnýjanleg á sama hátt og vatnsorkan þar sem við vinnslu jarðhitans er venjulega numinn mun meiri varmi úr jarðhitageyminum en svarar til hins stöðuga varmastraums að honum. Hér er því í raun í flestum tilvikum um námavinnslu að ræða.

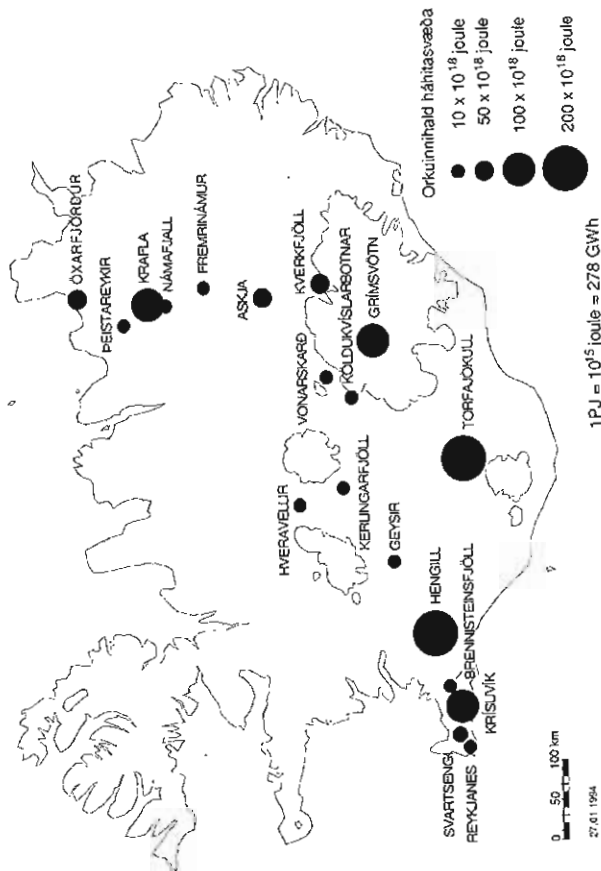
Jarðvarmamati byggir því á því annars vegar að kortleggja hitastigsdreifinguna í berggrunni landsins og hins vegar að áætla magn eða rennslis jarðhitavökvu á hverjum stað. Allsæmileg þekking er fyrir hendi í hitastigi í berggrunnum, en þar sem rennslis jarðhitavökvans er neðanjarðar er þekking á þeirri stærð mun takmarkaðri. Í mati á jarðvarma landsins hefur Orkustofnun skipt landinu niður eftir jarðhitalegum aðstæðum og metið jarðvarmaorku í berggrunnum á hverju svæði fyrir sig. Síðan eru notaðar einfaldar reynslustærðir til þess að meta hversu mikinn hluta af þessari orku er hægt draga út úr berginu og nýta á yfirborði. Sú stærð sem fæst fram á þennan hátt er kölluð *tæknilega vinnanlegur jarðvarmi*. Aðeins hluti af þessari jarðhitaorku er heppilegur til raforkuvinnslu. Í jarðhitamati frá Orkustofnun er miðað við hitastigsmörkin 130°C sem lægri mörk fyrir raforkuvinnslu.

Orkustofnun hefur áætlað að tæknilega sé unnt aða nota orkuforða jarðhitasvæða landsins til að vinna 19.000.000 GWh af raforku. Þar af er talið að framleiða megi um 1.500.000 GWh úr varma háhitasvæða landsins, sbr. töflu 3.2. Eins og áður hefur komið fram er í flestum tilvikum um námavinnslu að ræða þegar jarðvarmi er hagnýttur og því ræðst endingartími jarðhitasvæðis af því hversu mikið afl er tekið á hverjum tíma. Ef til dæmis háhitasvæði landsins yrðu nýtt með jöfnum hraða á 100 árum væri hægt að vinna um 15.000 GWh á ári að jafnaði úr svæðunum, ef þau væru nýtt á 50 árum væri hægt að framleiða 30.000 GWh á ári og ef nýtingartíminn væri 200 ár væri orkuvinnslan 7.500 GWh á ári. Engin þessara talna segir þó mikið til um væntanlegan endingartíma háhitans á Íslandi. Hversu hratt einstök svæði eru nýtt ræðst fyrst og fremst af hagkvæmnisástæðum, svo sem tiltækum raforkumörkuðum og samkeppnisstöðu jarðhitans til raforkuvinnslu gagnvart öðrum orkulindum. Háhitasvæðin eru bundin við eystra og vestara gosbeltið. Á því vestara eru stærstu svæðin Reykjanes, Svartsengi, Krísuvík, Bremisteinsfjöll, Hengill, Hveravallasvæðið og Kerlingarfjöll en á því eystra: Torfajökullsvæðið, Vonarskarð, Kverkfjöll, Askja, Fremri-Námar, Námafjall, Krafla, Þeistareykir og Óxarfjörður. Á mynd 3.2. eru þekkt háhitasvæði landsins sýnd og í fylgiskjali 2 er getið stutt grein fyrir þessum svæðum.

Tafla 3.2 Hábiti til raforkuvinnslu

| | GWh |
|-------------------------|-----------|
| Reykjanes og Vesturland | 220.000 |
| Vestfirðir | 0 |
| Norðurland | 470.000 |
| Austurland | 0 |
| Suðurland | 760.000 |
| Samtals | 1.450.000 |

HÁHITASVÆÐI Á ÍSLANDI



Mynd 3.2 Staðsetning og orkuinnihald háhitasvæða landsins

Auk raforkuvinnslu á háhitasvæðum má ætla að hagkvæmt geti orðið að framleiða rafmagn á öðrum jarðhitasvæðum meðal annars með þeirri tækni sem nýtt er í Svartsengi við virkjun bakrennslis frá virkjuninni. Því má áætla að heildar raforkuvinnsla úr jarðvarma getið numið a.m.k. 2.000.000 GWh eða 20.000 GWh/ári í 100 ár. Í framangreindum tölum hefur hvorki verið tekið tillit til markaðslegra aðstæðna né umhverfis- og náttúruverndarsjónarmiða. Í því sambandi er vísað til 4. kafla.

Rannsóknir

Fyrstu rannsóknir sem vitað er um á jarðhita hér á landi gerðu Bjarni Pálsson og Eggert Ólafsson á árunum 1750 til 1757. Þeir mældu hitastig í nokkrum hverum m.a. Geysi og boruðu við Laugarnes og í Krísvík. Á 18. og 19. öld rannsókuðu innlendir og erlendir vísindamenn jarðhitann. Rannsóknarráð ríkisins, sem var stofnað 1937, sinni margvíslegum rannsóknum á jarðhita og jarðhitanytingu. Með stofnun embættis Raforkumálastjóra 1947 hófust skipulegar rannsóknir á þessu sviði. Orkusstofnun sem tók við þessu hlutverki 1967 hefur staðið fyrir umfangsmiklum rannsóknum á jarðvarma landsins í samvinnu við hitaveitur og fleiri fyrirtæki er nýta jarðvarmann til húshitunar eða til raforkuvinnslu.

Svipaðar forsendur og gilda um vamsafisvirkjanir hafa fram til þessa verið lagðar til grundvallar við jarðvarmavirkjanir að því er varðar undirbúningstíma. Það sem hefur úrslitabýðingu við nýtingu jarðvarmans er gufuöflunin og orkuinnihald og afkastageta jarðhitageymisins eða það, sem nefnt er forðafæðilegir eiginleikar jarðhitasvæðisins. Bor- kostnaður getur oft numið um þriðjung af stofnkostnaði virkjunar. Hingað til hefur yfirlit verið hafður sá háttur á að bora og reynslukeyra vissan holufjölda í mörg ár til að fá upplýsingar um eiginleika svæðisins og taka síðan ákvörðun um nýtingu þess. Eiginleikar svæðisins koma þó ekki endanlega í ljós fyrir en nýting er hafin og hún hefur staðið í nokkur ár. Þetta hefur leitt til þess að nú er talið hagkvæmara og öruggara að í stað umfangsmikilla rannsóknarborana sé sett upp stöðluð virkjunareining 15-20 MW og eiginleikar svæðisins memir út frá reynslu af rekstri hennar. Ákvörðun um næsta skref er síðan tekin þegar viðbrögð svæðisins hafa verið rannsökuð og nýjum þrepum bætt við einu af öðru þar til svæðið er fullnýtt. Þannig er í raun vinnslugeta jarðhitasvæðisins ekki þekkt endanlega fyrir en það er fullvirkjað. Þessi aðferð krefst minni undirbúningsrannsóknna og styttri tíma sem leiðir af sér að orkuvinnsla getur hafist fyrir en ella. Heildarmiðurstaðan er sú að með þessari aðferð verður rannsóknar- og virkjunarkostnaður lægri en með þeim aðferðum sem hingað til hafa verið notaðar við nýtingu jarðvarmans. Jafnframt því stýttist undirbúningstíminn verulega jafnvel úr 12 árum í 6 ár. Við útbod fyrstu 20 MW einingarinnar er áfallinn rannsóknarkostnaður um 4-8% af heildarkostnaði hennar.

3.3 Möguleg raforkuvinnsla - samantekt

Áætlað er að tæknilega sé unnt að nýta vatnsaflit til að framleiða um 64.000 GWh/ári en þegar tekið er tillit til samkeppnisstöðunnar gagnvart öðrum orkugjöfum er áætlað að nýtanleg vatnsorka til raforkuvinnslu sé um eða yfir 40.000 GWh/ári. Þá hefur ekki verið tillit til takmarkana vegna umhverfisverndar.

Tæknilega vinnalegur jarðvarmi til raforkuvinnslu hefur verið áætlaður um 19.000.000 GWh, en hagkvæmasti hluti hans er talinn vera um 2.000.000 GWh eða sem svarar til raforkuvinnslu 20.000 GWh/ári að jafnaði miðað við að hann sé fullnýttur á 100 árum.

Í dag hafa aðeins verið beislaðar um 4.900 GWh/ári af vatnsorkunni eða um 12% og um 300 GWh/ári af hagkvæmasta hluta jarðvarmans eða 1,5%, ef hann er nýttur með jöfnum hraða á 100 árum.

3.4 Samanburður við önnur lönd

Fróðlegt er að bera saman mögulega raforkuvinnslu á Íslandi við raforkuþörf í aðildarríkjum OECD en í töflu 3.3 er sýnd heildarþörf þessara landa og skipting hennar á orku- gjafa. Í töflunni er einnig yfirlit yfir raforkuþörf nokkurra landa í Vestur- Evrópu. Við sjáum að þær 60 TWh/ári sem talið er unnt að nýta á Íslandi er aðeins um 3% af raforkuþörf þeirra Vestur-Evrópuríkja sem talin eru upp í töflunni árið 2000.

Tafla 3.3 Raforkuvinnsla í aðildarríkjum OECD¹⁾

| OECD ríki: | 1992 | | 2000 | |
|--------------------------|----------------------|--------------|-------------|--------------|
| | TWh/ár ²⁾ | % | TWh/ári | % |
| Kol | 2862 | 39,5 | 2979 | 36,1 |
| Olía | 618 | 8,5 | 561 | 6,8 |
| Jarðgas | 782 | 10,8 | 1288 | 15,6 |
| Kjarnorka | 1738 | 24,0 | 1902 | 23,1 |
| Vatnsafl | 1133 | 15,6 | 1288 | 15,6 |
| Jarðhiti/sólarorka | 29 | 0,4 | 95 | 1,2 |
| Aðrir orkugjafir | 86 | 1,2 | 137 | 1,7 |
| OECD ríki samtals | 7428 | 100,0 | 8250 | 100,0 |

Nokkur lönd í V- Evrópu:

| | | |
|------------------------|-------------|-------------|
| Noregur | 117 | 115 |
| Svíþjóð | 146 | 156 |
| Danmörk | 30 | 34 |
| Þýskaland | 533 | 580 |
| Holland | 77 | 72 |
| Belgía | 71 | 76 |
| Frakkland | 460 | 552 |
| Stóra Bretland | 319 | 328 |
| Írland | 15 | 19 |
| Lönd í V-Evrópu | 1768 | 1933 |

| | | | |
|-----------|-----|-------|-----|
| Ísland | | | |
| Vatnsafl | 4,3 | 94,8 | 4,6 |
| Jarðvarmi | 0,2 | 5,2 | 0,3 |
| Ísland | 4,5 | 100,0 | 4,9 |

1) IEA Electricity Information 1992, IEA Statistics 1992

2) 1 TWh = 1000 GWh

Í töflu 3.4 er yfirlit yfir vatnsafl og jarðvarma jarðarinnar, sem talið er mögulegt að virkja þegar tekið hefur verið tillit til umhverfis og hagkvæmnissjónarmiða, og það sem er búið að virkja eða er í byggingu. Gögnin sem liggja að baki tölunum eru mjög misgöð og því ber að taka þessar upplýsingar með fyrirvara. Árið 1990 var raforkuvinnsla í heim- inum um 11.800 TWh en þar af var hlutur vatnsorku 18,1% eða 2.130 TWh/ári og jarð- varmans um 0,3% eða 39 TWh/ári.

Af þessum tölum sést einnig að okkar hlutur er ekki stór borinn saman við orkuvinnslugetu úr vatnsafla eða jarðvarma jarðarinnar. Sérstaka Íslands liggur fyrst og fremst í því að við höfum aðeins nýtt óverulegan hluta af orkugæðni og kostnaður við að nýta hana er lágur borið saman við önnur lönd, jafnvel þegar um er að ræða stórvirkjanir t.d. í Suður-Ameríku. Einnig fylgir nýtingu vatnsorkunnar og jarðhitans hér á landi minni umhverfisáhrif en víða erlendis þar sem virkjunarsvæðin eru yfirleitt fjárri byggðum svæðum. Endurnýjanleg orka á íbúa er einnig hvergi meiri í heiminum en hér. Þannig er í dag nýtanleg vatnsorka á Íslandi um 120 GWh/mann/ári, sem er fjórfalt meira en í Noregi og um nífalt meiri en í Kanada.

Tafla 3.4 Vatnsorka og jarðvarmi til raforkuvinnslu

| | VATNSORKA ¹⁾ | | JARÐVARM ²⁾ | |
|-----------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|
| | Nýtanleg ³⁾ TWh/ári | Virkjað 1990 ²⁾ TWh/ári | Nýtanlegur ⁷⁾ TWh/ári | Virkjað 1990 TWh/ári |
| Afríka | 1335 | 57 | 4.3 | 0.3 |
| Asía | 4240 | 551 | 13.0 | 0.0 |
| Ástralía/Eyjaálfa | 200 | 40 | 20.0 | 10.5 |
| Evrópa | 870 | 502 | 57.7 | 4.1 |
| N-Ameríka | 970 | 579 | 59.7 | 18.7 |
| Mið - Ameríka | 325 | 49 | 15.1 | 5.7 |
| Suður - Ameríka | 3160 | 532 | 16.8 | 0.2 |
| Austur-Evrópa ⁵⁾ | 2950 | 276 | 10.7 | 0.1 |
| Samtals | 14050 | 2586 | 18.4 | 39.4 |
| Ísland | 40 | 4.9 | 12.2 | 0.3 |

1) Water Power & Dam Construction, Handbook 1992

2) WEC - Report 1993, Renewable Energy Resources: Opportunities and Constraints 1990-2020

3) Þegar tekið hefur verið tillit til hagkvæmmissjónarmiða

4) Virkjað og í byggingu

5) Vatnsafl: Rússland og ríki sem áður tilheyrðu Sovétríkjunum. Jarðvarmi: Austur-Evrópa og Samveldi sjálfstæðra ríkja

6) 20 TWh/ári í 100 ár

7) Miðað við nýtingu niður í 150°C

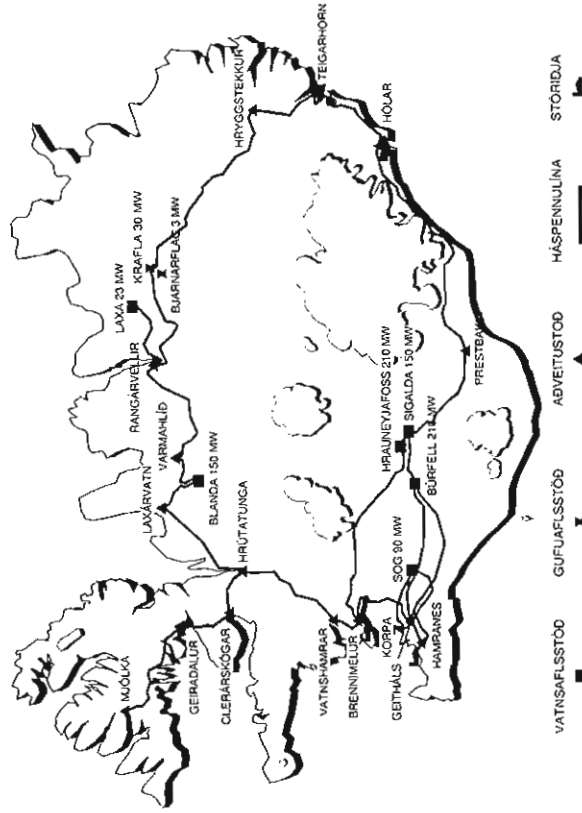
3.5 Flutningskerfi raforku.

Flutningskerfi raforku skiptir sköpum um afhendingu raforku til notenda. Þar kemur til að meginflutningskerfið er að mestu samsett úr loftlínum, og er rekstraröryggi þeirra að talsverðu leyti komið undir áraun af völdum veðurs og annarra náttúrafla. Hér á eftir verður fjallað um það meginflutningskerfi raforku sem hefur verið byggt upp á Íslandi og hönnunarforsendur þess. Auk þess verður fjallað um hvernig möguleg þróun þess getur orðið í framtíðinni með auknum raforkumarkaði.

Núverandi meginflutningskerfi

Það orkuflytningakerfi sem byggt hefur verið upp á Íslandi síðustu þrjú áratugin (mynd 3.3) er að segja má í meginráttum tvískipt. Annars vegar er 220 kV meginflutningskerfið á Suðvesturlandi. Hins vegar er svokölluð 132 kV byggðalína sem nær með ströndinni norður og austur um land og til Vestfjarða. Loktið var við að byggja upp þetta flutningskerfi á fyrri hluta níunda áratugarins og segja má að það tryggði öllum landshlutum raforku með viðunandi rekstraröryggi. Á Vestfjörðum hefur þó þurft að setja upp díslrafstöðvar til þess.

RAFORKUKERFI LANDSVIRKJUNAR 1994



Mynd 3.3: Raforkukerfi Landsvirkjunar 1994

Rekstraröryggi kerfisins er þó nokkuð misjafnt eftir landshlutum. Lakast settir eru Vestfirðir, sem fá raforku eftir einni flutningslínu frá Hnítafirði. Á Vestfjörðum verður því að grípa til raforkuframléiðslu með díslrafstöðvum ef flutningslínan bilar. Suðurland, Vesturland, Norðurland og Austurland fá raforku úr hringtengdri byggðalínu og er afhendingaröryggi þar vel viðunandi, þar sem hægt er að halda áfram afhendingu raforku þó bilun verði á byggðalínubringnum.

Á Suðurlandi hefur verið byggt upp 220 kV flutningskerfi í tengslum við byggingu ÍSAL og Járnblendiverksmiðjunnar. Þetta er sá hluti kerfisins sem hefur tiltölulega besta rekstraröryggið. Þessi hluti kerfisins þóir í flestum tilvikum, við núverandi álag, að bilun verði á tveimur línum samtímis án þess að skerða þurfi til muna forgangsrorku til notenda.

Hönnunarforsendur flutningskerfisins

Við hönnun á raforkukerfinu þarf að taka tilliti til margra og oft á tíðum mjög flókinnna atriða. Sú lágmarkskrafa sem mjög víða er gerð til flutningskerfa er að það geti annað öllu álaga með eina kerfiseiningu úr rekstri. Þetta þýðir í raun að þó að ein lína, spennir eða rafali bili fyrirvaralaust, þá geti afhending raforku haldið áfram meðan viðgerð fer fram. Hins vegar þola fæst kerfi að tvær kerfiseiningar bili samtímis, án þess að skerða þurfi afhendingu.

Í sumum kerfum erlendis er gerð sú krafa að afhending rofni ekki þótt hvaða einstök kerfiseining sem er bili, meðan hún er ein. Hér á landi hefur sú krafa ekki verið gerð, þar sem það myndi kosta gífurlegar fjárhæðir að gera allt kerfið þannig úr garði. Í stað þess hefur verið miðað við að afhending raforku geti hugsanlega rofnað meðan bilaða kerfiseiningin er frátengd kerfinu, en þó er það tryggt að hægt sé að byggja raforkukerfið upp aftur og flytja rafmagn til notenda með eina einingu úr rekstri og anna forgangsorkuþörf að fullu. Hugsanlega þarf að skerða ótryggða orku meðan viðgerð fer fram. Gera má ráð fyrir að ekki verði breyting á þessu næstu árin vegna þess hve það er kosmaðarsamt að auka kröfur til flutningskerfisins umfram það sem hér hefur verið nefnt.

Fræmtdarflutningskerfi

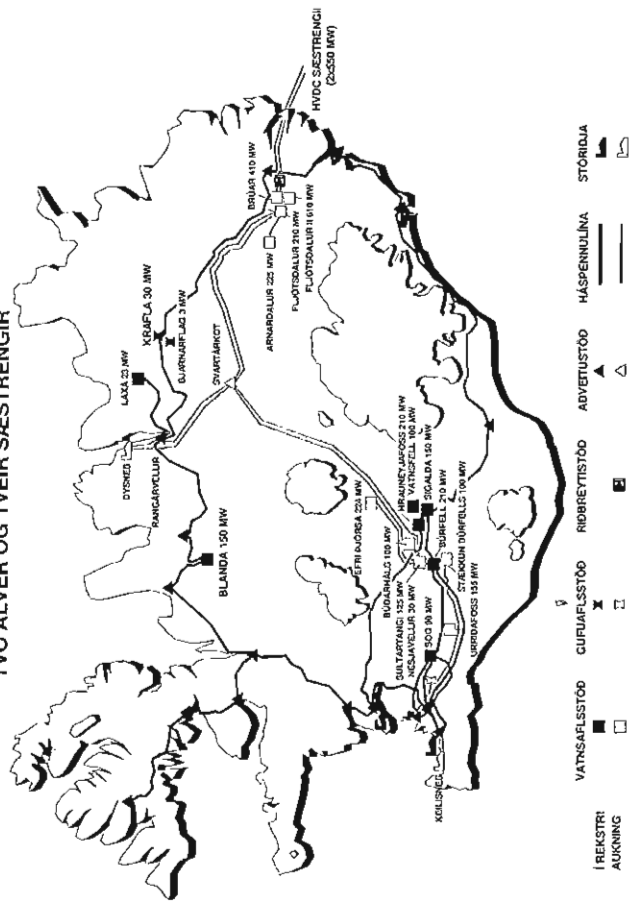
Við skoðun á fræmtdar flutningskerfi þarf að taka tillit til margra þátta. Fyrst og fremst ræðst uppbygging þess af staðarvali nýrra raforkunotenda og nýrra virkjana. Mynd 3.4 sýnir dæmi um slíkt kerfi. Helstu virkjunarkostir landsins eru á Suðurlandi og Austurlandi auk Norðurlands. Það er ljóst að ef ná á fram hægkvæmni þess að reka vatnsaflsvirkjanir í samtengdu kerfi, þarf að tryggja að flutningskerfið geti annað þeim árstíðabundnu flutningum á raforku sem þurfa að vera milli landshluta.

Fræmtdarháspennulínur milli Suðurlands og Austurlands er áætlað að leggja yfir hálandið um Sprengisand og Ódáðahraun. Þar sem ljóst er að línuleiðir á þessu svæði verða af skornum skammti þarf að reisa línurnar strax í upphafi fyrir næga flutningsgetu til að þær nýtist til fræmtdarnota. Í því sambandi hefur meðal annars verið litið til þess að velja hærra rekstrarspennu en 220 kV, jafnvel 400 kV, sem fjórfaldar flutningsgetuna. Á verðlagi í árslok 1993 er kosnaður við byggingu háspennulína áætlaður að jafnaði um 10,5 m.kr/km fyrir 132 kV línur en um 16,5 m.kr/km fyrir 220 kV línur. Kosnaðurinn er mjög háður því álagi, ísingu og vindi, sem línan þarf að standast og eins landinu sem línan fer um.

Nokkuð hefur verið rætt um þann möguleika að leggja háspennulínur sem þessar sem jarðstrengi á hálandinu. Að mati séfróðra manna er sá möguleiki fjartægur, ekki einungis vegna kosmaðar, en lauslega áætlað er kosnaður við jarðstreng 220 kV spennu sem hér um ræðir um 5-7 sinnum hærra en við loflínu, heldur einnig vegna þess að ákveðin tæknileg vandkvæði eru á því að reka slíka jarðstrengi. Þessi umræða hefur einnig komið upp á hinum Norðurlöndunum og jafnvel víðar, en þar hefur hvergi verið farið út í slíkar lausnir.

Eins og áður sagði er staðarval nýrra stórnótenda og stórvirkjana sá þáttur sem ræður mestu um fræmtdarflutningskerfið. Því er nauðsynlegt að taka tillit til kosmaðar og öryggis flutningskerfisins við slíkt val, þar sem afhendingaröryggi raforkunnar mun byggjast að stórum hluta á því vali.

RAFORKUKERFI ÍSLANDS VIRKJANIR OG MEGIN FLUTNINGSLÍNUR TVÖ ALVER OG TVEIR SÆSTRENGIR



Mynd 3.4: Raforkukerfi Íslands - fræmtdarhugmynd

3.6 Kosnaður við raforkuvinnslu

Vatnsafl

Eins og áður hefur komið fram hafa verið settar fram hugmyndir um að nýta vatnsafl landsins til að framleiða um 40.000 GWh af raforku á ári. Áætlanir hafa verið gerðar um virkjun u.þ.b. 30.000 GWh/ári. Þessar áætlanir eru misjafnlega vel grundaðar. Í sumum tilvikum byggja þær á ítarlegum rannsóknum og hönnunaráætlunum, en í öðrum er einungis um lauslegt mat að ræða. Þessum áætlunum hefur verið ráðað eftir vaxandi kostnaði, en síðan fundið meðaltal við að virkja hverja 10.000 GWh/ári frá þeim lægstu til þeirra hæstu. Álag (aflþörf) hins almenna markaðar er mjög háð árstíða- og dægursveiflum. Sé aftur á móti virkjað fyrir stóriðju verður mun jafnara álag á raforkukerfið sem þýðir minni fjárfestingu á hverja orkueiningu. Þetta er sýnt í töflu 3.5 og á mynd 3.5 annars vegar ef eingöngu er virkjað fyrir almennan markað og hins vegar ef einvörðungu er virkjað fyrir stóriðju. Kosnaður vegna flutningsvirkja er áætlaður 12% af virkjunarkostnaði og er hann meðalinn í stofnkosnaði.

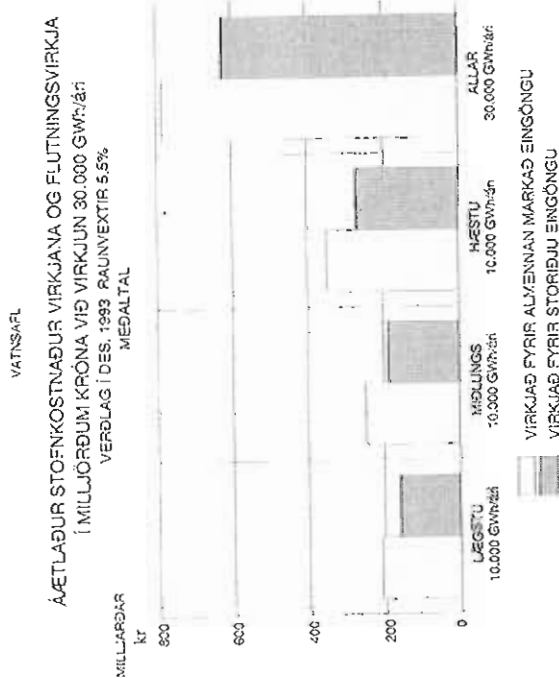
Tafla 3.5 Kostnaður við nýtingu vatnsorkunnar. Verðlag í des. 1993

| Flokkur ¹⁾ | Stofnkostnaður vamsafsvirkjana og flutningsvirkja | | | |
|----------------------------|---|----------------------|-------------------------|-----------------------|
| | Orka GWh/ári | Almennur markaður kr | Milljarðar kr/(kWh/ári) | Stóriðja kr/(kWh/ári) |
| Lægstu | 10.000 | 210 | 21 | 160 |
| Miðlungs | 10.000 | 240 | 24 | 190 |
| Hæstu | 10.000 | 350 | 35 | 270 |
| Samtals | 30.000 | 800 | 27 | 620 |
| Virkiað 1993 ²⁾ | 4.900 | 110 | 22,9 | |

1) VST jan. 1994 að viðbættum 12% vegna orkuflutningskerfis

2) Almennur markaður og núverandi stóriðja

Tölur í töflum hér á undan eru meðaltöl, en auðvitað er hagkvæmni einstakra virkjakostna mismunandi. Þar koma til margvisleg atriði; staðhættir, jarðfræði, rennsli og miðlunarpörf, orkumarkaður og nýtingartími svo nokkuð sé nefnt.



Mynd 3.5 Stofnkostnaður við nýtingu vatnsaflsins

Miðað við áður nefndar forsendur um stofnkostnað virkjana og flutningsvirkja og markað hefur verið reiknað út orkuverð sbr. eftirfarandi töflu 3.6 og mynd 3.6. Af töflunni sést að kostnaðarverð til stómotenda er innan við 20 bandarísk millis á kWh miðað við virkjun fyrstu 20.000 GWh/ári.

Tafla 3.6 Kostnaðarverð¹⁾, verðlag í des. 1993

| Flokkur | Almenn nokun | | Stóriðja eða útflytningur | |
|----------------|---------------|------------|---------------------------|-----------|
| | GWh/ári | kr/kWh | kr/kWh | mill/kWh |
| Lægstu | 10.000 | 1,8 | 1,2 | 17 |
| Miðlungs | 10.000 | 2,0 | 1,5 | 20 |
| Hæstu | 10.000 | 2,9 | 2,1 | 29 |
| Samtals | 30.000 | 2,2 | 1,6 | 22 |

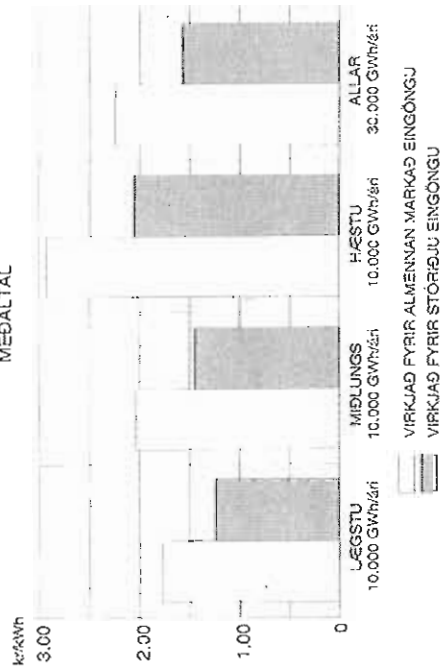
1) Miðað við 5,5% vexti, 40 ára afskriftartíma og rekstrarkostnað 1% af stofnkostnaði, fullnýting á fyrsta ári, 1 USD=72,5 kr.

Meðaltalinn-flutningskostnaður 12% af stofnkostnaði og 4,5% vegna orkutapa og eignunokunnar framleiðenda.

VATNSAFL

ORKUKOSTNAÐUR FRÁ AÐVEITUSTÖÐVUM kr/k
VIÐ VIRKJUN 30.000 GWh/ári

VERÐLAG Í DES. 1993 RAUNVEXTIR 5,5%
MEÐALTAL



Mynd 3.6 Kostnaðarverð frá aðveitustöðvum

Að öðru jöfnu er hagkvæmara að ráðast í stórar virkjanir en röð minni virkjana. Framleiðslukostnaður á orkuveitingu lækkar yfirleitt eftir því sem virkjanir stækka, en hagkvæmni stórra virkjana er þó undir því komin að markaður sé fyrir verulegan hluta orkunnar við gangsemingu virkjunarinnar.

Jarðhiti

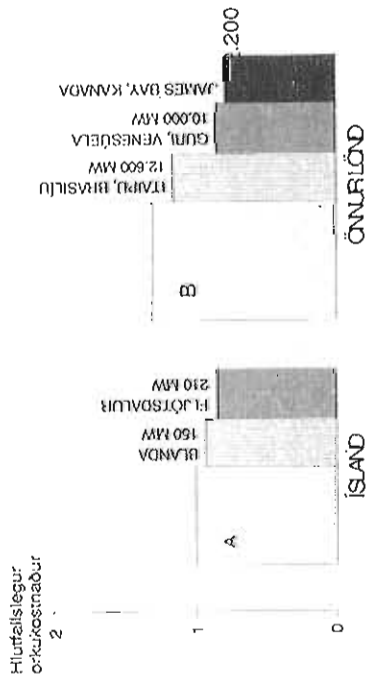
Kostnaður við nýtingu jarðhitans er ekki eins vel þekktur. Stærsti óvissuþáurinn er öflun guffunnar eða nánar tiltekið það afl sem hver borhola gefur af sér, sem aftur er háð hitastigsdreifingu í berggrunnum og rennsli jarðhitavökvans, en gera má ráð fyrir að kostnaður við gufuöflun og gufuveitu sé að meðaltali um 20-30% af stofnkostnaði jarðgufu-virkjunar. Virkjun jarðvarmans til raforkuframleiðslu í tengslum við nýtingu hans til annarra nota getur verið mjög hagkvæm t.d. á Nesjavöllum og í Svartsengi. Sama virðist eiga

við um frekari raforkuvinnslu á jarðhitasvæðum sem þegar eru í nýtingu. Í slíkum tilvikum má nýta betur fjárfestingu og mannafla sem fyrir er eins og nýleg áætlun um 20 MW virkjun í Bjarnarflegi sýnir. Virkjun nýtra svæða eingöngu til raforkuvinnslu í stór- um áföngum er, enn sem komið er, varla hagkvæmur kostur borið saman við vatnsorkuna. Við núverandi vöxt hins almenna raforkumarkaðar, 40-50 GWh/ári, virðist jarðgufan vera samkeppnisfær ef einungis er virkjað fyrir almannan markað. Hægt er að byggja jarð- varmavirkjanir í hæfilega stórum einingum sem falla vel að þeim markaði.

Samkeppnishæfni innlendra orkugjafa

Fyrir nokkrum árum var safnað saman upplýsingum um kostnað við virkjun vatnsafis í öðrum löndum. Eftir að kostnaðartölur höfðu verið færðar til sama verðlags og þær leið- réttar með tilliti til aflnýtingar þá gaf samanburðurinn til kynna að kostnaður við virkjun vatnsafis hér á landi væri heldur lægri en almennt gerðist annars staðar í heiminum. Þessi samanburður hefur nýlega verið endurskoðaður og er niðurstaðan sú sama. Varast ber að draga of einhlítar ályktanir varðandi þetta efni, en athuginin gefur þó visbendingu um að orkuverð frá virkjunum hér á landi sé samkeppnisfært við orkuverð frá virkjunum í öð- rum löndum, jafnvel álíka eða lægra en frá stórvirkjunum í Suður-Ameríku (Guri 10.000 MW, Itaipu 12.600 MW) og Kanada (James Bay 12.200 MW) sbr. mynd 3.7. Eins og sýnt var hér á undan er kostnaðarverð til stóriðju um og innan við 20 mill/kWh sem bendir til allgóðar samkeppnisstöðu okkar hvað varðar orkusölu til stóriðju

VATNSORKA Á ÍSLANDI
SAMANBURÐUR VIÐ ÖNNUR LÖND



A: Meðalorkukostnaður við að nýta 30.000 GWh/ári
B: Meðalorkukostnaður við að nýta tæplega 750.000 GWh/ári, að mestu byggður á upplýsingum frá Alþjóðabankanum um fyrnugaðar virkjanir og virkjanir í byggingu á árunum um og eftir 1980

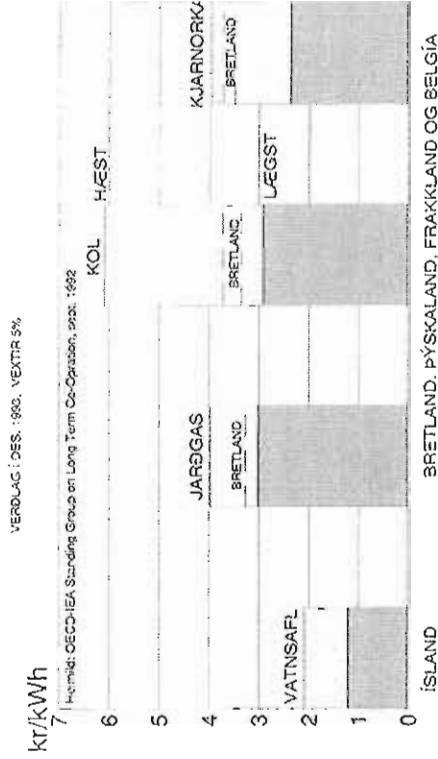
Mynd 3.7 Samanburður við önnur lönd

Sé lítið til nágrannalanda okkar í Evrópu eru það einungis Norðmenn sem enn eiga eftir ónýtta vatnsorku svo nokkru nemur, en þeir hafa þó þegar virkjað hagkvæmasta hluta hennar. Aðrar þjóðir álfunnar byggja yfirleitt raforkuframleiðslu sína á kjarnorku eða brennslu kola, olíu og jarðgass. Aðrir orkugjafar eins og vindur, sjávarföll og sólar- orka eru mun dýrari og munu ekki í fyrsíánlegri framtíð skipta verulegu máli í orkuöfl- um þessara þjóða. Vegna sívaxandi andstöðu við byggingu kjarnorkustöðva og mikillrar lofmgunar frá kolastöðvum er í flestum löndum í Vestur-Evrópu lögð mikil áhersla byggingu raforkuvera er brenna jarðgasi, sem meнга lítið borið saman við kolastöðvar auk þess sem byggingartími er stuttur.

Á mynd 3.8 er samanburður á orkuverði frá vatnsafsvirkjunum og verði frá nýjum kjarnorku-, kola- og jarðgassvirkjunum í nokkrum Evrópulöndum. Sá mikli munur sem þar kemur fram á verði, vatnsorkunni í hag, ætti að skapa tækifæri til að laða að orkufrékan iðnað í framtíðinni og jafnframt möguleika á útflutningi um sæstreng til Bretlands eða meginlands Evrópu sé vilji til þess. Varðandi útflutning er þó rétt að benda á að á mynd 3.8 er ekki tekið tillit til kostnaðar við að flytja orkuna milli landa. Flutningskostnaður á raforku til Skotlands er um 1 kr/kWh og til Hollands og Þýskalands um 2 kr/kWh, hvoru tveggja miðað við fullnýtingu á flutningsgetu sæstrengs.

RAFORKUFRAMLEIÐSLA

ÁÆTLAÐ KOSTNAÐARVERÐ UM NÆSTU ALDAMÓT



Mynd 3.8 Kostnaðarverð - samanburður

4. Raforkuvinnsla og umhverfismál

4.1. Orka og umhverfisvernd

Þjóðir heims eru nú að endurskoða viðhorf til umhverfis- og þróunarmála og þeirra efnahags- og þjóðfélagsáhrifa sem þau hafa. Ný stefna er í mótnun, nýjar venjur að skapast og lífsviðhorf að breytast. Athygli beinist í vaxandi mæli að þeim vandamálum sem maðurinn hefur skapað með ógættilegri meðferð á auðlindum jarðar og neysluvenjum sínum. Talið er t.d. að hiti muni aukast í andrúmsloftinu á næstu áratugum, aðallega vegna bruna jarðefnaeldsneyti, og ekki er séð fyrir um áhrif þess á veðurfar og þar með líf á jörðinni.

Skilningur er að aukast á því, að stefna í orkumálum verði að taka mið af stefnu-mörkun í umhverfismálum og að val á orkugjöfum og orkunýting skipti þar miklu. Fram-tið jarðarbúa er að verulegu leyti undir því komin að þjóðum heims takist að breyta orku-notkuninni og nýta í auknum mæli varanlega og hættulila orkugjafa í stað jarðefna. Kjarnorkan hefur t.d. ekki reynst sá góði kostur sem menn bundu vonir við. Stefnt er að því í framtíðinni að byggja orkunotkun jarðarbúa í auknum mæli á endurnýjanlegum orkugjöfum sem valda lítilli sem engri mengun, svo sem vatnsorku, vindorku, sólarorku og jarðvarma.

Á ræðstefnu Sameinuðu þjóðanna um umhverfis- og þróunarmál sem haldin var í Rio de Janeiro í júní 1992, var samþykkt viðamikil framkvæmdaáætlun sem þjóðir heims skulu hafa að leiðarljósi. Þar er því meðal annars beint til ríkissjóma að bæta orkunýtingu og auka notkun nýrra og endurnýjanlegra orkugjafa og þar á meðal eru jarðvarmi og vatnsorka. Jafnframt að samræma orkuáætlanir svo auka megi notkun slíkra orkugjafa og dreifa orku frá þeim til svæða sem hafa ekki yfir þeim að ráða. Gangi þetta eftir í iðnríkjunum, sérstaklega í Evrópu, ætu möguleikar Íslandinga til að nýta ónotaðar auðlindir í vatnsorku og jarðvarma að batna. Nauðsynlegt er þó að fara með gat í þessum efnum vegna óæskilegra áhrifa á umhverfið sem geta fylgt virkjun þessara auðlinda.

Nýtingu innlendu orkulindanna, vatnsorku og jarðvarma, fylgir þó sú skylda að virkjun þeirra valdi ekki röskun á umhverfi umfram það sem ásættanlegt getur talist. Þótt vatnsorkunni fylgi engin brennisteins- eða köfnunarefnissambönd sem valdið geta súru regni, engar lofttegundir sem auknið geta hita í andrúmlöfti eða geislavirkni, geta vatnsaflsvirkjanir haft staðbundna umhverfisröskun í för með sér. Með góðu skipulagi og öðrum mótvægisáðgerðum, má þó draga úr þessum áhrifum.

Sama er að segja um jarðvarma. Þótt virkjun hans leiði ekki til mengunar í sama mæli og verður við bruna jarðefnaeldsneytis, eru nokkur umhverfisáhrif við nýtingu jarðhita óumflýjanleg. Þar má t.d. nefna útlitsbreytingar á yfirborði jarðar, hávaðamengun, losun mengandi lofttegunda og varmamengun. Einnig ber að hafa í huga að jarðvarmi er ekki endurnýjanleg auðlind miðað við þær aðferðir sem beitt er við nýtingu hans sem líkja má við námavinnslu. Það er ljóst að mörg þeirra jarðhitasvæða, sem upp eru talin í fylgiskjali 2 um háhitasvæði á Íslandi, verða tæplega nýtt til raforkuframleiðslu vegna nátnúrfars þótt fát sé því til fyrirstöðu tæknilega. Má þar t.d. nefna Geysissvæðið í Biskupstungnahreppi, Kerlingarfjöll og Hveravelli á miðhálandinu, og Kverkfjöll í norðurjafni Vatnajökuls sem ólíklegt er að verði nýtt til raforkuframleiðslu.

Í kaflanum hér á undan kom fram að tæknilega sé hægt að framleiða 64.000 GWh af rafmagni á ári með virkjun fallvatna og a.m.k. 20.000 GWh á ári í hundrað ár með jarðvarmavirkjunum. Í þessum tölum hefur því hvorki verið tekið tillit til markaða fyrir raf-

orkuna né umhverfissjónarmiða sem dregið geta verulega úr möguleikum á raforkuvinnslu. Giskað hefur t.d. verið á að þegar tillit hefur verið tekið til sjónarmiða umhverfisverndar og hægkvæmni megi virkja um helming þeirrar vatnsorku sem talin er tæknilega nýtanleg. Og líklegt þykir að möguleikar á raforkuvinnslu með jarðvarmavirkjunum skerðist verulega þegar tillit hefur verið tekið til þessara sjónarmiða. Nákvæmar tölur um skerðingu á nýtanlegri orku til raforkuvinnslu eru ekki tiltækar og ekki þykir ástæða til að reyna að geta sér til um þær á þessu stigi enda verður ávallt um afstætt mat að ræða. Þess í stað hefur sú leið verið valin af stjórnmöldum að setja reglur um mat á umhverfisáhrifum mögulegra virkjana til að koma í veg fyrir að ráðist verði í framkvæmdir sem umtalsverðum spjöllum geta valdið.

4.2. Mat á umhverfisáhrifum orkuvera.

Samkvæmt lögum nr. 63/1993, sbr. lög nr. 110/1993, um mat á umhverfisáhrifum, ber að meta umhverfisáhrif vatnsaflsvirkjana, jarðvarmavirkjana og lagningu háspennulína, áður en ákvörðun er tekin um framkvæmdir og leyfi veitti fyrir þeim. Markmið þessara laga er að tryggja að fram fari mat á umhverfisáhrifum áður en tekin er ákvörðun um framkvæmdir sem kunna, vegna staðsetningar, starfsemi sem þeim fylgir, eðlis eða umfangs, að hafa í för með sér umtalsverð áhrif á umhverfi, náttúruauðlindir eða samfélag. Í þessu mati skal tilgreina þau áhrif sem framkvæmdir og fyrirhuguð starfsemi kunna að hafa á menn, samfélag og menningu, dýr, plöntur og aðra þætti lífríkis, jarðveg, vatn, loft, veðurfar, landslag og samverkan þessara þátta.

Undanfarna tvo áratugi hefur verið reynt að meta áhrif vatnsaflsvirkjana á náttúru landsins áður en í framkvæmdir hefur verið ráðist. Niðurstöður úr þessu mati hafa síðan verið hafðar til hliðsjónar þegar ákvarðanir hafa verið teknar um staðarval og hönnun. Í samræmi við lög um náttúruvernd, nr. 147 frá 1971, hefur verið leitað eftir álii Náttúruverndarráðs á fyrirhuguðum virkjunarframkvæmdum og skipulagt samstarf hefur verið með ráðinu og virkjunaraðilum. Strax á fyrstu stigum undirbúnings vatnsaflsvirkjana, hefur yfirleitt verið fjallað um þær í samstarfsnefnd iðnaðarráðuneytisins og Náttúruverndarráðs um orkumál (SINO). Þar hafa verið gerðar tillögur um rannsóknir og rætt um leiðir til að draga úr umhverfisröskun. Jafnframt hefur ráðinu gefist kostur á að fylgjast með byggingu virkjananna og öðrum framkvæmdum og frágangi á virkjunarsvæðunum. Slíkt mat hefur hins vegar ekki verið fastur liður í undirbúningi jarðvarmavirkjana fram til þessa.

Með lögunum um mat á umhverfisáhrifum er leitað við að setja skýrar reglur um hvaða framkvæmdir skulu vera háðar mati, hvernig áhrif á umhverfi skuli metin, hverjar séu skyldur framkvæmdaáðila og hvað fram skuli koma í matinu. Í lögunum er m.a. kveðið á um að ávallt skuli fram fara slíkt mat á áhrifum orkuframkvæmda, áður en leyfi er veitt fyrir þeim, en í því felst m.a. að lýsa skuli umhverfisaðstæðum bæði náttúrulegum og félagslegum, og spá fyrir um og meta áhrif fyrirhugaðra framkvæmda á þessa þætti. Niðurstöðurnar skal síðan skoða með tilliti til hagrænna þátta þannig að besta leiðin sé valin út frá þjóðhagslegu sjónarmiði til lengri tíma. Með þessu er reynt að tryggja eins og kostur er að ekki verði ráðist í framkvæmdir sem valdið geta umhverfisskaða sem ekki megi réttlæta út frá þeim ávinningi sem af framkvæmdinni hlýst.

Matskyldur framkvæmdir sem varða nýtingu orkulinda eru eftirfarandi:

1. Vatnsaflsvirkjanir með uppsett afl 10 MW eða meira eða vatnsmiðlanir þar sem meira en 3 ferkílómetrar lands fara undir vatn vegna stíflumannvirkja eða breytinga á ár-farvegum.

2. Jarðvarmavirkjanir með vamafl 25 MW eða meira af hráorku eða að uppsett afl til raforkuframléiðslu sé a.m.k. 10 MW.

3. Lagning háspennulína með 33 kV spennu eða hærra.

4. Efnistökuastaðir (malarnám) á landi 50.000 fernnetrar eða stærri eða þar sem fyrirhuguð efnistaka er meiri en 150.000 rúmmetrar.

Auk þess er kveðið á um í lögnum að umhverfisráðherra geti ákveðið að aðrar framkvæmdir, sem kunna að hafa umtalsverð umhverfisáhrif skuli hlíta mati. Í viðauka 2 með reglugerð, sem seft hefur verið með stöð í lögum, eru jarðboranir vegna jarðhitavats, búnaður til að flytja raforku og stöðvar þar sem unnið er rafmagn og tengd mannvirki nefnd með öðru sem dæmi um slíkar framkvæmdir.

Lög þessi setja undirbúning virkjana í nýjan farveg, þótt könnun á umhverfisáhrifum hafi verið þáttur í undirbúningi vaunsafsvirkjana um tveggja áranuga skeið. Matið mun taka til fleiri þátta en áður og aukin áhersla verður lögð á að bera saman virkjunarkosti og kanna mótvægisáðgerðir vegna meintra umhverfisspjalla. Jafnframt er gert ráð fyrir að við gerð skipulagsáætlana verði fjallað um þá virkjunarkosti sem til greina koma á viðkomandi svæði, ekki sist með tilliti til þess að landrýmispörf vatnsafsvirkjana er yfirleitt mikil sem valdið getur margvíslegum áreksrum við aðra mögulega landnýtingu. Miðað er við að tekin verði afstaða til álitlegra virkjunarkosta við gerð skipulagsáætlunar og þeir afgreiddir með fyrirvara um mat á umhverfisáhrifum. Í skipulagsáætlun er kveðið á um til hvaða nota megi ráðstafa landi. Mikilvægt er að strax á undirbúningsstigi virkjunar sé hægt að taka hana með við mat á æskilegri nýtingu þess landssvæðis sem hún hefur áhrif á, þótt virkjun á forathugunarstigi uppfylli ekki skilyrði um mat á umhverfisáhrifum.

