

Langtímaáætlun um kortagerð og LUK í
samvinnu OS og LV

Hákon Aðalsteinsson

Greinargerð HA-95/03

Langtímaáætlun um kortagerð og LUK Í samvinnu OS og LV

1. Inngangur

Greinargerðin er tvískipt, annars vegar í framkvæmdaáætlun og hins vegar er fjallað um þá hugmyndafræði sem liggur henni til grundvallar. Að miklum hluta byggist framkvæmdaáætlunin á því að taka afstöðu til nýrrar tækni í vinnslu og framsetningu gagna sem eru landfræðileg í eðli sínu, þ.e. vinnslu í Landupplýsingakerfi. Til þess að mögulegt sé að nýta sér landupplýsingakerfi til að miðla upplýsingum er nauðsynlegt að eiga almennileg staðfræðikort á stafrænu formi. Öll ný staðfræðikort eru stafræn, en vinna þarf eldri kort af virkjunarsvæðum á stafrænt form. Sama gildir um jarðfræðikort sem Orkustofnun gerir, og gróðurkort á vegum Rala að ný kort eru unnin á tölvu af handritum, en taka þarf upp eldri kort.

Margt af því sem lagt er til að gert verði varðandi önnur landfræðileg gögn er ekkert áhlaupa- verk og krefst samvinnu við aðrar stofnanir. Sem stendur er ekki gerð áætlun um þau verk, því að fyrst þurfa Orkustofnun og Landsvirkjun að leggja niður fyrir sér að hverju skuli stefnt á þessu sviði.

2. Framkvæmdaáætlun

2.1 Staðfræðikort

2.1.1 Þörf fyrir ný kort

Yfirlit um útgefin kort til ársins 1995 er sýnt á 1. mynd. Þar eru meðtalin þau kort sem vitað er til að verði lokið við á árinu. Þörf fyrir ný kort kemur fram með því að leggja 1. mynd yfir grunn með því sem Orkustofnun hefur metið sem nýtanlega vatnsorku á Íslandi í fyrirsjáanlegri framtíð (2. mynd). Ef horft er til næstu framtíðar og t.d. tekið mið af hugmyndum sem Orkustofnun kynnti á ársfundi sínum 1995, yrði þörf fyrir ný kort eins og sýnt er á 3. mynd. Þau virkjunarsvæði eru: Skjálfandafjót (3), Skaftá (3) við Núpsvötn (4), Hverfisfjót (1,5) og við Efri Hvítá (2), auk sérkorta af nokkrum strandlengjum, þ.e. á Suðurströnd, sem áætlað er að ljúka 1995, Héraðssandi og Öxarfjarðarströnd. Þetta er lágmarksfjöldi korta til að byrja með, síðar kynni að þurfa að bæta við kortum eða korthlutum eftir því hvernig virkjunarhugmyndir og rannsóknir þeirra vegna þróast. Samkvæmt upplýsingum frá Hnit hf. kostar stafrænt kort af hverju kortblaði í mælikvarða 1:25.000 (um 180 km²) 1320-1760 þús. kr (án vsk.) eftir því hve langt er gengið í frágangi. Hærri talan er miðuð við frágang í staðal til útgáfu og tilbúið til notkunar í ArcInfo vinnslu. Miðað við að eitthvað megi spara miðað við ístrasta frágang, er kostnaður pr. kortblað lauslega áætlaður um 1,5 Mkr. Kostnaður við landmælingar er miðaður við útselda taxa Orkustofnunar og myndataka og myndir við gjaldskrá Landmælinga Íslands pr. 1.06.1995.

Ef kortin við Skjálfandaflljót og Skaftá eru undanskilin, þarf litlu að kosta til, svo að þessi kort verði tilbúin til teikunar. Mælingar á að miklu leyti eftir að gera vegna korta við Skjálfandaflljót. Kostnaður af mælingum og frágangi undir teiknun er áætlaður um 8,6 Mkr, og skiptist sem hér segir:

Myndpunktamælingar	2540
Uppsetning fastmerkja	460
Fallmæling	3320
Myndataka og myndir	1960
Myndmæling	300
Alls:	8580

Við endurteiknun korta við Skaftá og Tungnaá verður jökuljaðarinn settur inn skv. loftmyndum sem teknar voru haustið 1995. Kostnaður af myndpunktamælingum og myndmælingu er áætlaður um 1,3 Mkr, sem bætist við kostnað af gerð kortanna.

Áætlunin varðar árin 1996-2002, og upplýsingar um verk 1995 eru hér sett til upplýsingar og áætlaður kostnaður af þeim er ekki meðtalin í heildarkostnaði.

Verk- og kostnaðaráætlun fyrir ný kort 1996-2001.

