



ORKUSTOFNUN

Forrannsóknir vatnsorku

Hákon Aðalsteinsson

Greinargerð HA-1999-01

Forrannsóknir vatnsorku

Markmið

Meginmarkmið forrannsókna á vatnsorku er undirbúningur að forgangsröðun vatnsorkukosta með hlíðsjón af hagkvæmni og verndarsjónarmiðum. Ekki er talið raunhæft að ljúka forgangsröðun allra mögulegra kosta sem taldir eru í riti Iðnaðarráðuneytis frá 1994 *Innlendar orkulindir til vinnslu raforku*, heldur er verkefninu skipt í two áfanga. Í fyrri áfanga eru allir kostir í jökulám og í þeim síðari aðrir kostir þ.e. bergvatnsár, eða ár sem eru að meginstofni bergvatnsár, og nokkrir virkjunkostir í jökulám á láglendi. Þessi skipting byggir annars vegar á þeirri forsendu að almennt eru hagstæðstu kostirnir í jökulám og/eða þar sem fallið er mest, og hins vegar má líta á vatnasvæði jökuláa sem sjálfstæða verndarmatseiningu. Er þá gert ráð fyrir að jökulár séu svo sérstæðar miðað við bergvatnsár að eðlilegt sé að niðurstaða forgangsröðunar gæti orðið sú að einhverja(r) af þeim skuli vernda á þeim forsendum sérstaklega.

Stefnt er að því að ljúka fyrri áfanga 2001 með umræddri forgangsröðun jökuláa. Þetta verkefni er hluti af rammaáætlun. Vegna mikilvægis jökuláa í orkubúskap landsins er stefnt að því að ganga á þessu stigi heldur lengra í forathugun þeirra en bergvatnsáa. Rannsóknastig sem stefnt er að, er nánar lýst hér að neðan, en að öðru leyti er vísað til *Álits samstarfsnefndar um rannsóknaáætlun; 6. fylgiskjal -Áfangar undirbúningsrannsókna orkulinda*.

Rannsóknastig

Jökulár: Stefnt er a.m.k. á forrrannsóknastig 2 (F-2). Í F-2 felst eftirfarandi þekkingarstig:

- Staðfræðikort í mælikvarða 1:25.000 eða stærri.
- Rennslisraðir sem byggjast á mældu tímabili, þ.e. án rennslislíkans eins og notað er í orkukerfisreikningum.
- Jarðfræðikortlagning (berg) í mælikvarða 1:50.000 af virkjunarsvæði í þróngri merkingu.
- Grunnvatn; yfirlitsrannsóknir þurfa að fara fram á þeim svæðum þar sem lindavatn skiptir verulegu máli, bæði vegna umhverfissjónarmiða og til undirbúnings rennslislíkana.
- Náttúrufarsrannsóknir samkvæmt rammaáætlun.
- Verkfræðiáætlun, þ.e. mat á orkukostnaði heppilegra virkjunarleiða, einnar eða fleiri tilhögunar.

Samkvæmt rammaáætlun gegna Náttúrufarsrannsóknir þeim tvíþætta tilgangi að leggja grunn að viðmiðum um verndargildi og könnun á náttúrufari einstakra virkjunarsvæða, og er þeim gerð ítarlegri skil í tengslum við rammaáætlun. Ekki er gert ráð fyrir að áætlun um náttúrufarsþáttinn liggi fyrir fyrst en í lok apríl.

Gert er ráð fyrir að unnið verði að samræmdri forathugun virkjana, á tveimur virkjunarsvæðum, þ.e. í Skagafirði og Jökulsá á Fjöllum á tímabilinu.

Áætlun um virkjun A-Jöklusár er á lokastigi. Villinganesvirkjun er verkhönnuð, og þá er aðeins eftir að kanna síðasta áfanga-í virkjun Héraðsvatna, þ.e. um 50 m fall neðan Villinganess. Markmið síðasta áfangans er m.a. að kanna hvort grundvöllur er fyrir tveggja þrepa virkjun í stað þriggja, sem Orkustofnun telur vert að kanna, annars vegar vegna þess að lausleg áætlun bendir til að sú virkjun sé jafn hagkvæm Villinganesvirkjun og hins vegar af umhverfisástæðum. Þótt þessar

áætlanir séu á lokastigi er þó eftir að kanna betur aurframburð ánna, en það er tímafrekt og gæti tafið ákvörðun um virkjun ef því er frestað þar til virkjunaraðili tekur yfir.