Flestar stærstu og hagkvæmstu vatnsafsvirkjanimar, sem til greina koma, eru með einum eða öðrum hætti tengdar miðhálandi landsins. Nú er unnið að gerð skipulagsáætlunar fyrir miðhálandið allt, sem varpa átti skýrara ljósi á það hversu mikla raforku má framleiða með virkjun vatnsfalla á því svæði, að teknu tilliti til ólíkra sjónarmiða um landnýtingu. Gert er ráð fyrir að vinnu þessari ljúki í lok árs 1996.

Jafnframt hafa, á vegum Náttúruverndarráðs, verið lögð drög að áætlun um vernd vatnsfalla og jarðhitasvæða þar sem áhersla hefur verið lögð á að vernda svæði, vamsföll og jarðhitasvæði sem merkileg eru vegna náttúrufars. Verki þetta er skammt á veg komið og nauðsynlegt að flytja því svo meta megi þá virkjunarkosti sem bjóðast og forgangsraða þeim við gerð skipulagsáætlana. Náttúruverndarráð hefur áður gefið út tillögur um vernd háhitasvæða sem þörf var á að endurskoða.

Á undanföllum árum hefur aukin áhersla verið lögð á rannsóknir á umhverfisáhrifum jarðhitanytingar, sérstaklega áhrif af virkjun háhitasvæða. Á ársfundi Orkustofnunar 1991 voru kynntar niðurstöður úr frumathugunum á helstu umhverfisáhrifum sem fylgt geta nýtingu jarðhita. Í framhaldi af því var ráðist í viðamiklir samstarfsverkefni stofnana í því skyni að meta stöðu umhverfismála á þeim svæðum sem virkjnuð hafa verið og gera tillögur um efirlit og rannsóknir. Að þessu verkefni standa Orkustofnun, Hitaveita Suðurnesja, Hitaveita Reykjavíkur, Landsvirkjun og umhverfisráðuneytið.

Niðurstöður þessa verkefnis munu væntanlega verða hafðar til hljóðsonar við val virkjunarsvæða í framtíðinni, hönnun mannvirkja og val á mengunarvarnabúnaði og öðrum mótvægisáðgerðum. Þessum þætti hefur lítið verið sinnt á undanföllum árum m.a. vegna þess að nýting jarðhita hefur ekki verið talin skaða umhverfi. Það er aðeins á allra síðustu árum að ástæða hefur verið talin til að hafa áhyggjur af umhverfisspjöllum vegna

jarðvarmanýtingar. Þó er rétt að nefna að hugað var að umhverfisáhrifum við virkjun háhita í Kröflu, Svartsengi og á Nesjavöllum samhlíða rannsóknunum og framkvæmdum.

4.3. Umhverfisáhrif vatnsorkuvera

Vatnsafsvirkjanir geta haft umtalsverða röskun á umhverfi í för með sér þótt þær valdi ekki mengun. Ár breyta um farveg og fossar hverfa, land fer á kaf undir miðlunarlón og vatnsveitur, mannvirki rísa í óbyggðum og á öðrum stöðum sem sérstakur þykja vegna náttúrufars og breyta svipmóti þeirra. Miðlunarlón hafa áhrif á grunnvatn og geta eyðilagt gróðurlendi, útivistarsvæði og náttúruminjar. Nauðsynlegt er að meta þessi og önnur slík áhrif, jafnt neikvæð sem jákvæð, áður en ákvörðun er tekin um virkjun og kanna möguleika á að koma í veg fyrir eða draga úr óæskilegum áhrifum með skipulagi, staðarvali og hönnun virkjunar.

Vatnsorkuver, þar með talin miðlunarlón, þurfa mikið land og takmarka því aðra landnýtingu. Áætlað hefur verið að stærð þess lands sem þurfi undir þau vatnsorkuver sem hagkvæmt er nú talið að reisa, að meðöldum þeim sem þegar hafa verið reist, sé um 1100 km², eða um 1% af flatarmáli landsins. Ef mið er tekið af þeim áætlunum sem gerðar hafa verið um þessa virkjunarkosti, er um fjórðungur þessa svæðis gróðri vaxinn sem er um 1,5% af allri gróðurþekju landsins. Annar fjórðungur þessa svæðis er ár og vötn. Vatnsmiðlanir þekja nú um 210 km² lands og þar af voru 60 km² vaxnir gróðri en 90 km² ár og vötn.

Draga má úr landþörf virkjana með góðri hönnun, t.d. með því að veita vatni um jarðgöng í stað þess að fara með það um skurði og vötn langar leiðir frá miðlunarlóni að stöðvarhúsi.

Árið 1990 takmörkuðu orkuflutningslínur aðra nýtingu lands á um það bil 270 km². Hentugustu virkjanasvæðin eru í óbyggðum og stór hluti háspennulína liggur um hálandið og önnur afskekkt svæði sem merkileg þykja vegna náttúrufars og geta verið þar áberandi í landslagi. Vegna þessa þarf að vanda vel til staðarvals fyrir línurnar og meta áhrifin áður en gengið er til verks. Taka þarf mið af því að yfirleitt eru lagðir vegaslóðar meðfram háspennulínunum sem geta opnað ferðamönnum nýjar leiðir inn í óbyggðir landsins en því fylgja bæði kostur og gallar.

Árstíðamunur er á rennsli í vatnsföllum hér á landi. Mest er rennsli í dragám að vori en á sumrin í jökulám. Raforkupörfin er hins vegar mest á veturna og þess vegna er nauðsynlegt að byggja upp vatnsforða í miðlunarlönunum. Miðlun vatns milli árstíða hefur í för með sér reglubundnar breytingar á vatnsborði miðlunarlóna. Þessar breytingar valda því, ásamt ísmýndun, að laus jarðvegur og set skolasart burt, sem síðan hefur í för með sér landbrot og aukna hættu á foki. Landbroti og rofi botnets fylgir jafnframt töluverð útskolun steinefna, sem í fyrstu getur haft jákvæð áhrif fyrir plöntu- og dýrasvif. Þessar breytingar í heild, ásamt hitabreytingum hafa neikvæð áhrif á lífsskilyrði og hryggningu vatnafiska eins og t.d. urriða. Böldýralíf þolir yfirleitt illa vatnsborðssveiflur, enda er það að jafnaði auðgast næst landi. Þegar til lengri tíma er lítið eru áhrifin af reglubundnum og miklum vatnsborðsbreytingum neikvæð fyrir vistkerfi viðkomandi vatnasvæðis.

Með gerð miðlunarlóna breytist oft grunnvatnshæð á stórum svæðum, sem hefur veruleg áhrif á lífsskilyrði gróðurs og dýralífs. Áhrif slíkra breytinga eru þó ekki alltaf neikvæð fyrir lífríkið, þótt svo sé í mörgum tilfellum. Hækkun grunnvatnsborðs vegna lóna á gróðurlausum svæðum getur skapað góð skilyrði fyrir gróður og þar með dýralíf.

andi á málma. Skaðsemi er yfirleitt bundin við næsta nágrenni útstreymisstaðar, en gasið þynnist á skömmum tíma. Yfirleitt er styrkur brennisteinsvennis í lofti það lítil, að ekki er ástæða til að óttast alvarlegar afleiðingar, en þó nægur til að valda óþægilegri lykt. Deilt er um hversu stór hluti breytist í brennisteinstvíoxíð. Í jarðhitagasi geta verið fleiri skaðleg efni, t.d. flúor, bór og ammoníak. Auk gass og þéttanlegrar gufu berst oft vainsúði út í loftið frá borholum þar sem skiljur ráða ekki við streymið. Slíkur úði getur dreifst yfir nágrennið og valdið spjöllum, t.d. valdið tæringu á mannvirkjum og útfellingum á grönn og mannvirkjum.

Mikill varmi losnar við virkjun jarðhita til raforkuframléiðslu vegna líúllar nýtingar varmans sem er að jafnaði aðeins 10-15%. Mengun vegna upphitar umhverfisins kemur fram í frátrenslisvatni og gufustrókum frá orkuverri og flumingslögnum. Varmamengun er mest áberandi þar sem frátrenslisvatni er veitt beint í ár og vötn. Lífverur eru nærmar fyrir hitastigsbreytingum og þrífast sumar hverjar eingöngu á þröngu hitastigsbúli. Þá getur gerlagróður aukist verulega við hækkun hita.

Í affallsvatni frá jarðhitavirkjunum eru jafnframt ýmis efni sem geta valdið mengun ef þau berast í grunnvatnskerfi í miklum styrk. Þar á meðal má nefna arsen, bór, brennisteinsvetni, flúor, kvikasilfur, kadmíum og blý.

Þrjár höfuðleiðir eru til að losna við affallsvatn frá jarðhitasvæðum: Í fyrsta lagi dæling vatnsins niður í jarðhitasvæðið. Í öðru lagi söfnun í lón (manngeti). Í þriðja lagi bein losun, oflást í ár eða vötn, en stundum í grunnvatni.

Niðurdæling er af flestum talin besta lausnin á losun affallsvatns frá jarðhitasvæðum. Með henni er komið í veg fyrir stóran hluta allrar vatnsmengunar auk þess sem líftími svæðanna er lengdur. Við ýmis tæknileg vandamál er þó að glíma. Einkum stíflun niðurdælingarhola af völdum útfellinga (kísils og e.t.v. kalks) auk þess sem hætta getur verið á kólnun jarðhitageymisins.

Söfnun í affallslón hefur víða verið beitt og er Bláa lónið í Svartsengi nærtækasta dæmið. Kostur við hana er fyrst og fremst minnkuð varmamengun. Ókostir eru hins vegar hætta á grunnvatnsmengun, stíflun af völdum kísilfellinga og hætta á að sifelt meira landrými þurfi fyrir slík lón.

Bein losun er ódýrasta lausnin til skamms tíma lítið en henni fylgja ókostir sem felast í hættu á efna- og varmamengun. Oft eru mengandi efni undir skaðsemismörkum í vökvanum, sem losaður er og verða langt undir þeim eftir þynningu. Hins ber að gæta, að hætta getur verið á uppsöfnun. Margar lífverur eru mjög nærmar fyrir hitastigsbreytingum og getur það haft áhrif á lífkerfið allt.

Fjárhagsleg hagkvæmi veldur því í langflestum tilvikum að orkunám úr jarðhitasvæðum í vinnslu er talsvert umfangsmeira en náttúrulegt jafnvægi svæðisins leyfir. Um talsvert vatnsmá er því ávallt samfara vinnslu jarðhita, hvort sem um er að ræða há- eða lághita. Áhrif vatnsmámsins á næsta umhverfi geta verið lækkuð grunnvatnsstöðu og breytingar á jarðhita á yfirborði sem valdið geta því að hverju þorni upp og einnig staðbundit landsig.

Vatnakerfi jarðhitasvæða eru í flestum tilvikum í einhverjum tengslum við nálæg grunnvatnskerfi. Reynslan sýnir, að það er mjög breytilegt hve nán þessi tengsl eru og oft erfið að meta þau nema að undangengnum mjög ítarlegum rannsóknum. Vinnslan veldur þrýstingslækkun (niðurdætti) í jarðhitakerfinu sem getur leitt til truflunar á nálægum grunnvatnskerfum.

Aurburður er eittr af einkennum jökulána og þegar þeim er miðlað fellur hluti hans til botns. Hversu stór hluti botnfellur ræðst fyrst og fremst af dreifingu komastæða í aurnum og dvalartíma vatnsins í miðlunarlónum. Framburður ána getur því minnkað af þessum sökum og haft í för með sér landrof við ósa þeirra. Við það að aur fellur til í miðlunarlónum eykst jafnframt gegnæsi ána neðan virkjana og botnskríð minnkar. Hvort tveggja getur verið jákvætt fyrir lífsskilyrði í viðkomandi vatnsfalli.

Flestum vatnsafslisvirkjunum fylgja einhverjar manngerðar vatnsspiststöður. Flestar hinna stærri virkjana þurfa miklar miðlanir, sem aðeins allra stærstu og dýpstu vötn geta fullnægt án mikilla breytinga. Skilyrði til miðlunar fylgja jafnan lægðum í landinu og oft er um að ræða staði þar sem vötn hafa áður verið. Lægðir af þessu tagi eru yfirleitt gróðursælli en umhverfið einkum vegna þess að jarðvatn stendur þar hátt og nýting þeirra undir miðlunarlón hefur því í för með sér að gróðurlendi er fórnnað.

4.4. Umhverfisáhrif háhitavátningar

Nýtingu jarðvarma einkum háhita fylgir óhjákvæmilega nokkur mengun og staðbundin umhverfisáhrif. Mengun er þó lítil miðað við orkuvinnslu með brennslu jarðefnaeldsneytis. Jarðhiti er ekki endurnýjanleg auðlind með sama hætti og vatnsorkan, því yfirleitt er meira tekið úr varmaforðanum en sem svarar til náttúrulegs aðstreymsis. Helstu umhverfisáhrif, sem virkjun og nýting jarðhita veldur eru útlitsbreytingar á yfirborði, hávaði, félagsleg og efnahagsleg áhrif, áhrif vatnsmáms, varmamengun og efnamengun loftis og grunnvatns. Almenn gildir, að því hærra sem hitastig er, því meiri verður umhverfisvandinn því uppleyst efni eru í meira mæli í heitu vatni en köldu.

Útlitsbreytingar á yfirborði jarðar verða óhjákvæmilega við gerð mannvirkja, en landsþjöll geta einnig orðið við breytingar á virkni jarðhitans á yfirborði, sem reykja má til virkjunar hans. Ógnvekjandi dæmi um þetta eru öflugar gufusprengingar, sem orðið hafa á vinnslusvæðum gufuvirkjana erlendis. Við jarðhitavirkjanir þarf oft að leggja pípur um langan veg sem valdið geta sjónmengun.

Fram til þessa hafa ekki farið fram markvissar rannsóknir á umhverfisþáttum jarðhitavátningar hérlandis og talsvert skortir oft á að markvissst eftirlit sé haft með umhverfisáhrifum jarðhitavirkjana. Í þessu sambandi er þó rétt að minna á samstarfsverkefni Orkustofnunar, Hitaveitu Suðurnesja, Hitaveitu Reykjavíkur, Landsvirkjunar og umhverfisráðuneytisins sem getið er um í kafla 4.2. Flest stór orkuvinnslufyrirtæki hafa þó metið hættu á grunnvatnsmengun frá orkuverum áður en nýning hófst og fylgst með ástandi grunnvatns að einhverju marki eftir að orkuverin tóku til starfa. Eithvert mat og mælingar á efnamengun í lofti eru yfirleitt gerðar, en þeim þætti er oft ábótavant.

Eins og öðrum stórframkvæmdum fylgir jarðrask jarðhitavirkjunum. Efnistaka er nauðsynleg vegna bygginga, velja þarf borholur og byggingum staði og leggja þarf aðveituxæðar til notanda og vegi að helstu mannvirkjum. Jarðraskið er þó lítið miðað við aðrar orkuframkvæmdir vegna þess hve vinnsla fer fram á litlu svæði.

Jarðhitagas er yfirleitt í höfuðdráttum samsett úr koldíoxíði, brennisteinsvetni, vetni, metani, köfnunarefni og argoni og eru tvö þau fyrstnefndu til staðar í mestum mæli. Koldíoxíð og metan eru meðal svonefndra gróðurhúsagasa. Köfnunarefni og argon eru talin sköðlaus enda til staðar í umtalsverðu magni í andrúmsloftinu. Nokkuð er misjafnt hve mikið koldíoxíð berst út í andrúmsloftið frá jarðhitaverum, en samanturður við orkuver, sem brenna jarðefnaeldsneyti er hagstæður t.d. er um tífalt minna koldíoxíð frá Króflu en sambærilegu kolaorkuveri. Brennisteinsvetni er eitruð lofttegund og virkar tætr-

5. Nýtingarmöguleikar

5.1 Almenn raforkubörf

Við ákvarðanir um framkvæmdir í orkumálum gegna spár um raforkunotkun á næstu árum og áratugum þýðingarmiklu hlutverki. Lokaundirbúningur og framkvæmdir við virkjanir taka langan tíma, oft um fimm ár, og því getur röng spá um raforkubörf kostað þjóðfélagið mikla fjármuni. Annars vegar vegna óþarflega mikilla fjárfestinga, ef spáin reynist of há. Reynist spáin hins vegar of lág þarf að framleiða dýra raforku í disilistöðvum eða jafnvel gripa til skómmunnar, sem veldur almenningi óþægindum og kostar atvinnulífrið mikla fjármuni.

Orkuspárnefnd er samstarfsvettvangur nokkurra helstu fyrirtækja, stofnana og samtaka á sviði orkumála auk Hagstofunnar og Þjóðhagsstofnunar um gerð orkuspár. Nefndin gaf út fyrstu spána um raforkunotkun 1977, en hin nýjasta er frá árinu 1992. Árlega er spáin endurreiknuð á grundvelli rauntalna um orkunotkun liðins árs o.fl. Í spánni er raforka til almennrar notkunar og til núverandi orkufræks iðnaðar áætluð fram til ársins 2020. Samkvæmt henni er gert ráð fyrir að almenn raforkunotkun og forgangsortka til núverandi stóriðju verði sem hér segir (töp innifalinn):

Tafla 5.1 Spá um raforkunotkun fram til ársins 2020 (endurreiknuð spá frá október 1993)

| Ár | Almenn raforkunotkun GWh | Núverandi stóriðja GWh | Raforkumarkaður samtals GWh |
|-------|--------------------------|------------------------|-----------------------------|
| 1993* | 2342 | 1765 | 4107 |
| 1995 | 2515 | 1771 | 4286 |
| 2000 | 2731 | 1771 | 4502 |
| 2005 | 2975 | 1771 | 4746 |
| 2010 | 3240 | 1771 | 5011 |
| 2015 | 3532 | 1771 | 5303 |
| 2020 | 3855 | 1771 | 5626 |

* Rauntölur, óþryggð raforka til stóriðju er ekki meðalinn, hún var 614 GWh árið 1993 að flúningstöpum meðliðlum.

Þannig má gera ráð fyrir að almenn raforkubörf vaxi að meðaltali um 2% á ári á þessum áratug komi ekki til nýir orkufrækir stómotendur. Gert er ráð fyrir að raforkubörf vegna almenningseigna aukist um rúmlega 40 GWh/ári fram á næstu öld. Raforkuþerfið getur nú annað um 5.000 GWh markaði á ári og komi ekki til nýir stómotendur verður því ekki þörf á nýjum virkjunum fyrr en á öðrum áratug næstu aldar. Einhverjar styrkingar þarf þó væntanlega að gera vegna flumings raforku um landið fyrir þann tíma.

Eins og fram kom í kafla 3 er talið að tæknilega nýtanleg vatnsorka til raforkuvinnslu sé um 64.000 GWh/ári. Auk þess er talið að virkjun háhitans og hagkvæmasta hluta lághitans geti staðið undir 20.000 GWh raforkuvinnslu á ári í 100 ár. Í þessum tölum er ekki tekið tillit til hagkvæmnisjónarmiða, náttúruverndar eða umhverfisáhrifa. Miðað við orkuspána án nýrra stómotenda verður orkuþörfin einungis um 5.600 GWh/ári árið 2020 sem er einungis lítil hluti af því sem ætla má að hagkvæmt geti orðið að virkja. Vaxi almenna orkuþörfin áfram með sama hraða og gert er ráð fyrir í spánni og komi ekki til nýir stómotendur, yrði raforkubörfin um miðja næstu öld um 8.200 GWh/ári og í lok næstu aldar um 16.900 GWh/ári. Ekki má líta á þessar tölur sem spár

um almenna orkunotkun á næstu öld, en þær gefa til kynna að það er mikið sviðgrúm til að auka orkuvinnslu hér á landi án þess að með því sé verið að takmarka möguleika okkar á að mæta aukinni almennri raforkunotkun í landinu. Íslendingar hafa að þessu leyti sérstöðu meðal þróaðra ríkja.

5.2 Raforkufrekar markaður

Eins og fram kom í 2. kafla voru fyrstu skráð áform um að nýta vatnsafl á Íslandi í stórum stíl til að framleiða rafmagn til iðnaðar á döfinni rétt fyrir aldamótin. Það var þó í rauninni fyrst með tilkomu Sogsvirkjana, einkum Írafossvirkjunnar árið 1953, að grundvöllur fékkst til uppbyggingar orkufrækra starfsemi á Íslandi. Með fjármögnun frá Marshall-áðstoð Bandaríkjanna var Íslendingum gert kleift að ráðast í byggingu Áburðarverksmiðju ríkisins í Gufunesi, fyrsta orkufræka stóriðjuversins. Rekstur verksmiðjunnar hófst árið 1954 í tengslum við Írafossvirkjun og er orkuþörf hennar um 130 GWh/ári og afþörfin um 20 MW. Með byggingu verksmiðjunnar og rekstri hennar öðluðust Íslendingar mikilvæga þekkingu og reynslu á sviði raforkufreks iðnaðar.

Það eru einkum þrjár leiðir sem til greina koma til þess að hagnýta orkulindirnar í umtalsverðum mæli:

* Í fyrsta lagi væri nú þegar, eða með skömmum fyrirvara, unnt að mæta raforkubörf vegna framleiðslu á orkufrækum iðnaðarafurðum til útflutnings.

* Í öðru lagi væri um eða upp úr árinu 2005 tæknilega unnt að flytja út raforku um sæstreng.

* Í þriðja lagi mætti framleiða eldsneyti til innlendrar notkunar í stað innflutts eldsneytis eða til útflutnings. Ekki eru horfur á að það geti orðið hagkvæmt á næstu áratugum.

Eðlilega er hagkvæmni þessara kosta mjög komin undir þróun mála á alþjóðavettvangi. Þannig hefur til dæmis efnahagsframvinda í iðnríkjunum afgerandi áhrif á eflunspum efrir orkufrækum afurðum og þar með á verð þeirra. Samkeppnisstaða innlendrar eldsneytisframleiðslu ræðst meðal annars af heimsmarkaðsverði á olíu og sköttum sem kunna að verða lagðir á losun mengandi efna við brennslu eldsneytis. Raforkuverð í nágrannalöndunum og frelsi til viðskipta með raforku skipur sköpum um hvort það kunnir að verða hagkvæmt að flytja raforku um sæstreng til Bretlands eða meginlands Evrópu.

Kerfisbundin úttekt á öllum helstu möguleikum á virkjun vatnsaflsins hófst hjá embætti Raforkumálastjóra efrir seinni heimsstyrjöldina. Þessar athuganir sýna að helstu virkjunarmöguleikarnir eru í stóru jökulánum þar sem einungis er raunhæft að virkja í stórum áföngum af þeirri stærð sem myndi samhliða krefjast uppbyggingar orkufræks markaðar. Þessi staðreynd ásamt almennri ósk um að skjóta fleiri stöðum undir útflutningsvatnsvæginu mótaði meginstefnuna á þessu sviði á sjöunda áratugnum. Efrir miklar samanburðarathuganir á ýmsum kostum varð niðurstaðan sú að hagkvæmast væri að ráðast í virkjun Þjórsár við Búrfell. Samningaviðræður hófust í byrjun sjöunda áratugarins við erlend fyrirtæki um samstarf til að byggja upp orkufrékan iðnað á Íslandi. Niðurstaðan varð sú að um miðjan sjöunda áratuginn var ákveðið að ráðast í byggingu Búrfellsvirkjunnar samhliða því að gengið var frá samningi við Alusuisse um byggingu 30.000 tonna álvers í Straumsvík (fyrsti áfangi). Í raforkusamningnum er kveðið á um lágmarkskaup fyrirtækisins á raforku óháð því hvort fyrirtækið notar orkuna; þetta ákvæði samningsins skapaði mikilvægar fjárhagslegar forsendur við fjármögnun Búrfellsvirkjunnar.

Ýmis konar framleiðsla getur talist orkufræk og ekki er til nein einhlít skilgreining á orkufrækum iðnaði eða starfsemi. Á Íslandi eru í rauninni aðeins þrjú fyrirtæki sem

teljast vera stóriða eða orkufrekur iðnaður í hefðbundnum skilningi en það eru Álverið í Straumsvík, Jámblendiwerksmiðjan á Grundartanga og Áburðarwerksmiðjan í Gufunesi. Nokkrar aðrar verkmiðjur hér á landi byggja starfsemi sína á orkufrekum framleiðsluferlum, en teljast þó ekki vera stóriða. Í þessum flokki eru helstar Kísiliðjan við Mývatn, Steinullarwerksmiðjan á Sauðárkróki, Saltwerksmiðjan á Reykjanesi og Sementswerksmiðjan á Akranesi.

Orkufrekur iðnaður

Á undanförmum árum og áratugum hafa margir og fjölbreyttir kostir í orkufrekum iðnaði verið kannaðir hér á landi. Auk ál- og kísiljámframleiðslu má nefna

- * önnur jámblendi en kísiljám,
- * kísilkarbíðframleiðsla,
- * kísilmálmvinnsla,
- * magnesíumvinnsla,
- * natríumklórátvinnsla,
- * súrálbræðsla,
- * ítanhvítuframleiðsla,
- * trjákvöðufframleiðsla,
- * vemsperoxíðframleiðsla og
- * C-vítamínframleiðsla.

Athuganir á þessum kostum hafa náð misjafnlega langt, allt frá lauslegum útreikningum til fullkominnar verkhönnunar. Allir orkufrekir iðnfelrar eiga það sameiginlegt að vera í sem orku- og fjármagnsfrekir og efturspurn eftir afurðum þeirra ræðst að talsverðu leyti af efnahagsástandi í heiminum eins og raunar öðrum vörum.

Eins og áður hefur komið fram höfum við Íslendingar nokkra sérstöðu meðal iðnríkja hvað varðar möguleika til að auka orkuvinnslu með vatmsorku og jarðvarma. Beislun þessara orkulinda fylgir lítil sem engin mengun, a.m.k. borið saman við brennslu jarðefnaeldsneytis. Í samkeppni við önnur lönd um orkufrekan iðnað hefur því Ísland fyrst og fremst upp á ódýra orku að bjóða, sem hægt er að vinna án þess að því fylgi mikil mengun eða umhverfisrisöskun. Að sjálfsögðu skiptir rekstrarumhverfið einnig miklu máli. Þar vega þungt skattar og gjöld á fyrirtæki, samgöngur, einkum hafnarstöður, menntunarsstig og verkunnátta, pólitískur stöðugleiki, efnahagsástand og síðast en ekki síst frjálts aðgangur og lega að mörkuðum. Lítil heimamarkaður fyrir afurðir og tilföllum hárflytingarkostnaður vegna legu landsins hjóta að teljast ókostir. Líklegast er að iðnaður þar sem hlutfall orku í framleiðslukostnaði er hátt geti orðið arðbær á Íslandi. Aliðnaðurinn er eitt helsta dæmið um slíkan iðnað, en þar með er ekki sagt að útilokað sé að finna arðbæra kosti í öðrum greinum. Raunar er afar mikilvægt að fylgst sé vel með framvindu mála varðandi þá iðnfelra sem getið var um hér að framan, því að ýmsir þeirra gætu gefið færi á minni iðjuverum sem fallið gætu vel að atvinnuuppbyggingu á Íslandi.

Eldsneytisframleiðsla

Innlend orka hefur þegar leyst af hólmi innflutta orku á þeim sviðum sem það hefur verið hagkvæmt á hverjum tíma, til dæmis við húshitun. Innflutt eldsneyti fer nú fyrst og

fremst til þess að knýja samgöngutæki landsmanna og fiskiskipaflofann. Einnig fer að jafnaði umtalsvert magn af olíu til fiskimjölsframleiðslu. Tæknilega er hægt að framleiða hér á landi fljótandi eldsneyti sem gæti komið í stað innfluttrar olíu. Fyrir um það bil áratug voru gerðar allitarlegar athuganir á nokkrum kostum í þessu sambandi. Þessir voru helstir:

- * Hreinsun á þungri svartolíu með því að bæta við rafgreindu vetni
- * Olíufurframleiðsla úr kolum einnig með því að bæta við rafgreindu vetni
- * Metanólfurframleiðsla úr kolsýrlingi frá Jámblendiwerksmiðjunni á Grundartanga og rafgreindu vetni
- * Ammoníaksframleiðsla úr köfnunarefni og rafgreindu vetni
- * Vetrísframleiðsla
- * Hefðbundin olíuhreinsun

Metanól, ammoníak og vetni hefðu ekki getað, og geta raunar ekki enn, komið í stað innfluttrar olíu því að ekki eru á markaðinum vélar sem brenna þessu eldsneyti. En það voru þó aðallega hagkvæmnisástæður sem réðu því að ekki var ráðist í innlenda eldsneytisframleiðslu. Það var einfaldlega alltof dýrt.

Í október 1993 lauk ráðgjafarhópur iðnaðarráðuneytisins um nýtingu innlendra orkulinda til eldsneytisframleiðslu stórfum. Meðal verkefna hópsins var að taka saman skýrslu um hagkvæmni þess að framleiða eldsneyti hér á landi og nýta raforku til að knýja samgöngutæki. Meginniurstaða hópsins var sú sama og áður að innlend eldsneytisframleiðsla væri ekki samkeppnishæf við olíu.

Þessi mynd kann að breytast þar sem nú er mikil áhersla lögð á að leita leiða til að draga úr notkun eldsneytis vegna ótta við afleiðingar af auknu magni koldíoxíðs og annarra gróðurhúsalofttegunda í andrúmsloftinu. Hér er einkum um að ræða lofttegundir sem losna við brennslu olíu, kola og jarðgass. Auk hagkvæmari orkunýtingar hefur af þessum sökum meðal annars verið lögð rækt við hönnun véla sem knúnar eru með tilbúnu eldsneyti svo sem vetni. Þetta kann, þegar til lengri tíma er litið, að breyta forsendum um eldsneytisframleiðslu á Íslandi. Vélar sem brenna vetni eiga enn langt í land til að verða samkeppnishæfar við vélar sem nota olíueldsneyti. Það er því ljóst að olíuverð þarf að margfaldast til frambúðar til þess að framleiðsla á innlendu eldsneyti verði hagkvæm.

Innlend eldsneytisframleiðsla hefði marga kosti fyrir þjóðarhag ef hún væri samkeppnishæf við olíu og við erlenda framleiðslu á samskonar eldsneyti. Auk þeirrar atvinnu sem framleiðslunni yrði samfara, mætti draga úr losun svokallaðra gróðurhúsalofttegunda, auka afhendingaröryggi og minnka þjóðhagsleg áhrif verðsveiflna á olíu. Íslendingar þurfa því að fylgjast vel með á þessu sviði, hugsanlega í samstarfi við erlenda aðila.

Útflutningur raforku

Útflutningur raforku um sæstreng er einn þeirra kosta sem til álita geta komið við nýtingu orkulinda þjóðarinnar. Meðal tæknimanna hefur verið rætt um þennan möguleika í nokkra áratugi og nú virðist hann tæknit- og fjárhagslega raunhæfari en áður í ljósi þróunar tækja og búnaðar til að flytja rafmagn um sæstrengi milli fjartægra staða og yfir mikið hafdypti.

Breytt viðhorf til umhverfismála og andstaða í mörgum ríkjum Evrópu við nýtingu kjarnorku getur stuðlað að því að rafmagn frá Íslandi, flutt út um sæstreng, verði sam

keppnishæft við ný raforkuver í þessum ríkjum. Í þessu sambandi er þó rétt að benda á að ekki má reikna með því að erlend fyrirtæki séu reiðubúin til að borga hærra verð fyrir íslenska orku sem gæti komið í stað jarðefnaeldsneyta og hefði í för með sér minni skaða fyrir umhverfið. Þetta staðfesta þeir erlendu aðilar sem lýst hafa áhuga á að kanna þennan möguleika í samstarfi við íslenska stjórnvöld og Landsvirkjun.

Pólítíska umræðan um útlutning raforku um sæstreng er skammt á veg komin. Fyrirverandi iðnaðarráðherra lagði fram skýrslu um málið á Alþingi á 116. löggjafarþingi-
inu (1993), en hún kom ekki til umræðu. Í skýrslunni er málinu lýst ítarlega og fjallað um fjölmarga þætti þess. Bent er nauðsyn þess að mótuð verði pólítísk stefna í málinu, sem njóti víðtæks stuðnings í landinu. Fjalla þarf sérstaklega um spurninguna hvort vilji landsmanna standi til að selja rafmagn úr landi um sæstreng. Ef svo er, með hvaða hætti það sé gert og hvaða virðisauki þurfi að verða eftir í landinu.

Ýmis ávinningar fyrir þjóðarhag gæti verið af útlutningi raforku um sæstreng. Þar skal fyrst telja vinnu við undirbúning, framkvæmdir og síðan rekstur virkjana. Ljóst er að hún yrði fyrst og fremst á framkvæmdatímanum því aðeins fáeina tugi manna myndi þurfa til að reka virkjanir og flutningskerfið hér á landi. Því þurfa gjöld af virkjunum - skattar og/eda leyfsgjöld - að tryggja þjóðarþúinu tekjur til að útlutningurinn skili þjóð-
arþúinu ásættanlegum arði og geti komið í stað samsvarandi nýtingar orkunnar til fram-
leiðslu hér á landi. Tenging íslenska raforkukerfisins með sæstreng við orkukerfi annarra
þjóða myndi auka öryggi í orkubúskap okkar og með slíkri tengingu mætti líklega bæta
nýtingu raforkukerfisins og tímasetja nýjar virkjanir betur með tilliti til markaðar en nú
er unnt.

Í iðnaðarráðuneytinu er verið að taka saman efni til að auðveilda pólítíska umræðu
um kosti og galla útlutnings raforku um sæstreng.

Samanburður

Úmtalsverður munur er á sölu á orku til framleiðslu orkufrekra afurða til útlutnings og
til framleiðslu eldsneytis annars vegar og til útlutnings um sæstreng hins vegar. Sem
dæmi má nefna að lítil atvinna yrði samfara útlutningi raforku um sæstreng, en með
honum mætti hugsanlega veða á móti þeim sveiflum sem tenging orkuverðs við afurðar-
verð, t.d. álverð eða verð á eldsneyti hefur í för með sér. Tilgangur þessarar skýrslu er
ekki að bera þessa kosti saman, enda eru ekki forsendur til slíks.

Ekki er ástæða til að líta svo á að mismunandi kostir sem til greina geta komið til að
hagnýta orkulindirnar útiloki hver annan. Bæði er að hlutfallslega lítill hluti orkulinda
þjóðarinnar hefur verið virkjaður og að reynslan hefur sýnt að ekki er auðvelt að afla
markaðar fyrir orkuna. Útlutningur raforku þyrfti þess vegna ekki að rekast á við áform
um að virkja fyrir stóriðju, eldsneytisframleiðslu eða annan orkufrekan markað hér á
landi.

Akvörðun um að virkja fyrir orkufrekan markað eða til útlutnings felur yfirleitt í
sér að viðkomandi virkjun eða virkjanir verða bundnar þeim markaði í ákveðinn tíma.
Þegar sá tími er liðinn má nýta þær til annarra kosta sem þá kunna að bjóðast. Ljóst er að
nokkur samkeppni hlýtur alltaf að verða um ódýrustu virkjanakostina. Í því sambandi er
þó rétt að benda á að þær virkjanir sem henta best til að mæta aukningu almennrar raf-
orkunotkunar eru aðrar en vegna orkufreks markaðar hér á landi sem aftur eru oft aðrar
en þær sem eru hagkvæmastar vegna beins útlutnings raforku.



NÝTANLEG VATNSORKA Á ÍSLANDI

Í eftirfarandi skrá og lýsingum á nýtanlegri vatnsorku hafa allir rennislisorkustaðir, sem mynd 3.1 sýnir verið yfirfarnir, eftir því sem gögn leyfa. Jafnframt hefur líkleglega mannvirkja, komi til virkjunar, verið færð inn á gerftunglamynd af viðkomandi virkjunarsvæði. Við skilgreiningu á rennislisorkustöðum hefur verið gengið út frá því, að hugsanlegar virkjanir yrðu a.m.k. nægilega stórar til að geta annað vexti hins almenna markaðar í eitt ár. Landshlutaorkufyrirtæki og rafveitur í eigu sveitarfélaga kynnu að hafa áhuga á enn minni kostum standist þeir samanburð. Slíka kosti má e.t.v. finna þegar og ef tilefni gefst til. Áformað er að gera þessu efni betri skil í skýrslu frá Orkustofnun síðar á árinu, og jafnframt þeim heimildum sem stuðst er við.

Í þessu yfirliti er eingöngu lagt mat á það hvort viðkomandi rennislisorkustaður er virkjanlegur, og hversu mikla orku megi vinna þar. Almennt er ekkert mat lagt á það hvort virkjun kunnri að vera hafnað eða tilhögun breytt vegna umhverfisröskunar. Eina undantekningin varðar virkjun Efri Hvítár í Arnessýslu, en þar er annars vegar getið eldri áætlana um hagkvæmstu virkjunarleið án tillits til umhverfisþátta, og hins vegar bent á leið, sem gæti verið ásættanleg frá sjónarhóli beggja sjónarmiða. Í yfirlitinu er getið um það hvort á líklegu virkjunarsvæði sé eitthvað í verndarskrám Náttúruverndar-ráðs (NVR), sem kynni að hafa áhrif á virkjun. Þessar skrár eru Náttúruminjaskrá, með skrá um fríðlýsingar og náttúruminjar, og skrár um fossa og vatnasvæði. Þá er einnig stuðst við skrá Fornleifanefndar og Þjóðminjasafns um fríðlýstar fornleifar.

Rannsókn- og þekkingarstigin eru flokkuð í fjernt; Rennislisorku-, forathugunar-, frumhönnunar- og verkhönnunarstig. Á rennislisorkustigi hafa engar eða mjög takmarkaðar áætlanir verið gerðar til þessa, og má því líta svo á að þetta yfirlit sé fyrsta lauslega forathugun virkjunarleiða á því stigi, byggð á almennum gögnum fyrst og fremst. Varast ber að taka útfærslu virkjana á fyrri stigum undirbúnings of háttöllega. Forathugunarstig lýsir hærri þekkingarstigi og verkfræðilegri úrvinnslu, en frum- og verkhönnunarstig eru áfangar í undirbúningi fyrir byggingu virkjunar.

Á nokkrum rennislisorkustöðum, einkum þar sem dragár eiga í hlut, virtist ekki vera um neina ódýra möguleika á miðlun að ræða. Þar er ekki talin vera nýtanleg vatnsorka. Meðal slíkra má nefna Víðidalsá, ár í Eyjafirði og Fnjóská.

Til fróðleiks er getið virkjana í rekstri á viðkomandi eða nálægum svæðum; hvenær þær eru teknar í notkun, ásimplað afh og framleiðsla. Getið er mestrar ársframleiðslu árunna 1991-'93.

Í meðfylgjandi töflu eru taldir allir virkjunarmöguleikar, sem eru í yfirlitinu, í sömu röð og þeir eru þar. Taflan er því jafnframt efnisyfirlit.

Í töflunni er ekki gerður greinarmunur á því á hvaða undirbúningsstigi viðkomandi virkjun er. Það má hins vegar greina á því, að einungis er gefið um afl virkjunar þar sem til eru verkfræðiáætlanir um virkjun. Í slíkum áætlunum hefur verið tekin afstaða til þess hve mikið af rennslisorku viðkomandi vatnsfalla er nýtanlegt, þannig að áætluð orkugeta þeirra er metin með hlíðsjón af aðstæðum til miðlunar vatns og þess hve mikið fall er raunhæft að virkja. Í öðrum tilvikum eru áætlanir mjög lauslegar, og mat á miðlunarmöguleikum og virkjanlegu falli því fremur ónákvæmt. Áætluð orkugeta þar er því talin vera 90% af þeirri rennslisorku sem viðkomandi virkjunarmöguleika er gefið í yfirliti um einstök vatnasvæði.

Hagkvæmniflokkar eru þannig ákvarðaðir, að nokkrar virkjanir sem skera sig úr hvað varðar hagkvæmni eru settar í flokk I. Í flokki II eru virkjanir sem eru áætlaðar allt að 5 kr dýrari á framleiðda kWh/ári, í flokki III er enn öðrum 5 kr bæt við, og í fjórða flokki eru enn dýrari virkjanir. Yfirleitt er hagkvæmni virkjana á rennslisorkustigi talin óþekkt, en í einstaka tilfalli er þó lagt mat á hvar þær muni lenda í hagkvæmniflokk, en það fer eftir gæðum þeirra gagna sem lögð voru til grundvallar útfærslu. Mestar líkur eru á að virkjanir með óþekktu hagkvæmni muni ræða sér á seinni hagkvæmniflokkana.

Nýtanlegri orku skipt í hagkvæmniflokka

| Hagkvæmniflokkur | Orkugeta (GWh/ári) |
|------------------|--------------------|
| I | 13000 |
| II | 9000 |
| II-III | 5200 |
| III | 2500 |
| IV og óþekkt | 7300 |
| Alls: | 37000 |
| Virkjað 1993 | 4900 |

Þessi úttekt gefur til kynna að nýtanleg vatnsorka, enn ónýtt, sé um 37.000 GWh/ári, og að viðbættu því sem nú þegar er virkjað, um 42.000 GWh/ári.

Nýtanleg vatnsorka á Íslandi

| Vatnsfall/ virkjavæði | Virkjun/ virkjunarstærð | Vatnasvæði km ² | Virkjað vatnasvæði km ² | Meðalrennsli m ³ /s | Stærð löna km ² | Fallhæð m | All MW | Áætluð orkugeta GWh/ári | Hagkvæmniflokkur | Blk. |
|-----------------------|-------------------------|----------------------------|------------------------------------|--------------------------------|----------------------------|-----------|--------|-------------------------|------------------|------|
| Grimská | Royðuván | 150 | 150 | 160 | 7 | 140 | 23 | 70 | Óþekktur | |
| Hvils, Berg | Norðureykir | 1580 | 1580 | 85 | 4 | 23 | 23 | 130 | Óþekktur | |
| | Kjölfoss | 1640 | 1640 | 87 | 5 | 25 | 23 | 140 | II | |
| | Strútur | 580 | 580 | 20 | 0 | 110 | 150 | 150 | Óþekktur | |
| | Norðingsalfjell | 480 | 480 | 10 | 3 | 170 | 120 | 120 | Óþekktur | |
| | Kalmannstunga | 1300 | 1300 | 40 | 1 | 120 | 330 | 330 | Óþekktur | |
| Vesturland | | | 1780 | | 23 | | | 940 | | 40 |
| Gleima | Höfðabur | 220 | 220 | 18 | 10 | 458 | 73 | 450 | III | |
| Órpeglisheð | Hváll | 600 | 600 | 44 | 31 | 346 | | 1280 | II | |
| Vestfirðir | | | 820 | | 41 | | | 1650 | | 46 |
| Vatnsdalur | Forsahlalur | 500 | 500 | 12 | 23 | 370 | | 310 | Óþekktur | |
| Berndarvík | Vatnsdalur | 120 | 120 | 6 | 4 | 278 | | 100 | II | |
| | Vatnsdalur | | | | | 28 | | 80 | III | |
| | Blönduá, e. | | | | | 14 | | 40 | III | |
| | Blönduá, n. | 1700 | | 44 | 1 | 35 | | 110 | Óþekktur | |
| | Blönduá | 2400 | 2400 | 65 | 4 | 36 | | 240 | Óþekktur | |
| | Blönduá | 840 | 840 | 26 | 35 | 330 | 140 | 260 | II | |
| A-Jökull, Skop | Stærsvörn | 1200 | 1200 | 34 | 31 | 550 | | 1300 | II | |
| | Norðglá | 2400 | 2400 | 70 | 2 | 130 | | 500 | Óþekktur | |
| Höraveiðin | Villavörn, stækun | 450 | | 22 | 46 | 200 | 100 | 600 | Óþekktur | |
| Skjaldlandið | Þráðabakur | 2320 | | 62 | 42 | 135 | | 110 | Óþekktur | |
| | Ístóvann | 3280 | | 82 | 1 | 20 | | 250 | Óþekktur | |
| | Virkilþingará | 3300 | | 83 | 1 | 45 | | 440 | Óþekktur | |
| | Cobaress | 3500 | 3500 | 86 | 5 | 75 | | 4500 | Óþekktur | 50 |
| | Virkjun í Kinn | | 8920 | | 199 | | | 120 | Óþekktur | |
| Norurland | | | 930 | | 15 | | | 580 | Óþekktur | |
| Norðurland | Höfn | 650 | 650 | 24 | 24 | 360 | | 690 | Óþekktur | |
| | Höfn | 4330 | 4330 | 120 | 94 | 523 | 635 | 4200 | Óþekktur | |
| Austurland | Jökull á Fljótsá | 1760 | 1760 | 105 | 32 | 575 | 600 | 4000 | II | |
| | Jökull á Brú | 480 | 480 | 31 | 47 | 539 | 200 | 3170 | II | |
| | Fljótsávirkin | 500 | 500 | 44 | 37 | 570 | 290 | 3170 | II | |
| | Hraunvirkin | 980 | 980 | 70 | 81 | 570 | 470 | 1230 | IV | |
| Austfirðir | FDV-Hraunav. | 45 | 45 | 3 | 4 | 532 | 20 | 250 | II | |
| | Fleirdard, Seyðisfj. | 4370 | 4370 | 250 | | 17 | | 7540 | Óþekktur | 68 |
| | Lagarás II | | 4415 | | 201 | | | 1190 | Óþekktur | |
| Austurland | | | 400 | | 40 | 450 | | 1190 | Óþekktur | |
| Núpsvöð | Blönn | 400 | 400 | 35 | 30 | 500 | | 810 | II-III | |
| Klúabjörg | Hverfisflói | 560 | 560 | 45 | 31 | 72 | | 235 | II | |
| | Langfjör | 680 | 680 | 50 | 60 | 175 | | 1780 | II-II | |
| | Hölmá | 150 | 150 | 15 | 1 | 265 | | 80 | II-III | |
| Mannarfjall | Skautuflungufjall | 1250 | 1250 | 100 | 16 | 240 | | 600 | II-III | |
| Rangár | Sálmurkinn | 160 | 160 | 12 | 13 | 93 | | 140 | Óþekktur | |
| | Maukurflöt | 530 | 530 | 38 | 20 | 240 | | 240 | Óþekktur | |
| | E-Rangá | 470 | 470 | 24 | 1 | 100 | | 300 | Óþekktur | |
| Þjórsá, eiti | Y-Rangá | 890 | 890 | 50 | 17 | 70 | | 140 | Óþekktur | |
| | Siglóður-Hrauneyfir | 1170 | 1170 | 72 | 109 | 160 | | 140 | II | |
| | S-Högnegar | 3600 | 3600 | 126 | 29 | 140 | | 900 | II | |
| Tungnaávirkin | Vatnsfallavirkjun | 1360 | 1360 | 200 | 6 | 55 | 150 | 730 | II | |
| | Ölfusávirkin | 1380 | 1380 | 76 | 60 | 55 | 70 | 430 | III | |
| Þjórsá, miðhlutur | Ölfusávirkin | 6300 | 6300 | 304 | 20 | 49 | 150 | 900 | II | |
| | Ölfusávirkin | 6800 | 6800 | 310 | 1 | 119 | 600 | 600 | II | |
| Þjórsá, neðri | Núpsvöð | 6800 | 6800 | 320 | 11 | 28 | 94 | 580 | II | |
| | Blávirkin | 7000 | 7000 | 330 | 9 | 44 | 122 | 780 | II | |
| | Urðabólavirkjun | 2200 | 2200 | 60 | 30 | 153 | 140 | 860 | II-III | |
| Hvils, eiti | Hvilsávirkin | 1830 | 1830 | 100 | 5 | 82 | | 800 | III | |
| | Cullissavirkjun | 2200 | 2200 | 100 | 5 | 90 | | 800 | III | |
| | Jökull | 320 | 320 | 24 | 24 | 263 | 67 | 430 | III | |
| Stóra-Laxá | Hagavinn, Fandi | 350 | 350 | 15 | 27 | 120 | 100 | 100 | Óþekktur | |
| | Elta þrosk | 265 | 265 | 12 | 6 | 235 | 110 | 120 | Óþekktur | |
| | Núhö þrosk | 420 | 420 | 19 | 5 | 100 | 120 | 120 | Óþekktur | |
| | Haukshöf | 2050 | 2050 | 130 | 3 | 40 | 55 | 350 | II | |
| | Fann | 250 | 250 | 30 | 11 | 45 | 30 | 300 | IV | |
| | Hesavinn | 4360 | 4360 | 280 | 8 | 17 | 50 | 300 | IV | |
| Stóra-Laxá | Eltaþrosk | 250 | 250 | 30 | 0 | 76 | 15 | 130 | II-III | |
| Suðurland | | | 15500 | | 588 | | | 16660 | | 74 |
| Samtals: | | | 36505 | | 1185 | | | 37060 | | |

Virkjun Grímsár úr Reyðarvatni

Reyðarvatn (325 m y.s.) yrði stíflað við útfall og vatnsborð þess hækkað um u.þ.b. 5 m. Möguleiki er á veitu úr Lambá. Virkjun er hugsuð með göngum gegnum Þverfell að stöðvarhúsi suðvestan undir rötum fellsins og frárennsli til Tunguár.

Helstu einkennisstærðir

| | | |
|---------------------|-----|-------------------|
| Vatnasvið virkjunar | 150 | km ² |
| Meðalrennsli | 7 | m ³ /s |
| Ársrennsli | 220 | GJ |
| Stærð lóns | 10 | km ² |
| Miðlun | 100 | GJ |
| Yfirvatnshæð | 330 | m |
| Undirvatnshæð | 190 | m |
| Rennsisorka | 75 | GWh/ári |

Rannsóknastaða: Rennslisorkustig.
Hagkvæmni: Óþekkt.