Svæði	Fj.	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	Alls
Suðurströnd		(500)							
Héraðssandur			2000						2000
Öxarfjörður				1800					1800
Skjálfandaflljót	3	(1500)	3000	2000	3300	3300	1500		13100
Skaftá/Tungnaá	3	(250)	1300	1500	3000				5800
Hverfisfljót	1,5	(200)			700	1500			2200
Hvítá, Árn	2					1500	1500		3000
Núpsvötn	4						1500	4500	6000
Alls:	11,5	(2700)	6300	5300	7000	6300	4500	4500	33900

2.2 Tölvutekt eldri korta

Sem fyrr segir eru öll ný kort gerð á stafrænu formi, en eldri kort þarf að tölvutaka þar sem þörf er á nákvæmum hæðalnu- og vatnsgrunni. Á 4. mynd eru sömu upplýsingar eins og á 1. mynd, nema að þar eru tölvutekin kort auðkennd sérstaklega, og er þá miðað við það sem vítað er til að verði tilbúið á árinu. Þar kemur m.a. fram að búið er að tölvutaka þau kort sem talin er þörf á vegna Hraunavirkjunar, Urriðafossvirkjunar, nokkur kort við Jökulsá á Dal og nokkur kort við A-Jökulsá í Skagafirði.

Óljóst er hvað kostar að tölvutaka hvert kort í mælikvarða 1:20.000, en hvert kortblað þekur 160 km². Nokkrir hafa spreytt sig á verkefnum af þessu tagi, og nokkuð misjafnt hve mikið einstök blöð hafa kostað. Erfitt er að bera saman kostnað við einstaka verk, sem hafa verið unnin, vegna þess hve kostnaður er háður þéttleika lína, (prent)gæðum kortagrunna o.þ.h. Miðað við kostnað af þeim kortum sem hafa verið gerð, má gera ráð fyrir að meðalkostnaður af tölvutekt og frágangi til ArcInfo vinnslu sé um 100.000 kr á kortblað. Á árinu 1995 lætur OS tölvutaka staðfræðikort sem svara til 7 kortbláða, og LV eitt. Áætluð tölvutekt og kostnaður við hana er samantekin í töflu 1. Tölur í sviga varða áætluð verk 1995 og kostnað af þeim, og eru því ekki tekin með í heildartölum.

Verk- og kostnaðaráætlun, tölvutekt eldri korta 1996-2001.

Svæði	Fj.	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	Alls
Hraunasvæði	(6)	(1450)							(1450)
Urriðafoss	(1)	(100)							(100)
Jökulsá á Dal	4,5	(100)	450						450
Fljótsdalsvirkjun	1,5		150						150
A-Jökulsá	3,5		250	100					350
Veita V-Jökulsár	1			100					100
Villinganesv.	2				200				200
Jökulsá á Fjöllum	9			600	300				900
Brúará	1				100				100
Íshólsvatn	3				300				300
Markarfljót	4			200	200				400
Skaftá/Tungufljót	4					200	200		400
Hvítá, Árn	2					200			200
Jökulfall	4					400			400
Neðri Þjórsá	3					200	100		300
Gláma	7						700		700
Ófeigsfjarðarheiði	9							900	900
Alls:	39	(1650)	850	1000	1100	1000	1000	900	5850

2.3 Jarðfræðikort

2.3.1 Inngangur

Ekki ætti að þurfa að rökstyðja á þessum vettvangi nauðsyn vandaðra grunnrannsókna í jarðfræði. Það sem menn þurfa fyrst og fremst að átta sig á er hver sé eðlileg verkaskipting milli Orkustofnunar og virkjunaraðila (Landsvirkjunar). Það er í sjálfu sér eining um þá megin skiptingu að Orkustofnun sjái um grunnrannsóknir og virkjunaraðili um hönnunarrannsóknir. Hins vegar getur verið álitamál hvort það sem hægt er að notast við til þess að "ljúka" forathugun sé endilega það sama og þarf eða væri æskilegt að hafa í höndunum við upphaf hönnunarrannsókna. Á þessu sviði eins og víðar er grátt svæði sem aðilar verða að takast á við í samvinnu.

Jarðfræðikort er hið eðlilega birtingarform á niðurstöðum yfirborðsrannsókna í jarðfræði. Jarðfræðikorti er í raun aldrei lokið, því að ný og betri gögn og aukin almenn þekking á jarðfræði getur alltaf breytt niðurstöðum túlkunar eða þess líkans sem jarðfræðikort er. Prentað eða útgefið kort verður ekki endurútféið nema á áratugafresti, og er því í huga jarðfræðings ekkert hégómamál, og eðlilegt að þeir vilji vanda til þess, oft meira en góðu hófu gegnir, lítið til skammtímanota.

