



ORKUSTOFNUN  
Vatnsorkudeild

Unnið af starfshóp á Vatnsorkudeild

**FIMM ÁRA ÁÆTLUN UM RANNSÓKNIR  
VEGNA VATNSAFLSVIRKJANA**

**OS82098/VOD16**  
Reykjavík, október 1982



**ORKUSTOFNUN**  
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

**Unnið af starfshóp á Vatnsorkudeild**

**FIMM ÁRA ÁÆTLUN UM RANNSÓKNIR  
VEGNA VATNSAFLSVIRKJANA**

**OS82098/VOD16**  
Reykjavík, október 1982



## 0 FORMÁLI OG HELSTU NIÐURSTÖÐUR

Vatnsorkudeild Orkustofnunar hefur að undanfögnu endurskoðað skipulag undirbúnings vatnsaflsvirkjana og í framhaldi af þeirri endurskoðun hefur verið gerð áætlun um virkjunarrannsóknir fram undir aldamót. Meginmarkmið með langtímaáætlun í orkurannsóknnum er að geta mætt orkubörf landsmanna á sem hagkvæmasta hátt fyrir þjóðfélagið. Tilgangur Vatnsorkudeildar með langtímaáætlunum er auk þess sá, að tryggja sem besta nýtingu starfsliðs og tækja deildarinnar. Rannsóknir á vatnsföllum til virkjunar eru mjög tímafrekar. Að jafnaði líða um tveir áratugir frá því að rannsóknir hefjast þar til rafmagnsframleiðsla getur hafist. Á svo löngum tíma getur margt breyst. Viðhorf til umhverfismála á síðasta áratug er glögg tæmi.

Langtímaáætlunin var í meginatriðum mótuð í deildarráði Vatnsorkudeildar og að verulegu leyti unnin af starfsnefnd úr þeim hópi: Nefnd um langtímaáætlanir. Í nefndinni eru: Davíð Egilson, Freysteinn Sigurðsson, Hákon Aðalsteinsson, Helgi Gunnarsson, Jón Ingimarsson og Jón Vilhjálmsson. Auk þess hefur undirritaður tekið þátt í störfum nefndarinnar.

Ekki hefur verið gengið endanlega frá verkaskiptingu í rannsóknnum á vatnsaflí milli Orkustofnunar og virkjunarfyrirtækjanna. Nauðsynlegt er að tryggð sé góð og nán samvinna þeirra aðila sem vinna að undirbúningi vatnsaflsvirkjana. Vatnsorkudeild hefur lagt til að skipuð verði samstarfsnefnd um undirbúning vatnsaflsvirkjana, þar sem fulltrúar Orkustofnunar, virkjunarfyrirtækjanna og stjórnvalda ættu sæti. Hlutverk nefndarinnar yrði að samhæfa áætlanir um undirbúning virkjana og hafa umsjón með gerð heildaráætlunar um nýtingu vatnsaflsins.

Ekki hefur verið fjallað um þá áætlun sem hér er sett fram utan Orkustofnunar, en leitast við að taka mið af áætlunum virkjunarfyrirtækjanna. Áætlunin verður því að skoðast sem tillaga Vatnsorkudeildar. Á það skal bent í þessu sambandi að forsendur langtímaáætlunarinnar skipta meginmáli. Einstaka virkjanir í áætluninni skipta minna máli, og er viðbúið að röð þeirra breytist er tímar líða.

Nákvæm áætlun um rannsóknarstarfsemi fyrir Vatnsorkudeild er hér sett fram til ársins 1987, í samræmi við gerð langtímaáætlunar fyrir rannsóknastofnanir atvinnuveganna. Auk þess er skipulagi deildarinnar og verksviði lýst í viðauka. Einnig er gerð lausleg áætlun fyrir tímabilið 1988-1997. Talsverð áherslubreyting þarf að verða í rannsóknnum á næstu árum. Leggja þarf aukna áherslu á fyrri rannsóknarstigun, grunnrannsóknir og forhönnunarrannsóknir. Stafar þetta af því að á síðustu árum hefur megináherslan verið lögð á verkhönnunarrannsóknir, til að fullnægja óskum um val á milli a. m. k. þriggja virkjunarkosta, þegar ákvörðun yrði tekin um næstu virkjun.