Rennsli hefur verið mælt í útfalli vatnsins síðan 1965 (vfm. 65). Nákvæm staðfræðikort vantar, og engar rannsóknir hafa farið fram vegna þessa virkjunarkosts.

Reyðarvatn er í B flokki í vatnaskrá NVR, eins og flest stærri vötn landsins. Grímsá er með betri laxveiðilám á landinu, en virkjun hefði aðeins áhrif á ána ofan ármóta við Tunguá, og í Tunguá kæmi frárennslisvatnið út í ána fyrir ofan þann hluta árinna sem er laxgeng. Ástæða er til að ætla að þessi tilhögun virkjunar muni stækka uppeldis- og veiðisvæði ána. Því að efri hluti Grímsár gagnast lífið vegna fallsins sem þar er í ánni, og Tunguá skortir vatn. Bleikjuveiði er talsverð í Reyðarvatni, og ekki er líklegt að hún yrði fyrir miklum áhrifum af virkjun. Leifar eftir búsetu eru við austanvert vatnið.

Andakísásvirkjun var tekin í notkun 1947 (3,5 MW), stækkuð 1973 upp í 7,9 MW, og skilaði 42 GWh árið 1993. Rjúkandivirkjun við Ólafsvík (0,8 MW) var tekin í notkun 1954, og skilað tæpum 8 GWh árið 1992.

Til eru gamlar áætlanir um virkjun Botnsár í Hvalfirði úr Hvalvatni, bæði sem toppstöð og venjuleg virkjun fyrir almenna markað. Hún er minni en svo að vera talin áflugaverð, auk þess sem umhverfisáðstæður mæla gegn henni, en í Botnsá er hæsti foss landsins (Glymur) og svæðið vinsælt útivistarsvæði.



VESTURLAND
Grímsávirki

Amnóð 1 km, 2 km, 3 mætur
Stöðvarhúsi
Virki
Skilríki
1 cm = 2.0 km

Virkjun Hvítár við Hvítársíðu

Hvítá yrði virkjuð í tveimur rösklega 20 m þrepum. Sú efri yrði frá stöflu móts við rætur Fremri Sámstaðahöfða með virkjun skammt frá Norðurreykjum, en sú neðri yrði einhver tilhögun Kjáfossvirkjunar. Þar yrði líklega valið milli stöflu neðan við Kjáfoss með sturtum skurði að virkjun, eða efnisminni stöflu ofan við flúðirnar og lengra skurði að virkjun nærri Brúarreykjum (sýrtalin tilhögun sýnd á meðfylgjandi uppdraetti). Vegna rennsliseinkenna í Hvítá er lítil þörf á miðlun.

Helstu einkennisstærðir

| | Virkjun við Norðurreyki | Virkjun við Brúarreyki |
|---------------------|-------------------------|------------------------|
| Vatnasvið virkjunar | 1560 km ² | 1640 km ² |
| Meðalrennsli | 85 m ³ /s | 87 m ³ /s |
| Stærð löns | 4 km ² | 5 km ² |
| Miðlun | 0 | 0 |
| Yfirvatnshæð | 65 m | 42 m |
| Undirvatnshæð | 42 m | 17 m |
| Afl | 20 MW | 23 MW |
| Orkugeta | 130 GWh/ári | 140 GWh/ári |

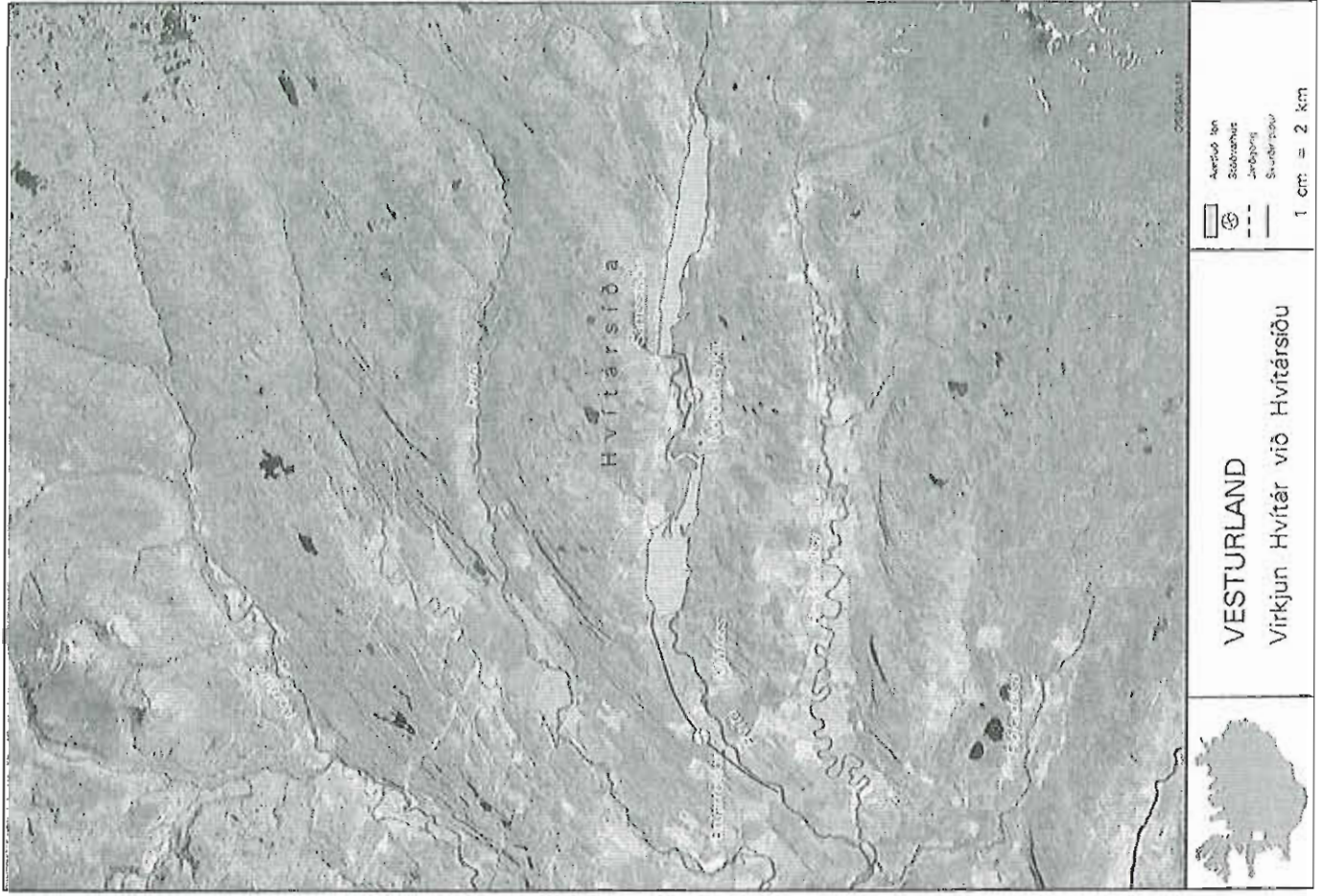
Rannsóknastaða: Rennlisorku-/Forathugunarstig.

Hagkvæmni: Hagkvæmniflokkur II (Samkvæmt áætlun frá 1986, yrði virkjun við Brúarreyki (Kjáfossvirkjun) hagkvæm sem smávirkjun, þ.e. inn á markað með hæga aukningu í orkuþörf, og ástæða til að ætla að efri virkjunin sé ekki síðri).

Nákvæm staðfræðikort vantar af efra virkjunarsvæðinu, og umhverfis- og jarðfræðidathuganir þarf til að hægt sé að ljúka forathugun virkjunar.

Andakslisávirkjun s/f hefur leyfi til að reisa og reka vatnsaflsstöð við Kjáfoss í Hvítá, með allt að 13,5 MW afli (Stjórnartíðindi A, nr. 26/1977). Rennlisröðin fyrir Hvítá við Kjáfoss (vhm. 66) nær yfir 40 ár og er ein sú lengsta í á hérlendis. Engar umhverfisrannsóknir hafa farið fram, en vegna þess að ekki er þörf á miðlun, yrði reynt að halda stærð inntakslóna sem minnstum. Lón við 42 m yfirfallshæð og stöflu neðan við Kjáfoss mun kaffæra um 2 km² gróðurlendis skv. lauslegri áætlun, þar á meðal nokkuð af ræktuðu landi. Minna gróðurlendi færi til spillis í efri virkjuninni. Efri mörk yfirfallshæðar efra lönsins myndu taka mið af því að skerða í engu Barnafossa.

Laxveiði er talsverð í Hvítá, og áin laxgeng u.þ.b. 25 km upp fyrir virkjunarstað. Kjáfoss er ekki á verndarskrám Náttúruverndarráðs.



Virkjun Hvítár ofan Barnafossa

Virkjun í Hvítá við Strút

Um það bil 5 km ofan við Kalmanstungu mætti stífla ána upp í um 300 m y.s. og virkja með göngum í Strúti að inntakslóninu við Kalmanstungu.

Virkjun í Norðlingafjöti

Svo virðist sem mögulegt sé að veita úr Norðlingafjöti frá litlu inntakslóni upp í um 400 m y.s. við Núpðælavað, um Fiskivatnsflóa að litlu inntakslóni sunnan undir Axlarþúfu. Virkjað yrði niður að veitulóni í Norðlingafjöti við Kalmanstungu.

Virkjun við Kalmanstungu

Hvítá yrði stífluð skammt neðan við Kalmanstungu, með yfirfallshæð í 210 m y.s. Þangað yrði veitt frá Norðlingafjöti (215 m y.s.) um stutt jarðgöng, og í skurði frá litlu uppistöðulóni við ármót Svartár og Geitár. Frá litlu uppistöðulóni í Hvíta yrði vatni veitt í göngum gegnum endilanga Tungu að virkjun suðvestan undir Tungu með frárennsli til Hvítár. Óvíst um möguleika til miðlunar eða miðlunarþörf.

Helstu einkennisstærðir

| | Virkjun við Strút | Virkjun í Norðlingaf. | Virkjun við Kalmanstungu |
|---------------------|----------------------|-----------------------|--------------------------|
| Vatnasvið virkjunar | 590 km ² | 480 km ² | 1300 km ² |
| Meðalrennsli | 20 m ³ /s | 10 m ³ /s | 40 m ³ /s |
| Ársrennsli | 630 GJ | 320 GJ | 1260 GJ |
| Stærð lóna | | 3 km ² | 1 km ² |
| Miðlun | | * | 10* km ² |
| Yfirvatnshæð | 300 m | 385 m | 210 m |
| Undirvatnshæð | 210 m | 215 m | 90 m |
| Rennslisorka | 170 GWh/ári | 130 GWh/ári | 360 GWh/ári |

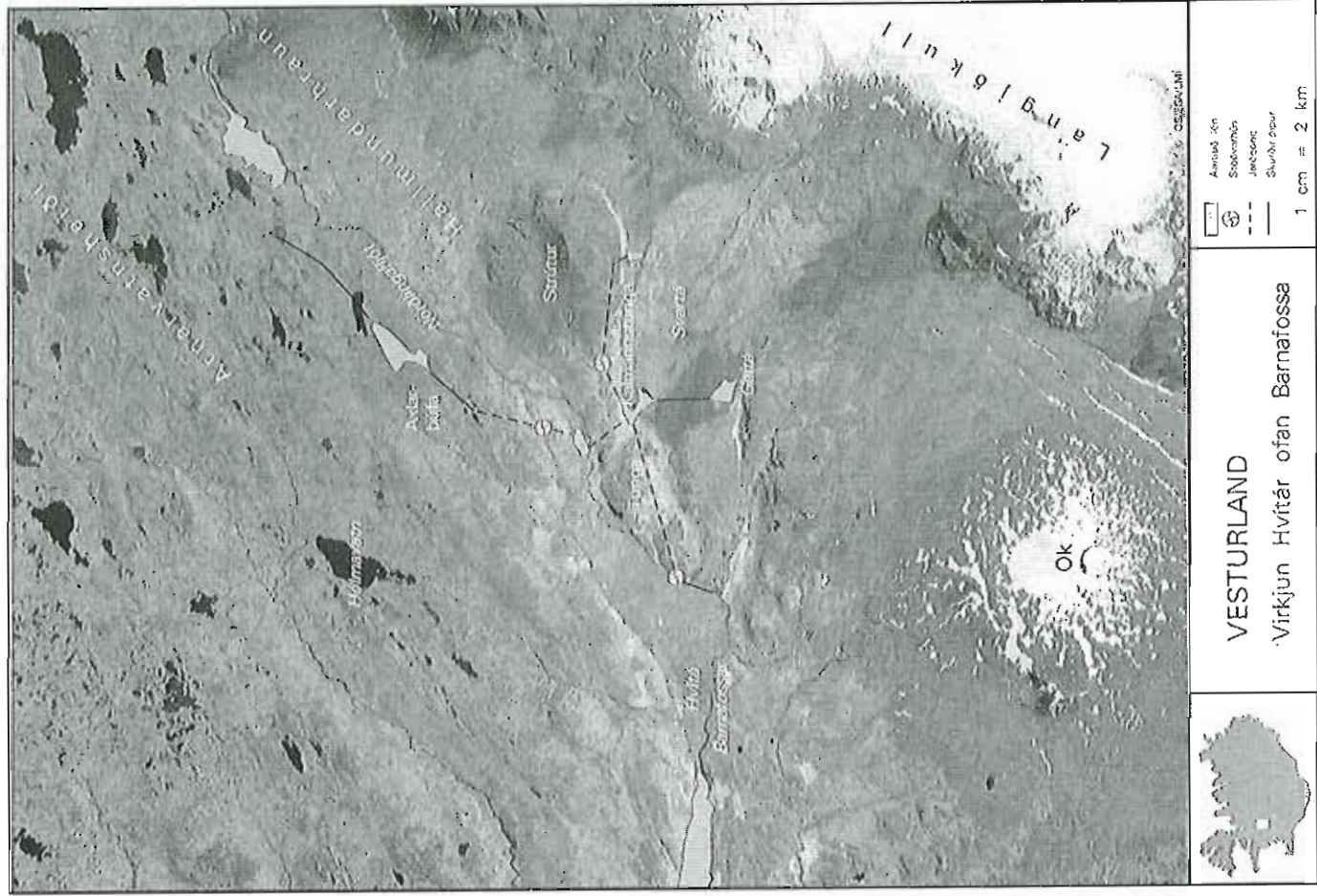
* Miðlunarmöguleika er erfitt að meta fyrir en betri kort liggja fyrir.

Rannsóknastaða: Rennslisorkustig.

Hagkvæmni: Óþekkt.

Rennsli hefur verið mælt við Kljáfoss í 40 ár, en þörf er á að reka nokkra viðbótar-mæla í nokkur ár á svæðinu til samanburðar. Á langtímaáætlun er að setja mæli í Norðlingafjót. Nákvæm staðfræðikort vantar áður en hægt er að kanna þessa möguleika nánar, og engar aðrar rannsóknir hafa farið fram vegna þessara virkjunarkosta.

Vatnasvið Geitár (Geitland) er frjðlýst (Stj.tíðindi B. nr. 283/1988). Virkjanamaunvirki yrðu sunnan við mörk þess svæðis á Arnarvatnsheið sem er á Náttúruminjaskrá. Einhver silungsvéði er í Norðlingafjöti.



VESTURLAND

Virkjun Hvítár ofan Barnafossa

Glámuvirkjun

Með safngöngum er ætlunin að ná sem mestu af afrennsli Glámuhálandis, öðru en því sem Mjólkárirkjun nýtir, til einnar virkjunar. Veitan byrjar í Stóra Eyjarvatni, sem jafnframt er ein helsta miðlun hennar. Þaðan er vami veitt yfir á vatnasvið Vatnsdalsár, með skurði að Hólmarvatni og þaðan í samfelldum göngum norður á Hestfjarðarheiði að virkjun í Hestfirði. Nokkur vötn yrðu stífuð upp til miðlunar.

Helstu einkennisstærðir:

| | |
|---------------------|----------------------|
| Vatnasvið virkjunar | 220 km ² |
| Meðalrennsli | 18 m ³ /s |
| Miðlunarlón | 10 km ² |
| Miðlun | 78 Gl |
| Yfirvatnshæð | 460 m |
| Undirvatnshæð | 2 m |
| Afl | 73 MW |
| Orkugeta | 450 GWh/ári |

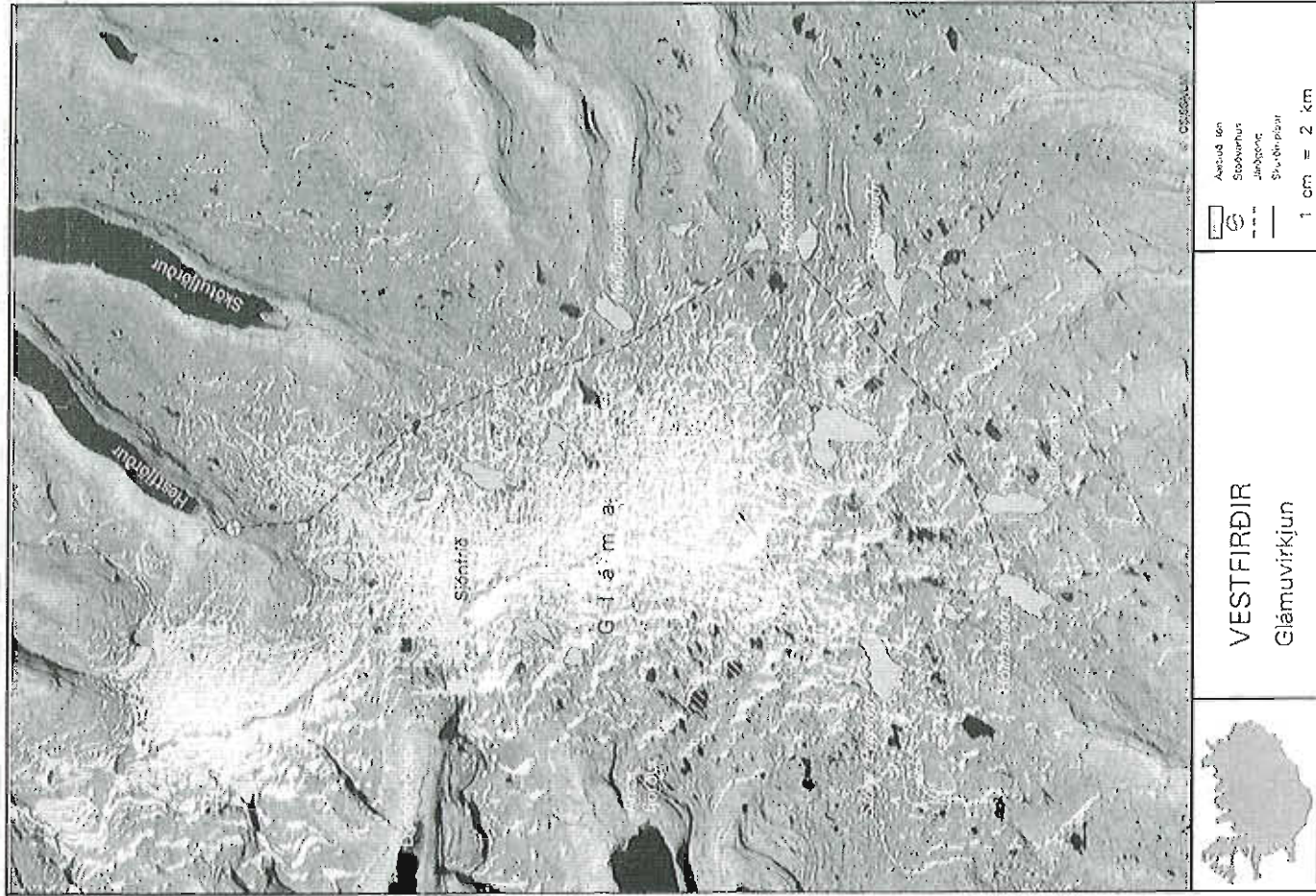
Rannsóknastaða: Forathugunarstig.
Hagkvæmni: Hagkvæmniflokkur III.

Styrkja þarf vatnshæðarmælakerfið, einkum Djúpmegin við Glámu. Staðfræðikort eru til. Yfirborðsjarðfræði, einkum laus jarðlög hafa lítillega verið könnuð hér og þar á svæðinu, en jarðlagastafinn á gangaleiðum er ókannaður, og engar sérstakar umhverfisrannsóknir hafa farið fram.

Glámuvirkjun kæmi í stað þriggja smávirkjana, Vatnsfjarðar-, Skötuþfjarðar- og Skúfnavatnavirkjunar, sem áður hafa verið gerðar áætlanir um. Af þeim er Vatnsfjarðarvirkjun sú eina sem gæti keppt við Glámuvirkjun um hagkvæmni, en virkjun hennar sér gerði Glámuvirkjun mun óhagkvæmari, auk þess sem heildarorkuvinnsla yrði minni. Meiri áhrif yrðu á umhverfi í Vatnsfirði með virkjun þar, heldur en af veitu efst af vatnasviðinu til Glámuvirkjunar.

Vatnasvið Vatnsdalsár er hluti af friðlandi í Vatnsfirði (Stjórnartíðindi B, nr. 96/1975). Dynjandisfoss (Fjallfoss) er náttúruvætti (Stjórnartíðindi B, nr. 348/1986), en þó er leyfi fyrir veitu úr Stóra Eyjavatni. Rúmlega fjórðungi af meðalrennsli Dynjandisár og um helmingi af Vatnsdalsá yrði veitt til virkjunarinnar.

Fyrir á þessu svæði er Mjólkárirkjun, sem tekin var í notkun 1958 (2,4 MW), og stækkuð 1975 í 8,1 MW. Hún skilaði um 60 GWh árið 1992. Virkjun í Fossa- og Nónhornsvatni í Skutulsfirði (1,2 MW) var tekin í notkun 1937 og stækkuð 1946. Hún skilaði 6,3 GWh árið 1992. Virkjanir í Blævadalsá og við Sængurfoss voru teknar í notkun 1975-76 (alls 0.9 MW), og skiluðu 2,1 GWh árið 1991.



Hvalárvirkjun í Ófeigsfirði

Grunnur virkjunar er vatnasvið Hvalár og Rjúkanda, um 180 km². Þeim yrði veitt til miðlunar í Vatnalautarvatni, með um 350 m yfirfallshæð. Þar yrði helsta miðlun virkjunarinnar (um 90 GI). Að vestan af yrði veitt úr ám á Langadalsströnd í Djúpi um miðlun í Skúfnavötnum og þaðan áfram austur á vatnasvið Hvalár. Ennfremur af vatnasviði Vondadalsvatns, sem nær að sunnanverðum Drangajökli. Að austan yrði veitt af aftrennslissvæði Selár (í Steingrímsfirði) inn á vatnasvið Rjúkanda. Inntakslón virkjunar er áformað í Hvalá í um 305 m y.s., og þangað yrði veitt að norðan allt frá Bjarnarfirði nyrðri, þar á meðal afrennslisúdaustanverðs Drangajökuls. Miðlun í veitunum fæst með smástíflum í stærrri vötnum á veituleiðunum. Samkvæmt lauslegri áætlun yrðu veitugöng um 30 km, veituskurðir álfka, 22 smástíflur og 3 stórar. Virkjanagöng yrðu um 5 km. Helsti kostur þessarar virkjunarleiðar er að auðvelt er að áfangaskipta virkjun.

Helstu einkennisstærðir:

| | | |
|---------------------|------|-------------------|
| Vatnasvið virkjunar | 600 | km ² |
| Meðalrennslí | 50 | m ³ /s |
| Ársrennslí | 1600 | GI |
| Stærð lóna | 31 | km ² |
| Miðlun | 200 | GI |
| Yfirvatnshæð | 350 | m |
| Undirvatnshæð | 4 | m |
| Rennslisorka | 1300 | GWh/ári |

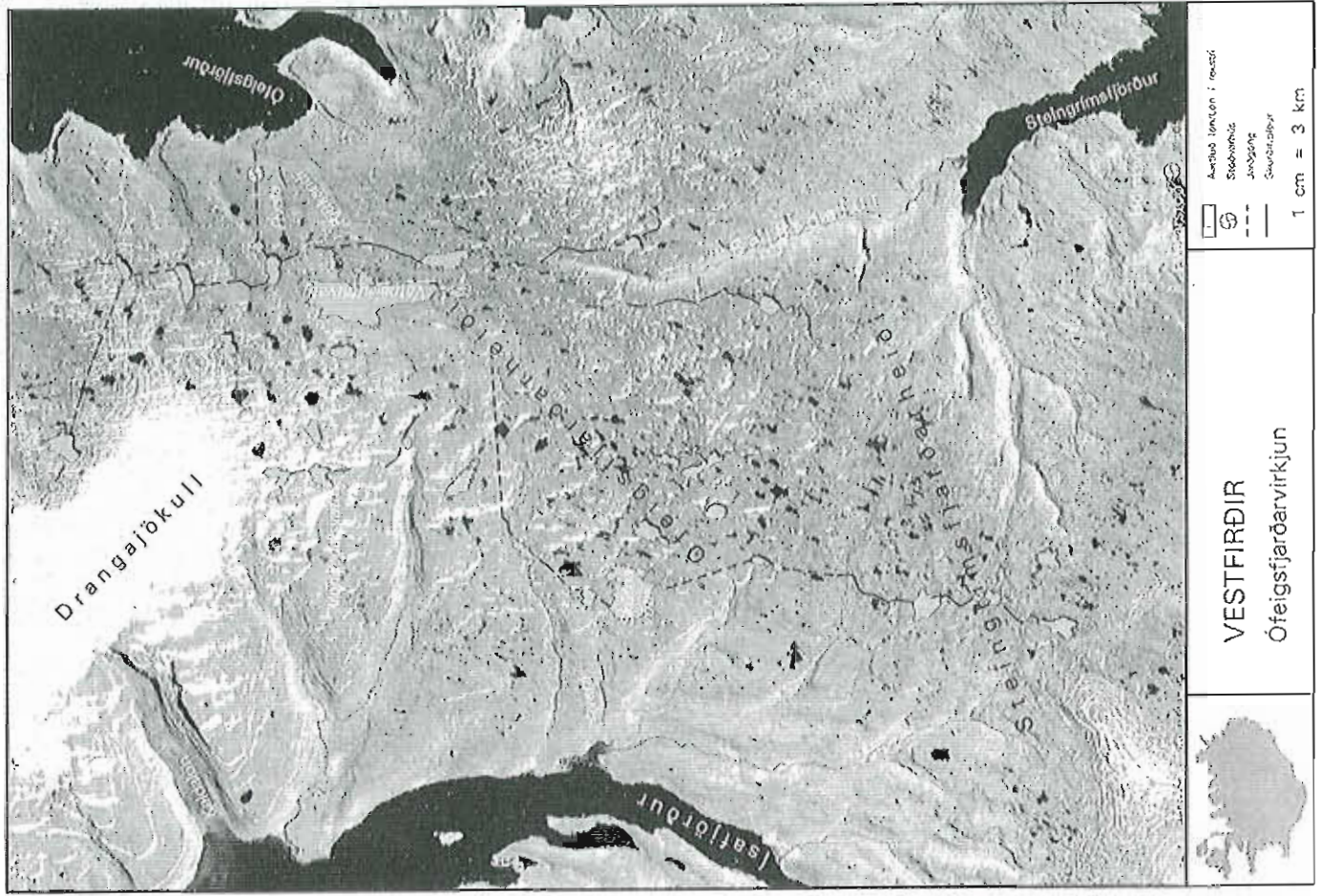
Rannsóknastada: Rennslisorokustig.

Hagkvæmni: Lsklega í hagkvæmniflokki II.

Rennslí hefur verið mælt um langt skeið í Hvalá í Ófeigsfirði (vfm. 198) og Pverá á Langadalsströnd í Djúpi (vfm. 38), en ástæða þykir til að mæla tímabundið stærra vatnsfall á þessum slóðum til samanburðar, og sömuleiðis austan vatnaskila. Staðfræðikort eru til af meirthluta svæðisins, en aðrar rannsóknir hafa ekki farið fram.

Sinn hvor fossinn í Hvalá og Rjúkandi eru í Fossaskrá NVR.

Á þessu svæði er Pverárvirkjun í Steingrímsfirði, sem tekin var í notkun 1953 og stækkuð 1964 (1,7 MW), og skilaði 6,2 GWh árið 1993.



VESTFIRÐIR
Ófeigsfirðarvirkjun

Virkjun Vatnsdalsá

Vatnsdalsá yrði stöfluð sunnan undir Bótarfelli. Miðlunarlónið næði austur undir Kolkuhól og eina 5 km inn með Miðkvísl. Vatninu yrði veitt um tæplega 8 km göng sunnan Forsæludals að Sísvatnsá og þaðan í göngum og pípu að virkjun gengt bænum Forsæludal. Til virkjunar yrði veitt úr Álftaskálará og Bríkarkvísl um Vestara Gilsvatn að inntaki í göngin frá Sísvatni.

Helstu einkennisstærðir:

| | | |
|--------------------|-----|-------------------|
| Vamasvið virkjunar | 500 | km ² |
| Meðalrennsli | 12 | m ³ /s |
| Ársrennsli | 380 | Gl |
| Stærð lóna | 23 | km ² |
| Miðlun | 150 | Gl |
| Yfirvatnshæð | 430 | m |
| Undirvatnshæð | 60 | m |
| Rennisorka | 340 | GW/h/ári |

Rannsóknastaða: Rennisorkustig.

Hagkvæmni: Óþekkt.

Rennsli hefur verið mælt við Forsæludal í um 40 ár (vfm. 45). Staðfræðikort í mælikvarða 1:20.000 er til af öllu virkjunarsvæðinu, en að öðru leyti hefur svæðið lítið verið kannað.

Vatn yrði skert á fossum í Vatnsdalsá sem eru á Náttúruminjaskrá, en að öðru leyti er ekkert á skráum NVR. Vatnsdalsá er ein af betri laxveiðilám landsins, en virkjun yrði ofan við hinn laxgenga hluta árinna. Engin ástæða er til að ætla að laxveiði muni minnka í ánni, vegna þess að rennsli jafnast og lífrænt rek mun aukast til muna.

Rennisorkustaður er einnig í Vöðaldalsá, þar sem hún fellur af heiðinni, en í ánni hafa ekki fundist miðlunarmöguleikar, og því ekki talið geta verið um hagkvæma virkjunarmöguleika að ræða.



NORD-VESTURLAND

Vatnsdalsásvirkjun



Ávísuð merkið í reitum
Staðnamur
Járnvegur
Stærðvegur
1 cm = 1.5 km

Virkjanir tengdar Blönduvirkjun

Miðlunarlón Blönduvirkjunar á eftir að stækka, en við það bætur Blönduvirkjun við sig 150 GWh/ári.

Veita úr Vestari Jökulsá í Skagafirði

Gert er ráð fyrir að veita úr ánni (Austur- og Vesturkvísl) í um 750-760 m y.s. vestur í efstu drög Haugakvíslar, en þaðan rennur vatnið til Blöndulóns. Á veituleið skiptast á smálón, stuttir skurðir og sjálfrennsli. Ekki þarf að stækka Blöndulón, og hagkvæmmin byggist á betri nýtingu fjárfestinga í Blönduvirkjun.

Virkjun í Blönduveitu

Frá Þrífstíkkulóni að A-Friðmundarvatni í Blönduveitu er um 28 m fall, sem mætti virkja, og e.t.v. gildir hið sama um fallið frá A-Friðmundarvatni að Gilsvatni, sem er um 14 m. Virkjað vatn er hið sama og til Blönduvirkjunar með viðbót frá Vestari Jökulsá í Skagafirði.

Helstu einkennisstærðir

| | Veita Vestari Jökulsár í Skag. | Blönduveita efri | Blönduveita neðri |
|---------------------|-----------------------------------|----------------------|----------------------|
| Vatnasvið virkjunar | 120 km ² | 1500 km ² | 1500 km ² |
| Meðalrennsli | 6 m ³ /s | 44 m ³ /s | 44 m ³ /s |
| Stærð lóna | 4 km ² | * | * |
| Miðlun | * | * | * |
| Yfirvatnshæð | 400 m | 463 m | 435 m |
| Undirvatnshæð | 122 m | 435 m | 421 m |
| Afl | ** | 12 MW | 6 MW |
| Orkugeta | 100 GWh/ári | 80 GWh/ári | 40 GWh/ári |

* Nýta sömu miðlun og Blönduvirkjun, 420 GI eftir stækkun Blöndulóns.

** Ekki þarf að bæta við afi í Blönduvirkjun.

Rannsóknastaða: Forathugunar-/verkhönnunarstig.

Hagkvæmni: Stækkun Blöndulóns er í hagkvæmniflokki I, Veita Vestari Jökulsár í hagkvæmniflokki II og virkjanir í Blönduveitu í hagkvæmniflokki III.

Vatnshæðarmælir (232) er í Vestari Jökulsá skammt neðan við veitustað. Staðfræðikort eru til, en veituleiðin hefur lítið verið könnuð. Ekki er vitað um nein umhverfisgildi á svæðinu. Öllum grunnrannsóknnum vegna virkjana í Blönduveitu er lokið.

Á þessu svæði er Blönduvirkjun, sem tekin var í notkun 1991-'92 (150 MW). Hún skilaði um 530 GWh 1993.



NORÐ-VESTURLAND
Blönduvirkjun og veitur



Virkjun Blöndu neðan Blönduvirkjunar

Blanda við Blönduós

Blanda yrði stífluð nærri mynni Langadals og næði lónið u.þ.b. 1,5 km inn fyrir Holtastaði. Það mun líklega vatna rétt upp fyrir malarhjallana yst á dalnum, og upp undir þjóðveg við Geitaskarð og Holtastaði. Ræktað land er að mestu leyti hærra í landinu. Vatni yrði veitt í skurði og/eda göngum að virkjun, t.d. austan við Hrófey eða neðan undir malarhjöllunum sunnan Blönduós. Miðlun yrði hin sama og fyrir Blönduvirkjun, en Svartá líklega að mestu ómiðluð.

Blanda í Blöndudal

Blanda yrði stífluð u.þ.b. miðja vega milli Blöndudalsólá og Höllustaða. Vatnshæð er miðluð við undirvatnshæð Blönduvirkjunar. Lónið mun ná inn á ræktað land við Höllustaði, en óverulega annarsstaðar. Stöðvarhús yrði neðan stíflunnar, og frárennsliskurður næði niður undir brú við Syðri Lóngumýri.

Helstu einkennisstærðir

| | Virkjun við Blönduós | Virkjun í Blöndudal |
|---------------------|----------------------|----------------------|
| Vatnasvið virkjunar | 2400 km ² | 1700 km ² |
| Meðalrennslí | 65 m ³ /s | 45 m ³ /s |
| Ársrennslí | 2200 Gl | 1420 Gl |
| Stærð lóna | 4 km ² | 1 km ² |
| Miðlun | 420* Gl | 420* Gl |
| Yfirvatnshæð | 50 m | 121 m |
| Undirvatnshæð | 1 m | 86 m |
| Rennslisorka | 260 GWh/ári | 120 GWh/ári |

* Miðlun sú sama og í Blönduvirkjun

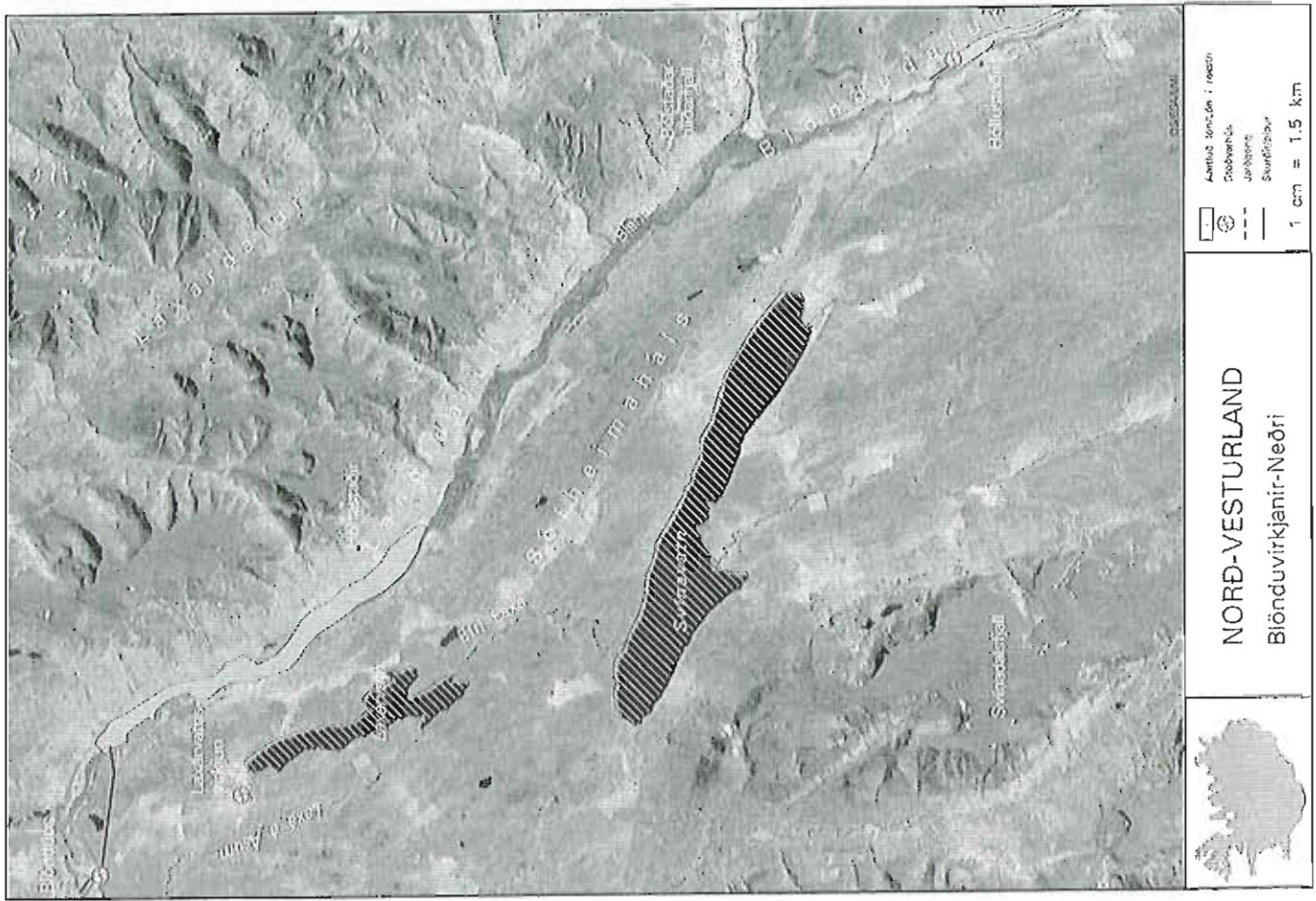
Rannsóknastaða: Rennslisorkustig.

Hæðvænni: Óþekkt.

Virkjunin notar nánast sama vatn og Blönduvirkjun, að viðbætri veitu úr Vestari Jökulsá, og er það vel þekkt (vfm 54 og 232), og vhm. (227) hefur verið rekinn við Blönduós í nokkur ár. Nákvæm staðfræðikort, sem duga til hönnunar, eru til af efra svæðinu en vantar í neðra. Nokkrar rannsóknir hafa verið gerðar á lausum jarðefnum. Ítarlegar rannsóknir hafa verið gerðar á fiskistofnum Blöndu vegna Blönduvirkjunar. Að öðru leyti eru virkjunarstaðirnir að mestu órannsakadír.

Hrófey er friðlýst útivistarsvæði (Sjórnatíðindi B, nr. 521/1975). Laxveiði er mikil í Blöndu og Svartá, og þarf væntanlega að gera ráð fyrir fiskvegi a.m.k. við neðri virkjunina.

Á þessu svæði er Laxárvatnsvirkjun (0,5 MW), sem tekin var í notkun 1953, og skilaði 3 GWh árið 1991.



NORÐ-VESTURLAND

Blönduvirkjanir-Neðri

1 cm = 1.5 km

VirkJun Austari Jökulsár í Skagafirði

Tveir kostir til að virkja fall árinna ofan af Hofsafrétt niður á láglandi eru til athugasemja. Sameiginlegt báðum er miðlun við Austurbug, ásamt veitum frá Geldingsá að austan, og Fossá upp við jökul að vestan.

Stafnsvatnavirkjun

VirkJunin byggist á veitu um Reyðarvatn með göngum, skurði og smálónum til Stafnsvatna, en þar yrði inntakslón. Úr því með skurði og göngum að stöðvarhúsi 2 km utan við Portljósstaði í Vesturdal.

Merkigilsvirkjun

Til virkjunarinnar yrði vatn tekið í göngum í um 700 m y.s. í Nýjabæjarfelli, með lækjarinotkum í helstu þverám, að virkjun sem yrði staðsett við Merkigil. Undirvatns-hæð hennar tekur mið af yfirfallshæð í inntakslóni Villinganesvirkjunar.

Helstu einkennisstærðir

| | Stafnsvatna- virkjun | Merkigils- virkjun |
|--------------------|-------------------------|-----------------------|
| Vatnsvið virkjunar | 840 km ² | 1200 km ² |
| Meðalrennsli | 26 m ³ /s | 34 m ³ /s |
| Stærð lóna | 39 km ² | 31 km ² |
| Miðlun | 210 GI | 400 GI |
| Yfirvatnshæð | 663 m | 700 m |
| Undirvatnshæð | 265 m | 150 m |
| Afl | 140 MW | 180 MW |
| Orkugeta | 740 GWh/ári | 1200 GWh/ári |

Rannsóknarstaða: Forathugunarstig.
Hagkvæmni: Hagkvæmniflokkur II.

Vatnshæðarmælar (vfm. 144, 145 og 167), eru nýttir til að meta rennslið til virkjananna. Grunnrannsóknunum vegna Stafnsvatnavirkjunar er að mestu lokið, staðfræðikort eru að mestu til og jarðfræði á gangaleið Merkigilsvirkjunar nokkuð vel þekkt. Umhverfisrannsóknunum er lokið vegna Stafnsvatnavirkjunar, en eftir er að kanna veituleið og mannvirkjastæði henni tengd vegna Merkigilsvirkjunar, líklega einkum vegstæði.

Á Náttúruninjaskrá eru Orravatnsrústir og innsti hluti Vesturdals, en hvorugt svæðið yrði fyrir umtalsverðum áhrifum af virkjun. Í Fornleifaskrá eru fornar rústir í Austurdal og Vesturdal. Lega þeirra er vel þekkt, og lítil vandi að forðast röskun þeirra.



Stækkuð Villinganesvirkjun

Af virkjun við Villinganes er til verkhönnun frá 1975, og virkjun heimil (Stjórnartíðindi A, nr.60/1981). Hins vegar virðist að með löngum frænnislöngum megi nýta a.m.k 50 m fall neðan eldri virkjunartilhögunar.

Villinganesvirkjun yrði stækkuð með göngum undir Norðurárdal og út með Blönduhlíð, jafnvel alla leið að Miklabæ. Inn í göngin yrði vatn tekið úr Norðará í skurði og göngum frá stíflu í um 175 m y.s. u.þ.b. 1 km innan við bæinn Egilsá.

Helstu einkennisstærðir

| | | |
|---------------------|------|-------------------|
| Vatnasvið virkjunar | 2400 | km ² |
| Meðalrennsli | 70 | m ³ /s |
| Stærð lóna | 2 | km ² |
| Miðlun | 400* | GJ |
| Yfirvatnshæð | 150 | m |
| Undirvatnshæð | 20 | m |
| Orkugeta | 570 | GWh/ári |

* Miðað er við miðlun Merkigilsvirkjunar.

Rannsóknastaða: Forathugunarstig.
Hagkvæmni: Hagkvæmniflokkur II.

Inntak vatns til virkjunar er rétt neðan við ármót Austari og Vestari Jökulsár, þ.e. eftst í Héraðsvötnum, og rennsli vel þekkt með mælum í báðum jökulsánum (vfm. 144 og 145), og mikill stuðningur að langri rennsliroð í Svartá (vfm. 10). Norðará er metin með hlöðsjón af Hjaltadalsá (vfm. 51).

Stífla er verkhönnuð, og búið er að ganga úr skugga um að gerlegt er að fara með göng undir mynni Norðurárdals. Jarðfræði á ganga- og skurðleið hefur verið könnuð nokkuð, og byggingarefni fyrir stíflu í Norðurárdal einnig. Nákvæm staðfræðikort eru til. Umhverfiskönnun var gerð vegna fyrri tilhögunar Villinganesvirkjunar og er í fullu gildi, þótt bæta þurfi við vegna nýrrar tilhögunar.

Á þessu svæði eru: Skeiðsfossvirkjun, sem tekin var í notkun 1945 (1,6 MW), stækkuð 1954 (1,6 MW) og aftur 1976 (í 4,9 MW). Hún skilaði 23 GWh árið 1992. Gönguskarðsárvirkjun við Saudárkrók (1 MW), sem tekin var í notkun 1949, og skilaði 8 GWh árið 1993.



NORÐ-VESTURLAND
Villinganesvirkjun

Virkjun í Skjálfandaflijóti við Fljótshnúk

Skjálfandaflijót yrði stíflað upp nokkrum km ofan við Fljótshnúk í um 700 m hæð. Þangað yrði veitt úr Kíðagils- og Botnadrögum að vestan, en að austan úr drögum Hraunár að inntakslóni virkjunar sem er áformað í um 660 m y.s. í dragi rétt SA við Fljótshnúk. Göng gegnum Fljótshnúk að virkjun innst í Krökadal, og um 5 km frá rennisskurður niður eftir fljótinu. Miðlun við Fljótshnúk er lítil, en ódýr miðlun fæst í Vonarskarði með því að stífla við Svarthöfða að sunnan og Valafell að norðan í um 940 m y.s.. Auðvelt virðist að veita Rjúpnabrekkuvísl til miðlunarinnar.

Helstu einkennisstærðir

| | | |
|---------------------|------|-------------------|
| Varnasvið virkjunar | 450 | km ² |
| Meðalrennsli | 22 | m ³ /s |
| Ársrennsli | 700 | Gl |
| Stærð lóna | 46 | km ² |
| Miðlun | 400* | Gl |
| Yfirvatnshæð | 660 | m |
| Undirvatnshæð | 460 | m |
| Rennislosorka | 340 | GWh/ári |

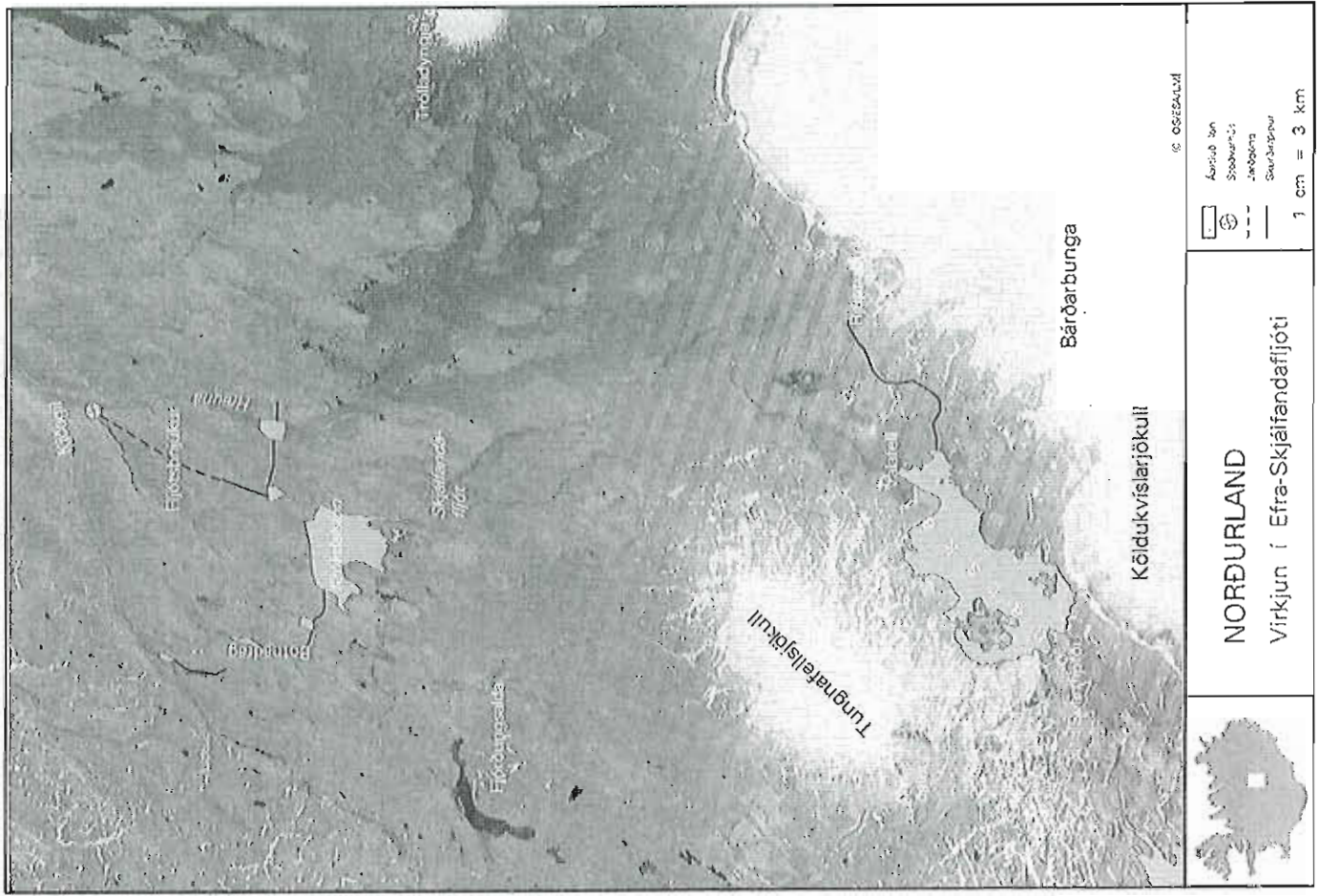
* Vonarskarðsmiðlun (um 300 Gl) má líklega nýta að hluta sem milliáramiðlun, og þá hvort sem er fyrir virkjanir í Skjálfandaflijóti eða Tungnaár/Þjórsárvirkjanir.