Með tilkomu tölvutektar gagna er mun auðveldara að líta svo á að jarðfræðikort sé til, þótt því sé ekki lokið. Handritið með bestu fánlegu upplýsingum yrði varðveitt í tölvu, og í tölvunni er auðvelt að gera greinarmun á mismunandi nákvæmum upplýsingum. Upplýsingarnar má kalla fram eins og þær eru hverju sinni á skjá eða prentara hvenær sem er, bæta það með nýjum upplýsingum, og fá nýtt kort í hvaða samhengi sem er, mælikvarða eftir nákvæmni upplýsinga og af þeim hluta landsvæðis sem áhugi er á hverju sinni.

Árið 1993, þegar Orkustofnun hafði nýverið fest kaup á ArcInfo til vinnslu landupplýsinga, var samin greinargerð um stöðu kortagerðar í samvinnu OS og LV, gerð grein fyrir þessari nýju tækni og horft var til næstu ára hvað varðar verkefni (Greinargerð HA/FS-02/93 með bréfi til aðst. forstj. LV, dags. 1993.07.10).

2.3.2 Staða jarðfræðirannsókna

Jarðfræðirannsóknir hafa í flestum tilvikum verið unnar miðað við framsetningu á kortum í mælikvarða 1:50.000. Í framtíðinni er hins vegar ætlunin að gera yfirlitskort af virkjunarsvæðum í mælikvarða 1:100.000, en þrengja síðan niður í mælikvarða 1:50.000 eða jafnvel 1:25.000 í grennd við líklegustu mannvirkjasvæðin. Yfirlitskort í mælikvarða 1:100.000 af stóru svæði, sem t.d. gæti samsvarað vatnasviðum eru nauðsynleg til að auðvelda túlkun niðurstaðna á afmörkuðum svæðum og við rannsóknarboranir. Við leit að jarðefnum til stíflugerðar þarf að þekkja vel til lausra jarðlaga á stóru svæði umhverfis mannvirkjasvæði og þekking á myndun þeirra er mikilvæg þegar kemur að mati á eiginleikum þess og magni. Yfirlitskort af stórum svæðum eru ekki síst mikilvægur fræðilegur grunnur rennslislíkana þar sem grunnvatnsþátturinn er verulegur.

Staða jarðfræðikortagerðar er sýnd á 5. mynd, og á 6. mynd er athyglinni beint að þeim svæðum sem áætlað er að verði vettvangur rannsókna á næstu árum.

Þjórsársvæði: Handrit af nær fullgerðu berggrunnskorti og jarðgrunnskorti af Hágöngusvæði eru tilbúin til tölvuvinnslu, og sama gildir að mestu um Jökulheima. Hágöngusvæði yrði tekið fyrir fyrst, á árinu 1996.

Jökulsá á Dal: Yfirlitsjarðfræðikort af berggrunni eru til í handritum, sem að mestu eru tilbúin til tölvuvinnslu. Talsvert er einnig til af jarðgrunnsathugunum sem eðlilegt er að byrja að tölvuvinna. Tölvuvinnsla hefjist 1996 og mætti dreifast á 3 ár.

Jökulsá í Fljótsdal og Hraunavirkjun: Yfirlitsjarðfræðikort sem nær til virkjunarsvæðis Fljótsdalsvirkjunar og Hraunavirkjunar að hluta er til prentað í bráðabirgðaútgáfu. Viðbætur vegna Hraunavirkjunar, sem unnið var 1994 hefur verið tölvutekið jafnóðum og úrvinnslu var lokið. Áformað er að ljúka að mestu yfirlitsjarðfræðirannsóknum á berggrunni á árinu 1996, og nákvæmniskortlagningu vegna stöðvarhússtaðis neðanjarðar í Viðivallahálsi. Tölvuvinnsla þyrfti að hefjast 1996 og gæti dreifst á 2 ár.

Efri hluti Skaftár: Talsvert er til af jarðfræðikortlagningu við Skaftá, en þó ekki á fyrirhuguðum mannvirkjastæðum, enda var vinna við þau kort að mestu unnin fyrir styrk úr Vísindasjóði og kortlagningin unnin á öðrum forsendum en við virkjunarrannsóknir. Áformað er að hefja rannsóknir á líklegum mannvirkjasvæðum 1995 og halda þeim áfram a.m.k. árið 1996. Talsvertur hluti af rannsóknunum munu beinast að grunnvatnsaðstæðum. Þessar rannsóknir eru of skammt á veg komnar til að vert sé að leggja á ráðin um tölvutekt. Hins vegar verða ný handrit jafnóðum tölvutekin.

Urriðafossvirkjun: Litlu þarf að bæta við í jarðfræðirannsóknum. Mannvirkjasvæðin eru mjög vel afmörkuð og eru engin áform um tölvutekt að sinni.

Vestari Jökulsá: Berggrunns- og vatnafarskortlagning hefst 1995 og áætlað er að þeim ljúki 1996. Niðurstöður verða tölvuteknar af handritum jafnóðum og jarðfræðingar ljúka þeim.