Helstu forsendur áætlunarinnar eru:

1. Raforkuþörf er metin samkvæmt raforkuspá 1981-2000 sem Orkuspárnefnd vann. Í henni eiga sæti fulltrúar orkufyrirtækja og Orkustofnunnar (nýlega hafa fulltrúar frá Framkvæmdastofnun ríkisins tekið sæti í nefndinni). Miðað er við svokallaða "efri raforkuspá" í riti þessu enda er hún í samræmi við greinargerð með ályktun Alþingis 1982 um virkjanaframkvæmdir og orkunýtingu (sjá kafla 1 og 2 og mynd 2).
2. Rannsóknarhraði taki mið af áætlaðri raforkuþörf og að svo gott sem allri raforkuþörf verði mætt með virkjun fallvatna (sjá kafla 2).
3. Unnið verði að undirbúningsrannsóknum á þann hátt sem rakið er í ritinu "Undirbúningur Vatnsaflsvirkjana" OS82075/VOD12, en þar kemur m.a. fram að allt að því tveir áratugir líða frá því að undirbúningur vatnsaflsvirkjunar hefist og þar til raforkuframleiðsla getur hafist (sjá kafla 1 og 2).
4. Miðað er við, að um fleiri en einn kost verði að velja við ákvörðun um framhald rannsókna á hverju rannsóknarstigi (sjá kafla 2).
5. Gert er ráð fyrir að velja megi á milli misstórra kosta í orkumætti (GWh/a).
6. Virkjunum verði dreift eftir landshlutum (sjá kafla 2).
7. Virkjunarkostir við Jökulsá á Dal verði rannsakaðir sérstaklega, þar eð virkjanir þar geta verið mun stærri, en hentar fyrir vöxt orkuþarfar, eins og hún er áætluð samkvæmt spá um raforkuþörf. Frá virkjunum þar fengist sennilega ódýrari raforka en frá virkjunum annars staðar á landinu. Þetta ásamt stærð þeirra, gerir þær hentugar fyrir meiriháttar orkufreka stóriðju. Stefnt er að því að hafa lokið forhönnun a.m.k. einnar virkjunartilhögunnar 1992, en það er forsenda þess að raforkuframleiðsla geti orðið möguleg upp úr aldamótum.
8. Miðað er við stöðu undirbúnings virkjana eins og hún er áætluð í árslok 1982 (sjá kafla 3 og 4, mynd 8).
9. Fjárþörf og mannaflí eru metin á grundvelli reynslutalna frá síðustu árum og með tilliti til þess að betri nýtingar er vænst vegna meiri reynslu og betri rannsóknarbúnaðar.

10. Miðað er við, að fyrri og ódýrari undirbúningsstiginn (grunnrannsóknir, forhönnunarrannsóknir og forhönnun) verði í umsjá Orkustofnunnar og kostuð með fjárveitingum á fjárlögum, en síðari stiginn (verkhönnunarrannsóknir, verkhönnun, útboðs- og byggingarrannsóknir) verði í umsjá raforkuframleiðenda, sem standi líka straum af kostnaði þeirra.
12. Stefna ber að stöðugri og jafnri rannsóknarstarfsemi.

Helstu atriði rannsóknaráætlunarinnar eru:

1. Metið er, hverju rannsóknir á hverju rannsóknarstigi verða að samsvara í orkumætti (GWh/a), svo að tímanlega megi undirbúa nauðsynlegar virkjanir til að mæta raforkuþörf (kaflí 3).
2. Metið er, samkvæmt því, hver sé rannsóknarþörf (samsvarandi GWh/a) á hverju rannsóknarstigi á 5 ára tímabilum. Fyrsta tímabilið er 1983- 1987 (kaflí 3).
3. Valdar eru virkjanir til rannsóknar á hverju rannsóknarstigi 1983-87 og 1988-92 í samræmi við 2 (kaflí 3, töflur 5-7) .
4. Metið er, hve mikið fé og hvaða mannafla þarf til þessara rannsókna (kaflí 5). Mun meira skortir á rannsóknir á fyrri stigum undirbúnings virkjana en hinum síðari.
5. Til að jafna rannsóknarhraða er miðað við, að grunnrannsóknir og forhönnunarrannsóknir verði komnar hlutfallslega jafn langt og verkhönnunarrannsóknir í árslok 1992, en ekki í árslok 1987, þar sem það hefði í för með sér óæskilegar sveiflur í mannafla og fjárþörf.
6. Í samræmi við það er metið hvaða mannafla þarf á Vatnsorkudeild 1983-87 og hvaða fjárveitingar hún þarf á þeim tíma.