Rannsóknastaða: Rennislosorkustig.

Hagkvæmni: Óþekkt.

Löng rennislíróð er til úr Skjálfandaflijóti við Godafoss (vhm. 50), og nokkurra ára róð í fljótinu við ármót Mjóadalársár (vhm. 238). Rennislíróð í Svartá (vhm. 116) nýtist til að meta afrennsli hrauna að austan. Bæta þarf við mæli ofan við Fljótshnúk. Nákvæm staðfræðikort eru til yfir Vonarskarð en eftir er að mæla fyrir kortum við Fljótshnúk.

Á þessu svæði er ekkert í verndarskrám Náttúruverndarráðs nema að lónstæði í Vonarskarði jaðrar við svæði umhverfis Tungnafellsjökul og Nýjadal (Jökuldal), sem eru á Náttúruminjaskrá.



NORÐURLAND

Virkjun í Efra-Skjálfandaflijóti

© ÓSEÐALVIÐ

Austrubúna
Staðurhlutur
Jökull
Svartá

1 cm = 3 km

Virkjun úr Íshólsvatni.

Skjálfandaflijót er stíflað upp við Hrafnabjörg og mynduð miðlun með yfirvatnshæð í 407 m. Með annarri stíflu um 1,5 km neðar er vatni veitt í Íshólsvatn (5,2 km², 376 m y.s.), sem er stíflað upp í 380 m. Með niðurdraetti í 370 m fæst 60 GI miðlun. Svartá og Suðurá er veitt að austan og Mjóadalsá að vestan til Íshólsvatns. Virkjun með göngum frá Íshólsvatni að Mjóadalsá tæpum km ofan ármóta og frárennisskurði út í fjótið.

Helstu einkennisstærðir

| | | |
|---------------------|------|-------------------|
| Vatnasvið virkjunar | 2520 | km ² |
| Meðalrennsli | 62 | m ³ /s |
| Stærð lóna | 42 | km ² |
| Miðlun | 435 | GI |
| Yfirvatnshæð | 380 | m |
| Undirvatnshæð | 245 | m |
| Afl | 100 | MW |
| Orkugeta | 600 | GWh/ári |

Rannsóknastig: Forathugunarstig.

Hagkvæmni: Hagkvæmniflokkur II.

Löng rennisliröð er til úr Skjálfandaflijóti við Godafoss (vhm. 50), og nokkurra ára röð í fljótinu við ármót Mjóadalsár (vhm. 238), og í Svartá (vhm. 116). Rennisliröð í Fnjóská (vhm. 200) nýtist við að meta afrennsli til fljótsins að vestan. Jarðfræði hefur verið skoðuð lítillega, einkum með tilliti til leka í hraunum á veituleiðum. Aðrar rannsóknir hafa ekki farið fram.

Á Náttúruminjaskrá eru Ingvararfoss, Aldeyjarfoss og Hrafnabjargarfoss ásamt bökkum árinna á milli þeirra. Ullarfoss í Svartá er í Fossaskrá Náttúruverndarráðs. Góður silungur, bæði bleikja og urriði eru í Íshólsvatni.

Athugasemdir: Ef virkjun ofar reynist hagkvæm, er ekki þörf á svo mikilli miðlun við Hrafnabjörg. Í eldri hugmyndum er m.a. gert ráð fyrir veitu um Svartárvatn og út Mývatnshéði, en kostnaður við að elta fallið í fljótinu með þeim hætti er að öllum líkindum of há.



NORÐURLAND
Íshólsvatnsvirkjun



Aeskið lón

Stöðvötn

Jarðvegur

Suðurá

1 cm = 2.5 km

Virkjanir í Bárðardal og Köldukinn

Skjálífundafjót er að mestu jafnhallandi í Bárðardal niður undir Godafoss. Möguleikar til hagkvæmrar virkjunar þar byggjast á að saman fari landslagsaðstæður til að gera ódýra stöflu og nægilegt fall.

Virkjun við Kálfborgará

Flijótið yrði stíflað með lágru stíflu upp í um 165 m y.s. um 500 m neðan við bæinn Kálfborgará. Virkjað við stíflu og frárennisskurður yrði um 1,5 km. Kálfborgará yrði veitt í inntakslónið.

Virkjun við Godafoss

Flijótið yrði stíflað um framanverðan Bæjarhólma í um 130 m y.s. Virkjun með göngum að austanverðu tæpan km niður fyrir Fosshól, og frárennsli út í flijótið á mótis við Ingjaldsstaði.

Virkjun í Kinn

Stíflað yrði þvert yfir dalinn um 2 km norðan við Flijótsbakka, innst á svonefndri Þingey, upp í um 85 m y.s. Vatni yrði veitt í göngum undir Kinnarfelli að virkjun á mótis við Ullarfoss, með um 2,5 km frárennisskurði í vestustu kvísl flijótsins.

Helstu einkennisstærðir

| | Virkjun við Kálfborgará | Virkjun við Godafoss | Virkjun í Kinn |
|---------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|
| Vatnasvið virkjunar | 3280 km ² | 3300 km ² | 3500 km ² |
| Meðalrennsli | 82 m ³ /s | 83 m ³ /s | 86 m ³ /s |
| Ársrennsli | 2560 Gl | 2600 Gl | 2700 Gl |
| Stærð lóna | 1 km ² | 1 km ² | 5 km ² |
| Miðlun | 600* Gl | 600* Gl | 650* Gl |
| Yfirvatnshæð | 165 m | 130 m | 85 m |
| Undirvatnshæð | 145 m | 85 m | 10 m |
| Rennslisorka | 120 GWh/ári | 280 GWh/ári | 490 GWh/ári |

* Miðlun er samanlögð miðlun virkjana ofar í flijótinu að viðbætri miðlun í inntakslóni.

Rannsóknastaða: Rennslisorkustig.
Hagkvæmni: Óþekkt.

Löng rennslisröð er til úr Skjálífundafjóti við Godafoss (vfm. 50). Nákvæm staðfræðikort eru til, en að öðru leyti hafa þessir kostir lífið verið kannaðir.

Godafoss er á Náttúruminjaskrá og er einn af þremur fossum í Fossaskrá Náttúruverndarráðs, sem taldir eru hafa mest verndargildi. Í Fossaskránni eru einnig Barnafoss og Ullarfoss, en eru þar ekki taldir hafa hátt verndargildi. Þingey í Skjálífundafjóti er á Náttúruminjaskrá, sem og austurhlíðar Kinnarfells.

Laxárvirkjun var tekin í notkun 1939 (1,7 MW), stækkuð 1944 um 2,9 MW, 1953 um 8 MW og 1973 um 7,9 MW, og er nú 23 MW. Hún skilaði 147 GWh árið 1992.



NORÐURLAND

Skjálífundaflijótsvirkjanir-neðri



Virkjanir á Norðausturlandi

Hafralónsá í Pistilfirði

Fallið í ánni er mest milli 400 og 200 m y.s. Hins vegar er snúðið að ná inn veinum úr nærliggjandi ám fyrir en komið er niður fyrir 300 m y.s. Er því lagt til að virkja í tveimur þrepum. Í neðra þrepinu er gert ráð fyrir að veita úr Svalbarðsá, Sandá og Hölná að vestan og Miðfjarðará um Litlu Kverká að austan.

Hofsá í Vopnafirði

Selá yrði stífluð í rúmlega 420 m y.s. og veitt með göngum að Arnarvatni í upptakavíslum Vesturár (Vesturdalsár). Frá Hofsá yrði veitt úr um 460 m y.s. um 3 km neðan við ármót Kollseyru með skurði og göngum að Arnarvatni. Þaðan yrði veitt með göngum að Þurðarvatni, sem yrði inntakslón virkjunarinnar. Frárennsli virkjunar kæmi inn í Hofsá í um 60 m y.s..

Helstu einkennisstærðir

| | Hafralónsá efra þrep | Hafralónsá neðra þrep | Virkjun í Hofsá |
|---------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------|
| Vatnasvið virkjunar | 200 km ² | 930 km ² | 650 km ² |
| Meðalrennsli | 9 m ³ /s | 40 m ³ /s | 22 m ³ /s |
| Ársrennsli | 280 Gl | 1260 Gl | 700 Gl |
| Stærð lóna | 15 km ² | 24 km ² | 12 km ² |
| Miðlun | * | * | * |
| Yfirvatnshæð | 460 m | 260 m | 420 m |
| Undirvatnshæð | 260 m | 20 m | 60 m |
| Rennslisorka | 135 GWh/ári | 730 GWh/ári | 660 GWh/ári |

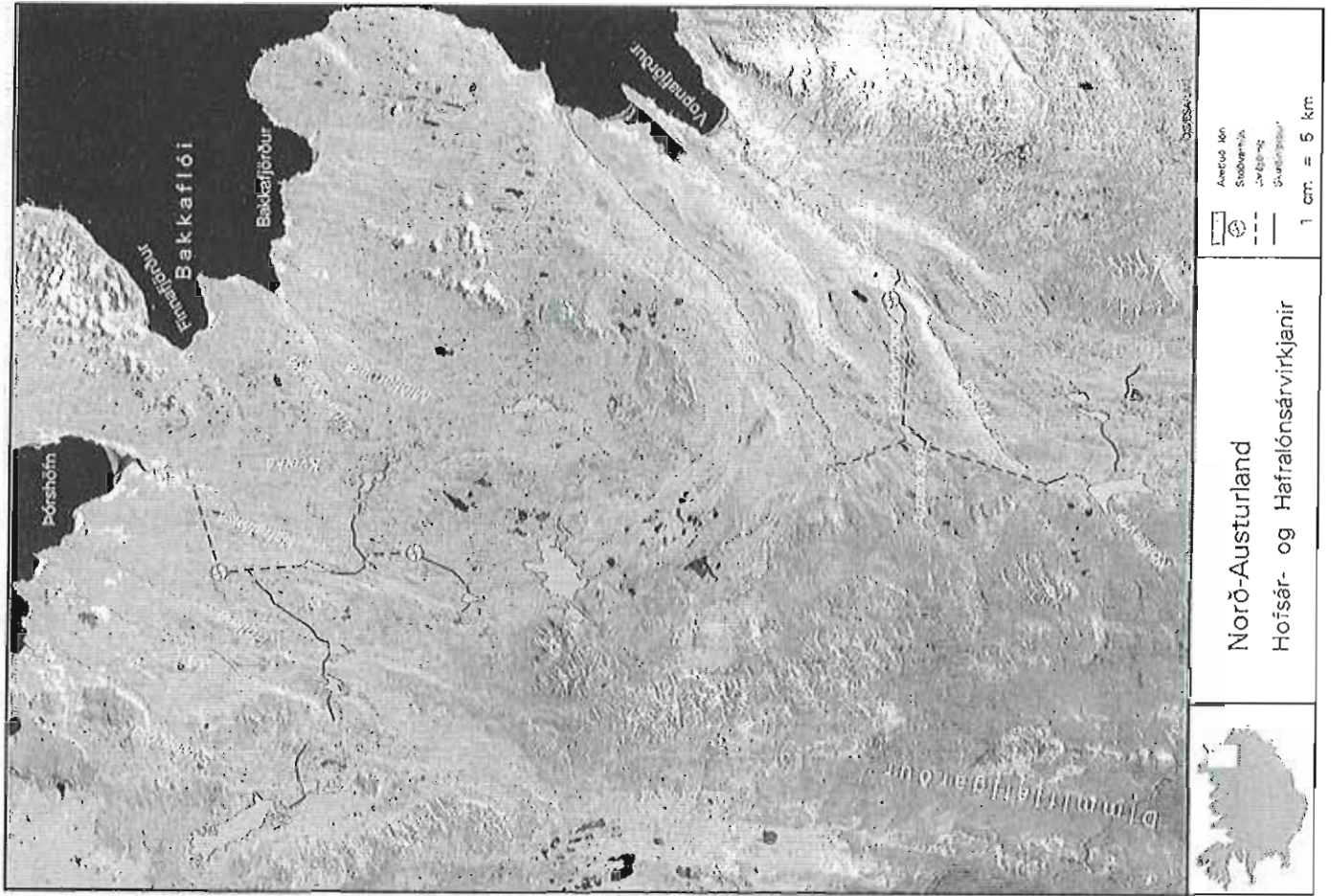
* Miðlunarmöguleikar þokkalegir, en ómögulegt að útfæra fyrir en með betri kortum.

Rannsóknastaða: Rennslisorkustig.

Hagkvæmni: Óþekkt.

Vatnshæðarmælar hafa verið reknir um alllangt skeið í Sandá, Pistilfirði (vfm. 26) og Selá í Vopnafirði (vfm. 48). Samanburðarmælingar þarf að gera bæði með tilliti samanburðar milli vatnsfalla og afrennslis með hæð. Engin staðfræðikort eru til, og engar aðrar rannsóknir hafa verið gerðar.

Dálfill laxveiði er í öllum ánum í Pistilfirði, og Selá og Hofsá eru í hópi betri laxveiðiaá á landinu. Sandá yrði að mestu þurrkuð upp neðan veitu, og rennsli Hölnár, Hafralónsár og Miðfjarðarár skert um rúman helming. Veita úr Selá nær til um 40% af rennslinu og um þriðjungs í Vesturdalsá. Hofsá er laxgeng um 31 km frá sjó. Virkjun mun skerða rennsli á um 10 km kafla ofan virkjunar um 60%, en rennsli neðan hennar ykist um þriðja fjórðu, og yrði jafnara.



Norð-Austurland
Hofsár- og Hafralónsárvirkjanir

Austurlandsvirkjun

Í ætíðnum um virkjun Jökulsár á Brú hafa mismunandi tilhaganir m.a. snúist um vatnshæð í miðlunarlóni virkjunarinnar. Í Jökulsá á Fjöllum hafa aðallega verið athugaðar mismunandi leiðir til að veita úr ánni og val á miðlunarlónstæði, auk virkjana í farvegnum. Hér verður kynnt virkjunarleið sem er talin skila einna hagkvæmasti tilhöggun virkjunar, viðunandi orkugetu, og jafnframt einna minnstum umhverfisáhrifum.

Virkjun Jökulsár á Brú

Áin er stífluð ofan við Dimmugljúfur og stórt lón myndað í árdal Jökulsár, Háslón. Þaðan er veitt með göngum að stöðvarhúsi neðanjarðar í Fljótisdal (Fljótisdalsvirkjun II).

Virkjun Jökulsár á Fjöllum

Jökulsá á Fjöllum er stífluð rétt norðan við Upptýppinga og veit í Kreppu, og með henni sunnan við Þorlákslindahrygg inn í Arnardal. Þorlákslindahryggur afmarkar lónið til vesturs, Grjót til norðurs, Öskju- og Mynnisfallgarður til austurs og Alftadalsdyngja til suðurs. Úr Arnardalslóni með göngum að virkjun neðanjarðar í Jökuldal innan við Brú, og síðan frá ármótum Hólknár og Jöklu með göngum undir Fljótisdalsheiði að stöðvarhúsi við hlið hinna fyrrnefndu.

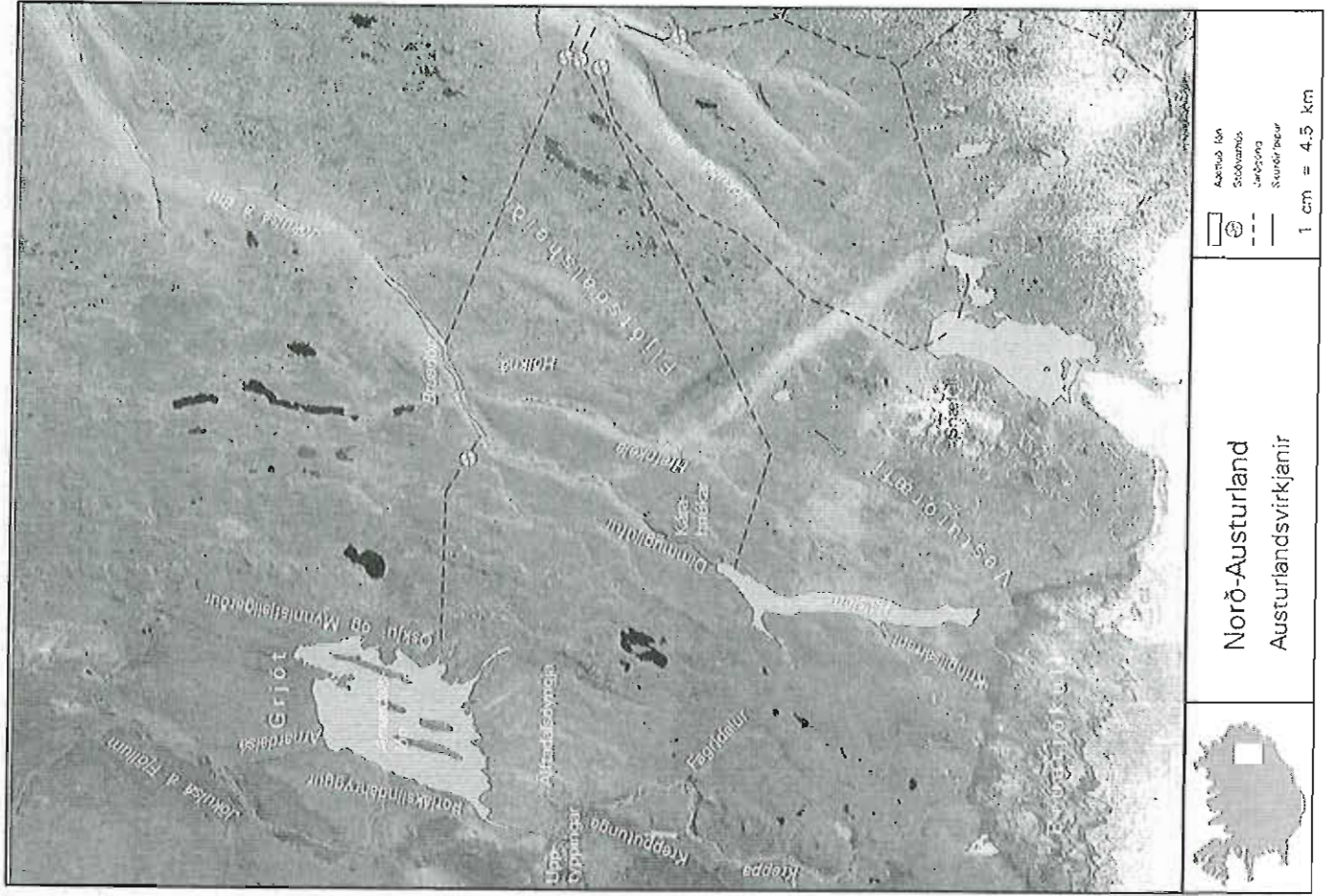
Helstu einkennisstærðir

| | Virkjun J. á Brú | Virkjun J. á Fjöllum |
|---------------------|-----------------------|-------------------------|
| Vatnasvið virkjunar | 1760 km ² | 4330 km ² |
| Meðalrennsli | 105 m ³ /s | 120 m ³ /s |
| Stærð lóna | 32 km ² | 94 km ² |
| Miðlun | 1500 GI | 1340 GI |
| Yfirvatnshæð | 605 m | 548 m |
| Undirvatnshæð | 30 m | 25 m |
| Afl | 600 MW | 635 MW |
| Orkugeta | 4000 GWh/ári | 4200 GWh/ári |

Rannsóknarstaða: Forathugunar-/frumbönnunarstig.
Hagkvæmni: Hagkvæmniflokkur I.

Langar rennslistraðir eru til (vfm. 20, 102, 110, 146, 162, 164). Staðfræðikort eru til, yfirlitsjarðfræði vel þekkt og rannsóknir á mannvirkjasvæðum vel á vegi staddar. Umhverfisrannsóknir ítarlegar á flestum sviðum.

Jökulsárgljúfur er þjóðgarður (Stj.tð. B, nr. 216/1973). Friðlönd eru í Hvannalindum (Stj.tð. B, nr. 32/1973) og Kringilsárrana (Stj.tð. B, nr. 524/1975). Á Náttúru-minjaskrá eru Kreppunga og Fagrigdalur við Jökulsá á Fjöllum og Vesturbræfi með Dimmugljúfum við Jökulsá á Brú. Í Fossaskrá eru Dettifoss, Hafragilsfoss og Seifoss í verndarflokk I, en auk þeirra eru nefndir Vigabjargfoss og Réttarfoss. Þá má nefna Kringilsárfoss og Saudárfoss við Jöklu. Umhverfismál virkjananna varða auk þess m.a. hreindýr, fuglalíf og hætu á rofi við ósana.



Virkjun Jökulsár í Fljótisdals og afrennslis Hrauna

Fljótisdalsvirkjun

Alþingi hefur veitt leyfi til virkjunar Jökulsár í Fljótisdal (Stjórnartíðindi A, nr. 60/1981) með miðlun á Eyjabökkum og tilheyrandi veitum úr nálægum ám. Síðan þá hefur tilhögun verið breytt úr tilhögun með adveituskurði í adveinugöng til mikilla bóta fyrir umhverfið, því að land sem fer undir vatn minnkar um 30 km².

Hraunavirkjun

Virkjunin byggist á því að safna afrennslis Hrauna í um 700 m hæð y.s. í safngöng og virkja í einu lagi í rösklega 600 m falli niður í Suðurdal í Fljótisdal. Veitan gæti náð allt frá Kollumúlavatni (vatnasvið Jökulsár í Lóni) að sunnan til Fossar í Berufirði og Geitdalsár (Grímsár í Skriðdal) að austan. Helstu miðlanir yrðu stækkun Eyjabakka miðlunar og miðlun í Kelduá, auk minni lóna.

Ný og aukin Fljótisdalsvirkjun

Eðlilegasta virkjunarleiðin með einni virkjun í stað tveggja er fólgin í tilhögun Hraunavirkjunar, því að þá sparast um 30 km aðrennslisgöng Fljótisdalsvirkjun án mikilla breytinga á Hraunavirkjun. Veitur yrðu flestar þær sömu og í báðum tilhögununum, en stöðvarhús færast í Suðurdal í stað Norðurdals í Fljótisdal.

Helstu einkennisstærðir

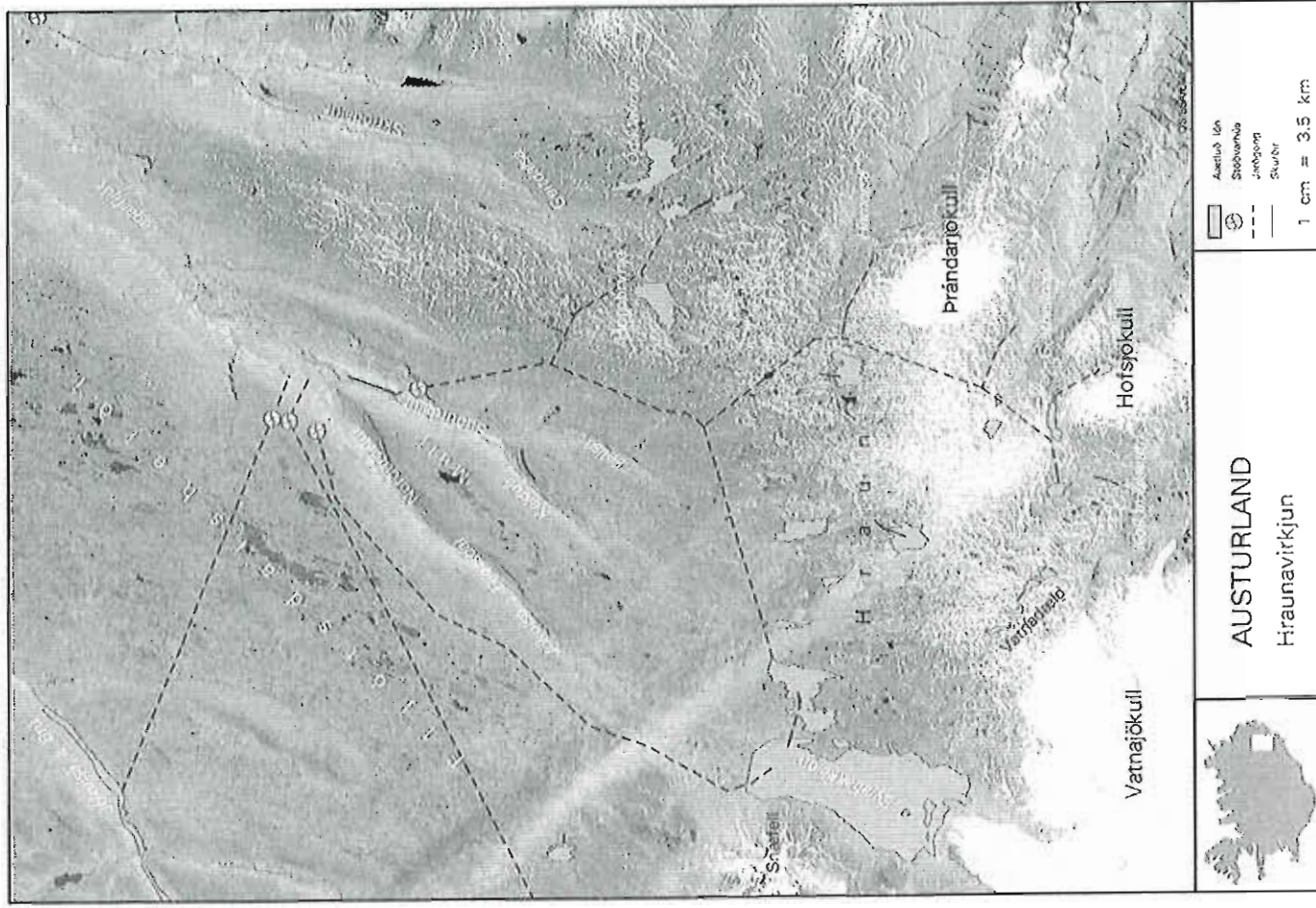
| | Fljótisdals- virkjun | Hrauna- virkjun | Ný Fljótisd.- virkjun |
|---------------------|-------------------------|----------------------|--------------------------|
| Vatnasvið virkjunar | 480 km ² | 500 km ² | 980 km ² |
| Meðalrennslis | 31 m ³ /s | 44 m ³ /s | 70 m ³ /s |
| Stærð lóna | 47 km ² | 37 km ² | 81 km ² |
| Miðlun | 500 GI | 525 GI | 900 GI |
| Yfirvatnshæð | 664 m | 670 m | 670 m |
| Undirvatnshæð | 41 m | 41 m | 41 m |
| Afl | 200 MW | 290 MW | 480 MW |
| Orkugeta | 1320 GWh/ári | 1950 GWh/ári | 3170 GWh/ári |

Rannsóknarstaða: Forathugunar-/verkhönnunarstig.

Hagkvæmni: Tvær virkjanir: hagkvæmniflokkur II; ein virkjun: hagkvæmniflokkur I.

Fljótisdalsvirkjun (til Norðurdals) er tilbúin til útboðs. Rennslis til Hraunavirkjunar er að verða nokkuð vel ákvarðað með 16 mælum í 10 vatnsföllum (þar af um helmingur tífnabundid). Staðfræðikort eru til, og jarðfræði kortlögð á um helmingi jarðgangaleiða vegna Hraunavirkjunar. Gröðurkort eru til af mestöllu virkjunarsvæðinu, og umhverfis-rannsóknir vel á veg komnar.

Helstu umhverfisáhrifin felast í breytingum á rennslis í vatnsföllum á láglendi, sem svarar til um þriðjungs minnkun á rennslis í þeim flestum. Hluti af áformuðum veitum eru á fríðlandi í Lónsöræfum (Stjórnartíðindi B, nr. 31/1977), og í jafri vatnasvæðis Hofsrá í Alftafríði (Náttúruminjasrá).



Austfjarðavirkjanir

Virkjun Fjarðarár í Seyðisfirði

Miðlun er mynduð með stíflu í Fjarðará og stækkun Heiðarvatns ($0,5 \text{ km}^2$). Til miðlunar er veitt frá Miðhúsaá. Gert er ráð fyrir veitu í þípum úr innrakslóni á Efra Staf til virkjunar í fjarðarbotni.

Lagarfossvirkjun II

Ef til þess kemur að Jökulsá á Brú og Jökulsá á Fjöllum yrðu virkjaðar til Fliótsdals skapast skilyrði fyrir nýja virkjun við Lagarfoss.

Helstu einkennisstærðir

| | Fjarðará- virkjun | Lagarfoss- virkjun II |
|---------------------|-------------------------|---------------------------|
| Vatnasvið virkjunar | 45 km^2 | 7850 km^2 |
| Meðalrennsli | 3 m^3/s | 250 m^3/s |
| Stærð lóna | 4 km^2 | 200* km^2 |
| Miðlun | 30 GI | 3700* GI |
| Yfirvatnshæð | 540 m | 20 m |
| Undirvatnshæð | 8 m | 3 m |
| Afl | 20 MW | 40 MW |
| Orkugeta | 120 GW/h/ári | 250 GW/h/ári |

* Virkjunin nýtur miðlanir sem gerðar yrðu vegna virkjunar J. á Brú og J. á Fjöllum til Fliótsdals, og vegna Fliótsdals- og Hraunavirkjunar.

Rannsóknarstaða: Forathugunar-/frumhönnunarstig.

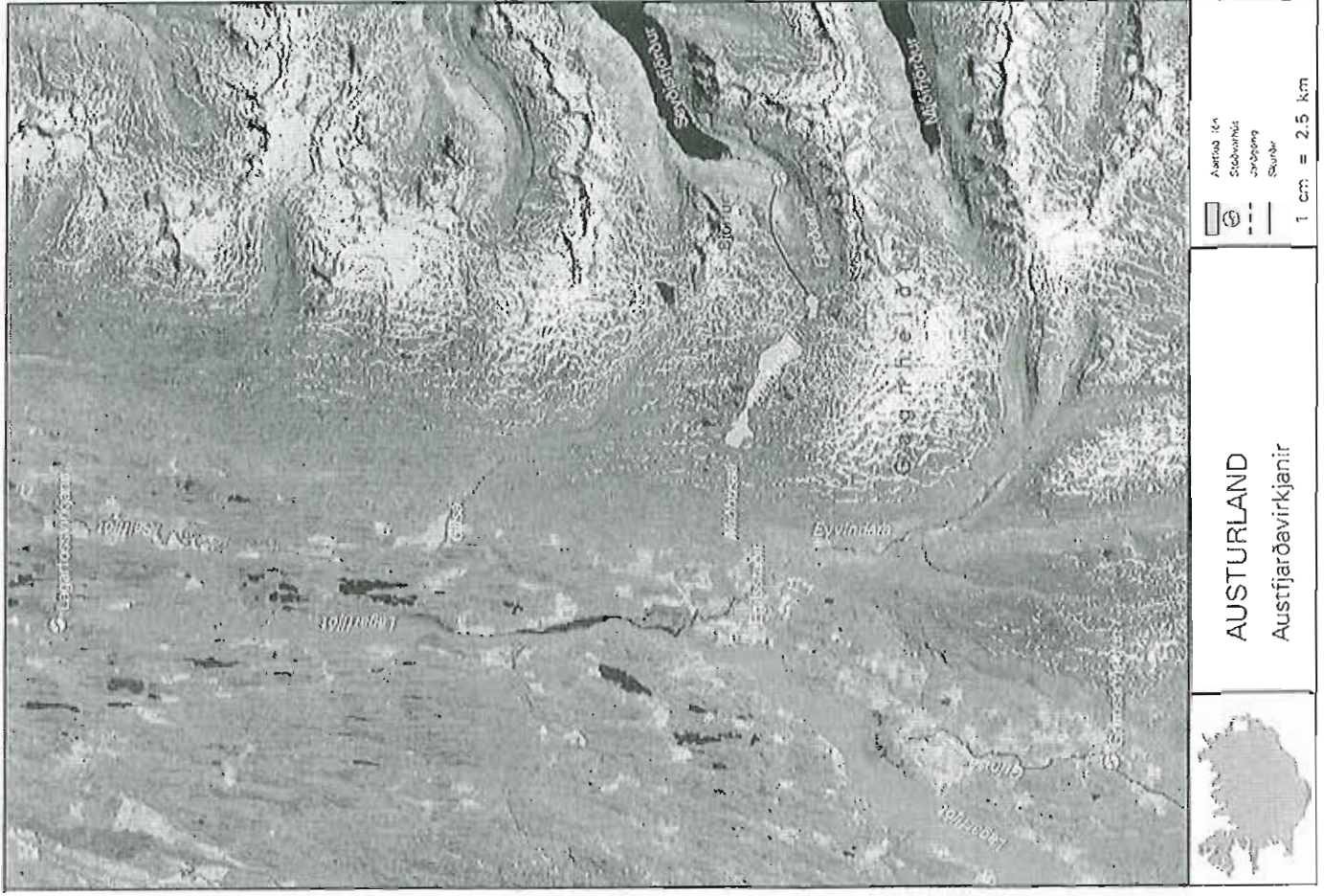
Hagkvæmni: Fjarðarárvirkjun í hagkvæmniflokki IV, og Lagarfoss II í hagkvæmniflokki II.

Langar rennislraðir eru til frá Fjarðará (vhm. 83) og Miðhúsaá (vhm. 47). Umhverfisrannsóknir hafa ekki farið fram vegna Fjarðarárvirkjunar, og ekki er gert ráð fyrir neinum breytingum á vatnsborði Lagarfjóts við virkjun Lagarfoss II.

Í Fossaskrá Náttúruverndarráðs er Guðufoss í Fjarðará talin verndarverður. Bleikja var flutt í Heiðarvatn fyrir nokknum árum, og er m.a. nýtt til frameldis í eldisstöðvum í nágrenninu.

Á Austurlandi eru tvær virkjanir yfir 1 MW í afl. Grímsárvirkjun (2,8 MW) var tekin í notkun 1958, og skilaði um 22 GW/h árið 1993. Lagarfossvirkjun (7,5 MW) var tekin í notkun 1975, og skilaði um 68 GW/h árið 1991. Á Suðausturlandi er Smyrlabjargárvirkjun (1 MW), tekin í notkun 1969, og skilaði um 11 GW/h árið 1993.

Fleiri rennislorkustaðir eru á Austurlandi; í Grímsá, Berufirði, Geithellnaá og Hamarsá, en þeir falla allir undir Hraunavirkjun, sem er örugglega hagkvæmasti kosturinn til nýtingar þeirra. Ennfremur er rennislorkustaður í Jökulsá í Lóni, en miðlunar-möguleikar takmarkaðir, og engir góðir virkjunarstaðir heldur. auk þess sem svæðið er friðland, eins og fyrr greinir.



Virkjun Djúpár og Núpsár

Virkjun jökulvatns Djúpár og Núpsár, og afrennslis af Birninum sem er eitt mesta úrkomusvæði landsins. Hluti af jökulafrennslí Söðujökuls hripar niður í hraunin og kemur fram sem lindir í u.þ.b. 500 m hæð vestan Djúpár. Þeim ásamt Djúpá yrði veitt í lón í Lambá í Alfárdal. Núpsá yrði veitt úr u.þ.b. 610 m hæð að Hvítá við Hvítárgljúfur eystri, og þaðan með göngum að Hvítárgljúfrum vestari. Vestari kvísl Hvítá yrði stífluð upp í um 760 m y.s. í Vestri Hvítárdal, og kvíslin tekin í göng ásamt austari kvíslinni neðan við vestari Hvítárgljúfur. Veitugöngin frá Djúpá og Núpsá kæmu saman í botni Hvirfisdals og veitt að virkjun neðanjarðar undir Fjaðrárdalshnúk norðan undir Lómagnúp með frárennslisskurði út í Aurá. Gert er ráð fyrir að miðlun fáiist með göngum inn í Grænalón og í Vestri Hvítárdal.

Helstu einkennisstærðir

| | | |
|---------------------|------|-------------------|
| Vatnasvið virkjunar | 400 | km ² |
| Meðalrennslí | 40 | m ³ /s |
| Ársrennslí | 1260 | Gl |
| Stærð lóna | 15 | km ² |
| Miðlun | 100 | Gl |
| Yfirvatnshæð | 490 | m |
| Undirvatnshæð | 40 | m |
| Rennslisorka | 1360 | GWh/ári |

Rannsóknastaða: Rennslisorkustig.
Hagkvæmni: Óþekkt.

Löng rennslisröð er til úr Djúpá í Fljótshverfi (vfm. 150). Þörf er á að setja upp tímabundna samanagerðarmæla, einkum til að ákvarða afrennslí af Birninum. Mælt hefur verið fyrir nákvæmum staðfræðikortum, og eftir 1994 vantar aðeins kortin af Birninum. Engar aðrar rannsóknir hafa verið gerðar.

Núpsstaðaskógar og Grænalón eru á Nátturumínjaskrá, en virkjun hefði engin áhrif á Núpsstaðaskóga. Mörk svæðis við Núpsstaðaskóga til vesturs eru um Núpsá og Súlu sem myndu Núpsvötn neðar á sandinum, og vötnin því ekki talin hafa verndargildi sem slík. Í Fossaskrá eru Núpsárfoss og Hvítárfoss, og Gufufoss í Djúpsárgljúfri, auk ónafngreindra fossa ofarlega í Djúpá. Í Forumínjaskrá eru tilgreindar rústir í landi Rauðabergs.



SUÐ-AUSTURLAND
Djúpár- og Núpsávirkjun



Aukilús lón
 Staðvæðing
 Jökull
 Svæðisráðuneytið
 1 cm = 1.5 km

Virkjun Hverfisfjótis

Hverfisfjót yrði stíflað upp í 587 m y.s. við norðurenda Langaskers til miðlunar, og þar fengist um 200 GJ miðlun. Mögulegt er að veita austurkvíslum Skaftár þangað. Úr þeirri miðlun yrði veitt með skurðum og sjálfrennsli að miðlunar- og inntaksíoni þar sem Laufbalavatn og Krúuvötn eru, en Krúuvötn eru uppistöður sem þorna oft á sumrin. Frá miðlunaríoni yrði veitt með 14 km göngum að virkjun neðanjarðar undir austanverðum Kaldbak inn af Seldal. Þaðan í 4 km frárennislísgöngum í Þverá og í um 1 km skurði út í Geirlandsá skammt austan við Mörtungu.

Helsu einkennisstærðir

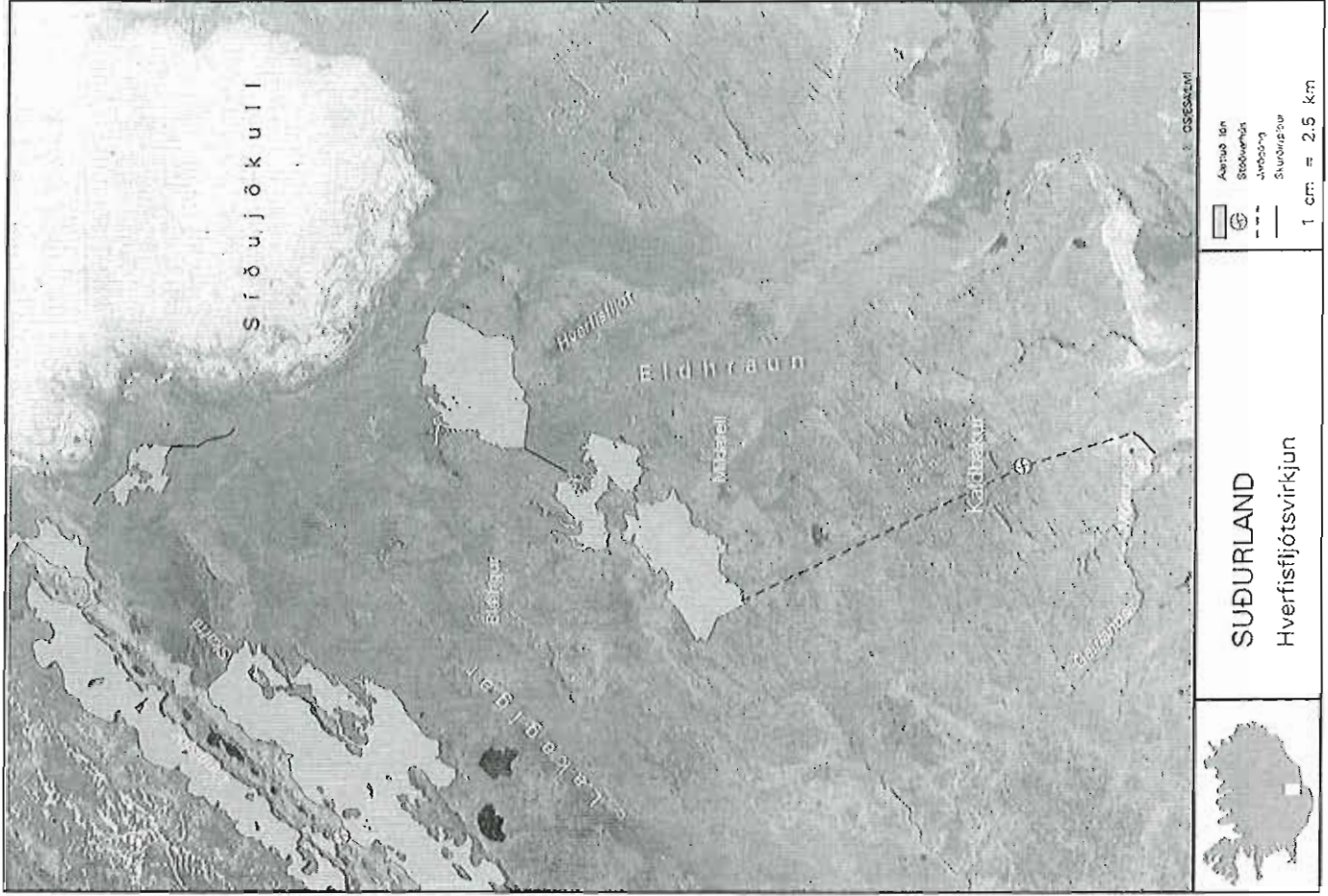
| | | |
|---------------------|------|-------------------|
| Vatnasvið virkjunar | 400 | km ² |
| Meðalrennsli | 35 | m ³ /s |
| Ársrennsli | 1100 | GJ |
| Stærð íóna | 39 | km ² |
| Miðlun | 400 | GJ |
| Yfirvatnshæð | 540 | m |
| Undirvatnshæð | 40 | m |
| Rennsisorka | 1320 | GW/h/ári |

Rannsóknastaða: Rennisorkustig.

Hagkvæmni: Óþekkt.

Löng rennsliroð er til úr Hverfisfjótí við brú á Þjóðvegi 1 (vfm. 71). Nákvæm staðfræðikort eru til, en að öðru leyti hafa litlar rannsóknir farið fram.

Í Hverfisfjótí eru tveir fossar nefndir í Fossaskrá, Lambhagafoss og foss efst í Bárðarskarði.



SUÐURLAND
Hverfisfjótisvirkjun

Virkjun Skaftár

Ýmsar leiðir eru til að nýta jökulvatnið úr Skaftá. Hér að framan hefur verið gert ráð fyrir að austurkvíslinni verði veitt til Hverfisfjós. Vestari kvíslinni er hægt að veita til Langasjár og miðla henni þar, en hluti af henni rann þangað þar til fyrir um 40 árum síðan. Frá miðlun í Langasjó mætti veita til virkjana í Tungnaá og Þjórsá eða til virkjana í Skaftá. Mynsturætlun þarf til að skera úr um það. Hér verður miðað við að vesturkvíslin verði virkjuð í Skaftá fyrst og síðan með veitu til Tungufjós, eins og frá er greint í næsta kafla.

Virkjun úr Langasjó

Vesturkvíslar yrðu stíflaðar upp í um 667 m y.s. og veitt í Langasjó. Úr Langasjó yrði virkjað með göngum skemmstu leið í Skaftá.

Prepavirkjanir í Skaftá

Miðlunar- og inntakslón yrði mynduð með stíflu í Skaftá við Sveinstind upp í 595-600 m y.s.. Stærð þess yrði við það miðuð að geta miðlað yfirfallsvatni úr Langasjárveitu og hlaupvatni Skaftárhlaupa (allt að 300 GI í hlaupi annað hvert ár). Til fyrri virkjunarinnar yrði líklega veitt í þrýstípípum.

Helstu einkennisstærðir

| | Virkjun úr Langasjó | Prepavirkjun í Skaftá * |
|---------------|----------------------|-------------------------|
| Vatnasvið | 560 km ² | 660 km ² |
| Meðalrennsli | 45 m ³ /s | 50 m ³ /s |
| Ársrennsli | 1400 GI | 1600 GI |
| Stærð lóna | 31 km ² | 60 km ² |
| Miðlun | 400 GI | 250 GI |
| Yfirfallshæð | 667 m | |
| Undirvatnshæð | 595 m | |
| Fallhæð | | 235 m |
| Rennisorka | 240 GWh/ári | 900 GWh/ári |

* Stóra þrepíð er sýnt á mynd með veitu Skaftár til virkjana í Hólmsá og Tungufjóti.

Rannsóknastig: Rennisorkustig.

Hagkvæmni: Líklega í hagkvæmniflokki II-III.

Efni í langa rennislíróð er til (vfm. 70, 166), en samanturðarmælingar nauðsynlegar. Staðfræðikort eru til að hluta, en af umhverfisrannsóknunum má nefna athuganir í Langasjó.

Langisjór er talin í Vatnaskrá Náttúruverndarráðs í hópi stórra stöðuvatna sem þarf athugunar við.



Virkjun Hólmsár, Skaftár og Tungufjólts

Í þessum hugmyndum er gert ráð fyrir að efstu drögum Hólmsár verði veitt yfir á vatnasvið Tungufjólts. Ennifremur er gert ráð fyrir veitu Skaftár, en í fyrri kafla er gerður fyrirvari um að hagkvæmara geti verið að veita meirihluta jökulvatns Skaftár til Tungnaár.

Virkjun Hólmsár til Tungufjólts

Hólmsá yrði stíffuð við Tjaldgilsháls í um 500 m y.s. og veitt ásamt Álftrákvísl í göngum að virkjun neðanjarðar norður af Fosstungum með frátrennsli í Tungufjól.

Virkjun Skaftár og Tungufjólts

Veitt yrði úr Skaftá við ármót Syðri Ófæru í lón á Kálfasléttum, sem yrði mynduð með stíflu í Tungufjól við Réttarfeil upp í um 315 m y.s.. Úr lóninu yrði virkjað í tveimur þrepum; hinu fyrra að 170 m undirvatnshæð, og hinu síðara að 50 m undirvatnshæð.

Helstu einkennisstærðir

| | Virkjun Hólmsár | Virkjanir í Tungufjól | virkjanir án Skaftár* |
|---------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Vatnasvið virkjunar | 150 km ² | 1250 km ² | 700 km ² |
| Meðalrennsli | 15 m ³ /s | 100 m ³ /s | 55 m ³ /s |
| Ársrennsli | 470 Gl | 3100 Gl | 1700 Gl |
| Stærð lóna | 1 km ² | 16 km ² | 16 km ² |
| Miðlun | 0 | 740* Gl | 190 Gl |
| Yfirvatnshæð | 490 m | 315 m | 315 m |
| Undirvatnshæð | 315 m | 50 m | 50 m |
| Rennslisorka | 200 GWh/ári | 1980 GWh/ári | 1000 GWh/ári |

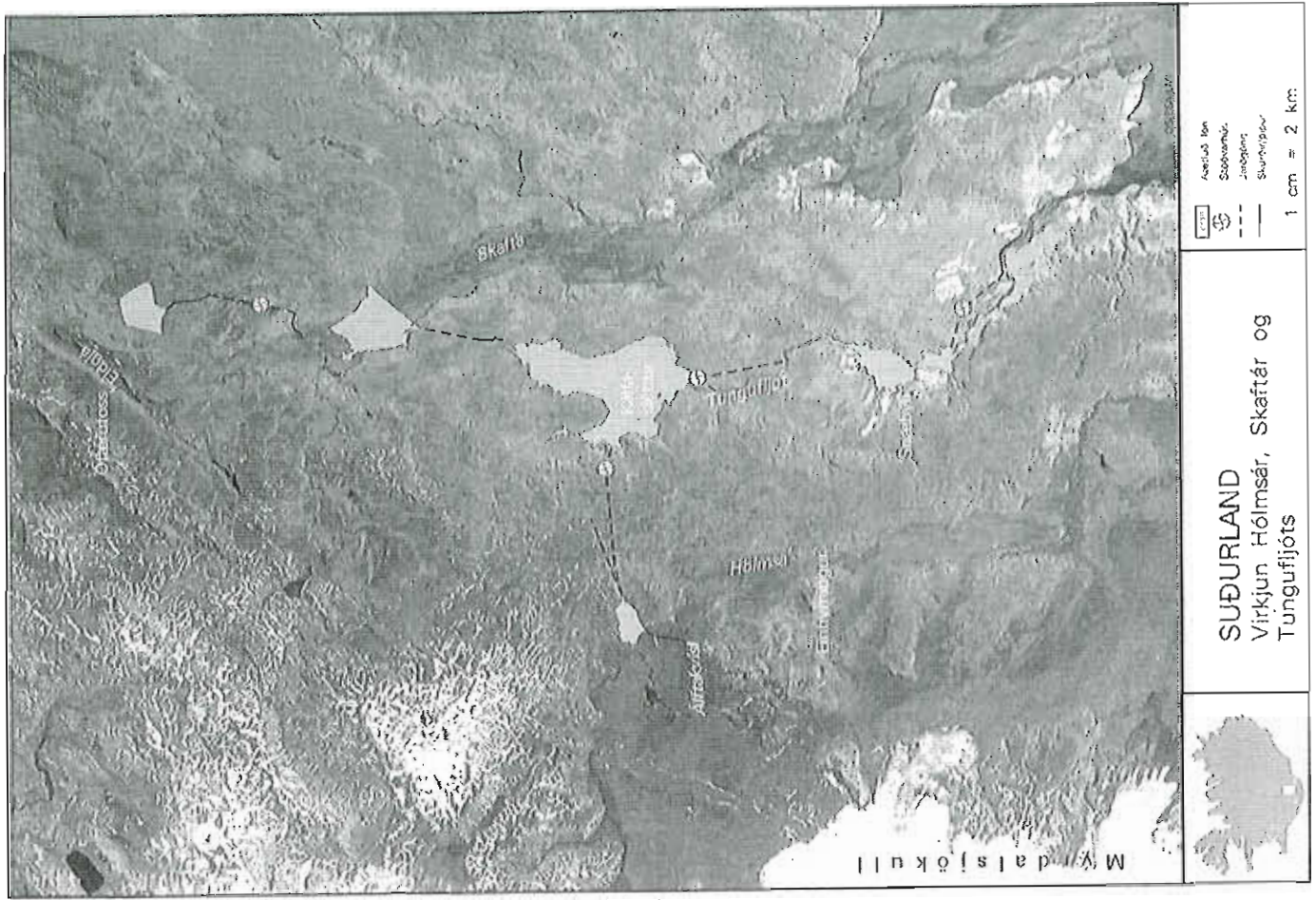
* Auk miðlunar á Kálfasléttum eru miðlanir ofar í Skaftá og Langasjó.