Austari Jökulsá: Handrit eru til af berggrunnskorti í mælikvarða 1:50.000 af virkjunarsvæði svonefndrar Stafnsvatnavirkjunar og ná þau að A-Jökulsá til austurs. Þau eru tilbúin til tölvuvinnslu. Samsvarandi kortlagning austan árið 1993, þ.e. af Nýjabæjarfjalli hófst 1993, og hefur handrit þeirrar vinnu þegar verið tölvutekið. Kortlagningu verður fram haldið 1995, og 1996 ef þörf krefur. Jarðgrunnskort er til af hluta virkjunarsvæðisins og hefur hluti þess verið tölvutek-

in. Tölvutekt eldri berggrunnskorta þyrfti að hefjast 1996/97.

Jökulsá á Fjöllum: Orkustofnun hefur á undanförunum árum unnið markvisst að því að kortleggja svæðið milli Jökulsár á Dal og Jökulsár á Fjöllum, og frá fyrri tíð var til handrit af Krepputungu. Þessi kort eru ýmist í mælikvarða 1:50.000 eða 1:100.000. Jarðgrunnskort af Arnardalssvæði hefur verið tölvutekið, og sömuleiðis berggrunnskort af stóru svæði.

Brúará: Efstadalsfjall hefur verið vettvangar jarðfræðirannsóknna erlendra jarðfræðinga, og þarf að yfirfara niðurstöður þeirra áður en frekar er að gert (1998).

Íshólsvatnsvirkjun: Yfirlitsskoðun til undirbúnings jarðfræðikortagerðar er að mestu lokið, og rannsóknir þurfa að hefjast á árinu 1997/98 ef vel á að vera.

Markarfljót: Staða jarðfræðikortlagningar á efri hluta svæðisins, þ.e. við lónstæði er þokkaleg, bæði hvað varðar berggrunn og jarðgrunn. Gangaleið(ir) eru að mestu ókannaðar, en þar vantar fyrst og fremst bergkort. Þyrftu að hefjast 1997/98.

2.3.3 Verkefnaskrá 1996-2000

Af því sem að ofan segir er ljóst að næstu ár þyrfti að gera verulegt átak í að tölvutaka fyrirbyggjandi handrit af jarðfræðikortum ef menn ætla að hafa af þeim fullt gagn við hönnunarrannsóknir og kynningu á virkjunarhugmyndum og náttúrufari á virkjunarsvæðum.

Miðað við reynslu af tölvutekt á handritum jarðfræðikorta, sem nú þegar er lokið við, þ.e. við Jökulsár í Skagafirði, á Hraunum og höfuðborgarsvæði, tekur það kortahönnuði um 400 klst. að gera hvert kort í mælikvarða 1:50.000.

2.4 Gróðurkort

Gróðurkort eru til af öllum þeim virkjunarsvæðum sem kemur til álita að nýta á næstu árum. Þau þarf nauðsynlega að tölvutaka ef hafa á af þeim fullt gagn við að lýsa hinum stóru dráttum í gróðurfari lónstæða og skoða þau í samhengi við umhverfið. Samkvæmt áætlun frá Guðmundi Guðjónssyni, RALA kostar um 125.000 kr að tölvutaka hvert kortblað í mælikvarða 1:20.000, en þannig liggja handrit fyrir af öllu virkjunarsvæði Jökulsár á Dal og Jökulsár á Fjöllum. Þetta eru um 16-18 heil kortblöð, og hljóðar áætlun RALA uppá um 2 Mkr. fyrir þau öll. Þann fyrirvara verður að gera að til stendur að flytja gróðurkortagerð frá RALA til Náttúrufræðistofnunar, og gæti forstöðumaður hennar haft aðrar skoðanir á útseldum taxta en RALA. Orkustofnun hefur nú þegar tölvutekið það sem til er af gróðurkortum á Hraunasvæði, þ.m.t. Eyjabakkalónstæði, og greiddi LV hluta af kostnaði við það.

Á vegum Orkustofnunar er unnið að gróðurkortum á stafrænu formi af virkjunarsvæði Urriðafoss-virkjunar (1995).

Á öðrum virkjunarsvæðum liggja yfirleitt fyrir útgefin kort í mælikvarða 1:40.000, en ekki liggja fyrir hugmyndir um hvað kostar að tölvutaka þau, en það er nokkuð örugglega mun minna á hverja flatareiningu en fyrir kort í mælikvarða 1:20.000.

Gert er ráð fyrir að ganga í þetta verkefni jafnóðum og til eru tölvutekin grunnkort af viðkomandi virkjunarsvæði.

3. Hugmyndafræði framsetningar á upplýsingum

3.1 Inngangur

Hér að framan hefur fyrst og fremst verið farið yfir það sem menn eiga að venjast sem landfræðilegum upplýsingum, en það er fleira sem á sér skýra landfræðilega fleti. Menn verða að átta sig á því í hvaða tilgangi Orkustofnun og Landsvirkjun standa að söfnun slíkra gagna, og á hvaða formi þau koma að sem mestum notum.