Helstu niðurstöður áætlunarinnar eru:

1. Á tímabilinu 1983-92 verði virkjað og rannsakað á hinum ýmsu stigum sem samsvari eftirtöldum orkumætti (GWh/a) :

	Staðan í árslok 1982	A u k n i n g		
		1983-87	1988-92	1993-97*
Virkjað	4.000	800	1.500	2.000
Verkhannað	3.900	1.400	2.500	2.500
Forhannað	700	5.600	2.000	2.800
Grunnrannsakað	6.700	4.700	1.500	2.500

\* Lausleg áætlun fyrir tímabilið 1993-97 fylgir með til að sýna hvernig þá verður náð jafnvægi milli rannsóknarstiga.

Rannsóknir við Jökulsá á Dal eru hér ekki taldar með. Þegar hefur verið unnið nokkuð af þeim rannsóknum sem ljúka á 1983-87 og verður því rannsóknarkostnaður á orkueiningu (kr/GWh/a) við þær heldur minni en á tímabilinu 1988-92.

2. Rannsóknarkostnaður og mannaflí við rannsóknir verði að meðaltali á ári á hverju 5-ára bili sem hér segir:

	1983-87	1988-92	1993-97
Kostnaður (Mkr)	17,0	24,5	31
Mannaflí (ársverk)	38	54	68

Hér er einungis um að ræða mannafla og kostnað við beinar virkjunarrannsóknir, en ekki við Vatnsorkudeild í heild. Kostnaður er miðaður við verðlag og kauplag í mars 1982 (Byggingarvísitala 944). Mannaflí er miðaður við dagvinnu eingöngu. Verkhönnun (þ. e. hönnunarvinnan sjálf) er ekki talin með, en kostnaður við hana nemur 1/3 undirbúningskostnaðar, þ. e. nærri 1/2 rannsóknarkostnaðar í heild.

3. Til að sinna megi þessum verkefnum þarf að auka nokkuð fjárframlög til Vatnsorkudeildar, frá því sem nú er, á tímabilinu 1983-87. Jafnframt þarf að fjölga starfsliði nokkuð. Fjár- og mannaflapörf deildarinnar í heild er sem hér segir:

	1982	1983-87 meðaltal
Heildarkostnaður Mkr.	28,3	31,8
Sölutekjur Mkr.	10,2	6,3
Fjárveiting Mkr.	18,1	25,5
Starfslið menn	52,0	61,2

Kostnaður er miðaður við verðlag og kauplag í mars 1982. Fjöldi starfsmanna er miðaður við svipað yfirvinnuhlutfall og 1981-82, en samkvæmt því innir hver starfsmaður ár hvert af höndum sem svarar 1 1/3 dagvinnuársverkum .

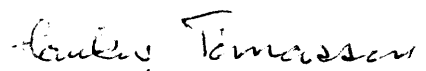
4. Þessi aukning í fjárveitingu (um 40%) og starfsliði (tæp 20%) er nauðsynleg þar eð virkjanarrannsóknir aukast á þessu tímabili, samtímis því sem verkhönnunarrannsóknir dragast saman, en af þeim hefur Orkustofnun megnið af sölutekjum sínum. Það skal þó áreittað að heildarkostnaður við rannsóknir vex aðeins um 12% verði þessari áætlun fylgt.

Miðað er við að langtímaætlunin verði endurskoðuð reglulega við breytingu á orkusþá og ekki sjaldnar en annað hvert ár. Með því á að vera unnt að tryggja að jafnan sé tekið tillit til fenginnar reynslu og breyttra sjónarmiða.

Líta má á þessa áætlun sem tillögu Vatnsorkudeildar um rannsóknir á vatnsafla landsins miðað við þau markmið í nýtingu raforku sem nú hafa verið sett fram af stjórnvöldum (Samb. Alþingis frá maí 1982).

Nauðsynlegt er að stjórnvöld taki afstöðu til forsendna slíkra áætlana, og hvað varðar virkjun vatnsorkunnar að þau sjái til þess að nægt fjármagn og mannafla séu fyrir hendi til að tryggja nauðsynlegar og tímanlegar rannsóknir til undirbunings þeim.