Í Jökulsá á Fjöllum verður hafin nauðsynleg endurskoðun rennslismælinga til undirbúnings gerðar rennslislíkans og komið upp búnaði til að taka fullnægjandi aurburðarsýni ásamt viðeigandi samanburði við fyrirliggjandi gagnasafn. Þetta er svipað og nú þegar hefur verið gert við Jökulsá á Dal og virðist skila tilætluðum árangri. Ennfremur tekur Orkustofnun þátt í efnavöktun, sem nær til helstu vatnsfalla á Héraði ásamt Jökulsá á Fjöllum, í samvinnu við Landsvirkjun og Hollustuvernd. Í fyrirliggjandi áætlun er gert ráð fyrir að ljúka þessu átaki á síðara tímabilinu og þá verður grunnvatnsrannsóknnum bætt við. Takist þetta er hægt að ljúka rennslislíkani fyrir virkjun árinna fyrir 2005, og er þá hægt að ljúka samræmdir forathugun á virkjun árinna.

Virkjun Hraunavatns er ennfremur á stigi samræmdirar forathugunar, sem merkir að Orkustofnun hefur lokið flestum rannsóknarþáttum. Tilhögur á virkjun Hraunavatns er algerlega háð framtíð Fljótsdalsvirkjunar, og því er ekki grundvöllur til að ganga lengra þar að sinni.

Bergvatnsár og nokkrar jökulár á láglendi: Stefnt er að forrannsóknarstigi 1 (F-1). Í F-1 felst eftirfarandi:

- Staðfræðikort í mælikvarða 1:25.000 eða stærti. Þar sem slík kort eru ekki til verða í fyrstu gerð svonefnd orthokort, sem eru ódýrari en hefðbundin OS-kort.
- Rennslisraðir sem byggjast á mældu tímabili, en minni vinna verður lögð í að tryggja samfelldar raðir, þ.e. að byggt verður meira á fyrirliggjandi gögnum en við F-2.
- Jarðfræðikortlagning (berg) í mælikvarða 1:50.000 með hraðri yfirferð og hefur að aðalmarkmiði að greina annmarka, en nýtist jafnframt sem grunnur frekari kortlagningar síðar.
- Náttúrufarsrannsóknir verða fyrst og fremst á grunnstigi sem Náttúrufræðistofnun stefnir að fyrir landið allt.
- Verkfræðiáætlun hefði fyrst og fremst að markmiði að kann virkjunarleiðir og kostnaðarflokka, þ.e. að finna vænlegustu kostina.

Staða rannsókna

Stöðu rannsókna hvað varðar einstaka þætti undirbúnings er lýst í 1. og 2. töflu. 1. tafla lýsir stöðu undirbúnings, þ.e. forrannsókna í jökulám og 2. tafla stöðu þeirra í bergvatnsám og neðri hluta nokkurra jökuláa. Fyrsti dálkur lýsir áætlaðri stærð virkjana og leiðir í ljós að almennt eru stærstu virkjunarkostirnir í jökulánum, en flestar virkjanir í bergvatnsám eru litlar.

- Stöðu rennslismælinga er lýst með upphafsári samfelldra síritandi mælinga; á virkjunarstað (vhm 1) eða annars staðar í sömu eða nálægri á (vhm 2).
- Stöðu staðfræðikorta er annars vegar lýst með því hversu stór hluti virkjunarsvæðis er kortlagður og hins vegar hve stór hluti er tölvutekinn. Í síðari áfanga (2. tafla) er ekki gert ráð fyrir að tölvutaka gömul kort.
- Stöðu jarðfræðirannsókna er í meginindrattum lýst með því hve stór hluti virkjunarsvæðis hefur verið kortlagður í viðeigandi mælikvarða. Um mannvirkjajarðfræði gildir að þar sem virkjunarkostur er kominn á frumhönnunar eða verkhönnunarstig er hlut Orkustofnunar lokið, en annars eru slíkar rannsóknir lítið stundaðar á forathugunarstigi. Krossinn (+) merkir að til eru gamlar rannsóknir eða að dregnar hafa verið ályktanir af kortlagningu varðandi eiginleika jarðlaga til mannvirkjagerðar.
- Staða umhverfistrannsókna tekur fremur mið af því hvaða þættir hafa verið skoðaðir eða hvaða almenn gögn eru til. Þær eru yfirleitt nokkuð á eftir öðrum undirbúningsþáttum. Matið er mjög gróft enda erfitt að meta fyrirfram hve langt þarf að ganga í rannsóknum á einstaka þáttum.
- Í dálki verkfræðiáætlana er sýnt á hvaða rannsóknastigi hver kostur er.