Ein af undirstöðum hugmyndafræði umhverfismats, er að framkvæmdir sem hafa í för með sér umtalsverðar breytingar á umhverfi, skal vísað með formlegum hætti til umsagnar almennings. Mikilvægur hluti af því ferli sem er undanfari ákvörðunar um virkjun er þannig ekki lengur fyrst og fremst mál tæknimanna, embættismanna og atvinnustjórnáráðgjafanna. Hvernig er best að haga samskiptum við almenning, á hvaða grunni er best að hafa skoðanaskipti við almenning? Alveg augljóslega á myndrænum grunni. Það þýðir að nýta verður þá möguleika sem til eru í myndrænni framsetningu á skynsamlegan hátt, og þar eru Landupplýsingakerfi afar mikilvæg. Þau er hægt að nýta á margvíslegan hátt; hægt er að sýna á tölvumyndum hvernig mannvirki koma til með að líta út og falla að landslagi undir mismunandi sjónarhorni, þegar þau eru fullgerð. Með slíkum myndum má t.d. útskýra með skýrum hætti af hverju virkjunaraðili hafi valið eina lausn umfram aðra. Þetta er mikilvægt m.a. vegna þess að annað meginatriði í umhverfismati er sú krafa á framkvæmdaðila að hann sýni fram á að sú lausn sem hann leggur í mat sé sú besta sem völ er á (miðað við aðstæður, kostnað o.fl.).

Umhverfismati má að ýmsu leyti líkja við gerð skipulags. Skipulag er m.a. unnið með svonefndum þemakortum, þar sem landnýtingaráform af ýmsu tagi eru borin saman með því að leggja upplýsingar hverjar yfir aðrar. Með því kemur á auðsæjan hátt í ljós hvar og hvernig mismunandi hagsmunum lýstur saman. Í grundvallaratriðum snýst náttúrufarlegt umhverfismat um hið sama, nefnilega núningsfleti.

Fyrir þá sem hafa unnið með virkjunaráætlanir og séð hvernig þær eru sífellt að breytast í meðföllum, sýnist vinnsla þeirra í landupplýsingakerfi hafa augljósa kosti. Hver kannast ekki við öll kortin sem hafa verið gerð og jafnvel prentuð með úreltum virkjunarhugmyndum, að maður tali ekki um úreltar útfærslur sem hafa verið færðar yfir á prentaða grunna af t.d. gróðurkortum. Í landupplýsingakerfi er leikur einn að skipta um skoðun.

Í næsta kafla er rætt um ýmis náttúrufarsleg gögn, og hvernig má meðhöndla þau svo að þau komi að sem mestum notum, ekki hvað síst við mat á umhverfisáhrifum.

4. Önnur landfræðileg gögn

4.1 Inngangur

Ýmsar náttúrufarslegar rannsóknir eru gerðar í tengslum við undirbúning að virkjun. Valið er úr leiðum til virkjunar strax á forathugunarstigi, m.a. á grundvelli þeirra. Tillaga um endanlega tilhögun er þó á ábyrgð virkjunaraðila í samráði við Iðnaðarráðuneyti (og Orkustofnun, sem ráðgjafa þess). Endanlegt umhverfismat er eðli máls samkvæmt ekki mögulegt fyrr en á hönnunarstigi, vegna þess að umhverfismatið snýst um skilgreinda framkvæmd. Þótt ýmsir möguleikar séu á að taka einhver skref á á þessu sviði á fyrri stigum undirbúnings, breytir það ekki því að endanlegt umhverfismat tengist áformum um framkvæmd.

Mat á náttúrufarslegum áhrifum verður alltaf að nokkrum hluta huglægt, þ.e. háð skoðunum á því t.d. hvað er fallett og öðrum tilfinningalegum þáttum, sem ætla má að séu breytileg frá einum tíma til annars. Hjá því verður ekki komist. Ætla má að þættir sem tengjast landslagi og landslagsheildum verði ætíð mikið háðir huglægu mati, en mun auðveldar verði að nálgast hlut-

lægar matsforsendur fyrir líffræðilega þætti og einstök landslagsform sem slík. Að því leyti sem t.d. gróin svæði tengjast landslagsheildum gætu slík svæði verið talin verndarverð sem hluti af landslagi, þótt ekkert í líffræðinu gefi eitt sér tilefni til verndunar.