Rannsóknarstaða: Rennslisorkustig.

Hagkvæmni: Líklega í hagkvæmniflokki II-III.

Samanburðarmælingar þarf að gera á afrennsli veitnanna til að greina upp heildarrennsli miðað við mæla. Staðfræðikort eru til og yfirlitsjarðfræðikortlagning ífylllega hafin, en umhverfisrannsóknir engar til.

Hafa þarf í huga nálægð við Friðland að Fjallabaki (Stjórnartíðindi B, nr. 354/1979), og Eldgjá, sem er á Nátturminjaskrá.



SUÐURLAND
Virkjun Hólmsár, Skaftár og
Tungufjólts

Virkjun Markarfljóts

Markarfljót er stíflað ofan Markarfljótsgjúfurs, og þar myndað inntaks- og miðlunarlón fyrir virkjun sem er áætluð með göngum að stöðvarhúsi við Markarfljót ofan Einhyrningsflata, eða Gilsá (Markarfljótsvirkjun). Einnig er möguleiki á miðlun á Launfljóti ofan Fljótsgils, og virkjun niður í inntaks- og miðlunarlón Markarfljótsvirkjunar (Sátuvirkjun).

Helstu einkennisstærðir

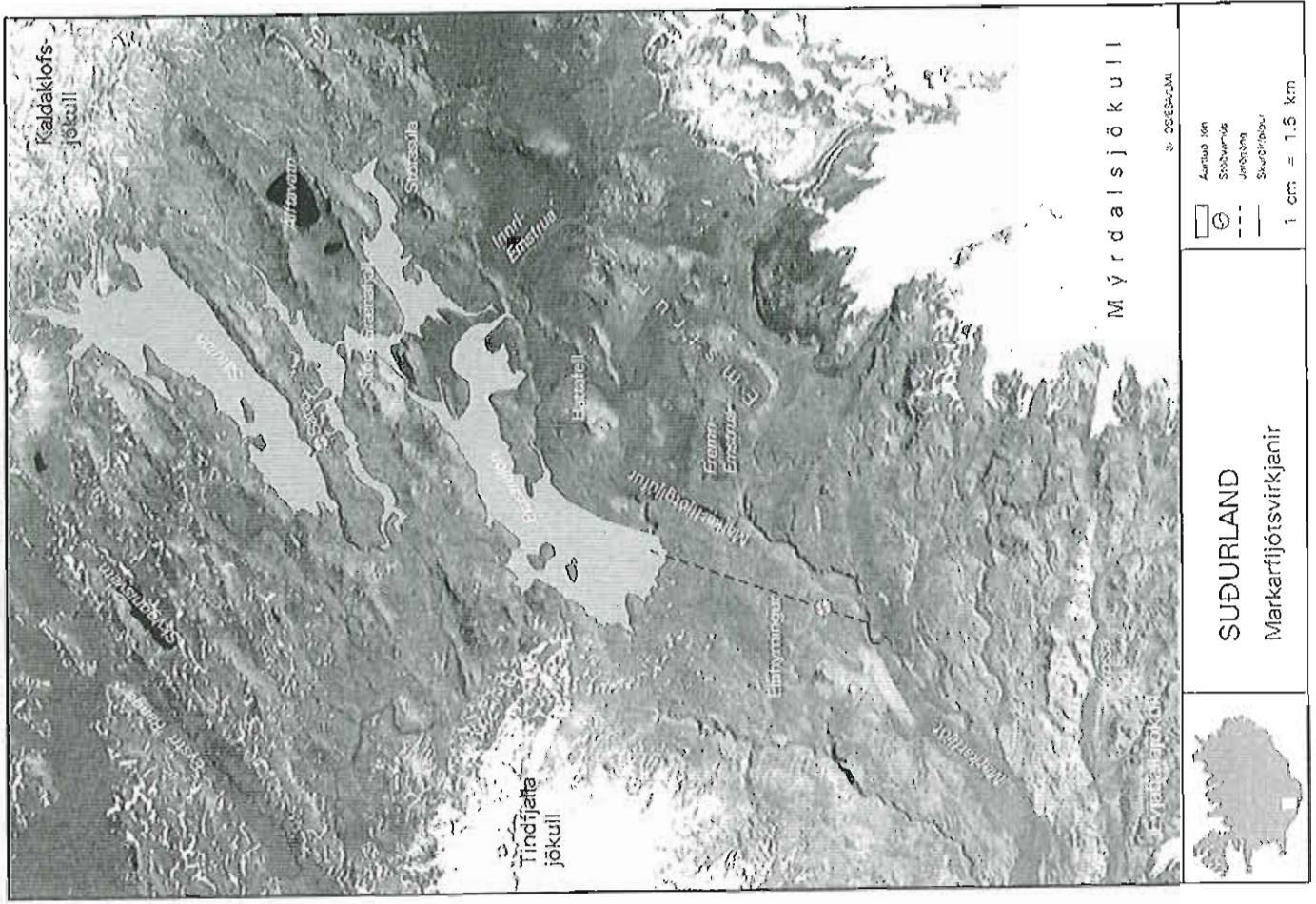
| | Markarfljótsvirkjun | Sátuvirkjun |
|---------------|--------------------------|-------------------------|
| Vatnasvið | 530 km ² | 160 km ² |
| Meðalrennsli | 38 m ³ /s | 12 m ³ /s |
| Ársrennsli | 1200 Gl | 380 Gl |
| Stærð lóna | 20 km ² | 13 km ² |
| Miðlun | 350 Gl | 230 Gl |
| Yfirfallshæð | 500 m | 593 m |
| Undirvatnshæð | 260 m | 500 m |
| Rennisorka | 600 GW ^h /ári | 85 GW ^h /ári |

Rannsóknastig: Rennisorku-/forathugunarstig.

Hagkvæmni: Líklega í hagkvæmniflokki II-III.

Rennislið um 10 ár (vhm. 218). Staðfræðikort eru til, og yfirflitsjardfræðikortlagning af lónsstæðum, en vantar á jarðgangaleið. Umhverfisrannsóknir eru takmarkaðar.

Stutt er í fríland að Fjallabaki (Sjómartíðindi B, nr. 354/1979). Neðan miðlunarlóns er Markarfljótsgjúfur, langt og djúpt gjúfur sem er myndað af jökulhlaupum úr Mýrdalsjökli. Á þessu svæði eru víðar skýr ummerki stórfloða. Miklir sethjallar eru á Emstrum. Gróður er fremur lífúll í lónstæðunum.



Virkjanir í Rangánunum

Virkjanir í Eystri Rangá

Virkjuð í tveimur til þremur þrepum. Efta þrepíð yrði við eyðibýlið Foss (yfirvatn 220 m, undirvatn 180 m), miðþrepíð yrði rétt ofan við Keldnalæk, og Fiská veitt í inntakslónið (yfirv. 100 m, undirv. 80 m). Neðsta þrepíð við Tungufoss (yfirv. 80 m, undirvatn 50 m). Inntakslónin yrðu nánast í farveginum og líklega engin miðlun. Í mestu þrepaskiptingu yrðu stöðvarhús í stíflunum með frárennslisskurðum. Neðstu þrepin yrðu hugsanlega sameinuð (yfirv. 120 m, undirv. 50 m) og veitt í pípum til virkjunar. Fyrirkomulag virkjana yrði líklega hæð möguleikum á að nýta lindáinnrennslið sem best.

Virkjanir í Ytri Rangá

Fjögur þrep með u.þ.b. 10-20 m falli í hverju virðast koma til álita. Hið efsta við bæinn Svínhaga (100 m y.s.). Næstefsta um 1,5 km ofan við Geldingalæk (80 m y.s.) með hugsanlega allt að 17 km² inntaks- og miðlunarlóni til að draga úr rennissveiflum og miðla innan dagsins. Hin þrepin eru við Árbæjarfoss og Ægissíðuþfoss. Að undan- skildu næstefsta þrepinu yrðu inntakslónin að mestu í farveginum, stöðvarhús í stíflunum og frárennslisskurðir.

Helstu einkennisstærðir

| | Virkjanir í E-Rangá | Virkjanir í Y-Rangá |
|---------------|----------------------|----------------------|
| Vanasvið* | 470 km ² | 890 km ² |
| Meðalrennsli* | 24 m ³ /s | 50 m ³ /s |
| Ársrennsli | 630 Gl | 1580 Gl |
| Stærð lóna | 1 km ² | 17 km ² |
| Miðlun | 1 Gl | 20 Gl |
| Fallhæð alls | 100 m | 70 m |
| Rennisorka | 150 GWh/ári | 270 GWh/ári |

* Miðað við Tungufoss að viðbættri Fiská í E-Rangá, og Árbæjarfoss í Y-Rangá.

Rannsóknastig: Rennisorkustig.
Hagkvæmni: Óþekkt.

Langar rennslistaðir eru til (vbm. 59 og 60), en nánast engar aðrar rannsóknir hafa verið gerðar.

Nokkrir fossar í báðum ánum eru í Fossaskrá Náttúruverndarráðs, en enginn þeirra meðal hinna verndarverðu. Lax- og silungsvéiði er nokkur í ánum, og vaxandi í kjölfar ræktunar.



Virkjanir í Efri Þjórsá

Í Þjórsá ofan ármóta við Tungnaá hafa verið kannaðar ýmsar leiðir til virkjunar. Möguleikar á miðlun eru takmarkaðir vegna friðunar Þjórsárvera, og því beinast sjónir m.a. að möguleikum á að nýta betur Þórisvatn sem miðlun. Valið stendur einna helst um virkjun með göngum niður að Sultartangalóni, eða veitu með göngum til Þórisvatns.

Gangavirkjun í Þjórsá

Aðrennslisgöng frá Norðlingaöldumiðlun, niður fyrir Innri-Hnappöldu, stöðvarhús neðanjarðar í Glúfurleit, og frárennli að Sultartangalóni. Veitur með miðlunum frá þverráð vestan árinnar.

Veita til Þórisvatns

Veitt frá Norðlingaöldu með göngum að Sauðafellslóni. Viðbótarrymi fyrir vatn úr Þjórsá í Þórisvatni skapast með 250-350 GI miðlun í Köldukvísl við Syðri Hágöngu, og dýpkun úttaks úr Þórisvatni til Vánsfellsvirkjunar.

Helstu einkennisstærðir

| | Ganga- virkjun | Veitu- virkjun |
|---------------------|----------------------|----------------------|
| Vátnasvið virkjunar | 1220 km ² | 1170 km ² |
| Meðalrennslí | 79 m ³ /s | 72 m ³ /s |
| Stærð lóna | 82 km ² | 109 km ² |
| Miðlun | 555 GI | 1300 GI |
| Yfirvatnshæð | 550 m | 563 m |
| Undirvatnshæð | 299 m | 297 m |
| Afl | 220 MW | |
| Orkugeta | 1300 GWh/ári | 900* GWh/ári |

* Til orkugetu reiknast stækkun allra virkjana frá Þórisvatni að Sultartangavirkjun, og hagkvæmni m.a. með betri nýtingu á uppsettu afli í Sigöldu- og Hrauneyjafossvirkjun (900GWh/ári), og með meira og hagkvæmara afli í Vánsfells og Búðarhálsvirkjun, samtals um 1500 GWh/ári.

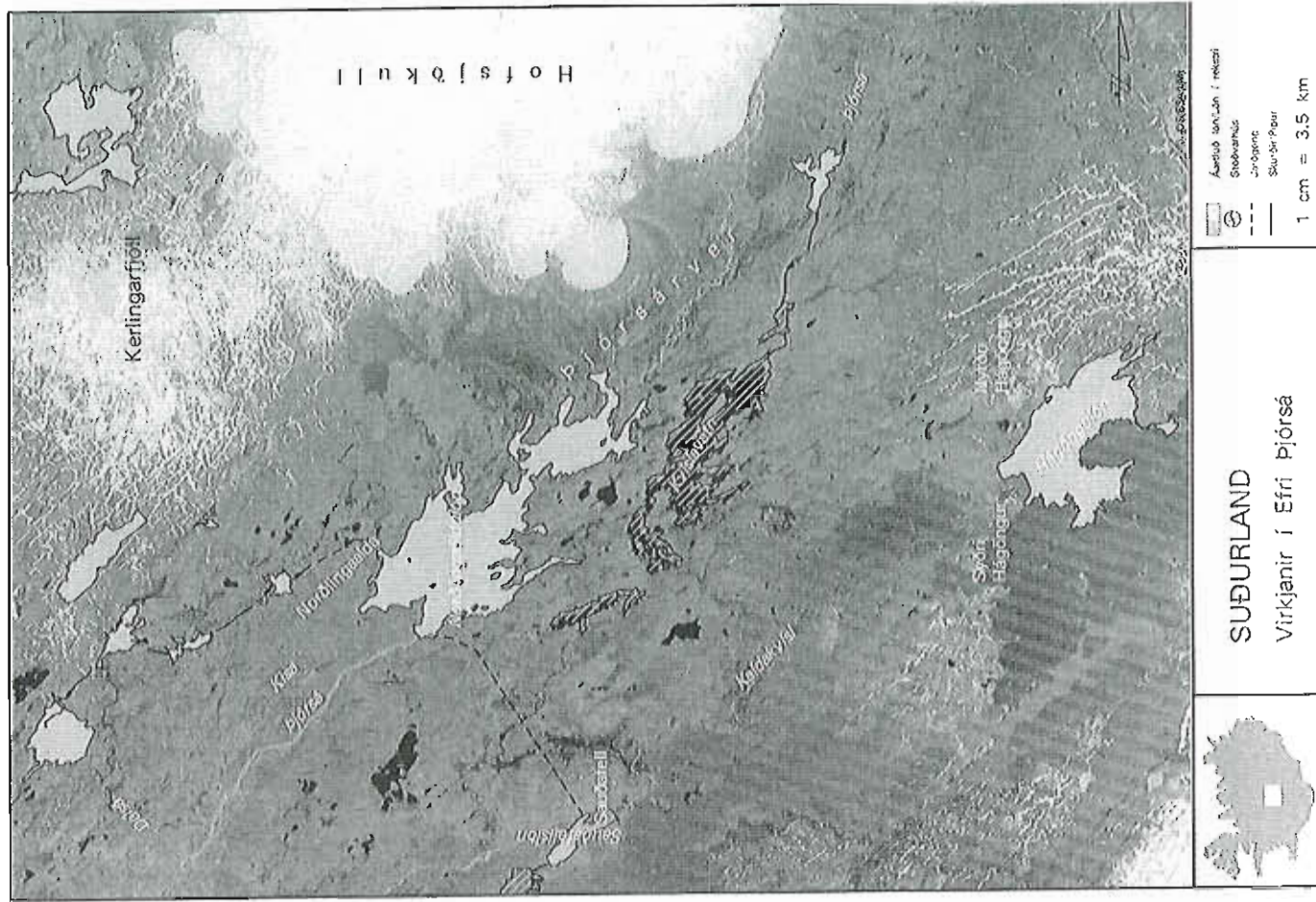
Rannsóknastaða: Frumhönnunarstig.

Hagkvæmni: Gangavirkjun; hagkvæmniflokkur II. Veituvirkjun; hagkvæmniflokkur I.

Rennslí er vel þekkt, og öllum grunarannsóknum lokið.

Þjórsárver eru friðland (Stjórnartíðindi B, nr. 507/1987), en lón ofan Norðlingaöldu í 581 m y.s. er leyfilegt sýni rannsóknir að náttúruverndargildi þeirra rými ekki óhóflega við stíflun, að mati Náttúruverndarráðs. Þjórsárver eru á Ramsarskránni. Vatn mun minnka umtalsvert á Dýnk, Gljúfurleitarfossi og Kjálkaversfossi (Hvanngiljafoss), sem allir eru í Fossaskrá Náttúruverndarráðs; Dýnkur í 2. flokki.

Möguleikar eru á virkjun frá Hágöngulóni, sem gæti orðið allt að 150 GWh/ári.



Virkjanir í Tungnaá og Köldukvísl

Vatnsfallsvirkjun

Virkjun á fallinu frá Þórisvatni að Krókslóni, inntakslóni Sigölduvirkjunar.

Búðarhálsvirkjun

Kaldakvísl stífluð upp í undirvatnshæð Hrauneyjafossvirkjunar rétt neðan við mót frárennisskurðar og Köldukvíslar. Stöðvarhús við stífluna og frárennissigöng í gegnum Búðarháls til Sultartangalóns.

Bjallavirkjun

Tungnaá er veitt í hvílt í móbergsmýndunina á norðurbakka árinna og með þrýstisþspum að Krókslóni. Hún yrði líklega gerð í tengslum við miðlun í Tungnaá, Stórasjáv-armiðlun. Henni hefur í gömlum áætlunum verið eignuð um 280 GWh orkuaukning í virkjunum neðar í vatnakertinu.

Helstu einkennisstærðir

| | Vatnsfalls- virkjun | Búðarháls- virkjun | Bjalla- virkjun |
|---------------------|------------------------|-----------------------|----------------------|
| Vatnasvið virkjunar | 3600 km ² | 5400 km ² | 1380 km ² |
| Meðalrennsli | 126 m ³ /s | 200 m ³ /s | 76 m ³ /s |
| Stærð lóna | * | 6 km ² | 60 km ² |
| Miðlun | 2600 GI | 3400 GI | 800 GI |
| Yfirvatnshæð | 563 m | 338 m | 560 m |
| Undirvatnshæð | 497 m | 297 m | 505 m |
| Afl | 150 MW | 130 MW | 70 MW |
| Orkugeta | 900 GWh/ári | 730 GWh/ári | 430 GWh/ári |

* Í þessum áætlunum er ekki gert ráð fyrir hækkun í Þórisvatni.

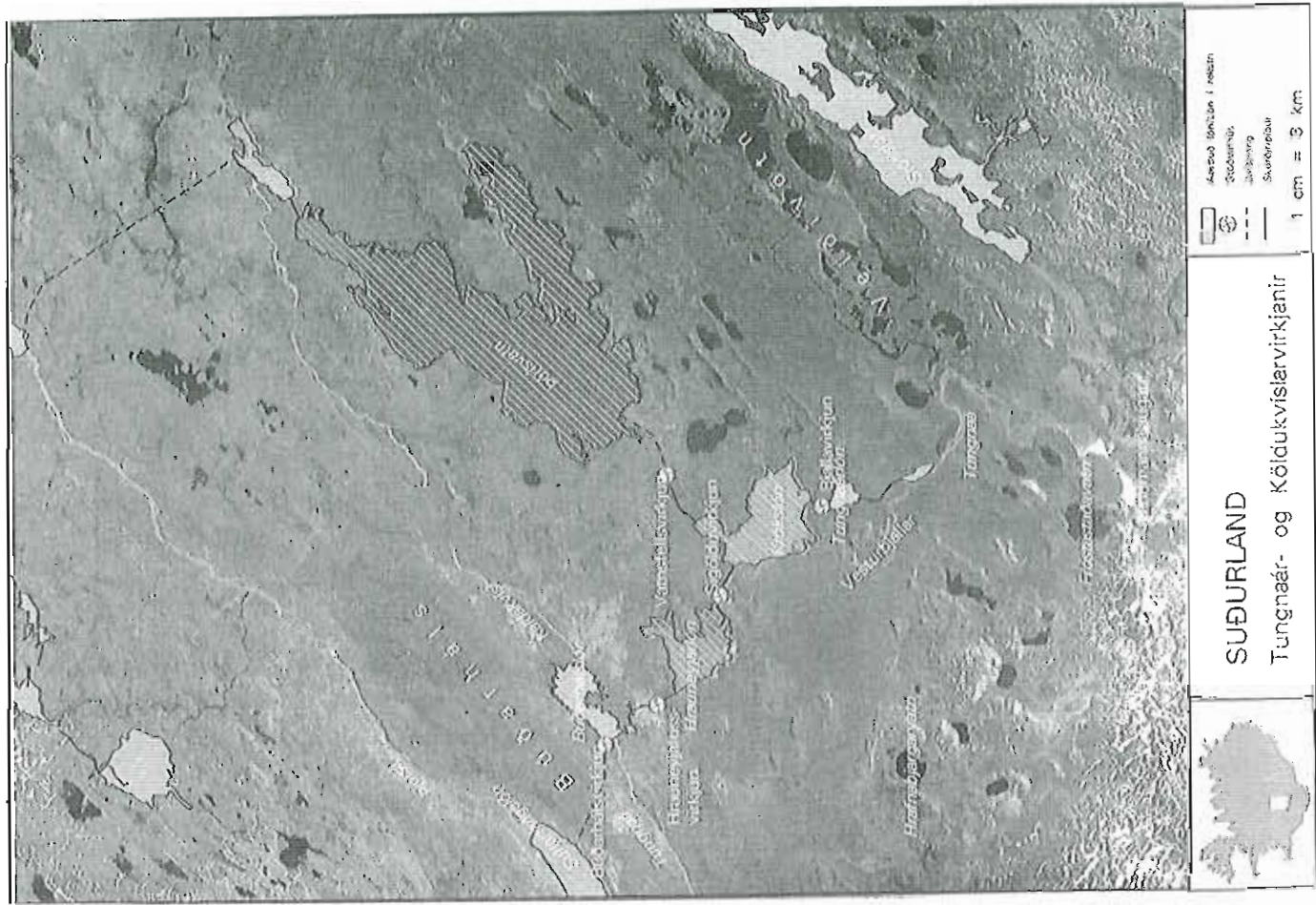
Rannsóknastaða: Verkhönnunar-/forathugunarstig.

Hagkvæmni: Vatnsfalls- og Búðarhálsvirkjun eru í hagkvæmniflokki II, en Bjallavirkjun í hagkvæmniflokki III.

Fyrirnefndu virkjanirnar eru á verkhönnunarstigi, en flestum grunnrannsóknnum er ólökkið við Bjallavirkjun, m.a. umhverfisrannsóknnum vegna Tungnaáríóns. Heimilt er að stækka bæði Sigöldu- og Hrauneyjafossvirkjun (Stjórnartíðindi A, nr. 60/1981).

Á þessu svæði er ekkert í vemdarskrám Náttúruverndarráðs, nema Veidivötn, en mögulegt er að rennsli aukist lítillega í nokkrum vötnum við hækkun í Tungnaá.

Fyrir í Tungnaá eru Sigölduvirkjun, tekin í notkun 1977/78 (150 MW) og Hrauneyjafossvirkjun, tekin í notkun 1981/82 (210 MW). Þær skiluðu samtals 1535 GWh árið 1993. Þórisvatnsmiðlun (1300 GI) var tekin í notkun 1971, og Kvíslaveita á árunum 1980-86. Með veitu úr Þjórsá er áætlað að þessar virkjanir bæti við sig um 900 GWh/ári.



Virkjanir í miðhluta Þjórsár

Sultartangavirkjun

Virkjun með göngum úr Sultartangalóni gegnum Sandafell. Stöðvarhús neðanjarðar sunnan undir Sandafelli og 7,2 km frárennissliskurður meðfram Þjórsá að vestan niður að Bjarnalóni.

Stækkun Búrfellsvirkjunar

Ný virkjun (Búrfellsvirkjun II) er áformuð austan undir Búrfelli, og nýtir sama inn-takslón og Búrfellsvirkjun (I).

Helstu einkennisstærðir

| | Sultartanga- virkjun | Búrfells- virkjun II |
|---------------------|-------------------------|-------------------------|
| Vatnasvið virkjunar | 6320 km ² | 6400 km ² |
| Meðalrennsli | 304 m ³ /s | 310 m ³ /s |
| Stærð lóna | 20 km ² | 1 km ² |
| Miðlun | 3500 GI | 3500 GI |
| Yfirvatnshæð | 297 m | 245 m |
| Undirvatnshæð | 250 m | 126 m |
| Afl | 150 MW | 100 MW |
| Orkugeta | 900 GWh/ári | 600 GWh/ári |

Rannsóknastaða: Verkhönnunarstig.

Hagkvæmni: Sultartangavirkjun er í hagkvæmniflokki II. Búrfellsvirkjun II, ásamt lokaáfangi Kvíslaveitu og stækkun Þórisvatnsmiðlunar gefur orku í hagkvæmniflokki I.

Heimildalög hafa verið samþykkt fyrir báða þessa virkjunarstaði og stækkun Kvíslaveitu og Þórisvatnsmiðlunar (Stjórnartíðindi A, nr. 60/1981, og nr. 70/1990).

Þær virkjanir, sem hér eru taldar eru nær óháðar því hvernig Efri Þjórsá er virkjuð. Hins vegar hefur aukning í orkugetu vegna stækkunar Kvíslaveitu og Þórisvatnsmiðlunar til hægðarauka verið bætt á stækkun Búrfellsvirkjunar.

Búrfellsvirkjun var tekin í notkun 1969-'72 (210 MW). Hún skilaði um 1650 GWh árið 1991.



Virkjanir í Neðri Þjórsá

Urríðafossvirkjun

Þjórsá er stífluð um 1 km ofan Þjórsárbrúar og upp með vesturbakkanum nokkuð upp fyrir Skeiðháholt. Aðrennissliskurður (2,5 km) um Kolvatnsmýri austan við Þjórsártún að stöðvarhúsi við Kálfholt og tæplega 5 km frárennissliskurður út í Þjórsá á mótis við Mjósyndi.

Búða- og Hestfossvirkjun

Þjórsá er stífluð á eyrum rétt neðan við Nautavað á milli Vindásness og Þjórsárhólts. Gert er ráð fyrir yfirfalli austan við árfarveginn. Í fyrri áfanga er virkjað niður í Árneskvísl en í síðari frá stíflu neðarlega í kvíslinni með frárennissliskurð út í Þjórsá.

Núpsvirkjun

Þjórsá er stífluð um 500 m ofan Viðeyjar. Yfirfall er ráðgert á hrauninu austan ár. Stöðvarhús er sambyggt stíflunni, og frárennissliskurður í árfarvegnum niður fyrir Ölmóðsey.

Helstu einkennisstærðir

| | Urríðafossvirkjun | Búða- og Hestfossv. | Núpsvirkjun |
|---------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Vatnasvið virkjunar | 7200 km ² | 7000 km ² | 6900 km ² |
| Virkjað rennsli | 330 m ³ /s | 320 m ³ /s | 320 m ³ /s |
| Stærð lóna | 9 km ² | 13 km ² | 4 km ² |
| Miðlun | 3500 GI | 3500 GI | 3500 GI |
| Yfirvatnshæð | 51 m | 88 m | 116 m |
| Undirvatnshæð | 7 m | 53 m | 88 m |
| Afl | 157 MW | 122 MW | 94 MW |
| Orkugeta | 980 GWh/ári | 780 GWh/ári | 580 GWh/ári |

Rannsóknastaða: Forathugunarstig.

Hagkvæmni: Núps- og Urríðafossvirkjun eru í hagkvæmniflokki II, en Búða- og Hestfossvirkjun í hagkvæmniflokki III.

Athuga þarf möguleika á að virkja í einu lagi frá Núpi að Urríðafossvirkjun.

Rennsli er mjög vel ákvarðað til virkjunarinnar með mælingum á rennsli um Búr-fellsvirkjun og mælum við Sandafell (vfm. 97) og Urríðafoss (vfm. 30). Nákvæm staðfræðikort eru til og nokkuð ítarlegar jarðfræðirannsóknir vardaandi flest mannvirki. Umhverfissannsóknir hafa ekki farið fram, og um fremur litla landhotkun er að ræða.

Allir fossarnir þrjú sem hverfa að mestu við virkjun eru nefndir í Fossaskrá Náttúruverndarráðs, en enginn settur í verndarflokk. Milli kvísla í Þjórsá við Árnes var gamall þingstaður, og þar eru fornminjar. Lax veiðist í net neðan við Urríðafoss og á stöng í Kálfi. Laxastigi hefur verið settur í Búðafoss.



Efri Hvítá, eldri áætlanir

Eldri hugmyndir um virkjun efri hluta Hvítár geta staðið sem dæmi um það hvernig ná megí sem mestri orku úr vatnsfallinu á sem hagkvæmastan hátt, óháð öðrum sjónarmiðum um nýtingu svæðisins í vöðasta skilningi.

Gert var ráð fyrir allt að 1000 GI miðlum í Hvítárvatni með yfirfallshæð 437 m y.s. (stækkun úr 30 í 84 km²). Efstá virkjun í öllum tilhögunum var við Ábóta í miðlunarsstífunni (39 MW). Þaðan voru gerðar áætlanir um fjórar mismunandi tilhaganir (I-IV).

Tilhögun I

Lón með stíflu í Sandá við Sandárungu (Sandarlón), veita í skurðum og smáuppi-stöðum að Stóraveri. Þaðan í göngum að Stóru Laxá og áfram að Litlu Laxá, með virkjun neðanjarðar og frárennslisgöngum að Haukholti (372-73 m).

Tilhögun II

Virkjun frá Sandarlóni niður í Hvíta SA undir Bláfelli (390-285 m). Virkjun frá lóni við Búðará niður fyrir Gullfoss með stöðvarhús neðanjarðar í Tungufelli og frárennslisgöng að Nautavík við Hvítá (235-114 m). Virkjun við Haukholt (114-73 m).

Tilhögun III

Sú sama og II, nema fallinu um Gullfoss sleppt.

Tilhögun IV

Eins og tilhögun I að enda Stóraversskurðar, en þaðan í virkjun niður að Gullfossi (390-203 m).

Samanburður, skv. áætlun frá 1975

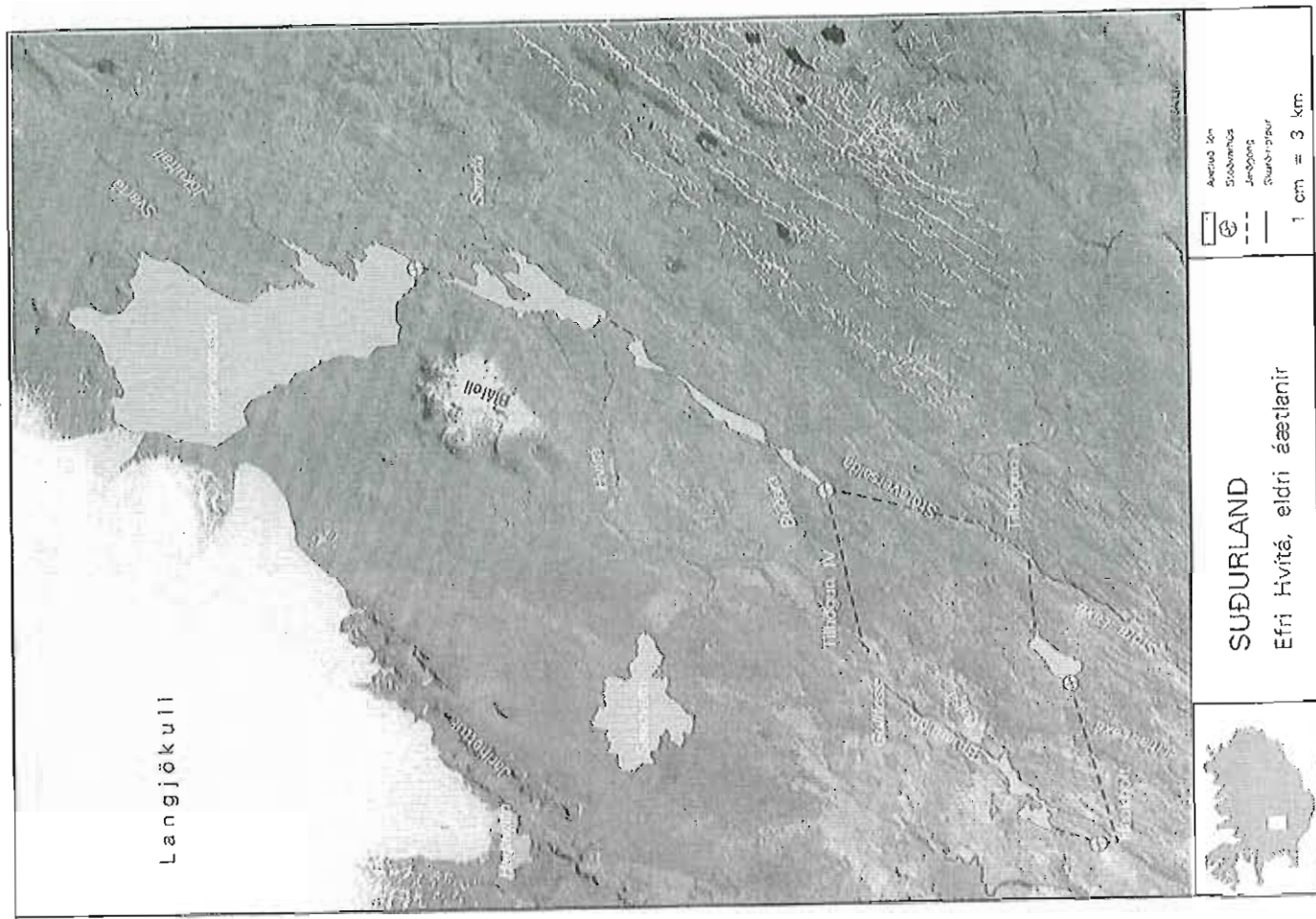
| Tilhögun | I | II | III | IV |
|---------------------|------|------|------|------|
| Orkugeta (GWh/ári) | 2480 | 2360 | 1210 | 1740 |
| Afl (MW) | 407 | 387 | 199 | 286 |
| Hlutfallslegt afl | 100 | 95 | 49 | 70 |
| Hlutf.l. orkukostn. | 100 | 103 | 112 | 112 |

Rannsóknastig: Forathugunarstig.

Hagkvæmni: Hagkvæmniflokkur II.

Innbyrðis samanburður sýnir að það kostar a.m.k. 30% í minni orkugetu, og u.þ.b. 10% í hærri kostnaði á orkueiningu ef fallinu um Gullfoss er sleppt.

Gullfoss og Hvítárgljúfur er friðland (Stjórnartíðindi B, nr.141/1979), og austurbakki Hvítárgljúfurs nokkra km inn fyrir foss er á Náttúruminjaskrá. Nokkru neðar eru Brúarhið, einnig á Náttúruminjaskrá, sem og Hvítárvatn, Hvítárnes ásamt Fróðárdölum. Á þessu svæði má benda á merkilega tilraun með friðun lands í Tjarnheiði við vatnið. Í Fornminjaskrá eru rústir eyðibýlis á Hvítárnesi.



SUÐURLAND

Efri Hvítá, eldri áætlanir

Nýjar áætlanir um virkjun Efri Hvítár

Æskilegt er að setja fram áætlanir, sem hlífa verndarverðum náttúruaudi svæðisins. Talið er að 500-600 GI miðlun yrði ásettanleg miðað við líflegan markað, sem þessar virkjanir kæmu inn á. Með því að ná allt að 270 GI miðlun í Jökulfalli nægir 250-350 GI miðlun í Hvítárvatni, sem fengist með um 15 m niðurdrætti. Að öðru leyti er eftirfarandi virkjunarleið sambærileg við tilhögun III í eldri áætlunum, þar sem virkjun við Gullfoss var sleppt.

Bláfellsvirkjun

Hvítá er stífluð ofan við Ábóta og Sandá veitt til Hvítarvatns. Niðurdráttur í vatniou til miðlunar fengist með 15 m djúpum skurði inn í vatnið. Veitt með göngum gegnum Bláfell að virkjun neðanjarðar í Fremstaveri með 3 km frárennisskurði út í Hvítá í 255-260 m y.s.

Hvítárvirkjun

Hvítá er stífluð við Þjófaness upp í 255 m y.s. og veitt í lífið inntakslón í Búðará. Þaðan með göngum að virkjun neðanjarðar við Miðgilsflatar ofan við Gullfoss með frárennslí í hléi við sjónlínum við Gullfoss. (Virkjun áfram í göngum framhjá Gullfossi gæfi um 600 GWh/ári til viðbótar).

Helstu einkennisstærðir

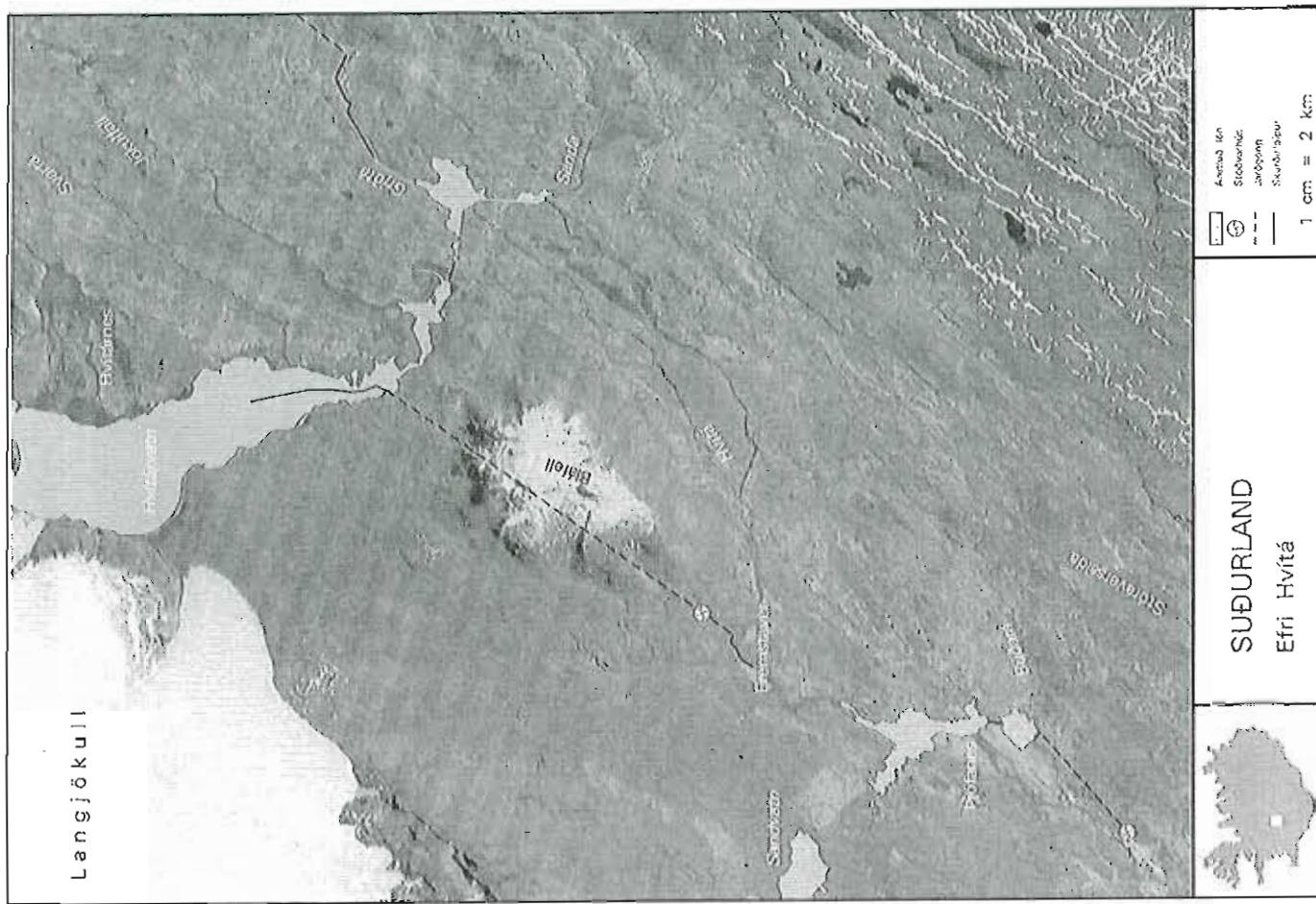
| | Bláfells- virkjun | Hvítár- virkjun |
|---------------------|----------------------|-----------------------|
| Vannasvið virkjunar | 1630* | 2200 km ² |
| Meðalrennslí | 80 m ³ /s | 100 m ³ /s |
| Stærð lóna | 35 km ² | 5 km ² |
| Miðlun | 550 GI | 800 GI |
| Yfirvatnshæð | 420 m | 255 m |
| Undirvatnshæð | 260 m | 200 m |
| Afl | 140 MW | |
| Orkugeta | | |
| Rennslisorka | 840 GWh/ári | 420 GWh/ári |

* Miðast við vhm. 111 í Fremstaveri

Rannsóknastaða: Rennslisorku-/forathugunarstig.
Hagkvæmni: Hagkvæmniflokkur II-III.

Langar rennslisráðir eru til úr Hvítá (vhm. 57 og 111), og mælir er í Jökulfalli (vhm. 237). Bæta þarf við staðfræðikortum austan við Hvítárvatn og við Sandá. Litlu þarf að bæta við í jarðfræðirannsóknunum, til er gróðurfaraskönnun frá Hvítárnesi, en umhverfismál þessara tilhagana þarf að skoða sérstaklega.

Í öllum tilvikum er gert ráð fyrir að stífla Sandvatn, þannig að stýra megi rennslí Sandár eftir þörfum, meðal annars til miðlunar.



Virkjanir tengdar Efri Hvítá

Virkjun í Jökulfalli

Jökulfallið má stífla um 1 km innan við Gígjarfoss, og Blákvísl norður af Hnappöldu, og mynda lón á aurum árinna og í svonefndum Blágnjúpuverum. Athugaðar voru tvær leiðir til virkjunar; virkjun með alls 20 km göngum, og frárennisskurði í Grjóta eða Jökulfalli í yfirfallshæð Hvítárvatns, eða virkjun með styttri göngum niður í Jökulfalli beint vestur af lóninu (525 m y.s.). Reynist fyrri leiðin ófær, en hún er sennilega hagkvæmari, yrdi gripið til hinnar síðarnefndu, og viðbótavirkjun í farvegi Jökulfallsins.

Helstu einkennisstærðir

| | Virkjun í Jökulfalli |
|---------------------|----------------------|
| Vatnasvið virkjunar | 320 km ² |
| Meðalrennsli | 24 m ³ /s |
| Arsrennsli | 750 Gl/ári |
| Stærð lóna | 24 km ² |
| Miðlun | 270 Gl |
| Yfirvatnshæð | 682 m |
| Undirvatnshæð | 422 m |
| Afl | 67 MW |
| Rennslisorka | 480 GWh/ári |

Rannsóknarstig: Rennslisorku-/forathugunarstig.

Hagkvæmni: Virkjun Jökulfalls er talin vera í hagkvæmniflokki III.

Vatnshæðarmælir (237) hefur verið starfræktur í fáein ár. Staðfræðikort eru til, og þó nokkrar athuganir á jarðfræði. Talsverðar upplýsingar eru til um gróðurfar í Blágnjúpuveri.

Kerlingarfjöll eru á Náttúruvinnjaskrá Náttúruverndarráðs, en þar er stefnt að fríðun annarra náttúruverðmæta en þeirra er virkjunin hefur áhrif á.



Virkjanir tengdar Efri Hvítá

Virkjun úr Hagavatni

Gert er ráð fyrir að hækka í Hagavatni um allt að 20 m, og yrði vatnið þá heldur minna en það hefur orðið stærst. Stíflur yrðu bæði við nýja útfallið og hið gamla. Vatninu veitt í þspum að stóvarhúsi við gamla farveginn, og frárennisskurður niður í Farið við Einifell.

Helstu einkennisstærðir

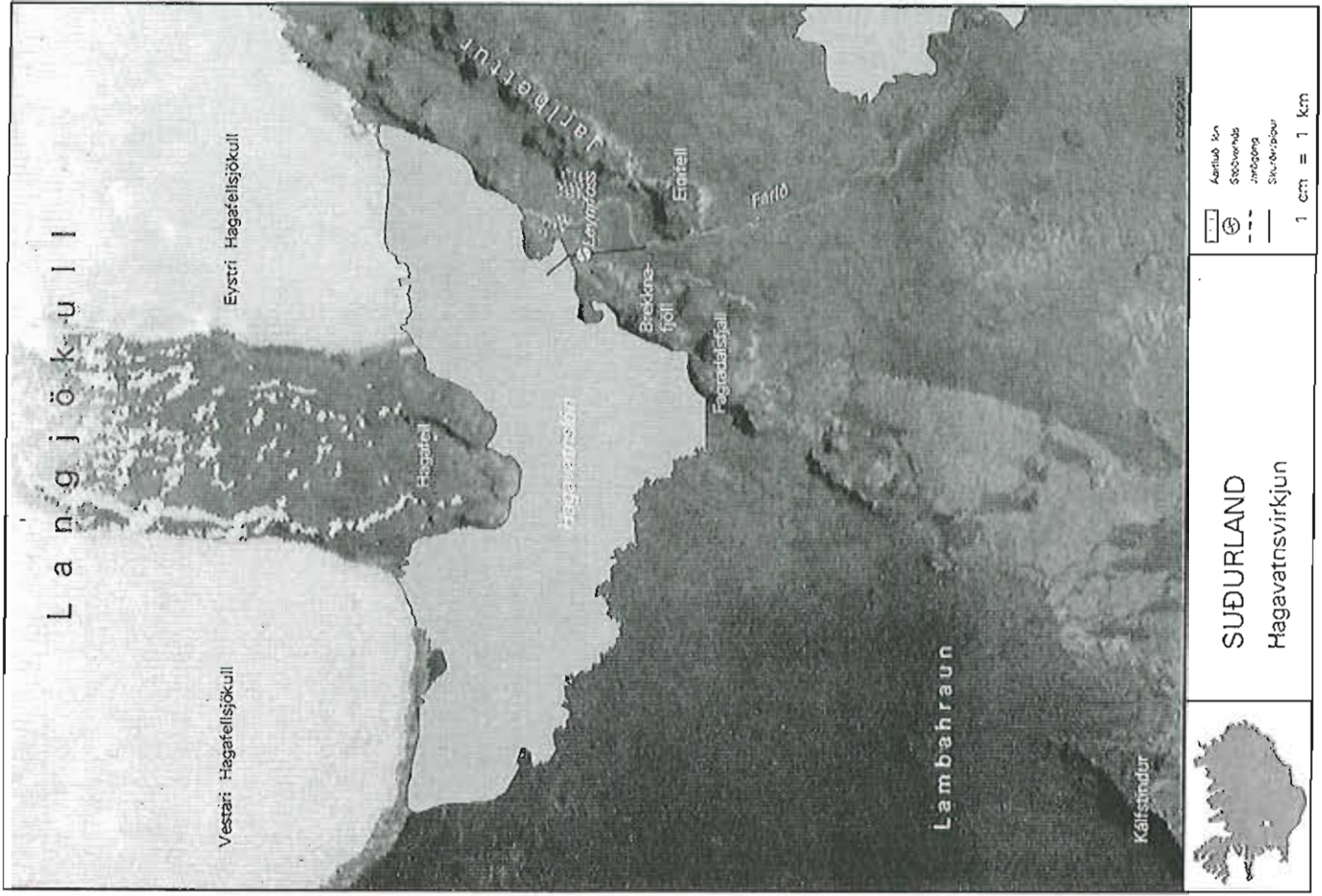
| | Virkjun úr Hagavatni |
|---------------------|-------------------------|
| Vatnasvið virkjunar | 350 km ² |
| Meðalrennsli | 15 m ³ /s |
| Ársrennsli | 470 Gl/ári |
| Stærð lóna | 27 km ² |
| Miðlun | 250 Gl |
| Yfirvatnshæð | 455 m |
| Undirvatnshæð | 335 m |
| Rennsisorka | 110 GWh/ári |

Rannsóknarstig: Rennisorkustig.

Hagkvæmni: Óþekkt.

Áætlun um meðalrennsli í töflunni er í engu samræmi við stærð vatnasviðs, en hún byggist á nokkrum stökum rennismælingum, sem eru til bæði frá sumri og vetri. Þær benda til að talsvert vatn leki til nálægra vatnasviða, þ.e. til Tungufjóts og e.t.v. til Brúarár. Vatnshæðarmælir (281) var settur í ána 1993, og auk reksturs hans kann að vera nauðsynlegt að mæla grunnvatn til að fá úr þessu skorið.

Staðfræðikort eru til, en hvorki jarðfræði- eða umhverfisrannsóknir hafa enn farið fram.



Stóra Laxá

Gert er ráð fyrir að Stóra Laxá yrði virkjuð í tveimur þrepum.

Efra þrep

Stóra Laxá yrði stífluð við Tangaver í 450 m y.s.. Leirá yrði veitt í lónið með göngum og skurði, alls um 3 km. Neðan lónsins norður af Stórá yrði Stóra Laxá stífluð í 435 m y.s., og þar myndað inntaks- og miðlunarlón (Illaverslón) fyrir virkjun með göngum að stöðvarhúsi neðanjarðar og fráveitu til Stóru Laxár í Hrunakrók.