Um 2. töflu gildir flest hið sama og um 1. töflu, en þó er eftirtektarvert að vatnamælingar eiga sér almennt lengri sögu í bergvatnsám en í jökulám, enda voru virkjanir aðallega byggðar í bergvatnsám í árdaga fyrir litla afmarkaða markaði. Fæstar af þeim rannsóknum í jarðfræði sem koma fram í 2. töflu hafa verið gerðar vegna rannsókna á viðkomandi virkjunarkosti, en hlutfallstalan lýsir grófu mati á því hve langt megi komaður með þeim. Orkustofnun hefur almennt ekki stundað neinar umhverfisrannsóknir á viðkomandi svæði, þannig að einkunnin gefur til kynna gróft mat á nýtilegum gögnum, og fær hvor um sig skráning lax- og silungsveiða og gróðurkort 0,1.

Kostnaðaráætlun

Í 3. og 4. töflu er tekinn saman áætlaður kostnaður af því að koma öllum vatnsorkustöðum sem taldar eru í *Innlendar orkulindir til raforkuvinnslu* á viðeigandi undirbúningsstig, en eins og áður hefur verið minnst á eru þau mismunandi eftir því hvort jökulár eða bergvatnsár eiga í hlut. Þetta er því ekki heildaráætlun um undirbúningskostnað.

Í 3. töflu er kostnaði af umhverfis- og jarðfræðirannsóknum skipt gróflega niður á svæði til bráðabirgða. Samkvæmt samningi við Náttúrufræðistofnun um undirbúning að verndarþætti rammaáætlunar er gert ráð fyrir nánari áætlun um heildarumfang og skiptingu kostnaðar í lok apríl. Náttúrufarsrannsóknir á Torfajökulssvæði eru innifaldar í þessari áætlun enda gert ráð fyrir að þær verði skipulagðar samhlíða öðrum náttúrufarsrannsóknum á Síðuvatnsvæði og vatnsviði Markarfljóts. Heildarkostnaður á árunum 1999-2001 er áætlaður um 133 Mkr., en um 11 Mkr freastast til síðara tímabils áætlunarinnar.

Kostnaðaráætlun fyrir bergvatnsár skv. 4. töflu er að miklu leyti byggð á umfangi virkjunarsvæða og lengd vatnsvega og veituleiða. Kostnaður er talin munu losa 90 Mkr. og ef hann skiptist jafnt á árin 2002 og 2003 yrði hann um 45 Mkr. hvort ár. Það er hins vegar hvorki raunhæft né æskilegt að reyna að flýta þessu verkefni þannig að því mætti ljúka. Reyndar er ég þeirrar skoðunar að í heild ætti að stefna að því að þessum áföngum yrði lokið fyrir næstu endurskoðun skipulags á Miðhálendinu, og öðru leyti eigi að forgangssraða innan síðari áfanga í samræmi við það hvar verið er að vinna að svæðisskipulagi, þannig að hægt sé að mynda sér skoðun á því hvort stefna eigi að því að koma virkjunarsvæðinu að á viðkomandi skipulagstímabili.