Hvað sem því líður er mikilvægt að huga að uppbyggingu hlutlægs matskerfis fyrir líffræði og landslagsform þó ekki væri nema til að geta skilið á milli hlutlægra og huglægra þátta í umhverfismati. Umhverfisráðuneytið ætlar Náttúrufræðistofnun Íslands að taka fræðilega á þessum þáttum. Náttúrufræðistofnun er að koma sér upp landupplýsingakerfi til að halda utan um landfræðilegt gagnasafn um náttúrufar. Náttúrufræðistofnun hefur mest einstakra aðila unnið að náttúrufarslegum rannsóknum í undirbúningi að virkjunum, og hafa starfsmenn þess reynt að meta niðurstöður m.t.t. þess hvort líkur séu á að viðkomandi svæði gætu talist verndarverð. Með tímanum hafa safnast gögn og hugmyndir að matsforsendum sem þarf að vinna betur með.

Mikið af þeim virkjunarsvæðum sem Orkustofnun og Landsvirkjun eru með til athugunar nú eru að hluta náttúruminjar, en svæði sem Náttúruverndarráð skráir þannig eru í biðstöðu, þar sem stefnt er að einhverskonar verndun. Náttúruminjum má þannig líkja við virkjunarhugmyndir á undirbúningsstigi. Oft er mjög óljóst hvaða náttúruminjar á að friða og hvers vegna. Það sem ætla má að Náttúrufræðistofnun muni leggja áherslu á er að skerpa skilgreiningu á þeim viðmiðunum sem hafa skal við ákvörðun um verndun. Þegar viðmiðin eru ljós er auðveldara að kanna hvort eitthvað það finnist á viðkomandi svæði sem hefur verndargildi.

Á ársfundi Orkustofnunar 1994 var farið aðeins yfir þessa þætti og íað að ýmsu sem mætti hafa til hliðsjónar (Hákon Aðalsteinnson, 1994. *Umhverfismál vatnsaflsvirkjana*. Ekki er ætlunin að endurtaka það hér, heldur benda á nokkur verkefni á þessu sviði og tengsl þeirra við verkefni sem Orkustofnun og Landsvirkjun eru að vinna að sem stendur.

4.2 Gróðurfar á Austurlandshálendi

Mjög víðtækar gróðurfarsrannsóknir hafa verið gerðar á virkjunarsvæðum norðan og austan Vatnajökuls. Niðurstöður þeirra eru dreifðar á fjölmargar skýrslur og fremur óaðgengilegar. Í þeim eru fjöldinn allur af útbreiðslukortum, töflum með greiningu á einstaka gróðurhverfum og löng lesning um einstaka þætti rannsóknanna. Mikla vinnu þarf væntanlega að leggja í skilmerkilega og aðgengilega samantekt um niðurstöður. Það er allt annað að taka saman svona efni fyrir fræðilega ráðgjafa embættismanna og stjórnámálanna, heldur en fyrir almenning. Það er þó e.t.v. ekki svo mikið mál ef það er ljóst hvað það er sem skiptir mestu máli, en það eru þættir eins og fjölbreytni, sjaldgæfni og gróska, bæði hvað varðar tegundir og einstök gróðurlendi.

Allt þetta efni er tækt í landfræðilegt upplýsingakerfi. Í landfræðilegu upplýsingakerfi má teikna útbreiðslukort, draga fram fjölda tegunda á einstaka stöðum eða svæðum og ekki hvað síst tengja nákvæmar rannsóknir á einstaka gróðurhverfum við gróðurlandi. Fyrst þarf að greina hvað það er sem skiptir mestu máli, og hinar víðtæku og nákvæmu rannsóknir á Austurlandi eru kjörin grunnur að slíkri úttekt. Markmið úttektarinnar gæti t.d. verið:

1. Hvaða tegundir eru algengar á Austurlandi, en sjaldgæfar annars staðar.
2. Hvaða tegundir eru sjaldgæfar á Austurlandi, en algengar annars staðar.
3. Hvar vaxa þessar tegundir á Austurlandshálendi, þ.e. hæðarmörk o.þ.h.

Þegar búið er að skilgreina slíkar lykiltegundir og helst einnig gróðurhverfi, er hægur vandi að sýna hver áhrif verða af lónum virkjananna; lenda vaxtastaðir lykiltegunda undir vatn, og fari svo, hve víða eru hliðstæðir vaxtastaðir o.s.frv. Í samantektarskýrslu væri hægt að láta nægja að sýna útbreiðslukort fyrir lykiltegundir og tegundafjölda. Gróðurlandi má nota til að meta

hversu víða séu líkur á að finna gróðurhverfi sem skipta máli, því að þó þau svari þeirri spurningu ekki beint, auðveldi þau leit að hliðstæðum.