f.h. Vatnsorkudeildar

  
Haukur Tómasson, forstjóri





EFNISYFIRLIT

	Bls.
0 FORMÁLI OG HELSTU NIÐURSTÖÐUR .....	3
EFNISYFIRLIT .....	9
TÖFLUSKRÁ .....	10
MYNDASKRÁ .....	11
1 INNGANGUR .....	13
2 FORSENDUR LANGTÍMAÁÆTLUNAR UM VIRKJUNAR- RANNSÓKNIR .....	17
3 STAÐA VIRKJUNARRANNSÓKNA .....	27
4 LÝSING VIRKJUNARSTAÐA .....	34
5 FJÁRÞÖRF OG MANNAFLI TIL RANNSÓKNA .....	37
HEIMILDIR .....	44
VIÐAUKI 1: Skipulag og verk svið Vatnsorkudeildar ...	45
VIÐAUKI 2: Verkefnaáætlun Vatnsorkudeildar 1983-87 .	49

TÖFLUSKRÁ

	Bls.
1 Raforkuspá til 2020 í GWh/a .....	17
2 Framkvæmdatími virkjunarrannsókna .....	19
3 Staða rannsókna einstakra virkjunarkosta í árslok 1982 og orkumáttur þeirra .....	28
4 Rannsóknastaðan 1982-2000, tölur í GWh/a Viðmiðun: Efri raforkuspá .....	31
5 Virkjanir sem þyrfti að verkanna eða meira, annarsvegar 1983-1987 og hinsvegar til viðbótar 1988-1992 .....	32
6 Virkjanir sem þyrfti að forhanna, annarsvegar 1983-1987 og hinsvegar til viðbótar 1988-1992 .....	32
7 Virkjunarkostir, sem þyrftu að koma til viðbótar á grunnrannsóknarstig eða lengra, annarsvegar 1983-1987 og hinsvegar 1988-1992 ...	33
8 Kostnaður á GWh/a eftir rannsóknarstigum .....	37
9 Rannsóknarkostnaður (í millj. kr. mars 1982) eftir rannsóknarstigum á fimm ára bilum. Viðmiðun: Orkuspá .....	38
10 Rannsóknarkostnaður (í millj. kr.) eftir rannsóknarstigum á fimm ára bilum. Viðmiðun: Orkuspá og Jökulsá á Dal .....	39
11 Rannsóknarkostnaður (í millj. kr.) eftir rannsóknarstigum á fimm ára bilum. Viðmiðun: Orkuspá, Jökulsá á Dal, 5 ára áætlun OS-VOD ....	40
12 Mannafli til rannsókna (ársverk) á fimm ára bilum. Viðmiðun: Orkuspá .....	40
13 Mannafli til rannsókna (ársverk) á fimm ára bilum. Viðmiðun: Orkuspá, Jökulsá á Dal .....	40
14 Mannafli til rannsókna (ársverk) á fimm ára bilum. Viðmiðun: Orkuspá, Jökulsá á Dal, 5 ára áætlun OS-VOD .....	41
15 Skipting virks vinnutíma á Vatnsorkudeild (%) ..	41
16 Rannsóknarkostnaður við virkjanir og vatnasvæði til loka verkhönnunarrannsókna og verkhönnunar- kostnaður (millj. kr.) .....	43

MYNDASKRÁ

	Bls.
1 Áfangaskipting virkjunarrannsókna .....	15
2 Raforkuspá 1980-2000 .....	18
3 a)Æskileg skipting milli rannsóknarstiga. b)Niðurstöður rannsóknaráætlunar um æskilega rannsóknarstöðu .....	21
4 Sýnir hvernig rannsóknaráætlun er fengin með að hliðra áætlun seinna stigs aftur sem nemur framkvæmdatíma rannsóknarstigs og upp um æskilegan orkumátt sem hægt á að vera að velja úr .....	22
5 Mynd sem sýnir hvernig rannsóknaráætlun fyrir verkhönnun er fengin .....	23
6 Mynd sem sýnir hvernig rannsóknaráætlun fyrir forhönnun er fengin .....	24
7 Mynd sem sýnir hvernig rannsóknaráætlun fyrir forathugun er fengin .....	25
8 Virkjunarstaðir og staða rannsókna. (Í árslok 1982) .....	29



## 1 INNGANGUR

Virkjun fallvatna á hagfelldan hátt krefst ítarlegs og tímafreks undirbúnings. Hann er einkum tvíþættur: Annars vegar rannsóknir á staðhættum og náttúrufari; hins vegar hönnun mannvirkja og hagkvæmnireikningar. Þaðir þættir fylgjast að, þannig að þekking su, sem aflað er með rannsóknum, liggur til grundvallar hönnun og hagkvæmnimati. Þekking þessi eykst í sífellu, eftir því sem rannsóknum vindur fram, enda verður hönnunin markvissari og nákvæmari að sama skapi. Í samræmi við það má skipta undirbúningi virkjana í nokkur stig eða áfanga (sjá mynd 1, upphaflega birt í skýrslunni "Undirbúningur vatnsaflsvirkjana", OS82075/VOD12, útg. ágúst 1982).