1. Tafla

Staða forathugunar virkjunarkosta í jökulám

Virkjun/virkjunarsvæði	Áætluð orkugeta GWst/ári	Vatnshæðarsíritar Upphafsár rekstrar		Staðfræðikort 1:25.000		Jarðfræðiranns viðeigandi mælikvarði		Umhverfis- rannsóknir	Verkfraði- áætlanir
		vhm 1	vhm 2	Teiknuð	Stafræn	yfirlit	mannv.		
A-Jök. Skagafirði	1.100	1984	1970	1	1	1	+	0,8	F-sam
Villinganesv.	240	1970		1	0	1	1	1	Verk
Héraðsdalsvirkjun	300	1970		1	0	0,1		-	F-1
Skjálfandafljót									
Fljótshnúkur	350		1987	0,5	0,5	-	-	0,1	R
Ishólsvatn	550	1987	1955	0,8	-	0,2	-	0,1	F-1
Jökulsá á Fjöllum	4.100	1972	1965	1	0,7	1	+	0,5	F-2
Jökulsá á Dal	3.400	1986	1963	1	1	1	1	0,8	Frum
Fljótsdalsvirkjun	1.300	1985	1963	1	1	1	1	1	Verk
Hraunavirkjun	1.600	1977-1992	1970	1	1	1	+	0,5	F-sam
Síðuvötn									
Núpsvötn	1.000		1968	0	0	0	0	0,1	R
Hverfisfljót	800	1981		-	0,7	0	0	0,1	R
Skaftárveita	500-1.000	1986	1972	1	1	1	+	0,5	F-2
Skaftá	1.000	1967	1951	0,9	0,2	0,1	-	0,2	F-1
Hólmsá	700	1984		1	0	0,1	-	0,2	R
Markarfljót	700	1982		1	0	0,5	+	0,1	F-1
Efri Þjórsá	2.500	1987	1968	1	1	1	1	1	Frum/Verk
Neðri Þjórsá	2.200	1954		1	0,2	1	+	0,5	Fsam
Efri Hvítá	1000	1959	1954	0,7	0	0,3	+	0,2	F-1
Jökulfall	250-450	1986		1	0	-		0,2	R

Skýringar:

0-1: Hlutfall nauðsynlegra rannsókna lokið

x: Athugun á mannvirkjajarðfræði eftir því sem það fer saman við yfirlitsjarðfræðikortlagningu.

Verkfraðiáætlanir: Rannsóknastig frá Rennslisorkustigi (R), Forathugunum sem enda með svonefndri samræmdri forathugun (Fsam) til Frum- og Verkhönnunar.

2. Tafla

Staða forathugana virkjunarkosta í bergvatnsám

Virkjun/virkjunarsvæði	Aætluð orkugeta GWst/ári	Vatnshæðarsfritar Upphafsár rekstrar		Staðfræðikort 1:25.000		Jarðfræðiranns viðelgandi mælikvarði		Umhverfis- rannsóknir	Verkfraði- áætlunar
		vhm 1	vhm 2	teiknuð	stafræn	yfirlit	mannv.		
Grímsá, Reyðarvatn	70	1964	1963	0	0	0,2		0,2	R
Hvítá, Borgarfirði *	270	1963		0,5	0,5	0,2		0,2	F-1
Norðlingafjót	100		1963	0	0	0,5		0,2	R
Gláma, Vestfirðir	450	1976	1966	1	0	0,3	+	0,1	F-2
Hvalá, Ófeigssfirði	800	1976	1966	1	0	-		0	F-1
Vatnsdalsá, Forsælud	300	1955		1	0	-		0,2	R
Blanda neðan virkjunar *	250	Blönduv.		0,3	0	0,2		0,3	R
Skjálfandafljót, neðra *	900	1955		1	0	0,3		0,2	R
Hafralónsá, Þistilfirði	800		1965	0	0	0,3		0,1	R
Hofsá, Vopnafjörður	600		1965	0	0	0,2		0,1	R
Fjarðará, Seyðisfirði	120	1954	1949	1	0	0,3		?	Frum
Eystri Rangá *	140	1961		0	0	0,3		0,1	R
Ytri Rangá *	240	1961		0	0	0,3		0,1	R
Stóra Laxá	230		1966	0	0	0,2		0,1	R
Tungufjót	100	1971		1	0	0,2		0,1	R
Brúará	130	1961	1948	1	0	0,2		0,1	F-1
Hvítá Haukholt	350	1954		1	0	0,3		0,1	F-1
Hvítá, Hestvatn	300	1954		1	0	0,3		0,1	F-1

* Tveimur eða fleiri kostum slegið saman

Skýringar:

0-1: Hlutfall nauðsynlegra rannsókna lokið

x: Athugun á mannvirkjajarðfræði eftir því sem það fer saman við yfirlitsjarðfræðikortlagningu.

Verkfraðiáætlunar: Rannsóknastig frá Rennslisorkustigi (R), Forathugunum sem enda með svonefndri samræmdri forathugun (Fsam) til Frum- og Verkhönnunar.