Verið er að útfæra reglur um verndun sjaldgæfra tegunda, sem byggjast á skuldbindingum sem Íslendingar eru aðilar að. Sú staða gæti komið upp að í tilteknu lónstæði væri eini þekkti vaxtarstaður tiltekinnar tegundar. Þá lægi sú kvöð á framkvæmdaðila að sýna fram á að viðkomandi tegund væri einnig annars staðar, til þess að fá framkvæmdaleyfi. Ekki er vitað til þess að slíkt hafi komið upp varðandi háplöntur, en dæmi er um slíkt varðandi fléttur og mosa. Í báðum tilfellum má líklega rekja það til ónógrar þekkingar á útbreiðslu einstakra tegunda, einkum á hálendinu almennt eða á Austurlandi sérstaklega. Hvernig bregðast menn við slíku og hversu langt á að ganga í að skrá alla mögulega lífveruhópa. Af hverju t.d. fléttur, mosa og sveppi fremur en t.d. frumstæð smádýr? Færa má að því rök að önnur sjónarmið eigi að ríkja um gróður, vegna þess að hann er undirstaðan, og dýralíf háð honum, bæði tilvera þess yfirleitt og samfélagsgerð, en ekki öfugt. Þetta gildir um hið náttúrulega kerfi, en ekki þar sem búfé er haldið á beit.

4.3 Landslag

Landslag er samsett fyrirbæri; jarðmyndanir og landmótunarform, yfirborðsvatn og gróður í mismunandi samsetningum. Ef við göngum út frá því að jarðfræðipættirnir séu fyrst og fremst það sem mótar mismunandi landslag á að vera hægt að nálgast einhverja flokkun á landslagsgerðum og meta hversu algeng þau eru, hvort þau séu einkennandi fyrir tiltekna landshluta o.s.frv. Hið huglæga við mat á verndargildi landslags tengist þá fremur í hvaða samhengi viðkomandi landslag er (t.d. hvað varðar gróður- og vatnafar) þ.e. heildarmynd, útsýnisáhrifum o.þ.h.

Landslag má flokka á ýmsa vegu:

1. Eldfjallalandslag sem mótað er af eldvirkni, annað hvort á nútíma eða á síðjökultíma.
2. Landslag sem er fyrst og fremst mótað af jöklum og tengist hörfunarmynstri jökulhvellsins sem þakti landið að mestu á síðjökultíma, annars vegar landslag mótað af setmyndun jökuls og hins vegar rofi.
3. Landslag sem er lítið mótað af jökli en þeim mun meira af vatnsrofi, þ.e. dalir og firðir.
4. Strandlandslag, sem mótað er af brimi, framburði og setflutningum.

Þessari upptalningu er ekki ætlað að vera tæmandi, heldur aðeins að gefa hugmynd um breytilegar forsendur landslags.

Svona flokkun gefur tóninn varðandi það hverskonar landslag er á mismunandi svæðum landsins. Augljóslega er eldfjallalandslag ríkjandi á eldvirka beltinu, en þar fyrir utan er landslag sem fyrst og fremst er mótað af jökli eða vatnsrofi. Þar sem þessi svæði mætast má vænta landslags sem er í ólíkum mæli mótað af öllum þessum þáttum.

Ef við lítum á virkjunarsvæðin norðan og austan Vatnajökuls, er virkjunarsvæði við Jökulsá á Fjöllum fyrst og fremst mótað af eldvirkni, á meðan jökullinn hefur mótað landslagið austar, en þetta svæði er einnig blandað, sbr. t.d. Kárahnúka.

Við mat á landslagi t.d. á virkjunarsvæði Jökulsár á Dal, þyrfti þá fyrst að meta hvaða öfl hafa mótað landslag á svæðinu. Þar sem það er jökullinn, ætti athyglin að beinast að landslagsformum sem einkenna jökulhörfun og einkennum hennar á þessu landsvæði, jökuljaðarfyrirbæri, lónaset, vatnsrof o.s.frv.

Á Hraunum hefur jökullinn farið mildilegum höndum um landið, sem sést best á því að þar er erfiðleikum bundið að finna laus jarðefni til mannvirkjagerðar.

Við Jökulsá á Fjöllum hefur eldvirknin mótað landslag, bæði beint og óbeint; beint með hraunum og upphleðslu stapa, og móbergshryggja, og óbeint með svonefndum hamfarahlaupum sem rekja má til eldsumbrota.

Í fljótu bragði og án ábyrgðar mætti benda á nokkra þætti varðandi áhrif af tilteknum virkjunar-tilhögunum á landslag.

Við **Jökulsá á Dal** myndi lónið hylja hið sýnilega af einu helsta landslagsforminu, þ.e. sethjallana sunnan Kárahnúka. Sethjallarnir yrðu þó þarna ennþá, undir vatni langan tíma úr árinu, en að hluta uppúr á sumrin. Jökuljaðarfyrirbæri yrðu ekki fyrir neinum breytingum né stórkostlegustu rofformin (Dimmugljúfur). Landslagsformin eru þarna enn, vísindagildi sethjallanna er ekki glatað, en ásýnd þeirra önnur, þá sjaldan þau sjást að einhverju leyti. Jökla sem skóp gljúfrin yrði horfin úr þeim. Tengslin við vatnsrof er þar með slitin og við það glata þau vissulega hluta af landslagsgildi sínu.