Neðra þrep

Stóra Laxá yrði stífluð rétt ofan við bæinn Laxárdal upp í 190 m y.s., með stöðvarhúsi í stíflunni og frárennisskurð niður í um 90 m y.s.

Helstu einkennisstærðir

| | Efra þrep | Neðra þrep |
|---------------------|----------------------|----------------------|
| Varnasvið virkjunar | 265 km ² | 420 km ² |
| Meðalrennsli | 12 m ³ /s | 19 m ³ /s |
| Ársrennsli | 380 Gl | 600 Gl |
| Stærð lóna | 6 km ² | 5 km ² |
| Miðlun | 35 Gl | 70* Gl |
| Yfirvatnshæð | 435 m | 190 m |
| Undirvatnshæð | 200 m | 90 m |
| Rennisorka | 120 GWh/ári | 140 GWh/ári |

* Að meðtalinni miðlun efra þreps.

Rannsóknastaða: Rennisorkustig.

Hagkvæmni: Óþekkt.

Enginn rennismælir er í ánni, en sá næsti er í Fossá við Tungufell (vfm. 127). Vatnshæðarmæli þarf að setja í ána til samanburðar við langar raðir frá mismunandi stöðum á vatnasviði Hvítár (sjá fyrri kafla). Staðfræðikort eru til, en rannsóknir að öðru leyti engar.

Talsverð laxveiði er í Stóru Laxá, og eru efstu veiðistaðirnir í Hrunakrók, en þeir færu undir vatn.

Ekkert er í verndarskrám Náttúruverndarráðs á þessu svæði.



Suðurland

Virkjanir í Stóru-Laxá



Lituráttun
Stöðvarhús
Þrep
Skurðarlína

1 cm = 1.5 km

Virkjanir í Tungufjöti, Hvítá við Haukholt og Brúará

Virkjun í Tungufjöti

Gert er ráð fyrir að stífla við Flúðarholt. Líklega yrði pípuveita að stöðvarhúsi neðan við Faxa og frárennisskurður út í Tungufjót.

Virkjun Hvítár við Haukholt

Stífla í Hvítárgjúfrum við bæinn Haukholt, og virkjun í stíflu með frárennisskurð út í Hvítá.

Efstadalsvirkjun í Brúará

Stíflað er 200 m ofan við ármót Hrutár og Brúarár þvert yfir báðar árnar. Frá stíflu er 3 km aðrennisskurður og -pípa að inntaki og stöðvarhúsi í Byrdulágum, 0,7 km NA af bænum Efstadal. Þaðan er um 1 km skurður út í Brúará.

Helstu einkennisstærðir

| | Virkjun við Faxa | Haukholtsvirkjun | Efstadalsvirkjun |
|---------------------|------------------|------------------|------------------|
| Vatnasvið virkjunar | 350* | 2050 | 250 |
| Meðalrennslí | 30 | 130 | 30 |
| Stærð lóna | 11 | 3 | 1 |
| Miðlun | 50 | 800** | 0 |
| Yfirvatnshæð | 90 | 110 | 157 |
| Undirvatnshæð | 55 | 70 | 81 |
| Afl | | 55 | 15 |
| Orkugeta | | 350 | 130 |
| Rennslisorka | 100 | | |

* Erfitt er að meta vatnasvið árinnað eftir veituaðgerðir (sjá að neðan), en vatnasvið Tungufjöts við Faxa með Farinu var metin um 700 km².

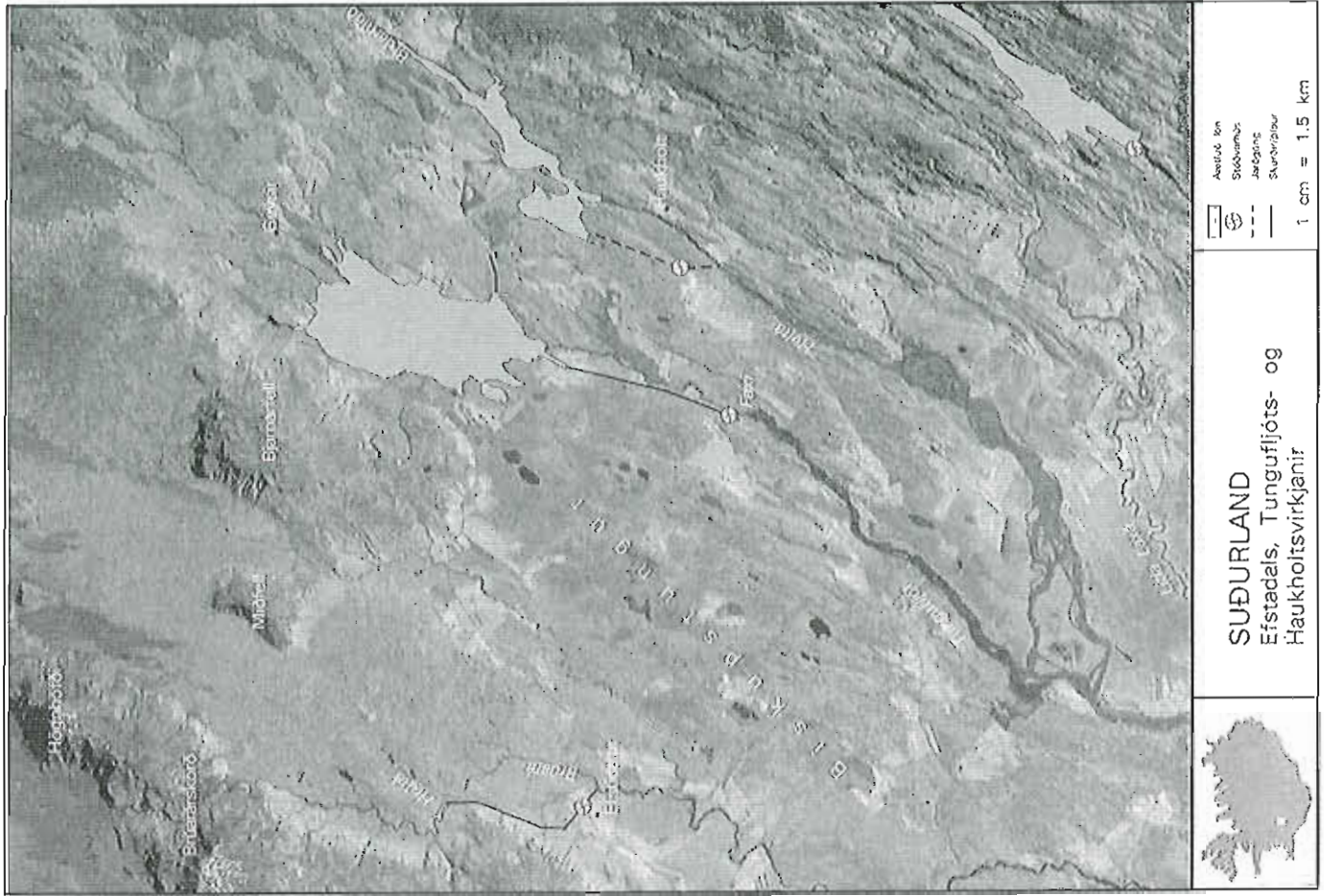
** Miðlanir sem yrðu á vatnasviði árinnað ofan virkjunar.

Rannsóknastada: Rennslisorkustig.

Hagkvæmni: Hagkvæmniflokkur II-III.

Langar rennislíðir eru til í öllum ánum (vhm. 58, 68 og 108). Þó er óljóst um rennslí í Tungufjöti, vegna nýlegrar stíflu í Sandvatni, sem veitir nú öllu jökulvatni Farsins og einhverju af efstu lindum Árbrandsár til Sandár. Staðfræðikort eru til. Jarðfræði við Hvítá og Brúará hefur verið könnuð talsvert, en lítið við Tungufjót. Umhverfisrannsóknir hafa ekki farið fram.

Á Náttúruminjaskrá eru Brúarhlöð, sem gætu farið undir vatn, og vatn færi að mestu af Brúarfossi, sem einnig er á Náttúruminjaskrá. Hvítá er laxgeng upp fyrir virkjun. Dáltil lax- og silungsvéiði er í Tungufjöti og Brúará, einkum silungsvéiði.



SUÐURLAND
Efstadals, Tungufjöts- og
Haukholtsvirkjanir



Virkjun Hvítár úr Hestvatni

Hvítá er stöfluð á mótis við útrengsli Hestvatns, og veitt til vatnsins, en vatnsborð þess yrði hækkað um 1-2 m. Veitt til virkjunar á bakka Hvítár sunnan við Hestvatn.

Til eru áætlanir um lágfallsvirkjanir við Selfoss og Óra, Þær yrðu hvor um sig minni en virkjun úr Hestvatni.

Helstu einkennisstærðir

| Hestvatns- | virkJun |
|---------------------|-----------------------|
| Vatnasvið virkjunar | 4360 km ² |
| Meðalrennsli | 280 m ³ /s |
| Stærð lóna | 8 km ² |
| Miðlun | 920* Gl |
| Yfirvatnshæð | 50 m |
| Undirvatnshæð | 33 m |
| Afl | 50 MW |
| Orkugeta | 300 GWh/ári |

* Þær miðlanir sem yrðu á vatnasviði Hvítár.

Rannsóknastaða: Forathugunarstíg.
Hagkvæmni: Hagkvæmniflokkur IV.

Löng rennislíð er til (vfm. 64). Staðfræðikort eru til. Jarðfræðirannsóknir hafa lítilllega verið gerðar við Hestvatn. Umhverfisrannsóknir hafa ekki farið fram.

Mikil laxveiði er á vatnasviði Hvítár. Í Hestvatni er allvænn urriði og bleikja, og af henni er murtuafrígið algengt. Vatnið yrði skolað af aur Hvítár og ör vatnsskipti hefðu líklega neikvæð áhrif á vatnalíf. Við Hestvatn er mikil og vaxandi orlofshúsa-byggð.

Á vestanverðu Suðurlandi eru þrjár virkjanir, allar í útfalli Þingvallavatns, Soginu; Ljósafossvirkjun, sem tekin var í notkun 1937 (8,8 MW), stækkaður 1944 í 14,6 MW, Írafossvirkjun (31 MW) bættist við 1953, stækkuð 1963 í 47,8 MW og Ioks Steingrímsstöð 1959 (26,4 MW). Sogsvirkjanir (88,8 MW) skiluðu samtals 575 GWh árið 1992.





ORKUSTOFNUN

FYLGISKJAL 2

JARÐHITI TIL RAFORKUVINNSLU
Á ÍSLANDI

Fylgiskjal 2.

ORKUSTOFNUN

Apríl 1994

JARDHITI TIL RAFORKUVINNSLU Á ÍSLANDI

Í þessu fylgiskjali er lýsing á öllum þekktum háhitasvæðum landsins og eiginleikar svæðanna tündadír með hlidsjón af nýtingu til raforkuvinnslu. Öll svæðin eru sýnd á mynd F2.1 en í lýsingu þar á eftir eru nákvæmari myndir af staðsetningu þeirra. Öviss svæði eru aðeins sýnd á mynd F2.1. Svo sem getið er í kafla 3.2 er allur jarðhiti með hitastig hærra en 100°C talinn hæfur til raforkuvinnslu, en mikinn hluta þeirrar orku er ekki hagkvæmt að virkja með núverandi tækni. Hagkvæmasti hluti jarðhitaorkunnar til raforkuvinnslu er talinn vera í háhitasvæðunum landsins. Þess vegna takmarkast þessi lýsing við háhitasvæðin.

Eðli jarðhitaorku er frábrugðið vatnsorku að því leyti að jarðhitaorkan er að mjög litlu leyti endurnýjanleg. Ef lituð er til mjög langs tíma (hundruð eða þúsundir ára) er jarðhitaorkan endurnýjanleg á svipaðan hátt og vatnsorkan, en ef lituð er til þess tíma sem mannlegar framkvæmdir miðast við (tugir ára) er endurnýjun jarðhitaorkunnar svo lítil hluti af heildarorkunni að réttast er að líta á jarðhitaorkuna sem endanlega auðlind líft og námu.

Afl og orkugeta íslenskra háhitasvæða er misvel þekkt. Í sumum tilvikum er aðeins vitað um útbreiðslu jarðhita á yfirborði, en annars staðar hefur vinnsla svæðanna getið áreiðanlegar upplýsingar um orkugetu jarðhitaorku. Í fyrstu nálgun á mati á afli og orkugetu svæða er stuðst við flatarmál svæðanna og áætlað hitastig í jarðhitaorku. Tafla F2.1 sýnir mat á raforkugetu íslenskra háhitasvæða. Í öllum tilvikum er miðað við orkuferða í berggrunni, en í sumum tilvikum (Svartsengi) er það vatnsferði svæðanna frekar en orkuferði sem takmarkar núverandi orkugetu. Talið er að breyttar vinnsluáferðir (niðurdæling) geti aukið vinnslugetu svæða. Háhitasvæði undir jökulum og á hafsbotni eru ekki talin nýtanleg.

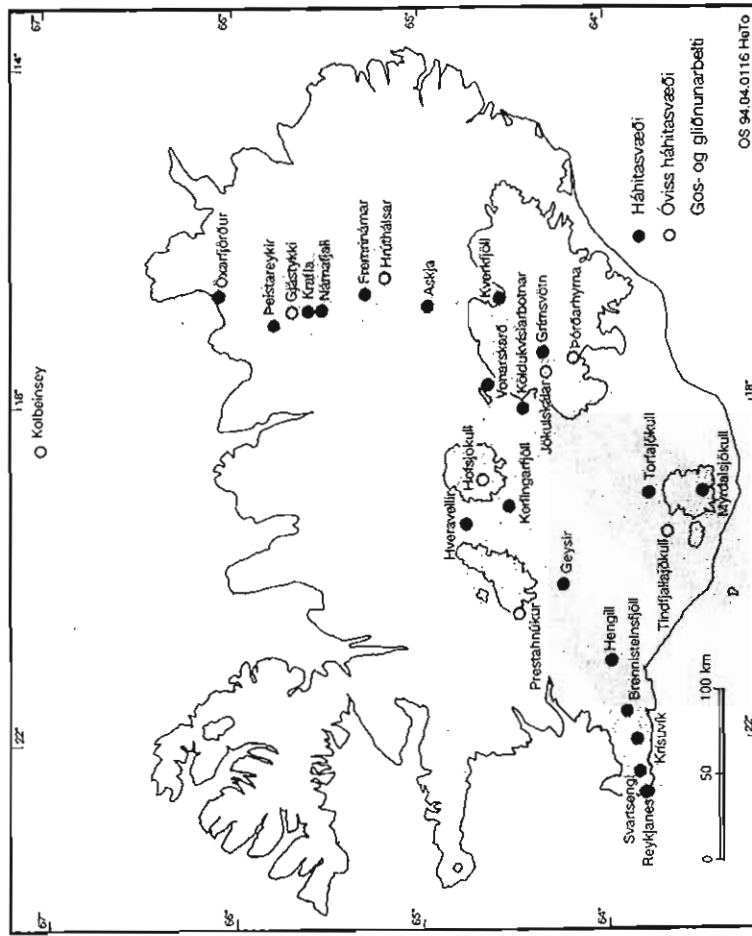
Tafla F2.1 gefur til kynna að orkugeta íslenskra háhitasvæða til raforkuvinnslu sé um 1400 TWh. Aðeins um 1% af hagvæmri jarðhitaorku landsins hefur verið virkjað.

Get er ráð fyrir því að jarðhitinn verði virkjaður til raforkuvinnslu f 20 MW einingum, og að rannsóknir og virkjanauðirbúningur miðist við þá virkjanatilhögun. Með því móti þarf aðeins sex ára undirbúningstíma fyrir jarðvarmavirkjanir og fjármagn til undirbúnings og virkjana dreifist á tiltölulega hagkvæman hátt á aðgerðartímabil virkjanarframkvæmda. Eftir borun 2-3 rannsóknaarhola er hægt að taka ákvörðun um virkjun fyrstu 20 MW einingar á virkjunarsvæði.

Undirbúningur og virkjun 20 MW jarðvarmavirkjana er skipt í fimm rannsóknar eða þekkingarstig. Þau eru:

- Forathugunarstig
- Yfirborðsrannsóknir
- Rannsóknarboranir
- Vinnsluboranir og virkjun
- Forðafræðiathuganir og orkuvinnsla

Tafla F2.2 sýnir stöðu rannsókna á háhitasvæðum landsins. Hún sýnir að nægjanlegar upplýsingar liggja fyrir um jarðhitavirkjanir í Bjarnarflagi og á Nesjavöllum. Tiltölulega auðvelt er að gera hagkvæmniathugun fyrir Reykjanes og Grensdal, en rannsóknaboranir þurfa að koma til áður en hægt er að gera raunhæfar kostnaðaráætlanir fyrir aðra virkjunarstaði. Meginhluti íslenskra háhitasvæða er illa eða ekki þekktur og kostar það bæði tíma og fjármuni að þoka þeim áleiðis á rannsóknabrautinni.



Mynd F2.1 Háhitavæði á Íslandi

Nánari lýsing á einstökum háhitasvæðum fer hér á eftir. Mat á umhverfisáhrifum virkjunar eru gerð samkvæmt reynslu á þeim svæðum sem þegar hafa verið virkjuð, en einnig er stuðst við Náttúruvinnjaskrá Náttúruverndarráðs. Að öðru leyti er ekki lagt mat á vægi náttúruverndar eða umhverfissjónarmiða við ákvarðanatöku um virkjun jarðvarma til raforkuvinnslu. Í lýsingu háhitasvæða hér á eftir er upptalningu á heimildum sleppt. Meginhluti af heimildum er frá Orkustofnun en einnig er stuðst við niðurstöður rannsókna á vegum Raunvísindastofnunar Háskólans, Hitaveitu Suðurnesja, Hitaveitu Reykjavíkur, Landsvirkjun, Norrænu Eldfjallastöðvarinnar, einstakra vísindamanna o.fl.

Tafla F2.1 Mat á orku háhitasvæðanna til raforkuvinnslu.

| Háhitasvæði | Flatarmál km ² | Raforkugeta TWh |
|--|------------------------------|--------------------|
| Reykjanes | 2 | 12 |
| Svartsengi og Eldvörp | 11 | 44 |
| Krísuvík, Trölladyngja og Sandfell | 60 | 120 |
| Brennisteinsfjöll | 17 | 40 |
| Hengill, Nesjavellir, Ölkelduh., Grensd. | 100 | 275 |
| Geysir | 3 | 11 |
| Kerlingarfjöll | 11 | 30 |
| Hveravellir | 1 | 4 |
| Torfajökull | 140 | 385 |
| Köldukvíslarbotnar | 8 | 24 |
| Vonarskarð | 11 | 26 |
| Kverkfjöll | 25 | 20 |
| Askja | 25 | 30 |
| Fremri Námur | 4 | 14 |
| Námalfjall | 8 | 28 |
| Krafla | 30 | 150 |
| Peistareykir | 19 | 60 |
| Öxarfjörður | 30 | 100 |
| Prestahnjúkur | 1 | 2 |
| Tindfjallajökull | 1 | 0,4 |
| Hnúthálsar | 7 | 24 |
| Gjástykki | 7 | 28 |
| Samtals | 586 | 1430 |

Tafla F2.2 Staða rannsóknna á háhitasvæðum landsins

| Staða rannsóknna | Jarðhitasvæði | Virkjunarstaður | Athugasemdir |
|--|--|--|--|
| Jarðhitasvæði í vinnslu Forðafraeðliathugunar | Reykjanes Svartsengi - Eldvörp Hengill Námalfjall Krafla | Nesjavellir Bjarnarflag | Íðnaðarmot, frekari nýting möguleg. Kostnaðaráætlun liggur ekki fyrir. Frekari nýting ekki ráðleg með óbreyttri vinnsluáferð. Kostnaðaráætlun liggur fyrir. Frekari nýting möguleg. Kostnaðaráætlun liggur fyrir. Frekari nýting lík. möguleg, en rannsóknaboranir nauðsynlegar. |
| Jarðhitasvæði tilbúin fyrir nýja eða aukna vinnslu | Reykjanes Hengill Námalfjall | Grensdalur Bjarnarflag | Kostnaðaráætlun liggur ekki fyrir. Kostnaðaráætlun liggur ekki fyrir. Kostnaðaráætlun liggur fyrir. |
| Jarðhitasvæði tilbúin fyrir rannsóknaboranir | Krísuvík Hengill Peistareykir Námalfjall Öxarfjörður Krafla | Trölladyngja Austurengjahver Ölkelduháls Hverarönd Sandabotnaskarð | |
| Jarðhitasvæði á stigi yfirborðsrannsókna | Brennisteinsfjöll Hengill Torfajökulsvæði | Hengladalur | A. m. k. sex virkjunarstaðir á jarðhitasvæðinu við Torfajökul. |
| Jarðhitasvæði á stigi forrannsóknar | Krísuvík Geysir Kerlingarfjöll Hveravellir Köldukvíslarbotnar Vonarskarð Kverkfjöll Askja Fremri Námur Prestahnjúkur Tindfjallajökull Hnúthálsar Gjástykki | Sandfell | |

1. REYKJANES

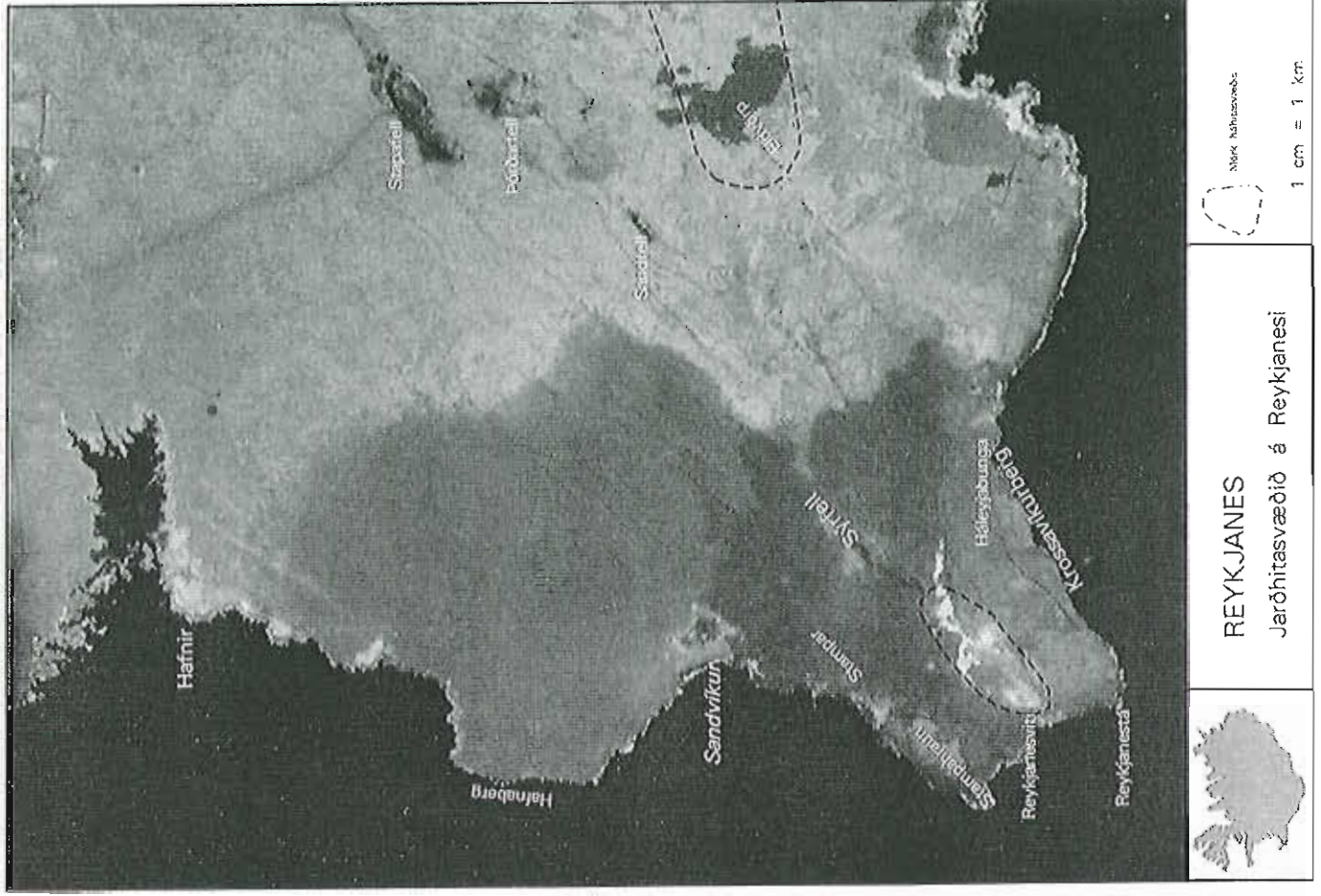
| | | |
|---------------------------|---------------------|---------------------------------|
| Stærð svæðis á yfirborði | 2,5 km ² | Litklega stærra |
| Hæstur mældur hiti í holu | 298 °C | Hola H-8 á 1700 m dýpi |
| Vinnsla 1993 | 73 kg/s | |
| Vermi borholuvökva | 1200-1300 kJ/kg | |
| Aðgengilegt til vinnslu | 100 % | |
| Raforkugeta | 12 TWh | |
| A náttúruminjaskrá | 100 % | Engin sérstök lög eru um friðun |

Lýsing: Jarðhitasvæðið á Reykjanesi er í Gullbringusýslu (Hafna- og Grindavík) og liggur í 10-40 m hæð. Svæðið er sléttlent, vel aðgengilegt til virkjunar og samgöngu eru greiðar.

Rannsóknastaða: Heildarskýrsla um Reykjanesvæðið kom út 1971 og hafa litlar rannsóknir farið þar fram síðan. Viðnámsmælingar voru gerðar árið 1969 og 1981-82, bentu þær til 1 km² uppstreymisrásar sem náði frá yfirborði og niður á 900 m dýpi. Samkvæmt viðnámsmælingum er háhitasvæðið 2-2,5 km² að flatarmáli á um 600 m dýpi undir sjávarmáli. Bergmyndanir á utanverðu Reykjanesi eru möberg frá seinni hluta ísaldar, og yfir þær leggjast núfima hraun sem hylja einnig hluta jarðhitasvæðisins. Ummerki eru a.m.k. 10 gos í sjó undan Reykjanesi eftir ísöld, sum þeirra náðu einnig upp á land. Hraungos á landi voru fyrir 1500-2000 árum síðan (Eldra Stampahraun) og síðast gaus á nesinu á 13. öld (Yngra Stampahraunið), en það var í goshrinu sem stóð 1211-1240. Jarðskjálftar eru tíðir en yfirleitt fremur litlir.

Jarðhitakerfið: Virkur jarðhiti á yfirborði er á nálægt 0,5 km² svæði; sé köld ummyndun talin með er svæðið yfir 2 km². Aðallega er um gufuaugu að ræða, en nokkrir leirhverir eru einnig á svæðinu og fáeinir vatnshverir, sá er nefnist "1918" gaus þar til fyrir fáum árum. Litid er á Reykjanes sem einn virkjunarstað um 9 km², en talsverður hluti svæðisins er undir sjó. Jarðhitasvæðið á Reykjanesi liggur að strönd og á sjór tiltölulega greiðan aðgang í jarðhitakerfið, einkum ofantil. Jarðhitavökvinn á Reykjanesi er saltur (heitur jarðsjór). Hiti á botni holu H-8 var 292°C á 1700 m dýpi, 295°C í holu H-9 á 1448 m. Vinnsla svæðisins bendir til stærra svæðis en yfirborðsummerki gefa til kynna. Alls hafa verið boraðar 9 holur á Reykjanesvæðinu. Hola H-9 er sú eina sem er nýtt í dag, til saltvinnslu og er hún ein afmesta hola á landinu. Hitaveita Suðurnesja tók við rekstri svæðisins í ágúst 1988. Vinnsla úr svæðinu hefur ekki haft í för með sér mælanlega þrýstlækkun, en fram til 1993 hafa verið tekin úr svæðinu um 40 milljón tonn. Að meðaltali var heildarvinnsla (vatn og gufa) úr svæðinu 48 kg/s árin 1970-1992 og 73 kg/s fram til júlí 1993. Miðað við orku í bergi er áætlað að afl svæðisins til raforkuvinnslu sé 30 MW í 50 ár og orkugeta á sama tíma 240 GWh/ári. Engar áætlanir eru til um rannsóknir né virkjun þessa svæðis.

Umhverfismál: Svæðið er allt á Náttúruminjaskrá (svæði 106, 1991); engin sérstök lög eru um friðun. Merkilugar náttúruminjar eru: Eldvörp, gjár, hraunjarnir, hverasvæði, jarðhitagróður, volg sjávartjörn og fluglabjarg í Hafnabergi. Fylgst er með massatöku, þrýstingi og efnum í gasi og borholuvökva frá jarðhitasvæðinu.



REYKJANES

Jarðhitasvæðið á Reykjanesi



Merkjahlutavæðis

1 cm = 1 km

2. SVARTSENGI OG ELDVÖRP

| | | |
|---------------------------------|--------------------|---|
| Stærð svæðis á yfirborði | 11 km ² | Miðað við viðnámslægd og dreifingu hita |
| Hæstur mældur hiti í holu | 263 °C | Hola EG-02, Eldvörpum, 1265 m djúp |
| Vinnsla 1993 | 244 kg/s | Meðalframleiðsla, gufa og vatn |
| Vermi borholuvökva | 1040-2800 kJ/kg | |
| Uppsett varmaafi | 125 MWt | Fyrir hitaveitu |
| Uppsett afli til raforkuvinnslu | 16,6 MWe | |
| Raforkuvinnsla (1992) | 89 GWh | |
| Raforkugeta | 44 TWh | Miðað við varmaforða í bergi |
| Svæði aðgengilegt til vinnslu | 100 % | |
| Á náttúrumínjaskrá | 80 % | Engin fríðun skv. sérst. lögum |

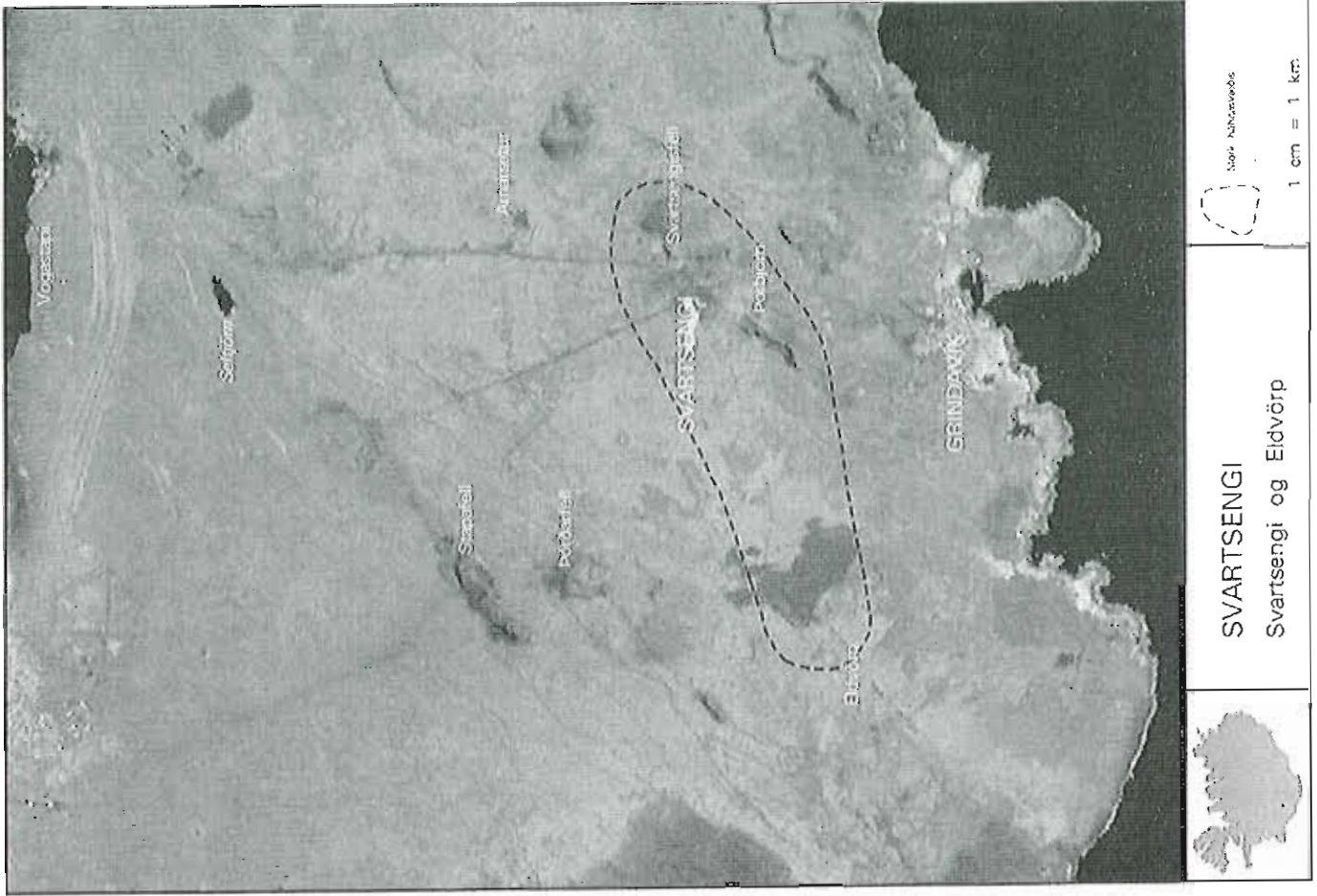
Lýsing: Með "Svartsengi" er í þessari skýrslu átt við bæði Svartsengi og Eldvörp, en þau eru eitt jarðhitakerfi. Svartsengi er í Grindavík, Gullbringuýslu og liggur svæðið að mestu í um 25-40 m hæð yfir sjó. Svæðið er að mestum hluta þakið ungun hraunum, er læglt og vel aðgengilegt til vinnslu. Góðir vegir eru að Svartsengi og að borholunni í Eldvörpum.

Rannsóknastaða: Svæðið er í sprungusveim með SV-NA-lægum sprungum. Berg á svæðinu er basalt, í fellunum er móbberg frá því á seinni hluta ísaldar, en mest af svæðinu liggur undir nútímabraunum. Arnarseturshraun hefur runnið á sögulegum tíma frá eldstöðvum í 3 km fjarlægð frá jarðhitasvæðinu. Eldvörp eru hluti af langri gígaröð, einni af mörgum í nágrenni svæðisins. Gostöni hefur verið fremur lítil á sögulegum tíma. Jarðskjálftar eru yfirleitt lítlir, eins og víðast í gosbeltinu. Niðurdráttur í Eldvörpum bendir til þess að Svartsengi og Eldvörp séu hlutar af sama jarðhitakerfi; eftirfræði, viðnáms- og þyngdarmælingar styðja það. Land- og þyngdarmælingar hafa verið gerðar á svæðinu til að fylgjast með áhrifum vatnstöku.

Jarðhitakerfið: Jarðhiti og ummyndun ná yfir 4 km² í Svartsengi en fáein hundruð fermetra í Eldvörpum. Köld ummyndun nær hæst í Svartsengisfelli (Sýlingafelli) í 190 m, en hiti nær ekki svo hátt í dag. Jarðhitavökvinn í Svartsengi og Eldvörpum er að 2/3 hluta sjór.

Borðar hafa verið 15 holur á vinnslusvæðinu í Svartsengi og er gufan fyrst notuð til raforkuvinnslu og síðan með varmaskiptum til að framleiða hitaveituvatn fyrir Hitaveitu Suðurnesja. Í Eldvörpum er 1265 m djúp rannsóknahola (EG-02) og er hæstur hiti 263°C í henni, en hæstur mældur hiti er 243°C í Svartsengi (hola 4). Hitaveituvatn var framsétt í bráðabirgðastöð 1976-79, en varmaorkuver tók til starfa í desember 1977. Meðalvinnsla árið 1993 var 244 kg/s (gufa og vatn). Uppsett varmaafi er 125 MWt og afli til raforkuvinnslu er 16,6 MWe. Raforkuvinnsla hófst 1979 og var 89 GWh á árinu 1992. Miðað við þann varma sem talinn er vera í bergi á svæðinu er reiknað með að afli svæðisins sé 110 MW í 50 ár og orkugeta 870 GWh í 50 ár. Núverandi vinnsla á svæðinu er talin fullnýta vatnsforða svæðisins. Svartsengi er stutt frá hafnarvæði í Grindavík.

Umhverfismál: Hluti Svartsengis er á Náttúrumínjaskrá, en svæðið er ekki fríðað með sérstöku lögum. Afrennslu frá virkjuninni í Svartsengi hefur verið veitt út í hraunið norðan og vestan hennar og myndað þar Bláa lónið. Það er nú vinsæll baðstaður. Fylgst er með massatöku, þrýstingi, hitabreytingum og efnum í gasi og borholuvökva á svæðinu.



SVARTSENGI
Svartsengi og Eldvörp

1 cm = 1 km

3. KRÍSUVÍK

| | | | |
|---------------------------|-----|-----------------|---|
| Stærð svæðis | 60 | km ² | Yfirborðshiti og viðnámslægd |
| Hæstur mældur hiti í holu | 262 | °C | Á 500 m dýpi í H-6 |
| Aðgengilegt til vinnslu | 80 | % | |
| Raforkugeta | 120 | TWh | |
| Á nátturumínjaskrá | 100 | % | Svæðið er allt innan Reykjanesfólkvangs |

Lýsing: Jarðhitasvæðið er í Gullbringusýslu, jörðin Krísuvík er í eigu Ríkissjóðs og Hafnarfjarðar, en aðrir hlutar svæðisins eru í Grindavík og Vatnsleysustrandardhreppi. Jarðhitasvæðið er að mestu í 150-200 m hæð, er fremur sléttlent, en móbergshálsar ná upp í 400 m. Kleifarvatn nær yfir hluta þess. Svæðið liggur vel við samgöngum og vinnslu og er mestur hluti þess vel aðgengilegur til borana.

Rannsóknastaða: Krísuvíkursvæði er í samnefndu sprungukerfi sem nær frá sjó í suðri að Raudavatni í norðaustri. Berg er eingöngu basalt, grágrytishraun og móberg frá Ísöld, og nútímahraun. Fáein gos hafa orðið á sögulegum tíma: Yngsta goshrinan (Krísuvíkureldar) er talin hafa staðið 1151-1188, og hafi Ögmundarhraun og Kapelluhraun runnið um 1151 og hrinunni lokið með gosi í Mávahlíðum. Afstapahraun er talið vera frá 1325 og Traðarfjallahraun frá um 1340. Jarðskjálftar eru tíðir, en yfirleitt smáir. Heildarskýsla um rannsókn jarðhitasvæðisins kom út 1975. Rannsóknir hafa að mestu legið niðri síðan.

Jarðhitakerfið: Krísuvíkursvæði má skipta í þrjá virkjunarstaði: Austan við Sveifluháls (að Austurengjahver), Trölladyngju og Sandfell, samtals um 30 km². Jarðhiti og ummyndun á yfirborði nær yfir um 56 km² svæði. Jarðhitasvæðið er metið 60-65 km² að flatarmáli og er þá miðað við lágt viðnám, ummyndun og virkan jarðhita á yfirborði. Talið er að uppstreymi geti verið við Trölladyngju og austan við Sveifluháls. Eggert Ólafsson og Bjarni Pálsson voru manna fyrstir til að bora í jarðhitasvæði á Íslandi, þeir boruðu grunnar holur í Krísuvík og fengu upp gufu um miðja 18.öld. Fyrir 1948 voru boradar 15-20 grunnar holur (flestar <100 m) í Krísuvík. Árin 1960-1972 voru boradar 8 dýpri holur (300-1275 m) til rannsókna. Hæstur hiti, 262°C, mældist á 500 m dýpi í H-6 við Trölladyngju. Efnahitamælar benda til þess að hiti geti verið nokkru hærra en þetta. Hóla H-4 er nýti til upphitunar (á bænum Krísuvík), en aðrar holur eru ónothæfar. Miðað við stærð svæðisins, hita í jarðhitakerfinu, að 80% þess séu aðgengileg til borana o.fl., hefur verið reiknað út að svæðið geti staðið undir vinnslu raforku sem svarar til 2400 GWh/ári í 50 ár, eða að afl þess sé 300 MW til sama árafjölda. Engar áætlanir eru til um rannsóknir né virkjun þessa svæðis.

Umhverfismál: Krísuvík er innan Reykjanesfólkvangs, sem var friðlýstur með anglýsingu í Sjómartölundum B, nr. 520/1975. Engar sérstakar rannsóknir á áhrifum virkjunar á umhverfið hafa verið gerðar í Krísuvík.



4. BRENNISTEINSFJÖLL

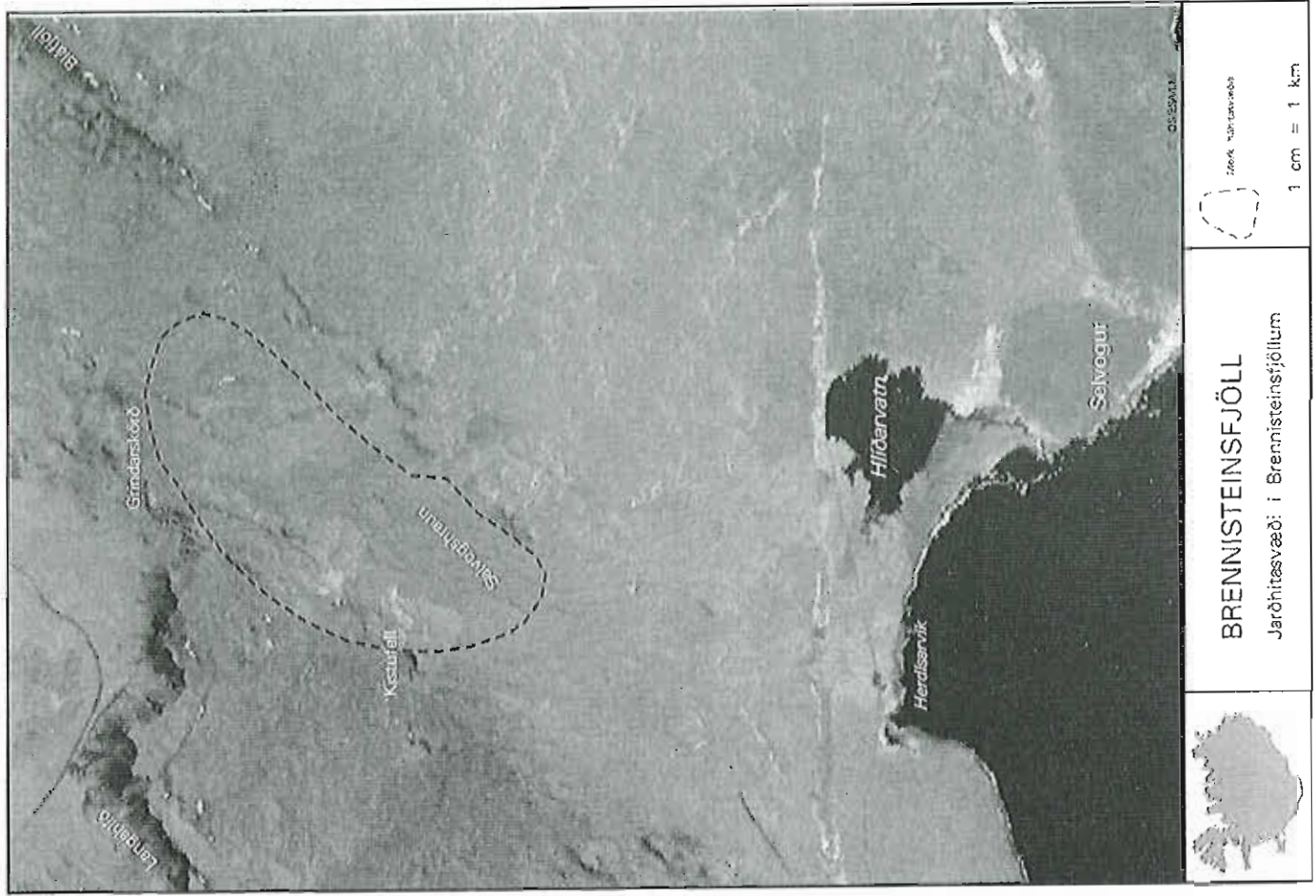
| | | | |
|--------------------------|-----|-----------------|-------------------------------|
| Stærð svæðis á yfirborði | 17 | km ² | Yfirborðshiti og viðnámslæðgð |
| Þögnilegt til vinnslu | 100 | % | |
| Raforkugeta | 40 | TWh | |
| Á náttúruminjaskrá | 100 | % | Allt innan Reykjanestöðkvangs |

Lýsing: Háhitasvæðið í Brennisteinsfjöllum liggur í 420-450 m hæð og liggja engir vegir þangað. Svæðið er í Grindavík, Gullbringusýslu og Ölfushreppi (áður Selvogshreppi) í Ármessýslu og yrði aðgengilegt með vegi frá t.d. Bláfjöllum. Svæðið er talsvert úfið og sprungið. Ekkert vatn er þar á yfirborði.

Rannsóknastaða: Jarðmyndanir eru móberg og grágrýti frá síðustu ísöld en ung hraun þekja þessar eldri myndanir. Brennisteinsfjöll eru í greinilegu sprungubelti og hefur gosið þar nokkrum sinnum á sögulegum tíma. Þó litlar heimildir séu til um eldgos þarna benda jarðfræðirannsóknir til þess að Tvíbolahraun hafi runnið um 950, Breiðaldshraun um 910, Rjúpnadyngnahraun um 1150, Kóngsfellshraun um 1200, en Selvogshraun er líklega talsvert eldri. Stórir jarðskjálftar hafa orðið á þessu svæði, t.d. 1929 M:6,3 og 1933 M:6,0. Árin 1992 hófust rannsóknir á þessu svæði. Stærð þess er metin út frá yfirborðsummerkjum og viðnámsmælingum.

Jarðhitakerfið: Gufuagu með allt að 98°C hita og kaldar ummyndunarskellur eru einu yfirborðsummerki á svæðinu. Ef miðað er við dreifingu hita og ummyndunar á yfirborði er flatarmál svæðisins yfir 2 km². Viðnámsmælingar gerðar 1992 benda til þess að svæðið sé a.m.k. 17 km² að flatarmáli á 1200 m dýpi undir sjávarmáli. Enskt námafélag reyndi að nýta brennistein þaðan um 1882, en það mistókst, og er nafnið Brennisteinsfjöll eini afrestur þeirra framkvæmda. Engin þekking er fyrir hendi um jarðhitakerfið. Lítið er á að um einn virkjunarstað sé að ræða þarna. Miðað við stærð svæðisins er reiknað með að það geti staðið undir 800 GWh/ári raforkuvinnslu og 100 MW í afni í 50 ár. Engar áætlanir eru um virkjun þessa svæðis.

Umhverfismál: Brennisteinsfjöll er innan Reykjanestöðkvangs sem var friðlýstur með auglýsingu í Stjórnartíðindum B, nr. 520/1975. Engar sérstakar umhverfisrannsóknir hafa farið fram á svæðinu, en hin gamla Selvogsgata liggur um svæðið norðanvert.