1. Grunnrannsóknarstig eða forathugunarstig: Rannsóknir lúta hér að vatnasviði ákveðins fallvatns og sennilegum virkjunarsvæðum. Hér er einkum um að ræða landmælingar og kortagerð, vatnamælingar, jarðfræðikortlagningu og umhverfisrannsóknir. Á þessu stigi eru gerðar einfaldar verkfræðilegar forathuganir á virkjunartilhögunum á svæðinu sem leiða til vals á einum eða fleiri stöðum til nánari könnunar.

Að forathugun lokinni ákveða viðkomandi ráðherra og Orkustofnun hvort og hvenær rannsóknum verði haldið áfram til forhönnunar.

2. Forhönnunarstig: Á þessu stigi beinast rannsóknir að einum eða fleiri virkjunarstöðum með tilliti til mismunandi tilhögunar, auk áframhaldandi öflunar grunnþekkingar. Nýjar rannsóknir eru einkum nákvæmari landmælingar, vatnafarskannanir og vatnafarsreikningar, jarðfræðikönnun með borum, gröfum og jarðeðlisfræðilegum aðferðum og svo byggingarefnisleit. Í lok þessa stigs liggja fyrir forhannanir á virkjunum á þessum stöðum, sem gera kleift að bera saman ýmsa kosti á virkjun viðeigandi fallvatns og eins samanburð á virkjunum mismunandi fallvatna.

Að forhönnun lokinni ákveða ráðherra og væntanlegur eigandi virkjunar hvort og hvenær stefnt skuli að verkhönnun.

3. Verkhönnunarstig: Rannsóknir á þessu stigi beinast að endanlegum virkjunarstað, og bætast þá einkum við jarð- og bergtækni, vinnslutækni og gerð vatnslíkana sem nýjar rannsóknaaðferðir. Við lok þessa stigs er virkjun verkhönnuð, en þá er ljós endanleg tilhögun virkjunar og mannvirkjagerð, svo og kostnaður við byggingu hennar og rekstur.

Að verkhönnun lokinni ákveða Alþingi og væntanlegur eigandi virkjunar hvort, hvernig og hvenær verði virkjað. Undirbúningur og gerð virkjana tekur sinn tíma. Að jafnaði

má reikna með eftirfarandi tíma fyrir hvert rannsóknar- og hönnunarstig:

Grunnrannsóknir og forathuganir	5 ár
Forhönnunarrannsóknir og forhönnun	3 ár
Verkhönnunarrannsóknir og verkhönnun	3 ár
Útboðsrannsóknir og bygging virkjunar	7 ár

Samtals: 18 ár

Með tilliti til þessa langa undirbúningstíma er ljóst að ekki verður unnið skipulega að virkjunarrannsóknum nema með langtímaáætlanir að leiðarljósi og uppfyllingu orkuþarfar sem markmið. Langtímaáætlun um virkjunarrannsóknir verður að taka mið af orkuspa til langs tíma. Um það er fjallað í kafla 2.

Í árslok 1982 er áætlað, að staða virkjunarrannsókna verði sem hér segir:

Hagkvæmasta vatnsorkan	sem svarar	32.000 GWh/a
þar af grunnrannsóknir lokið við	"	15.200 "
" " forhönnun lokið	"	8.600 "
" " verkhönnun lokið	"	7.600 "
" " virkjað	"	4.000 "

Orku- og rannsóknþörf verður að uppfylla í skrefum, sem samsvara ákveðnum virkjunum og vatnasvæðum. Í kafla 3 er skýrt frá rannsóknastöðu vatnasvæða og virkjana, svo og hvaða vatnasvæði og virkjanir sé hentugt að rannsaka til að bæta úr þörf næstu 5 ár (1983-87). Einnig er þar dregið á, hvernig horfir um rannsóknþörf fram til aldamóta.

Í kafla 4 er lýst stöðu rannsókna á einstökum virkjunarstöðum og vatnasvæðum. Þar eru einnig raktar áætlanir um rannsóknir á þessum stöðum og svæðum á 5-ára tímabilinu 1982-87, svo og hvaða helstu atriða þarf að gæta við mótun virkjunarhugmynda á þeim stöðum.