Hvort er "skaðinn" á hlutlægum eða huglægum nótum?

Á **Hraunum** yrðu áhrif á landslagsform óveruleg. Fyrirhuguð lón eru lítil og flestir vatnsvegir neðanjarðar á svæði sem einkennist af fremur einhæfu landslagi í heild. Af hagkvæmnisástæðum eru mannvirki ráðgerð á yfirborði í hlífum innsta hluta Víðidals. Þau yrðu vel sýnileg göngufólki sem legði leið sína frá Kollumúla eða Geldingafelli (áningastaðir) til Geithellnadal. Önnur helstu áhrif virkjunar yrðu að talsvert dregur úr rennsli í nokkrum ám.

Í þessu tilfalli má líklega segja að "skaðinn" sé fyrst og fremst af huglægum toga.

Ef gert er ráð fyrir að veitt verði úr **Jökulsá á Fjöllum** um Arnardal og þaðan með göngum yfir til Jökuldals, yrðu landslagsáhrifin annarsvegar fólgin í lóninu í Arnardal og hins vegar af minnkun rennslis í ánni neðan Arnardals. Á þessum slóðum eru móbergsfjallgarðarnir sterkustu einkenni landslags. Í og við lónið eru a.m.k. þrjár raðir (kynslóðir) hryggja sem tengjast svipuðum hryggjum norðan og sunnan við fyrirhugað lón. Lónbotninn er myndaður af hamfarahlaupum í Jökulsá. Í dalbotninum koma upp miklar lindir í sprungum sem tengjast eldvirkni svæðisins, og gróður í dalnum tengist lindunum fyrst og fremst.

Núverandi landslagsheild biði hnekki af virkjun með þessum hætti en helstu einkenni landslagsins stæðu eftir sem áður nær öll upp úr vatninu.

Áhrifin eru líklega bæði hlutlæg og huglæg, og hin hlutlægu fara nokkuð eftir því hvað einkennir lindir á þessum slóðum, hvort þær koma fram á hraunlagamótum eða úr sprungum. Áhrif á landslagsheildina kunna að þykja nokkuð blendin, e.t.v. verður landslag með tilkomumiklum hryggjum í stóru vatni ekki síður stórfenglegt en það er nú, a.m.k. tilsýndar. Huglægi þátturinn gæti verið töluverður, einkum vegna tillfinningabanda sem margir hafa gagnvart Dyngjusvæði.

Landslagskort eru ekki til sem sjálfstæð korteyning. Jarðfræðileg landslagseinkenni eru þó oft til sem aðgreind kenni, bæði á jarðgrunns- og berggrunnskortum, þ.e. gígar, sprungur, hraun, jökulgarðar, lónaset o.s.frv. Af vatnafarskortum mætti t.d. sækja upplýsingar um lindasvæði og vatnsföll. Hugmyndin er hvort ekki er hægt búa til landslagskort með því að kalla fram landslagseinkenni í gagnagrunni þessara korta, og nota hugsanlega einfölduð gróðurkort sem undirlag.

4.4 Framkvæmd

Hér hefur verið velt upp ýmsum hugmyndum sem allar tengjast framsetningu á gögnum sem að mestu eru þegar til. Þessar hugmyndir beinast fyrst og fremst að því að gera upplýsingar aðgengilegar fyrir almenning, en nýta jafnframt þau gögn sem til eru til að móta kerfi til að meta upplýsingarnar. Með því móti er hægt að skipuleggja rannsóknir og úrvinnslu gagna í framtíðinni á mun markvissari hátt en fram til þessa hefur verið gert.

Lagt er til að leitað verði eftir samvinnu við Náttúrufræðistofnun Íslands um mótun á viðmiðum varðandi gróðurfarslegar rannsóknir, og nýta til þess gögn um gróðurfur á Austurlandi í fyrstu, og síðan fleiri svæði, svo sem Þjórsársvæði, Skagafjarðarhálandi og Blöndusvæði. Þessi vinna yrði jafnframt grunnur að samantekt gróðurfarsgagna fyrir umhverfismat á virkjunum norðan og austan Vatnajökuls.

Á sama hátt verði leitað eftir samstarfi um mat á landslagsþáttum, og mætti auk Náttúrufræðistofnunar leita til Jarðfræði- og Landfræðiskorar Háskólans, og til landslagsarkitekts ekki hvað síst varðandi hið huglæga.

Það tekur því varla að leita eftir þessari samvinnu nema Orkustofnun og Landsvirkjun séu til þess reiðubúnar að leggja umtalsverða fjármuni til að búa í haginn fyrir framtíðina. Ef litíð er til þess sem ætlast er til af Náttúrufræðistofnun Íslands má telja víst að hún sé reiðubúin að leggja talsvert á móti.