5. HENGILL

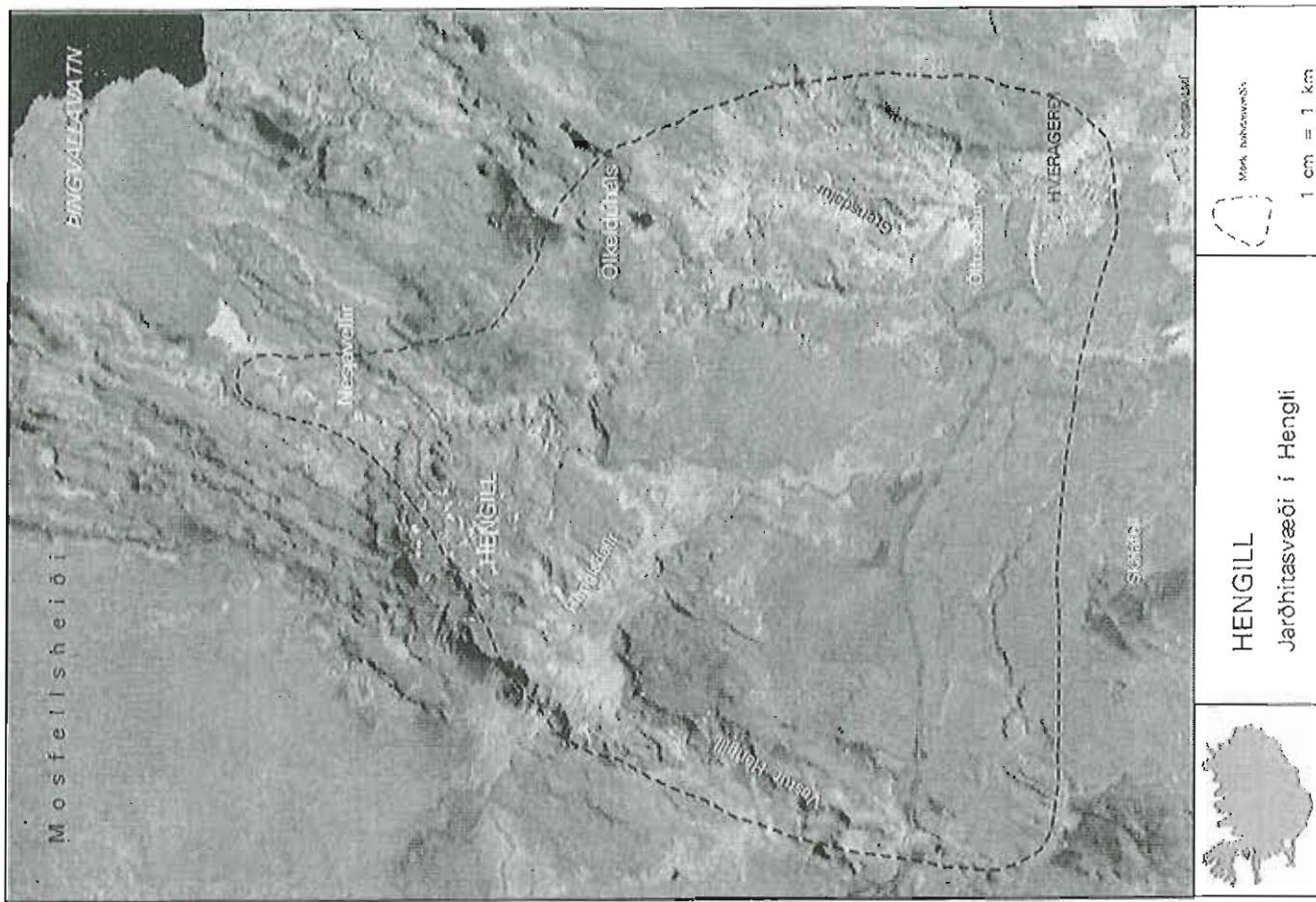
| | | | |
|---------------------------|-----------|-----------------|--------------------------------|
| ALLT SVÆÐIÐ | 100 | km ² | Yfirborðshiti og viðnámslægd |
| Stærð svæðis á yfirborði | 80 | % | |
| Aðgengilegt til vinnslu | 275 | TWh | |
| Raforkugeta | 50 | % | |
| Á náttúruminjaskrá | | | |
| NESJAVELLIR: | | | |
| Hæstur mældur hiti í holu | > 380 | °C | H-11 neðan 2100 m dýpis |
| Vinnsla 1993 | 150 | kg/s | Meðalframleiðsla, gufa og vatn |
| Vermi borholuvökva | 950-2.500 | kJ/kg | |
| Uppsatt varmaafi | 150 | MWt | Fyrir hitaveitu |
| Á náttúruminjaskrá | 0 | % | |
| ÖLFUSDALUR-GRENSDALUR: | | | |
| Hæstur mældur hiti í holu | 233 | °C | Hola 1 |
| Vermi borholuvökva | 800-1.000 | kJ/kg | |
| Á náttúruminjaskrá | 100 | % | |

Lýsing: Hengill er í Árnessýslu (Grafningshreppi, Ölfushreppi og Hveragerði). Hengils svæðið er fremur úfild, liggur mest í 300-600 m hæð, en hæst rís Skeggi í 800 m. Um 70-80% svæðisins eru talin þokkalega aðgengileg til virkjunar. Samgöngur eru góðar um hluta svæðisins. Því er venjulega skipt niður í minni einingar, t.d. Nesjavelli, Ölfusdal-Grensdal, Ölkelduháls, Hengladali og Vestur-Hengill. Hengill er eitt af stærstu háhitasvæðum landsins.

Rannsóknastaða: Hengill er að mestum hluta úr móbergi og eru elstu berglög er að finna nálægt Hveragerði. Berggrunnur er að mestu leyti basalt en andesit og líparít koma einnig fyrir. Nútímahraun eru mörg og þeirra yngst er Svinahraun, runnið árið 1000. Sprungubeltið um Hengill er a.m.k. 45 km langt og 10 km breitt þar sem síga verður vart. Jarðskjálftar eru algengir á svæðinu og mikið er um smáskjálfa. Miklar rannsóknir hafa verið gerðar á efnafæði jarðhitavökva, jarð- og jarðeðlisfræði, og byggir mat á svæðinu á þessum rannsóknum. Rannsóknastaða er fremur góð á þessu svæði, yfirborðsrannsóknnum er lokið og næsta stíg undirbúnings eru rannsóknaboranir.

Jarðhitakerfið: Virkur jarðhiti á yfirborði er mikill og er fyrrnefnd svæðaskipting að hluta til byggð á dreifingu jarðhitans. Mesta jarðhitavirknin er við Ölkelduháls og í Hengladólinum. Ummyndun er mikil og víða eru kaldar ummyndunarskellur. Samkvæmt dreifingu hita, ummyndunar á yfirborði og viðnámsmælingum er stærð svæðisins um 112 km², og er heitasta svæðið um 75 km². Í Hveragerði er nýting mest til upphitunar. Hiti í borholum er hæstur 233°C í Hveragerði og í holu 11 á Nesjavöllum hefur mælst yfir 380°C neðan 2100 m dýpis. Hitaveita Reykjavíkur hitar vatn á Nesjavöllum í varmaorkuveri. Iðnaðarráðherra getur, skv. lögum nr. 74/1990, heimilað HR að framlæða 76 MWe með gufu á Nesjavöllum. Fyrir utan Nesjavelli og Hveragerði er nýting lítil og rannsóknir á jarðhitakerfinu skemur á veg komnar. Miðað við stærð svæðisins er reiknað með að svæðið geti staðið undir 5.500 GWh/ári raforkuvinnslu í 50 ár, og 690 MWe uppsettu afli. Reiknað er með um 5-7 virkjunarstöðum.

Umhverfismál: Ölfusdalur og Hengladalur eru á Náttúruminjaskrá sem "náttúruminjar" og nemur það svæði um 50% af jarðhitasvæðinu. Engin svæði eru vernduð með sérstökum lögum. Á Nesjavöllum er fylgst er með massatöku, þrýstingi og efnum í gasi og borholuvökva.



HENGILL

Jarðhitasvæði í Hengli

Mark miðavæðis

1 cm = 1 km

6. GEYSIR

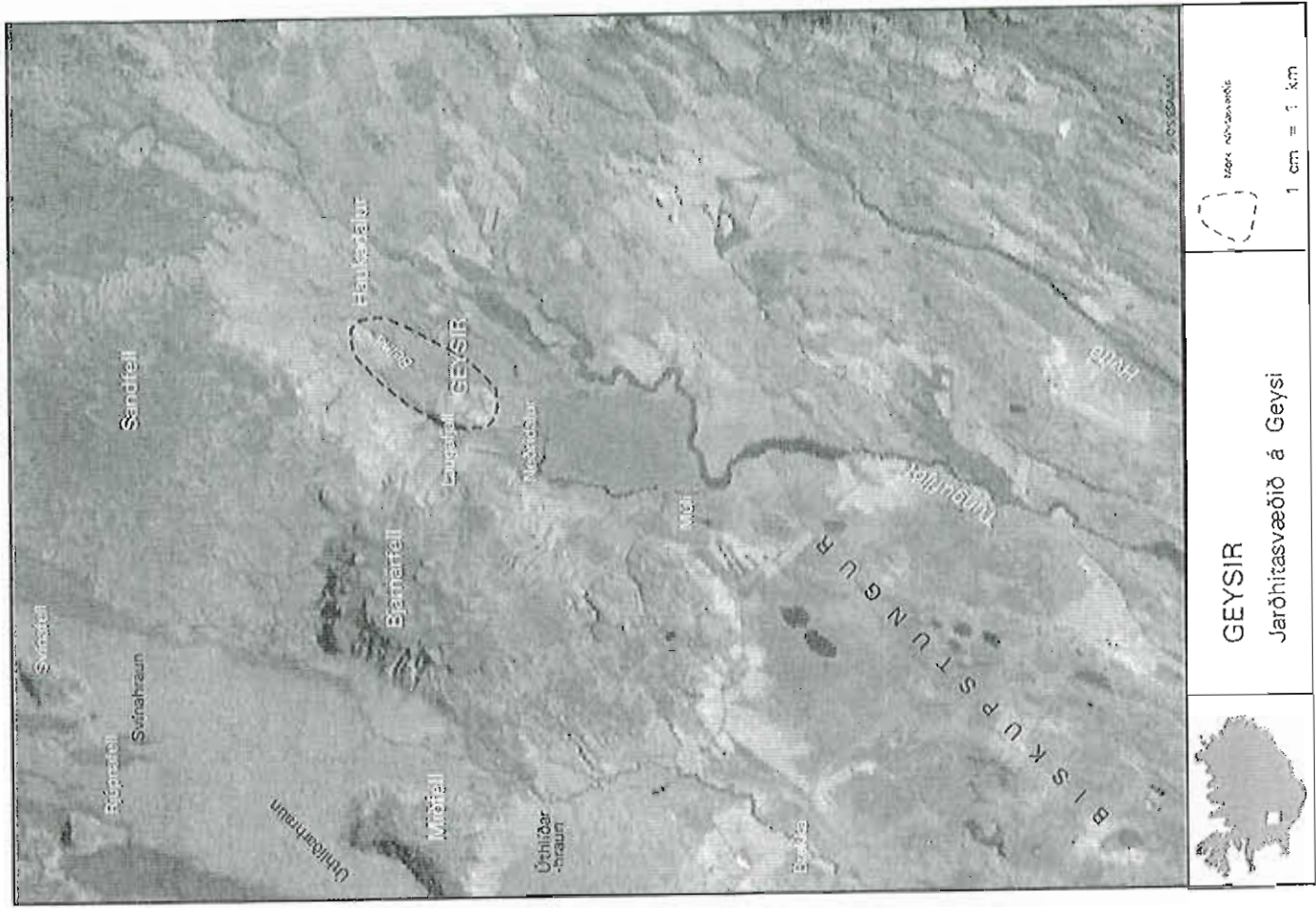
| | | |
|--------------------------|-------------------|---|
| Stærð svæðis á yfirborði | 3 km ² | Yfirborðshiti og ummyndun |
| Aðgengilegt til vinnslu | 100 % | |
| Raforkugeta | 11 TWh | |
| Á náttúruminjaskrá | 100 % | Ákveðnar umgengnisreglur eru við Geysir |

Lýsing: Geysissvæðið er í Biskupstungnahreppi í Árnessýslu og liggur í 100-200 m hæð, samgöngur þangað eru ágætar og er svæðið vel aðgengilegt.

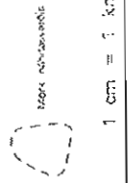
Rannsóknastaða: Geysissvæðið er á austurjaðri virka gosbeltisins, en engar nú- tíma gosminjar eru þar. Án efa er Geysir frægastur hvera á Íslandi og hefur víða verið um hann fjallað, en lítið um jarðhitasvæðið í heild. Jarðlög eru að mestum hluta basalt, en Laugafjall er úr lparíti. Jarðmyndanir í nágrenni Geysis eru myndaðar undir jökli á seinni hluta Ísaldar. Svæðið er hluti af gamalli megineldstöð, en mörk hennar eru óljós. Svæðið virðist ekki tengt neinu virku sprungubelti, en í hinum stóru Suðurlandsskjálft- um hafa hverir eflst mjög og er þeirra fyrst getið í tengslum við jarðskjálfta 1294. Stór- ir jarðskjálftar eru ekki tíðir. Rannsóknastaða er slæm fyrir jarðhitasvæðið í heild.

Jarðhitakerfið: Jarðhiti og ummyndun á yfirborði þekja um 3 km², en virkur jarðhiti er aðeins á hluta þess svæðis. Jarðhitinn er mest sem vatnshverir og eru Strökk- ur og Geysir frægastir goshveranna. Meðalvatnshverisli svæðisins er nálægt 20 l/s, þar af voru 2,5 l/s úr Geysi sjálfum um 1964, en rennsli virðist vera mun minna nú. Jarð- hitavatnið hefur oft verið athugað og benda efnarannsóknir til þess að hitinn í djúpkerf- inu sé 230-250°C. Flatarmál viðnámslögðar (á 500 m dýpi undir sjávarmáli) er um 7 km², en þar sem ekki liggur fyrir endanleg úrvinnsla á þeim gögnum er ekki tekið tillit til þeirra til stækkunar svæðisins og eru 3 km² trúlega lágmarksstærð. Nýting svæðis- ins er aðeins til upphitunar á staðnum, þá með afrennslisvatni. Á undanföllum árum hefur verið borað í nágrenni jarðhitasvæðisins (borað í jaðar jarðhitakerfisins). Ekki hafa komið fram áhrif þeirrar vinnslu á hverina við Geysi, enda lítið fylgst með henni. Engar áætlanir eru til um rannsóknir né virkjun þessa svæðis.

Umhverfismál: Haukadalur og Almenningar eru á Náttúruminjaskrá. Geysis- svæðið er ekki fríðlýst með sérstökum lögum, en um það gilda ákveðnar umgengnis- reglur. Geysissvæðið er talsvert rannsakað af jarð- og líffræðingum. Mikill ferða- mannastráumur fer þar um á ári hverju. Geysir er undir umsjón Náttúruverndarráðs frá 1991.



GEYSIR
Jarðhitasvæðið á Geysi



7. KERLINGARFJÖLL

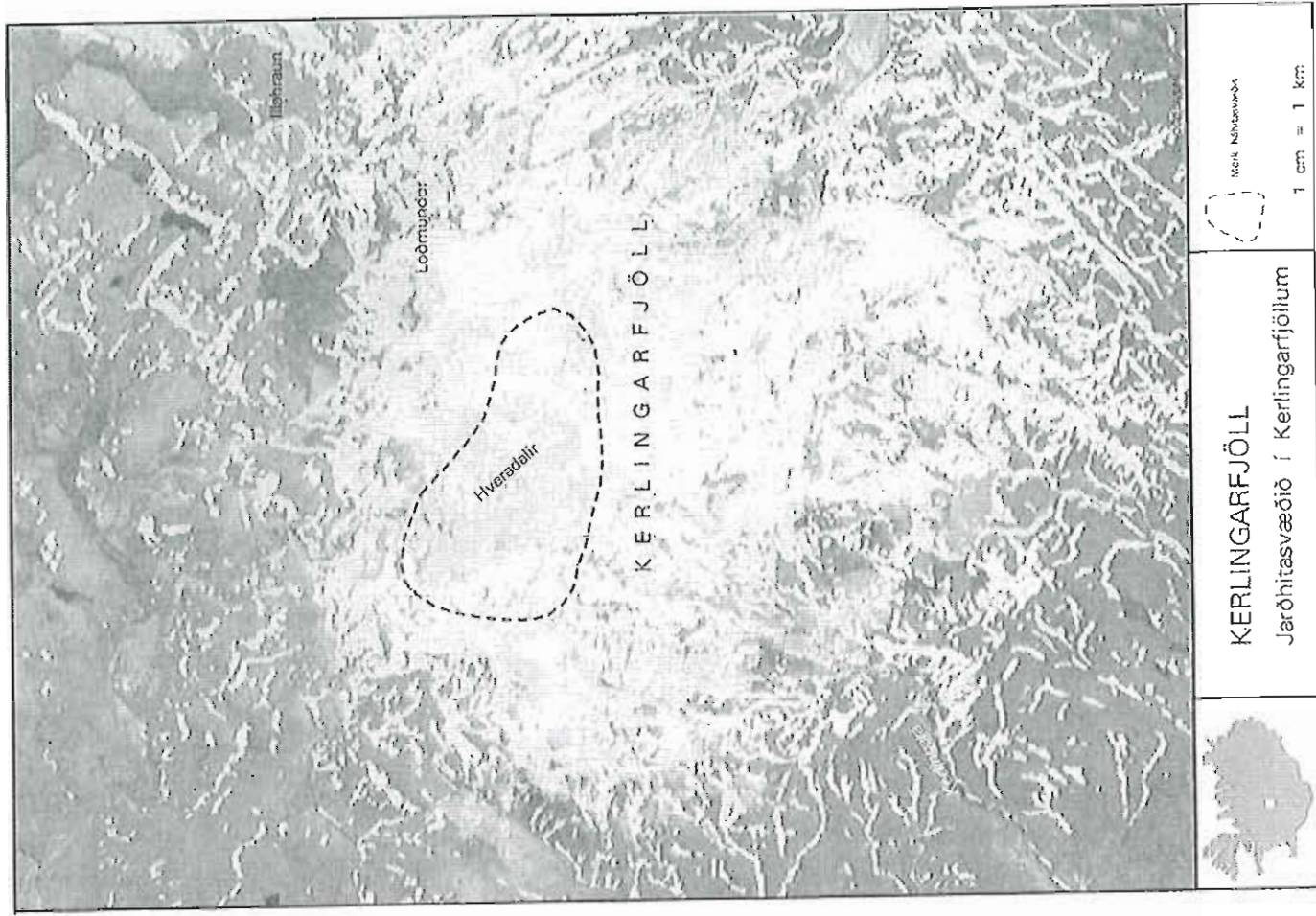
| | | | |
|--------------------------|-----|-----------------|---------------------------|
| Stærð svæðis á yfirborði | 11 | km ² | Yfirborðshiti og ummyndun |
| Aðgengilegt til vinnslu | 70 | % | |
| Raforkugeta | 30 | TWh | |
| Á náttúruminjaskrá | 100 | % | |

Lýsing: Kerlingarfjöll eru á miðhálandinu og tilheyra Árnessýslu. Jarðhitasvæðið liggur í 900-1100 m hæð og er sumartær vegslóði að því. Svæðið er fjöllótt og fremur illa aðgengilegt. Mestur hluti jarðhitasvæðisins er í Hveradöllum.

Rannsóknastaða: Nær allt berg á svæðinu er til orðið við gos undir jökli og er basískt móberg þar hlutdrýgst, en mikið er einnig af líparfíti. Nútímagosmyndanir eða eldstöðvar eru engar á svæðinu, næst er Illahraun í 6 km fjarlægð. Jarðskjálftar virðast ekki tölur og 1968 mældust þarna engir smáskjálftar. Engar jarðeðlisfræðilegar mælingar hafa verið gerðar þarna og lítið er vitað um efnafraði jarðhitakerfisins. Rannsóknir á svæðinu eru skammt á veg komnar.

Jarðhitakerfið: Jarðhiti er mikill á yfirborði, einkum gufuhverir. Ummyndun er einnig mjög mikil og er flatarmál hita og ummyndunar um 11 km². Þar sem engar viðnámsmælingar hafa farið fram á þessu svæði er eingöngu höfð hliðsjón af jarðhitaummerkjum á yfirborði við mat á stærð svæðisins. Nýting er aðeins til upphitunar í skóla, og vatn er tekið úr grunnum holum. Miðað við orku í bergi er áætlað að afi svæðisins til raforkuvinnslu sé 75 MW í 50 ár, og orkugeta til sama tíma sé 600 GWh/ári. Engar áætlanir eru til um rannsóknir né virkjun þessa svæðis.

Umhverfismál: Svæðið er allt sem "náttúruminjar" á Náttúruminjaskrá, engin sérstök lög kveða á um verndun ákveðinna hluta svæðisins. Svæðið er vinsælt útivistarsvæði, einkum til skógaíðkunar. Engar umhverfisrannsóknir hafa verið gerðar á svæðinu.



8. HVERAVELLIR

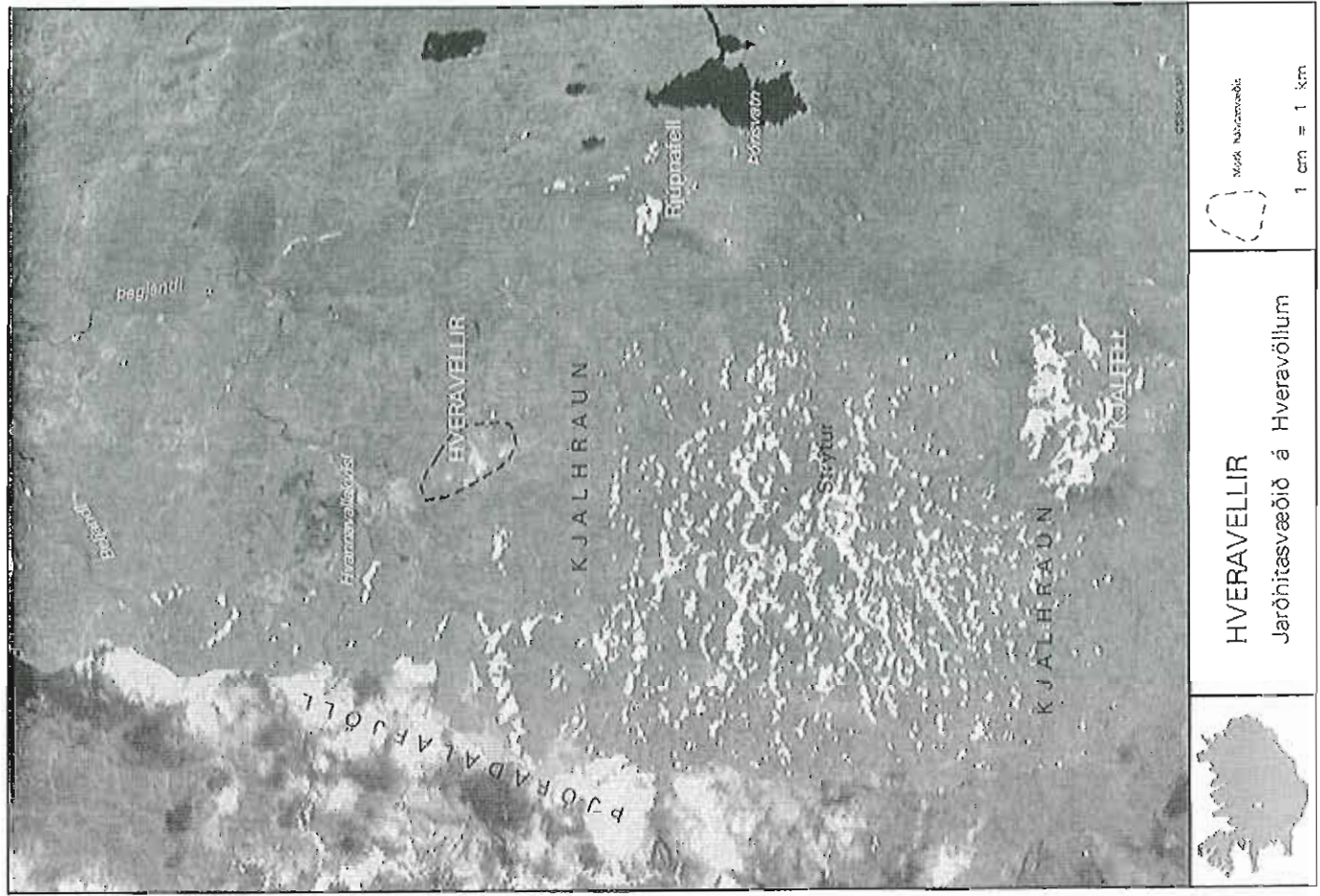
| | | | |
|---------------------------|-----|-----------------|---------------------------|
| Stærð svæðis á yfirborði | 1 | km ² | Yfirborðshiti og ummyndun |
| Aðgengilegt til vinnslu | 100 | % | |
| Raforkugeta | 4 | TWh | |
| Fríðlýst sem náttúruvætti | 100 | % | |

Lýsing: Jarðhitasvæðið á Hveravöllum liggur á miðhálandinu í 600 m hæð og tilheyrir Austur-Húnavatnssýslu. Kjalvegur liggur að svæðinu og þangað má komast á fólksbíl að sumarlagi. Jarðhitasvæðið er sléttilett og er vel aðgengilegt til vinnslu.

Rannsóknastaða: Fremur lítið er vitað um jarðfræði þessa svæðis en megineldstöð er 5 km vestur af, í norðurhluta Langjökuls og í Þjófadalafjöllum, og er þar talvert af súru bergi. Lsklega eru Hveravellir tengdir slíkri eldstöð, en rannsóknir eru nær engar á jarðfræði þessa svæðis. Kjalhraun er nútímahraun og liggur yfir suðurhluta svæðisins. Engin smáskjálftavirkni var þarna 1968, og virðist svæðið ekki tengt neinu sprungubelti og er því líkt Geysissvæðinu að því leyti.

Jarðhitakerfið: Jarðhiti er mest sem vatnshverir og er afrennilið um 10-15 l/s. Jarðhitinn hefur lítið verið rannsakaður, en stærð svæðisins skv. yfirborðshita og ummyndunar er um 1 km², en frekari rannsóknir gætu breytt þeirri mynd. Engar jarðeðlisfræðilegar mælingar hafa verið gerðar á svæðinu og er stærð þess því metin eftir yfirborðsummerkjum. Rannsóknir hafa verið gerðar á efnafræði vatnsins, á grundvelli þeirra er hiti í jarðhitakerfinu um 280°C, samkvæmt efnahitamælum. Boranir eru engar og nýting aðeins í hlaðna sundlaug og til upphitunar í skála og vedurathugunarstöð. Miðað við orku í bergi er áætlað að afi svæðisins til raforkuvinnslu sé 9 MW í 50 ár, og orkugeta til sama tíma sé 72 GWh/ári. Engar áætlanir eru til um rannsóknir né virkjun þessa svæðis.

Umhverfismál: Hveravellir voru fríðlýstir sem náttúruvætti 1960 og fríðlýsing endurskoðuð með auglýsingu í Stjórnartíðindum B, nr. 217/1975, stærð 170 ha. Svæðið er fjölsóttur ferðamannastaður.



HVERAVELLIR

Jarðhitasvæðið á Hveravöllum



Mark náttúruvæðis

1 cm = 1 km

9. TORFAJÖKULL

| | | | |
|--------------------------|-----|-----------------|-----------------------------------|
| Stærð svæðis á yfirborði | 140 | km ² | Yfirborðshiti, ummyndun og viðnám |
| Adgengilegt til vinnslu | 70 | % | |
| Raforkugeta | 385 | TWh | |
| Á náttúruninjaskrá | 100 | % | Svæðið er friðland |

Lýsing: Torfajökulssvæðið er í Rangárvalla- og Vestur-Skaftafellssýslum og eru vegslóðar inn á svæðið, færir að sumarlagi. Svæðið er í 600-1100 m hæð og fremur óadgengilegt til vinnslu. Landið er úfið og talsverðar vegframkvæmdir þarf áður en boranir geta hafist.

Rannsóknastaða: Torfajökulssvæðið er stærsta líparísvæði á landinu og einnig stærsta jarðhitasvæðið að flatarmáli. Gosvirkni hefur verið mikil á síðasta jökulskeiði. Samkvæmt óskulagarannsóknum á Veðivatnasvæðinu hafa orðið þar a.m.k. þrjú stór eldgos á sögulegum tíma sem náðu inn á Torfajökulssvæðið. Gosin eru talin hafa verið nálægt 150, 900 og 1480, þ.e. tvö á sögulegum tíma. Smáskjálftar eru tíðir á svæðinu og einnig koma þar stærri skjálftar. Á árunum 1973 og 1974 voru gerðar þar allmargar viðnámsmælingar, en þær mælingar eru of fáar til þess að nokkur heilleg mynd fái af svæðinu. Á árunum 1968 og 1973 var mæld innrauð hitageislun frá svæðinu. Segul-lægð er yfir Torfajökulssvæðinu. Árið 1992 hófust aftur yfirborðsrannsóknir á svæðinu á vegum Orkustofnunar. Jarðfræði- og jarðhitarannsókn Torfajökulssvæðisins er skammt á veg komin.

Jarðhitakerfið: Jarðhiti er mikill á yfirborði á Torfajökulssvæðinu og er ummyndun mjög víða. Yfirborðsummerki eru að mestu innan öskjusígs í eldstöðinni og ná yfir um 130 km². Jarðhitinn er að mestu sem gufuhverir en leir- og vatnshverir finnast einnig. Efnafræði í heitu vatni bendir til þess að um 265°C hafi verið í jarðhitakerfinu. Nýting jarðhitans er engin ef frá er talinn baðpollur við Landmannalaugar og upp-hitun skálans þar. Engar boranir hafa verið gerðar á svæðinu. Miðað við orku í bergi er áætlað að afl svæðisins til raforkuvinnslu sé 960 MW í 50 ár, og orkugeta til sama tíma sé 7.700 GWh/ári. Engar áætlanir eru til um rannsóknir né virkjun þessa svæðis.

Umhverfismál: Með auglýsingu í Sjómartíðindum B, nr. 354, 1979 var allt svæðið friðlýst sem friðland, nefnt "Friðland að Fjallabaki".



TORFAJÖKULL

Jarðhitasvæðið í Torfajökli



MÝRDALSJÖKULL

MARK NÚTTANVÆTTIS

1 cm = 2 km

10. KÖLDUKVÍSLARBOTNAR

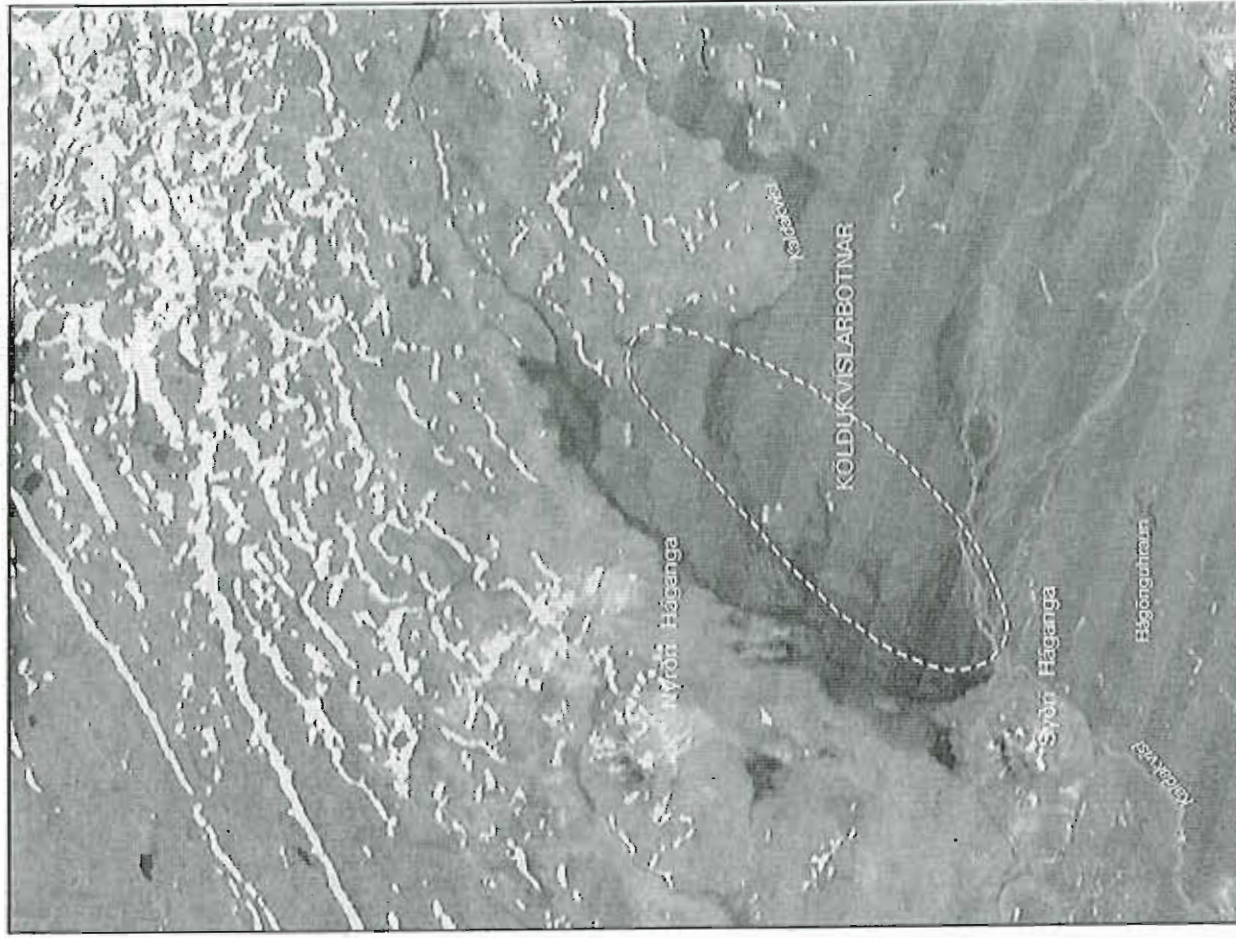
| | | | |
|--------------------------|----|-----------------|---------------------------|
| Stærð svæðis á yfirborði | 12 | km ² | Yfirborðshiti og ummyndun |
| Adgengilegt til vinnslu | 80 | % | |
| Raforkugeta | 24 | TWh | |
| Á náttúruminjaskrá | 0 | % | |

Lýsing: Jarðhitasvæðið í Köldukvíslarbotnum er í Rangárvallasýslu og liggur í um 820 m hæð. Engir vegir eru inn á svæðið, en vegslóðar liggja þangað af Sprengisandsleið. Svæðið er sléttent, en mikill vatnsagi er frá Köldukvísl og svæðið þvfi ekki allt vel aðgengilegt til vinnslu vegna árinna.

Rannsóknastaða: Litlar rannsóknir hafa verið gerðar á jarðhita á svæðinu. Bergið í Syðri- og Nyrðri Hágöngu er líparfitt og er trúlega myndað undir jökli á síðari hluta ísaldar. Móberg og líparfitt er í fjöllum milli Háganga og þar norðan og sunnan við. Eldvirktí hefur ekki verið á svæðinu eftir að ísöld lauk og engin gos hafa orðið á sögulegum tíma í nágrenninu svo vitað sé. Hraun hafa runnið inn á svæðið, t.d. hefur Hágönguhraun runnið að Syðri-Hágöngu úr austri. Næstu nútímældstöðvar eru um 6 km austan svæðisins. Litlar upplýsingar eru til um jarðefnafræði og engar jarðeðlisfræðilegar mælingar hafa verið gerðar á svæðinu utan þess að árið 1973 var mæld innrauð hitageislun frá svæðinu.

Jarðhitakerfið: Jarðhiti kemur upp á eyrum og á bökkum Köldukvíslar norð-austan við Syðri-Hágöngu og teygist svæðið til norðausturs. Stærð jarðhitasvæðisins er eingöngu metin eftir jarðhita á yfirborði, en jarðhitaskellur stinga sér víða upp úr áraunum. Híri mældist allt að 95°C í skellum þessum 1984. Jarðhitasvæðið er slengt með stefnu SSV-NNA, er um það bil 1,5-2 km á breidd og rúmlega 7 km langt. Stærð þess er metin 12-14 km². Míðað við orku í bergi er áætlað að afi svæðisins til raforkuvinnslu sé 60 MW í 50 ár, og orkugeta til sama tíma sé 480 GWh/ári. Engar áætlanir eru til um rannsóknir né virkjun þessa svæðis.

Umhverfismál: Svæðið liggur afskekkt og er ekki á Náttúruminjaskrá.



KÖLDUKVÍSLARBOTNAR

Jarðhitasvæðið í Köldukvíslarbotnum.



1:50,000 NÁTTÚRMINJASKRÁ

1 cm = 1 km

11. VONARSKARD

| | | | |
|--------------------------|-----|-----------------|---------------------------|
| Stærð svæðis á yfirborði | 11 | km ² | Yfirborðshiti og ummyndun |
| Aðgengilegt til vinnslu | 60 | % | |
| Raforkugeta | 26 | TWh | |
| Á náttúruminjaskrá | 100 | % | |

Lýsing: Háhitasvæðið sem kennt er við Vonarskard liggur austan við Tungnafellsjökull. Upplýsingar um það eru mjög litlar. Svæðið er að mestum hluta í Rangárvallasýslu en teygir sig norður í Suður-Pingeyjarsýslu, en sýslumörk eru hér óljós. Svæðið liggur í um 900-1000 m hæð og er fremur úfíð. Síðsumars má aka torfærubíflum inn á svæðið. Sandar liggja yfir hluta svæðisins, en vestan þeirra rís lágur fjallakragi, 200-300 m yfir sandana og er jarðhitinn aðallega í austurhlíðum fjallanna. Svæðið er ekki vel aðgengilegt til vinnslu.

Rannsóknastaða: Jarðmyndanir eru frá Ísöld, aðallega basískt móberg, en talstvert er af líparfíti. Engin nákvæm jarðfræðikort eru til af svæðinu. Engar nútfímaeldstöðvar eru inni á svæðinu, næst er gígaröðin Dverggar í rúmlega 10 km fjarlægð til norðurs. Smáskjálftavirkni var sannreynð á svæðinu 1968. Lítið er vitað um efnatræði jarðhitavökvans og engar jarðeldisfræðilegar mælingar hafa verið gerðar á svæðinu er hjálpa við mat á stærð þess.

Jarðhitakerfið: "Vonarskard" hefur oft verið látið ná yfir jarðhitasvæðin í Vonarskardi og Köldukvíslarbotnum, en hér er þeim skipt í tvö svæði, því milli þeirra eru 12 km þar sem ekki verður vart jarðhita. Frekari rannsóknir kunna að leiða í ljós tengsl þarna á milli, en svæðin eru nánast á sömu línu (norðaustur - suðvestur). Fremur litlar upplýsingar eru um yfirborðshita, en á norðurhluta svæðisins eru laugar með um 65°C hita og merki um ummyndun í gili Rauðár. Á vesturhluta svæðisins á mótis við Jökuldal er háhitasvæðið greinilegt með leirhverum og gufuaugum. Einnig eru hverir og ummyndun í norðurhlíðum fjallsins Skrauta. Eftir dreifingu jarðhita og ummyndunar á yfirborði er stærð svæðisins metin 11 km². Miðað við orku í bergi er áætlað að afl svæðisins til raforkuvinnslu sé 65 MW í 50 ár, og orkugeta til sama tíma sé 520 GWh/ári. Engar áætlanir eru til um rannsóknir né virkjun þessa svæðis.

Umhverfismál: Svæðið er allt á Náttúruminjaskrá sem náttúruminjar, og er það einkum jarðhitinn ásamt fjölbreytilegu landslagi og gróðurvinjum sem vernda ber. Engin lög kveða á um sérstaka vernd svæðisins.



VONARSKARÐ

Jarðhitasvæðið í Vonarskardi



© OSKALMI

Mörk náttúruverðis

1 cm = 1 km

12. KVERKFJÖLL

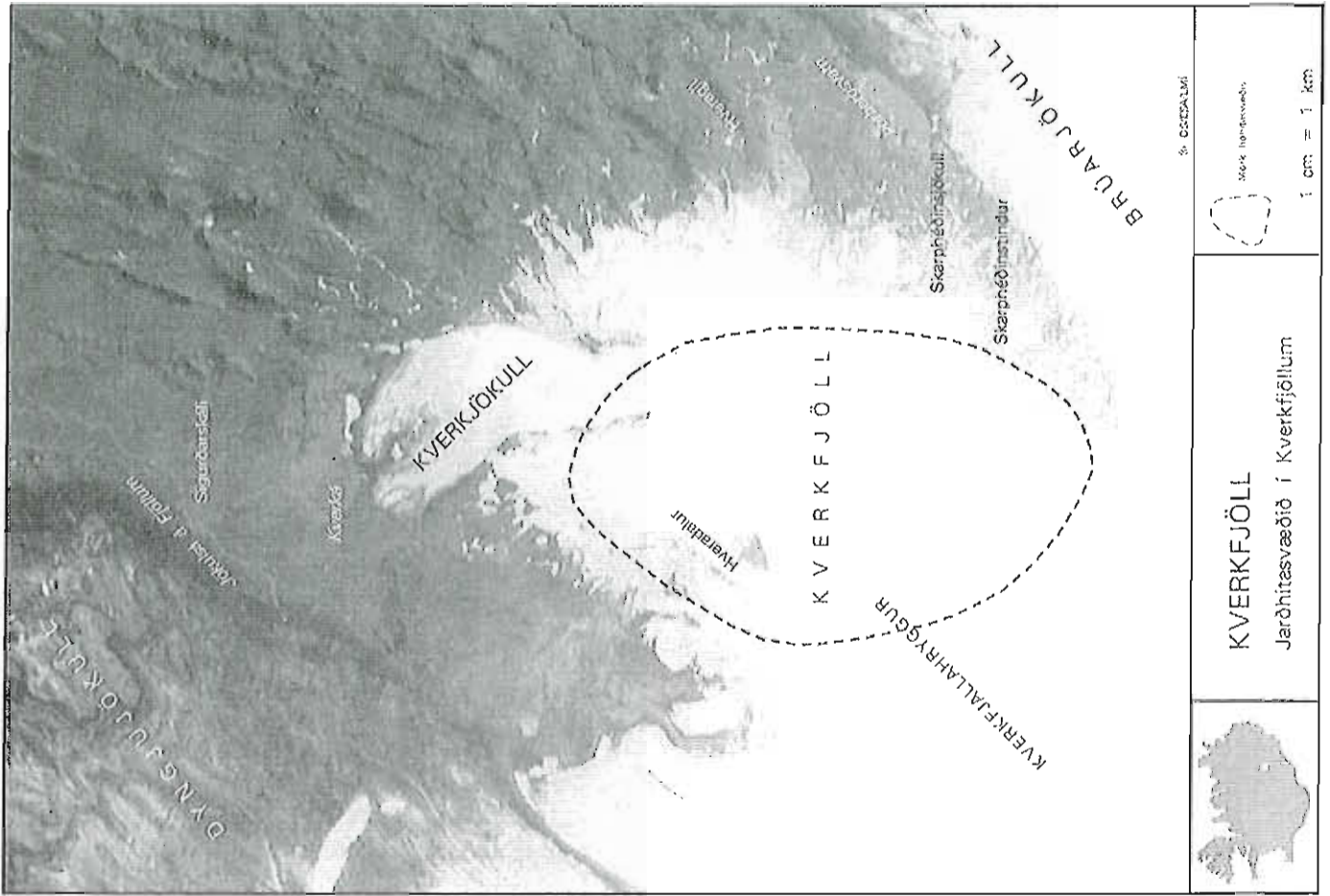
| | | | |
|--------------------------|-----|-----------------|---------------------------|
| Stærð svæðis á yfirborði | 25 | km ² | Yfirborðshiti og ummyndun |
| Aðgengilegt til vinnslu | 20 | % | |
| Raforkugeta | 20 | TWh | |
| Á náttúruminjaskrá | 100 | % | |

Lýsing: Kverkfjöll eru í norðurljáðri Vatnajökuls og tilheyra Norður-Múlasýslu. Samgöngur eru slæmar, en fært er að sumarlagi á jeppa að Sigurðarskála. Frá Möðruvöllum eru 108 km í Sigurðarskála og þaðan eru um 3 km að Kverká. Jarðhitasvæðið sjálf liggur í 1500-1900 m hæð og hylur jökull mestan hluta þess. Svæðið er mjög úfið og lítt aðgengilegt til vinnslu.

Rannsóknastaða: Kverkfjöll eru úr móbergi og hefur súrt berg ekki fundist þar. Eldvirkni á núttíma hefur verið talsverð í þessu brotakerfi, en ekki vitað með vissu um nein gos á sögulegum tíma. Vatnalaust hafa sum hinna mörgu jökulhlaupa sem komið hafa í Jökulsá á Fjöllum orðið vegna goss undir jökli, að öllum líkindum undir Dyngjujökli, norðan við Kverkfjallahrygg eða sunnan Kverkfjalla. Nokkur gos hafa orðið eftir ísöld í Kverkfjallakerfinu, en hraun þaðan eru fremur lítil og þunn. Getur hafa verið leiddar að gosi sunnan Kverkfjalla 1938. Talið er að tvö öskjusig séu hulin undir jöklinum og er sjáanlegur jarðhiti í nýðri öskjunni. Töluverð smáskjálftavirkni er á Kverkfjallasvæðinu og stórir skjálftar (stærri en M:4) ekki óalgengir. Rannsóknir á umhverfisáhrifum jarðhita, á vegum Orkustofnunar og fleiri stofnana hófust í Kverkfjöllum 1992. Engar jarðeðlisfræðilegar mælingar hafa verið gerðar fyrir utan að árin 1966 og 1968 var mæld innrauð hitageislun frá svæðinu.

Jarðhitakerfið: Jarðhiti er mikill á yfirborði og er stærsta svæðið í Hveradal, en þar er jarðhiti á um 3 km löngu svæði með stefnunna NA-SV. Syðst á þessu svæði varð mikil hverasprenging 23. eða 24. maí 1968. Jarðhiti er einnig í austurtindum Kverkfjalla og 1953 fannst þar 84°C hiti (gufa) í 1880 m hæð og 94°C er í gufuaugum nyrst á svæðinu. Kverká kemur volg undan Kverkjökli og var rennsli hennar nálægt 800 l/s og hiti 26°C þann 5. júlí 1979. Varmastreymið frá svæðinu hefur verið reiknað 1250-2250 MW, eða nálægt 50-90 W/m². Samkvæmt dreifingu yfirborðshita og ummyndunar og legu öskjusigs er flatarmál Kverkfjallasvæðisins áætlað 25 km². Jarðefniæræði bendir til um og yfir 300°C hita í jarðhitakerfinu. Miðað við orku í bergi er áætlað að afl svæðisins til raforkuvinnslu sé 50 MW í 50 ár, og orkugeta til sama tíma sé 400 GWh/ári. Nýting svæðisins er engin. Engar áætlanir eru til um rannsóknir né virkjun þessa svæðis.

Umhverfismál: Allt svæðið er á Náttúruminjaskrá sem náttúruminjar. Einkum er það stórbrotið landslag, hverir, virkar eldstöðvar og jarðmyndanir, auk íshellis sem Kverká kemur úr sem talið er til verndargilda. Svæðið hefur undanfarnin ár orðið æ vinsælla ferðamannasvæði, lítið er þó farið um syðri hluta hverasvæðisins vegna þess hve afskekktur hann er. Árið 1992 var hafin rannsókn á svæðinu til að bera saman náttúrulegar breytingar á ósnortnum svæðum og breytingar sem verða samfara virkjun háhita-svæða á umhverfið. Gröður er lítil á þessu svæði.



KVERKFJÖLL

Jarðhitasvæðið í Kverkfjöllum



% CO2/ÁR

Stærð hvarfsvæðis

1 cm = 1 km

13. ASKJA

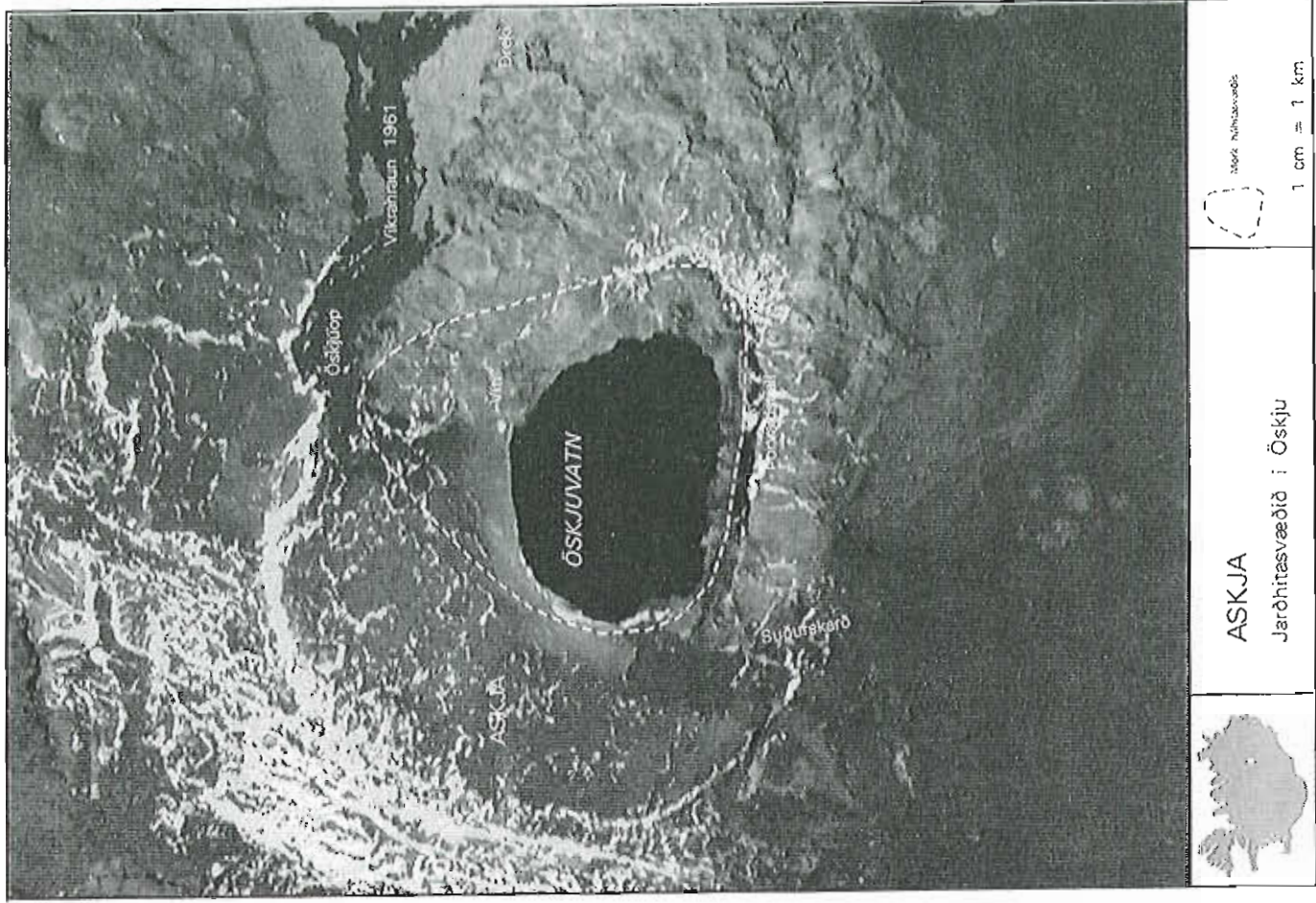
| | | | |
|--------------------------|-----|-----------------|---------------------------|
| Stærð svæðis á yfirborði | 25 | km ² | Yfirborðshiti og ummyndun |
| Aðgengilegt til vinnslu | 30 | % | |
| Raforkugeta | 30 | TWh | |
| Á náttúruminjaskrá | 100 | % | Náttúruvætti |

Lýsing: Askja er í Dyngjufjöllum í Suður-Þingeyjarsýslu. Þangað er fært að sumarlagi og er vegalengd frá Mývatni í Öskju um 130 km. Jarðhitasvæðið liggur í 1100-1300 m hæð og er hluti þess undir Öskjuvatni. Aðrir hlutar svæðisins eru utan í bröttum hlöðum fjallanna. Svæðið er því fremur illa aðgengilegt til vinnslu.