3. Tafla

Kostnaðaráætlun forathugunar virkjunarkosta í jökulám

	Aætluð orkugeta	Rannsókna GWst/ári	Aðsteftint stig	Rannsókna stig	Rennsli	Staðfræðikort teiknun	Jarðfræði tölvutekt	Grunn- kort	Fram- vatn	Umhv. burður	Verkfr. áætlanir	Kostn. Alls	Aætlun 1999-'01		
Virkjun/virkjunarsvæði															
A-Jök. Skagafirði	1.100	Fsam	Fsam						2.000	3.000	2.000		7.000	5.000	
Villinganesv.	240	Verk											-	-	
Héraðsdalsvirkjun	300	F-1	Fsam	500		300	1.500				2.000	1.500	5.800	5.800	
Skjálfandafljót															
Fljótshnúkur	350	R	F-1	1.000	2.000							1.000	4.000	4.000	
Ishólsvatn	550	F-1	F-2	1.000		500		2.700		2.000	1.000		7.200	4.500	
Jökulsá á Fjöllum	4.100	F-2	F-2	6.000				2.400	9.500				17.900	11.500	
Jökulsá á Dal	3.400	Frum													
Fljótsdalsvirkjun	1.300	Verk													
Hraunavirkjun	1.600	F-sam	Fsam												
Síðuvötn															
Núpsvötn	1.000	R	F-1	1.000	4.600		2.000			8.000	1.000	16.600	16.600		
Hverfisfljót	800	R	F-2	1.000	1.200		2.000	1.400		8.000	1.000	14.600	14.600		
Skaftárvelta	500-1.000	F-2	F-2							5.000		5.000	5.000		
Skaftá	1.000	F-1	F-2	1.000	1.500	800	3.000	2.100		8.000	2.500	18.900	18.900		
Hólmsá	700	R	F-2	1.000		200	2.000	1.000		5.000	1.000	10.200	10.200		
Markarfljót	700	F-1	F-2	1.000		500	2.000	1.500		8.000	1.500	14.500	14.500		
Efri Þjórsá	2.500	Frum/verk													
Neðri Þjórsá	2.200	Fsam	Fsam									1.000	9.900	9.900	
Efri Hvítá	1000	F-1	F-2	1.500	4.600	500		2.300				1.000	1.800	1.800	
Jökulfall	250-450	R	F-2	500		300							10.000	10.300	10.300
Torfajökull	?	F-1	F-2			300							Alls: 143.700	132.600	

4. Tafla

Kostnaðaráætlun

	Aætluð orkugeta	Rannsókna GWst/ári	Aðstefnt stig	Rennsli	Staðfræðikort km2	Jarðfræði kort	Umhv. ranns.	Verkfr. áætlanir	Kostn. áætlun
Virkjun/virkjunarsvæði									2002-03
Grímsá, Reyðarvatn	70	R	F-1	500	100	500	800	500	500
Hvítá, Borgarfirði	270	F-1	F-1	500	40	200	640	500	500
Norðlingafljót	100	R	F-1	1.000	200	1.000	2.000	1.000	1.000
Gláma, Vestfirðir	450	F-2	F-2						
Hvalá, Ófægssíði	800	F-1	F-1	1.000	300		6.000	2.000	2.000
Vatnsdalsá, Forsælud	300	R	F-1	500			1.000	1.000	1.000
Blanda neðan virkjunar	250	R	F-1	500	100	500	1.600	1.000	1.000
Skjálfandafljót, neðra	900	R	F-1	1.500			1.400	1.500	1.500
Hafralónsá, Þistilfirði	800	R	F-1	1.000	1.200	6.000	8.400	2.000	2.000
Hofsá, Vopnafjörður	600	R	F-1	500	700	3.500	4.800	1.000	1.000
Fjarðará, Seyðisfirði	120	Frum	Frum						
Eystri Rangá	140	R	F-1	1.000	60	300	840	1.500	1.500
Ytri Rangá	240	R	F-1	500	150	750	2.100	1.500	1.500
Stóra Laxá	230	R	F-1	1.000	150	750	2.100	1.000	1.000
Tungufljót	100	R	F-1	500			240	500	500
Brúará	130	F-1	F-1	500			240	500	500
Hvítá Haukholt	350	F-1	F-1	500			240	500	500
Hvítá, Hestvatn	300	F-1	F-1	500			240	500	500
Kostn. Alls:				11.500		13500	32.640	16.500	90.640