Rannsóknastaða: Jarðmyndanir í Dyngjufjöllum eru að mestum hluta móberg frá síðjökultíma, en nútíma gosmyndanir eru miklar að magni, og hefur talsverð eldvirkni verið síðan sögur hófust. Líparít er í öskjurímanum að norðan, en innan öskjunnar eru þykk basalt- og andesíthraun. Askjan sjálf er a.m.k. 55 km², en eru e.t.v. þrjár og grípa hver inn í aðra og er Öskjuvatn yngst, 12 km², myndað í gosinu 1875. Í Öskjugosinu 1875 voru gosefnin að mestu súr og talið er að þá hafi átt sér stað kviku-hlaup norður í Sveinagjá, þar sem gaus basalti sama ár. Þessir kvikufutningar, ásamt gosinu í Öskju, hafa þá valdið Öskjuvatnssiglinu. Gosið hefur nokkrum sinnum í Öskju á þessari öld, síðast 1961, en vegna þess hve langt er til byggða er minna vitað um gosið virkni fyrri alda. Stórir jarðskjálftar verða öðru hvoru á Dyngjufallasvæðinu. Fremur lítil smáskjálftavirkni virðist vera í Öskju. Engar jarðeðlisfræðilegar mælingar hafa verið gerðar á svæðinu. Árin 1966 og 1968 var mæld innrauð hitageislun frá svæðinu en lítið hefur verið unnið úr þeim gögnum enn. Nokkuð hefur verið unnið í jarðefnafræði á svæðinu, einkum með tilliti til Öskjuvatns og sögu þess. Jarðhitavökvinn er staðbundin úrkoma, og hátt efnainnihald Öskjuvatns stafar af efnaskiptum við hraun sem runnið hafa í vatnið og af jarðhita á bökkuum og botni þess. Fylgst var með breytingum á efnainnihaldi jarðhitavökvans í sambandi við gosið 1961, en annars er efnifræði jarðhitakerfisins lítið rannsökuð.

Jarðhitakerfið: Jarðhiti á yfirborði virðist einkum vera tengdur við bogsprungur á jöðrum öskjunnar og er virknin mest sunnan og austan við Öskjuvatn. Einnig er jarðhiti úti í vatninu og norður við Öskjuop. Jarðhiti og ummyndun hafa ekki verið kortlögð nákvæmlega. Samkvæmt yfirborðshita er jarðhitasvæðið í Öskju nálægt 25 km². Miðað við orku í bergi er áætlað að afl svæðisins til raforkuvinnslu sé 75 MW í 50 ár, og orkugeta til sama tíma sé 600 GWh/ári. Engar áætlanir eru til um rannsóknir né virkjun þessa svæðis. Nýting er engin.

Umhverfismál: Askja var fríðlýst sem náttúruvætti með auglýsingu í Stjórnartíðindum B, nr. 194/1978. Askja og umhverfi Dyngjufjalla, raunar svæðið frá jökli norður í Jökulsárgljúfur er innan friðaða svæðisins sem nefnt er "Mývatn og Laxá", friðað með lögum, sbr. Stjórnartíðindi A, 36/1974. Askja og umhverfi hennar er fjölsóttur ferðamannastaður og jarðfræðilega séð er eldstöðin ein sú merkasta á landinu.



14. FREMRINÁMAR

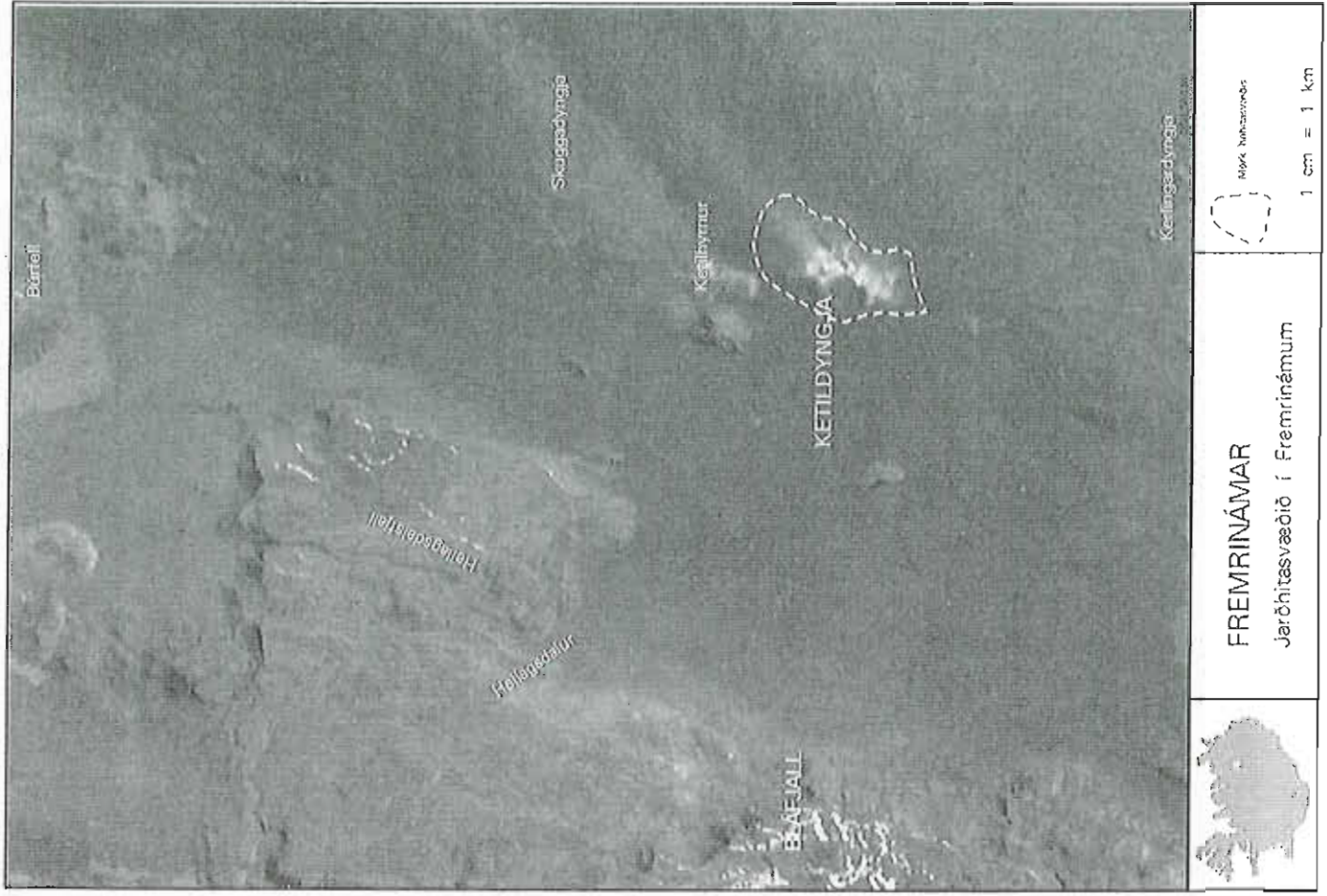
| | | | |
|--------------------------|-----|-----------------|---------------------------|
| Stærð svæðis á yfirborði | 4 | km ² | Yfirborðshiti og ummyndun |
| Aðgengilegt til vinnslu | 100 | % | |
| Raforkugeta | 14 | TWh | |
| Á náttúruninjaskrá | 100 | % | |

Lýsing: Fremrinámar eru í Suður-Píngeyjarsýslu og má komast þangað að sumarlagi á torfærubhlum. Frá Grænavatni er fjarlægðin 35-40 km. Svæðið er í 800-900 m hæð, efst í Ketildyngju, og er fremur slétt, að undanskildum dyngjugígnum. Svæðið er mjög vel aðgengilegt til vinnslu.

Rannsóknastaða: Jarðfræði svæðisins hefur verið athuguð lítillega. Elstu jarðmyndanir eru móbergskollar er stínga sér upp úr nútímahraunum. Einkum ber á Ketilhyrnum sem eru norðan við Ketildyngju og er önnur úr móbergi en sú eystri úr líparfí. Frá Ketildyngju rann Laxárhraun eldra 82 km leið norður í Aðaldal, fyrir um 4000 árum. Norðan við Ketildyngju er Skuggadyngja og að sunnan er Kerlingardyngja, báðar myndaðar á nútíma. Norðan í Ketildyngju er gígaröð sem liggur upp í austurhlíðar eystri Ketilhyrnunnar. Engin gos hafa orðið á sögulegum tíma á svæðinu og er lítið sem ekkert vitað um skjálftavirkni. Litlar rannsóknir hafa verið gerðar á jarðeðlisfræði og fá sýni tekin af gasi. Ekkert yfirborðsvatn er á svæðinu.

Jarðhitakerfið: Jarðhiti er á fremur takmörkuðu svæði í austanverðum dyngjugígnum, niður á botn hans og um 1 km til norðausturs. Ummyndun er ekki mikil, en nær yfir talsvert stærra svæði en yfirborðshiti. Gufuöng og hverir eru á um 3,5 km² svæði og er mat á stærð þessa svæðis eingöngu byggt á dreifingu yfirborðsummerkja. Stærð svæðisins er áætluð 4 km², sem er vafalítið lágmarksstærð. Athyglisvert er hve jarðhitasvæðið sjálf virðist lítið haggð af brotum og er það fremur óalgengt meðal háhitasvæða. Hinsvegar liggur svæðið í greinilegu sprungubeli, sem nær nokkuð slitrótt allt norður á Sléttu, eða rúmlega 120 km leið. Jarðefnafræðilegar athuganir benda til 260-280°C hita í jarðhitakerfinu. Strax á 13. öld og allt fram á 17. og 18. öld var brennisteinn numinn í Fremrinámum og fluttur á hestum til Húsavíkur, en engin not eru nú af svæðinu og boranir engar. Miðað við orku í bergi er áætlað að afl svæðisins til raforkuvinnslu sé 35 MW í 50 ár, og orkugeta til sama tíma sé 280 GW/h/ári. Engar áætlanir eru til um rannsóknir né virkjun þessa svæðis.

Umhverfismál: Fremrinámar eru innan friðaða svæðisins sem nefnt er "Mývatn og Laxá", friðað með lögum sbr. Stjórnartíðindi A, 36/1974. Þetta er fáfarinn staður og gróðurvana.



FREMRINÁMAR

Jarðhitasvæðið í Fremrinámum

1:100000

1 cm = 1 km

15. NÁMAFJALL

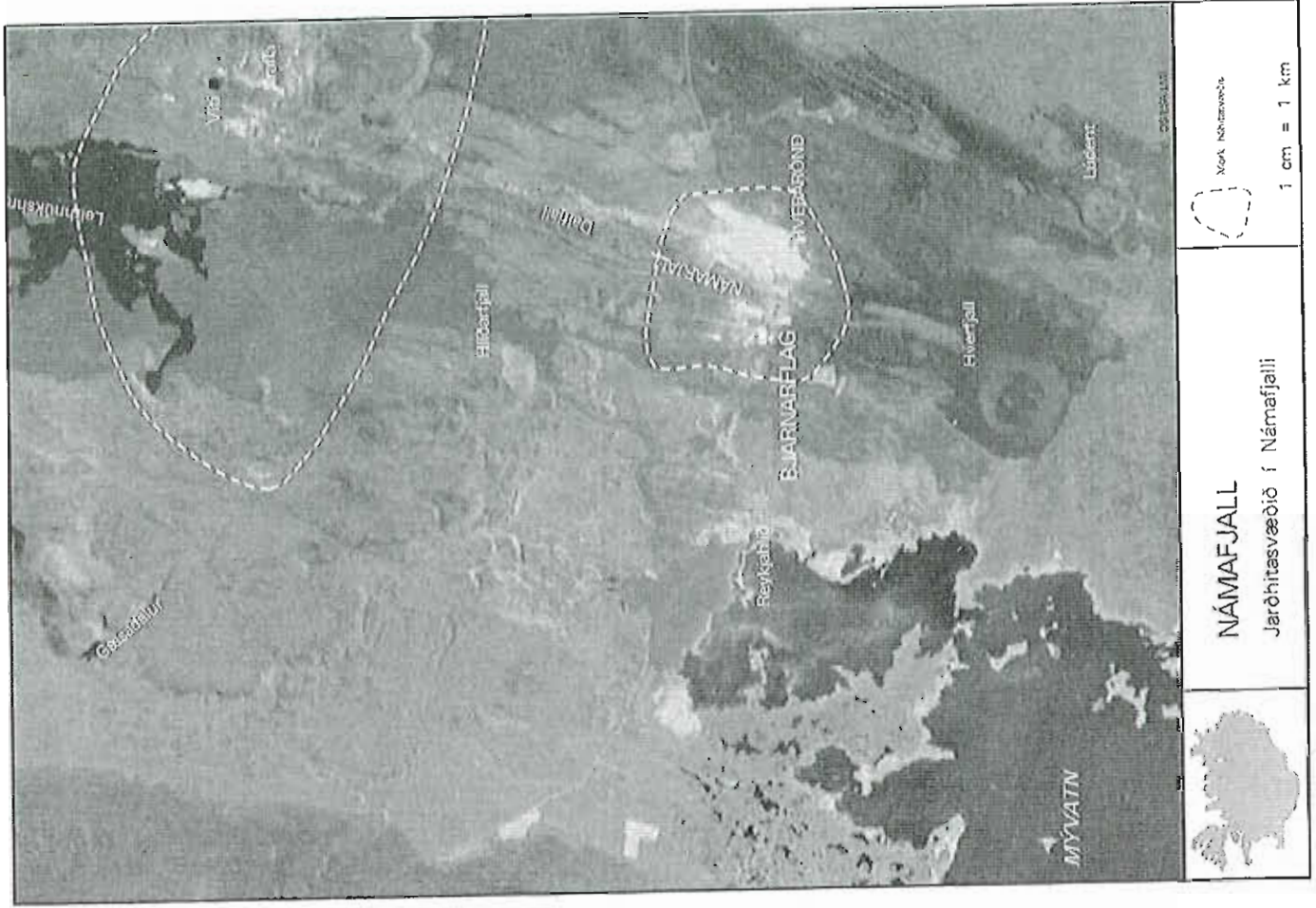
| | | |
|----------------------------------|-------------------|-----------------------------------|
| Stærð svæðis á yfirborði | 8 km ² | Yfirborðshiti, ummyndun og viðnám |
| Aðgengilegt til vinnslu | 90 % | |
| Hæstur hiti í holu | 320 °C | Í holu 11 |
| Vinnsla gufu 1993 | um 20 kg/s | vatt og gufa |
| Uppsett af til raforkuvinnslu | 3 MWe | |
| Varmi borholuvökva (Bjarnarflag) | 1.000-2.200 kJ/kg | |
| Raforkugeða | 28 TWh | |
| Á náttúrunumjaskrá | 100 % | |

Lýsing: Námafjall er í Skútustaðahreppi í Suður-Þingeyjarsýslu og liggur í 300-400 m hæð. Samgöngur eru góðar. Svæðið er sléttlent og vel aðgengilegt til vinnslu. Svæðinu má skipta í tvo virkjunarstaði, Bjarnarflag og Hverarönd. Bjarnarflag er virkjað en Hverarönd ekki.

Kannsóknastaða: Fjallið Námafjall er syðsti hluti 15 km langs móbergshryggjar og er Dal fjall áframhald hans til norðurs, hvort tveggja myndað við gos undir jökli. Eldvirgni hefur verið mikil á núfima í því sprungubelti sem Námafjall tilheyrir, en lengra til norðurs eru Kröflu-, Gjástykkis- og Óxarfjarðarsvæðin í sama sprungubelti. Þann 8. september 1977 varð lítið eldgos um borholu nr. 4. Súrt berg er ekki inni á jarðhitasvæðinu, en ísuft nútímahraun (islandit) í Hraunbungu, norðan við Lúdent, tilheyrir þessari megineldstöð. Gossaga svæðisins er nokkuð vel þekkt og eru gosin í Lúdent (9000 ára), Hverfjalli (2800 ára), Þrengslaborgum, Laxárhraun yngra (2500 ára), Svörtuborgir-Dalfjall (2000 ára) þau helstu. Jarðskjálftar stærri en M:4 eru ekki óalgengir á þessu belt. Smáskjálftavirki eru nokkur á þessu svæði. Allmikilið hefur verið gert af jarðeldisfræðilegum mælingum á svæðinu. Flugsegulkort hefur verið gert af Námafjalls- og Kröflusvæði. Árin 1966, 1968, 1973 og 1993 var mæld innrauð hitageislun og hefur verið unnið nokkuð úr gögnunum.

Jarðhitakerfið: Jarðhiti er mikill á svæðinu, bæði gufu- og leirhverir, en engir vatns- hverir. Dreifing jarðhita og ummyndun á yfirborði hefur verið kortlögð, en í umbrotunum er hófust 1975 varð talsverð breyting þar á. Afrennili frá svæðinu er vestur til Mývatns og má sjá gufur leggja upp úr hraunum í kyrru veðri. Hiti og ummyndun á yfirborði eru á nálægt 11 km² svæði, en hluti þess er afrennili, og sé það undanskilið er svæðið 8 km² að stærð, skv. dreifingu jarðhita, ummyndunar og viðnáms. Virkur jarðhiti er á um 5 km² svæði. Hiti í jarðhitakerfinu hefur mælt hæstur 320°C (í holu 11). Í Bjarnarflagi var byrjað að nota jarðgufu árið 1967 til að þurrka kísilgúr (Kisilöjjan) og er þar einnig 3 MWe rafstöð (tekin í notkun 1969). Þá er kalt vatn af svæðinu hitað upp með gufu og notað í hitaveitu fyrir þéttbýliskjarnann við Reykjahlíð. Fyrsta holan í Bjarnarflagi var boruð 1963 (342 m), en alls hafa verið borðar þar 12 hollar. Árin 1951-52 voru borðar fjórar höggborsholur í Hverarönd, 11-227 m, en þær eru ónýtar. Vinnslusaga svæðisins spannar 30 ár og er heildarmassataka úr því um 46 milljónir tonna á þessu tímabili. Þessi vinnsla hefur haft mjög lítil áhrif á þrýsting í jarðhitakerfinu. Miðað við orku í bergi er áætlað að afl svæðisins til raforkuvinnslu sé 72 MW í 50 ár, og að orkugeta til sama tíma sé 570 GWh/ári. Til eru áætlanir um aukna virkjun Bjarnarflags.

Umhverfismál: Námafjall er innan fríðaða svæðisins sem nefnt er "Mývatn og Laxá", fríðað með lögum sbr. Stjórnartíðindi A, 36/1974. Í Bjarnarflagi er fylgst með massatöku, þrýstingi, hitabreytingum og efnum í gasi og borholuvökva.



16. KRAFLA

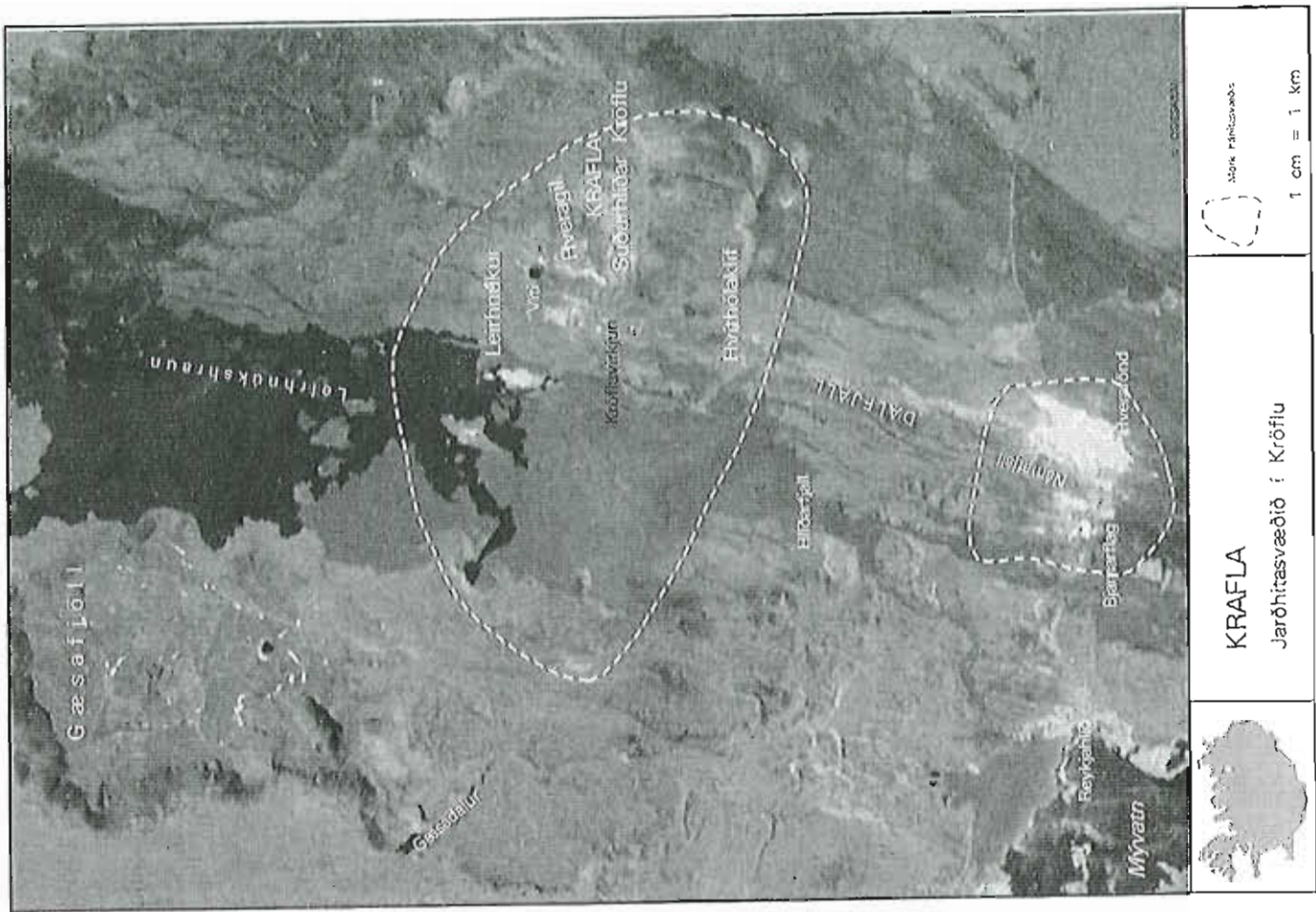
| | | |
|--------------------------|--------------------|---|
| Stærð svæðis á yfirborði | 30 km ² | Yfirborðshiti, ummyndun og lágt viðnám. |
| Aðgengilegt til vinnslu | 90 % | |
| Hæstur hiti í holu | 344 °C | Holur 6 og 7. |
| Vermi borholuvökva | 900-2800 kJ/kg | |
| Raforkugeta | 150 TWh | |
| Á náttúruminjaskrá | 100 % | |

Lýsing: Jarðhitasvæðið sem kennt er við fjallið Kröflu er í Skútustaðahreppi í Suður-Þingeyjarsýslu og liggur í 400-600 m hæð. Samgöngur eru góðar. Meginhluti Kröflusvæðisins er sléttlendi og liggur vel við vinnslu.

Rannsóknastaða: Elstu jarðmyndanir eru hraunlög frá hlýskeyðum og móberg og líparít myndað undir jökulum á seinni hluta ísaldar. Móbergið er að mestu í hryggjum um er stefna N-S eins og brot frá nútíma. Ísúrt gjóskuberg er talið vera tengt gosum í eða við jadra Kröfluöskjunnar, og er það frá síðasta hlýskeyði. Miklar brotahreyfingar hafa orðið á þessu sprungubelti eftir ísöld, en jarðhitasvæðið liggur í austurhluta þess. Eldvirkni er talsverð og kemur í hrinum á nokkurra alda fresti. Síðan jökla leystu hafa orðið um 10 sprungugos á Kröflusvæðinu, eða álfka mörg og á Námafjallssvæðinu. Mývatnseldar stóðu 1724-1729 og Kröflueldar 1975-1984. Mikil jarðskjálftavirkni hefur verið öðru hvoru á þessu svæði. Smáskjálftar eru tíðir. Á um 3 km dýpi innan Kröfluöskjunnar hefur deyfing á S-bylgjum verið túlkuð sem kvikuholf. Miklið hefur verið unnið í efnafræði jarðhitakerfisins og fylgst er með efnabreytingum. Miklar jarðeðlisfræðilegar mælingar hafa verið gerðar í Kröflu. Lágviðnámssvæðið er slengt í stefnu NV-SA (120°A) og kemur sú stefna einnig fram í flugsegul-, sjálfspennu- og þyngdarmælingum. Hæðar- og þyngdarmælingar eru notaðar til þess að fylgjast með massabreytingum innan Kröfluöskjunnar.

Jarðhitakerfið: Jarðhiti og ummyndun eru á 30-35 km² svæði, en virkur yfirborðshiti er á talsvert minna svæði eða 16-18 km². Tala má um minnst þrjú eða fjögur aðaluppstreymissvæði, Leirhnúk, Hveragil, Suðurhlíðar Kröflu og Hvíthóflaklif. Jarðhitakerfið er sumstaðar tvískipt, efra og neðra kerfi. Hiti í efra kerfinu er um 200°C, en í neðra kerfinu, þ.e. neðan við 1100-1500 m, er 300-350°C hiti. Raforkuvinnsla hófst í Kröfluvirkjun 1978. Uppsett afl er 30 MWe, en stöðin var hönnuð fyrir 60 MWe og hefur Alþingi samþykkt heimildarlög fyrir 60 MWe virkjun (nr. 74/1990). Boranir hófst árið 1974 og hafa verið borðar 27 holur. Miðað við orku í bergi er áætlað að afl svæðisins til raforkuvinnslu sé 375 MW í 50 ár, og að orkugeta til sama tíma sé 3.000 GWh/ári.

Umhverfismál: Krafla er innan friðaða svæðisins sem nefnt er "Mývatn og Laxá", friðað með lögum, sbr. Stjórnartíðindi A, 36/1974. Í Kröflu er fylgst með massatöku, þrýstingi, hitabreytingum og efnum í gasi og borholuvökva.



KRAFLA

Jarðhitasvæðið í Kröflu

Stærð málsvæðis

1 cm = 1 km

17. PEISTAREYKIR

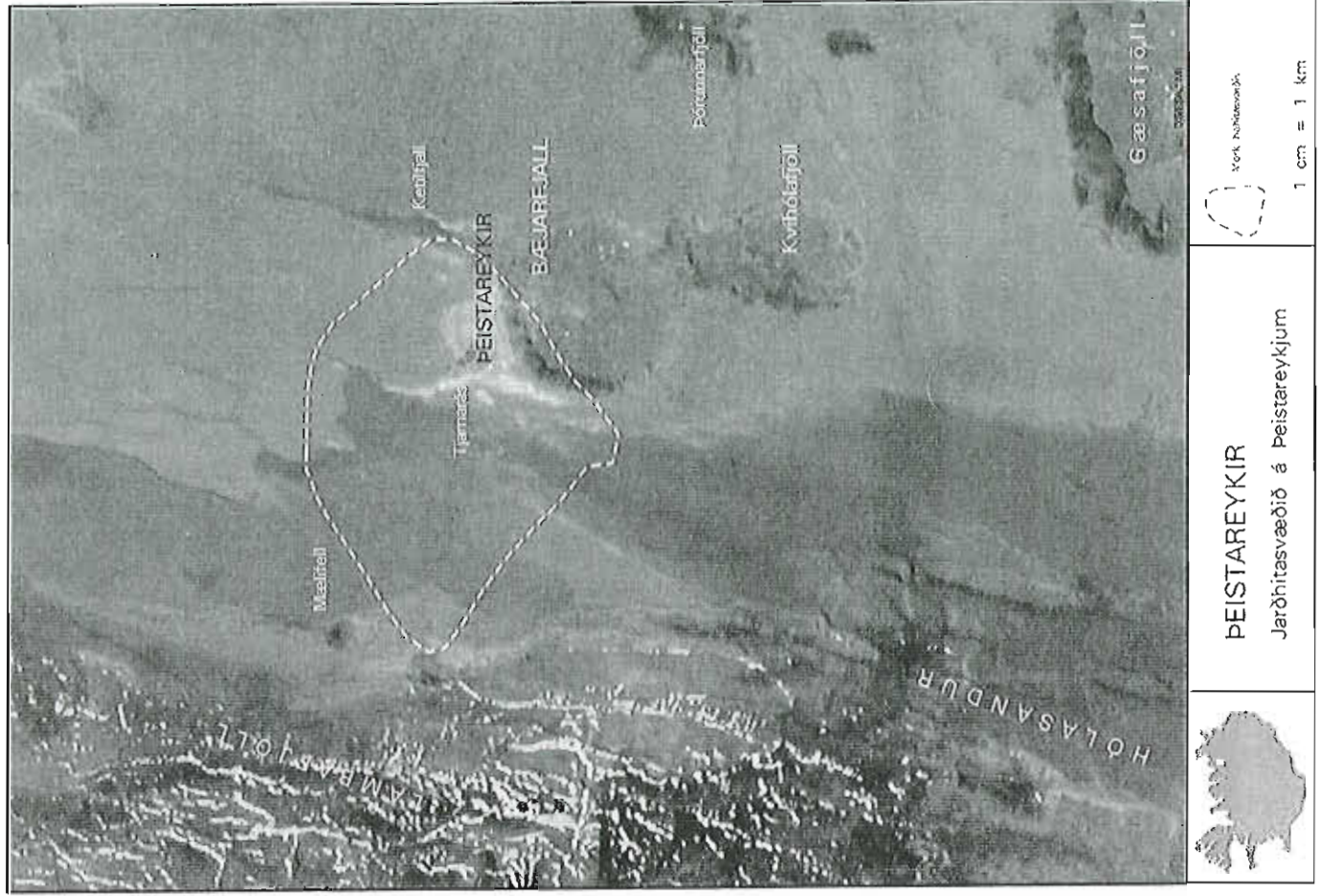
| | | | |
|--------------------------|----|-----------------|--|
| Stærð svæðis á yfirborði | 19 | km ² | Yfirborðshiti, ummyndun og lágt viðnám |
| Aðgengilegt til vinnslu | 80 | % | |
| Raforkugeta | 60 | TWh | |
| Á náttúrumínjaskrá | 50 | % | |

Lýsing: Peistareykir eru í Aðaldælahreppi í Suður-Pingeyjarsýslu. Jarðhitasvæðið liggur í 320-560 m hæð og eru samgöngur slæmar. Frá Peistareykjum eru 18 km að Kísilvegnum á Hólasmandi og 11 km að gamla Reykjaheiðarvegnum milli Húsa- víkur og Kelduhverfis. Svæðið er að meginhluta slétt hraun, helstu fjöll eru Bæjarfjall (561 m) og Ketilfjall (550 m). Svæðið er vel aðgengilegt til vinnslu.

Rannsóknastaða: Peistareykjasvæðið er virk megineldstöð. Elstu jarðmyndanir á svæðinu eru frá seinni hluta Ísaldar. Lambafjöll marka vesturjaðar þess sprungubeltis er jarðhitasvæðið telst til, en jarðhiinn er að mestu í austurjaðri þess. Súrt berg er í Mælifelli og lágum hól þar norðanvið. Gosvirknir hefur verið lítil á nútíma, og yngsta hraunið á svæðinu (Peistareykjahraun) er um 2900 ára sky. öskulagarannsóknnum. Alls hefur gosið um 14 sinnum í og við þetta sprungubelti eftir ísöld. Árið 1968 voru engir smáskjálftar á svæðinu. Stórir skjálftar koma fyrir, en trúlega eru upptök slíkra skjálfta nokkrum kílómetrum norðar, þar sem svonefnd Húsavkurmísgengi ganga því sem næst þvert á sprungubeltið. Á vegum Orkustofnunar var unnið að rannsóknum á svæðinu 1972-1974 og 1981-1984. Efnafraði jarðhitakerfisins hefur verið könnuð eins og unnt er með rannsókn á gasi í hverum. Samkvæmt mælingum er lægð í þyngdarsviðinu í tengslum við sprungubeltið og önnur er tengd Tjörnes-brotabeltinu. Árin 1966, 1968 og 1973 var mæld innrauð hitageislun á svæðinu og voru þau gögn höfð til hiðsjónar við vinnu þar 1981-1983. Svæðið er tilbúið fyrir rannsóknabóranir.

Jarðhitakerfið: Virkur yfirborðshiti nær yfir 10 km² og ásamt kaldri ummyndun þekur hann 19 km². Virkur jarðhiti er mest gufuaugu og leirhverir, lítið vatn er á yfirborði. Út frá túlkun viðnámsmælinga er jarðhitasvæðið um 18 km² og teygist úr svæðinu til norðurs. Um 30 m eru niður á grunnvatn við Peistareyki. Niðurstöður efnagreininga benda til tveggja uppspreymisstaða norðan undir Bæjarfjalli og að annað minna svæði sé vestan undir Ketilfjalli. Efnasamsetning gufu bendir til hita allt að 280-310°C og virðist vatnsléiðni bergs meiri við Tjarnarás en norðan undir Bæjarfjalli. Engin nýting er á jarðhita á svæðinu, en á 17. og 18. öld var unninn brennisteinn á Peistareykjum og fluttur út. Borholur eru engar á svæðinu. Miðað við orku í bergi er áætlað að afl svæðisins til raforkuvinnslu sé 150 MW í 50 ár, og orkugeta til sama tíma sé 1.200 GWh/ári. Engar áætlanir eru um virkjun þessa svæðis.

Umhverfismáli: Hluti svæðisins er á Náttúrumínjaskrá sem náttúrumínjar, en er ekki friðað með sérstökum lögum. Einkum er getið fjölbreyttra jarðhitamyndana, útfellinga og jarðhitaplantra.



PEISTAREYKIR
Jarðhitasvæðið á Peistareykjum



18. ÖXARFJÖRÐUR

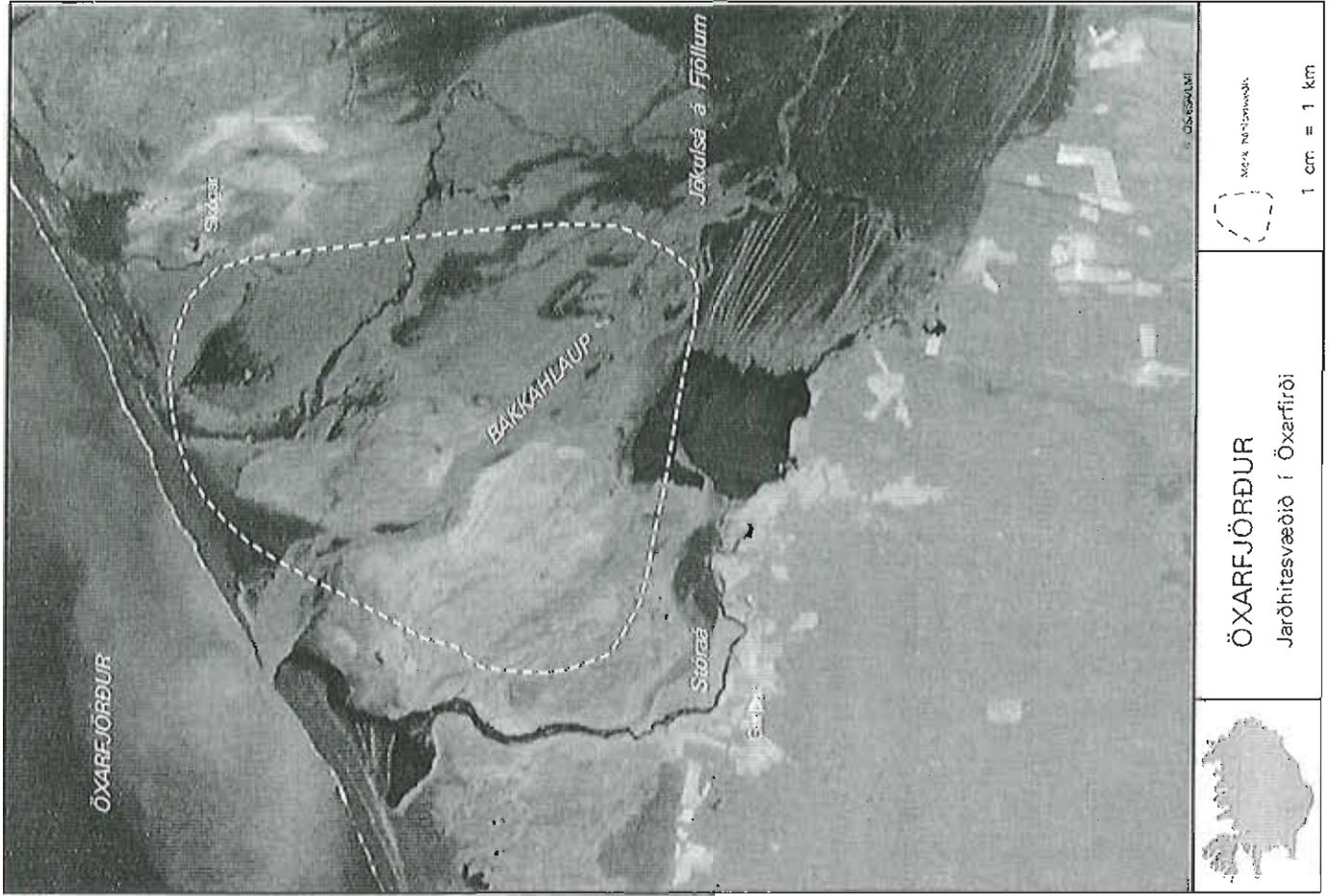
| | | |
|--------------------------|--------------------|--|
| Stærð svæðis á yfirborði | 30 km ² | Yfirborðshiti, ummyndun og lágt viðnám |
| Aðgengilegt til vinnslu | 90 % | |
| Raforkugeta | 100 TWh | |
| Á náttúruminjaskrá | 80 % | |

Lýsing: Jarðhitasvæðið er í Keldunes- og Öxarfjarðarhreppum í Norður-Pingeyjarsýslu. Hluti þess liggur undir sjó, en á landi nær það lífið hærra en í 40-50 m hæð. Sá hluti sem liggur á landi er sléttlendur og má segja að meiri hluti svæðisins sé vel aðgengilegur til vinnslu.

Rannsóknastaða: Þetta svæði er að litlum hluta hliði nútímahraunum en mestur hluti þess liggur undir sjávar- og vatnaseti. Í borunum á svæðinu hefur komið fram að set þessi eru mörg hundruð metra þykk. Engar nútímældstöðvar eru á svæðinu, þær næstu eru í 11 km fjarlægð. Svæðið er mikið brotið og urðu miklar hreyfingar á sprungum í Öxarfirði í upphafi umbrotahrinunnar er hófst árið 1975. Svæðið er í sama sprungubelti og Krafla. Efnatæðirannsóknir hafa verið gerðar á svæðinu. Í þessu jarðhitakerfi hefur orðið vart ollu gasa, sem er einsdæmi á landinu. Viðnámsmælingar hafa verið gerðar og kemur fram mjög lágt viðnám á talsvert stóru svæði. Jarðskjálftar eru algengir.

Jarðhitakerfið: Jarðhiti er eingöngu sem vatnshverir og laugar og er hitastig allt að 90 °C. Efnahiti bendir til yfir 200 °C og er jarðhitavökvinn fremur saltur, enda svæðið við sjó. Stærð þessa svæðis er 42 km² ef dæmt er eftir öllum jarðhita á yfirborði, en viðnámsmælingar gefa til kynna rúmlega 20 km² svæði. Sumir jarðhitastöðanna gætu verið afrennsli frá þeistareykjum og er stærð þessa svæðis því meiri 30 km². Heita vatnið er notað í hitaveitur fyrir einstaka bæi og í fiskeldi. Nokkrar grunnar holur hafa verið borðar á svæðinu. Miðað við orku í bergi er áætlað að afl svæðisins til raforkuvinnslu sé 250 MW í 50 ár, og orkugeta til sama tíma sé 2.000 GWh/ári. Engar áætlanager eru um virkjun þessa svæðis.

Umhverfismál: Svæðið er á Náttúruminjaskrá, um 80% þess eru innan þess sem taldar eru náttúruminjar. Um er að ræða 3 km spildu meðfram ströndinni þar sem sjáv-arlón og gróðurmikil grunn vötn eru iðandi af fuglalífi. Mikill hluti svæðisins er sléttir sandar og Jökulsá á Fjöllum kvíslast um austurhluta þess.



ÖXARFJÖRÐUR
Jarðhitasvæðið í Öxarfirði



Með Náttúrminja.

1 cm = 1 km

19. ÓVISS HÁHITASVÆÐI

Undir "óviss háhitasvæði" falla svæði þar sem grunur leikur á að háhita sé að finna. Hér á eftir verða þessi svæði talin upp og þær ástæður sem valda því að athyglin hefur beinst að þeim. Það er þessum svæðum flestum sameiginlegt að yfirleitt hafa litlar rannsóknir farið þar fram, þau liggja afskekkt og engar boranir hafa verið gerðar til þess að kanna þau.

19.1 Prestahnúkur

| | | | |
|--------------------------|---|-----------------|--------------------------------|
| Stærð svæðis á yfirborði | 1 | km ² | Yfirborðshiti og ummyndun |
| Aðgengilegt til vinnslu | ? | % | Svæði illa afmarkað, er óslétt |
| Á náttúruminjasrá | 0 | % | |

Lýsing: Prestahnúkur er hluti af fjallasvæði sunnan við Langjökul og er í Borgarfjarðarsýslu. Engir vegir eru inn á svæðið en þangað má komast á jeppa.

Rannsóknastaða: Prestahnúkur er úr líparfti (perlusteini), myndaður seint á ísöld, en umhverfið er að mestu leyti móberg. Engar nútíma gosmínjar eru á svæðinu. Sennilega er megineldstöð suðvestan í Langjökli og tilheyrir Prestahnúkur henni. Þetta landsvæði hefur verið kannað með tilliti til náms perlusteins. Árið 1968 varð vart við smáskjálftavirkni á þessu svæði og var lengi vel engin skýring á henni, en smáskjálftar eru að mestu bundnir við háhitasvæðin. Sé það rétt að undir suðvesturhluta Langjökuls sé háhitasvæði, skýrir það smáskjálftavirknina. Engar jarðeðlisfræðilegar mælingar né efnafræðiathuganir hafa farið fram á svæðinu er varpað gætu frekara ljósi á tilveru þessa jarðhitasvæðis. Svæðið hefur ekki verið kannað með tilliti til jarðhita og er á frumstigi könnunar. Engar áætlanir eru um rannsóknir né virkjun þessara svæðia.

Jarðhitakerfið: Suðvestan í Prestahnúk (1223 m) hefur fundist 94°C heit gufa í 940 m hæð og bendir það til að þarna geti verið lítið háhitasvæði. Árið 1971 voru boradar þrjár grunnar holur (20 m, 25 m og 50 m) vestan við Prestahnúk vegna athugana á perlusteini. Úr þeim komu tugir lítra af allt að 29°C heitu vatni og styrkir það þá hugmynd að jarðhitasvæði sé við Prestahnúk, en um stærð þess verður lítið í ráðið, þó má telja 1 km² lágmarksstærð. Um það bil helming þess má telja aðgengilegan til vinnslu. Án jarðhitarannsóknna er ekki talið rétt að gefa upp orku í bergi né áætla afl svæðisins til raforkuvinnslu.

Umhverfismál: Svæðið er ekki á Náttúruminjasrá. Það er afskekkt og fáfarið.

19.2 Tindfjallajökull

| | | | |
|--------------------------|----|-----------------|---------------------------|
| Stærð svæðis á yfirborði | 1 | km ² | Laugar, öskjusig, ókannað |
| Aðgengilegt til vinnslu | 10 | % | |
| Á náttúruminjasrá | 0 | % | |

Lýsing: Tindfjallajökull er í Rangárvallasýslu og liggur fremur afskekkt, en svæðið þar sem einhver hita er að finna er í nálægt því 400 m hæð. Engir vegir eru inn á svæðið sem er illa aðgengilegt.

Rannsóknastaða: Stór megineldstöð er undir Tindfjallajökli og í tengslum við hana er mikið af súru bergi og greinilegt öskjusig. Þar sem háhitasvæði eru oft í tengslum við stórar megineldstöðvar hefur verið talið mögulegt að háhitasvæði kunni að vera í Tindfjöllum. Lítil gosvirkni hefur verið á svæðinu á nútíma, en þar sem það liggur í gosbeltinu er talið mögulegt að eldvirkni hafi verið nægilega mikil til að stór innskot séu í iðrum eldstöðvarinnar. Hekla er skammt norðvestan við Tindfjöll en þar virðist megnið af kvikunni koma til yfirborðs. Þar hefur samt ekki orðið vart háhitavirkni, þótt Hekla hafi flest það sem nægir til að mynda háhitasvæði. Langt er síðan jarðfræði svæðisins var könnuð að einhverju marki og engin jarðhitaleit hefur farið fram á svæðinu. Engar efnafræðiathuganir né jarðeðlisfræðiathuganir hafa farið fram er varpa frekara ljósi á þetta svæði.

Jarðhitakerfið: Hiti er sudaustan í Tindfjöllum, í svonefndu Hitagili, en er aðeins 40°C og ekki eru til góðar efnagreiningar á vatni þaðan. Boranir eða nýting er engin. Án jarðhitarannsóknna er ekki talið rétt að gefa upp orku í bergi né áætla afl svæðisins til raforkuvinnslu. Svæðið er erfitt aðgöngu og er aðeins gert ráð fyrir að 10-20% þess séu aðgengileg.

Umhverfismál: Svæðið er ekki á Náttúruminjasrá. Það er afskekkt og fáfarið.

19.3 Hríthálsar

| | | | |
|--------------------------|-----|-----------------|---------------|
| Stærð svæðis á yfirborði | 7 | km ² | Köld ummyndun |
| Aðgengilegt til vinnslu | 90 | % | |
| Á náttúruminjaskrá | 100 | % | |

Lýsing: Hríthálsar eru í Suður-Pingeyjarsýslu, 15 km norð-norðvestur af Herðubreið og 30 km norð-norðaustur af Öskju. Hríthálsar ná í 1050 m hæð, en svæði það sem hér um ræðir er í 1000-1100 m hæð. Engir vegir liggja þangað. Ekkert vatn er þarna á yfirborði.

Rannsóknastaða: Hríthálsar eru móbergsfjöll og við athuganir þar 1984 fannst súrt berg og bendir það til megineldstöðvar. Hraun mikil hafa runnið upp að fjöllumum og eru nútímaeldstöðvar á sjálfu svæðinu. Lítið er vitað um skjálftavirkni. Svæðið er lítið rannsakad.

Jarðhitakerfið: Jarðhiti er enginn á yfirborði, en heimildir geta þess að þarna séu gufuaugu og brennisteinshverir. Séu þær heimildir réttar hefur sá jarðhiti fjarð út, því nú er hann horfinn með öllu. Á yfirborði eru hins vegar miklar útfellingar af brennisteini og gífsi, en bergið er mikið ummyndað svo þarna hefur verið háhitasvæði eftir að ísöld lauk. Verið getur að svæðið sé enn þarna undir en hafi þétt og lokast vegna útfellinga. Ummyndun teygir sig í norður á um 7 km² svæði og eru það forsend-ur mats á stærð þess. Ef þarna er enþá hitaorka í bergi má áætla að afl svæðisins til raforkuvinnslu sé 60 MW í 50 ár, og orkugeta til sama tíma sé 480 GWh/ári.

Umhverfismál: Hríthálsar eru innan fríaða svæðisins sem nefnt er "Mývatn og Laxá", fríað með lögum, sbr. Stjórnartíðindi A, 36/1974. Þetta er mjög fáfárin stað-ur og gróðurvana.

19.4 Gjástykki

| | | | |
|--------------------------|-----|-----------------|---------------|
| Stærð svæðis á yfirborði | 7 | km ² | Yfirborðshiti |
| Aðgengilegt til vinnslu | 100 | % | |
| Á náttúruminjaskrá | 0 | % | |

Lýsing: Gjástykki er sigdalar um 5-6 km norðan við jarðhitasvæðið í Kröflu og í sprungubelti sem kennt er við Kröflu. Svæðið er að hálfu í Suður- og að hálfu í Norður-Pingeyjarsýslu. Það er í 400-500 m hæð, undir sléttum hraunum og er vel aðgengi-legt til vinnslu.

Rannsóknastaða: Allt svæðið er hulið nútímahraunum. Þar hefur gosið nokkrum sinnum síðan umbrot hófust í sprungubeltinu 1975 og jókst virkni svæðisins í sambandi við Kröflugos, enda í sama sprungubelti og vafalaust samtengt. Litlar jarðbæðl-ísfræðilegar athuganir hafa verið gerðar er koma að notum við mat þessa svæðis. Jarð-efnafræðilegar rannsóknir eru nær engar, enda er það mest vatnsgufa sem upp stígur úr sprungunum. Skjálftar eru algengir á svæðinu.

Jarðhitakerfið: Örnefni á svæðinu, svo sem Hrutafjallahitur, Hinuhólar o.p.h. benda til hita fyrr á öldum. Svæðið er mjög sprungið og er jarðhitinn (að mestu gufa) aðallega bundinn við ung brot. Útbreiðsla jarðhitans á yfirborði hefur verið kortlögð og tekur yfir um 7 km². Jarðhiti er aðallega bundinn við sprungur og ummyndun er lítil sem engin. Miðað við að þetta sé sérstakt jarðhitasvæði er áætlað eftir orku í bergi að afl svæðisins til raforkuvinnslu sé 70 MW í 50 ár, og orkugeta til sama tíma sé 560 GWh/ári. Þarna er þörf frekari rannsókna, enda eru þarna engar boranir til að sann-reyna jarðhitakerfið.

Umhverfismál: Svæðið er ekki á Náttúruminjaskrá, það er úfið og eftir að hraun runnu í Kröflueldum er það ógreitt yfirferðar.