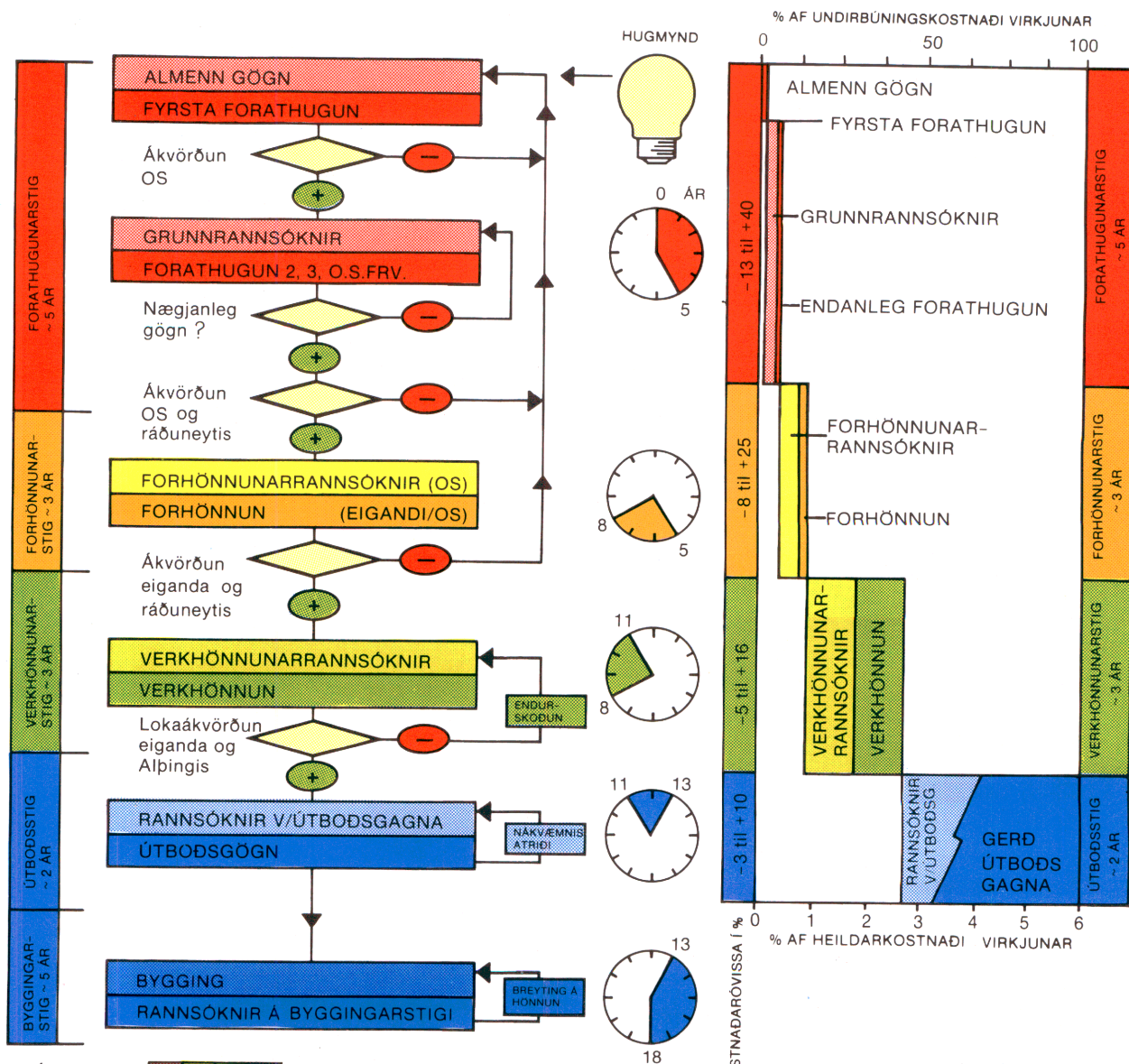
Undirbúningur virkjana kostar fé og mannafla, þótt sá kostnaður sé smár borið saman við við byggingarkostnað þeirra. Reikna má með, að kostnaður við undirbúning virkjana til loka verkhönnunar nemi um 3% af kostnaði við byggingu stórra og meðalstórra virkjana, og skiptist á heildina lítið nokkuð jafnt á rannsóknir og verkfræðilega hönnun. Rannsóknir kosta þó mun meira en hönnun á fyrstu stigum. Í kafla 5 er fjallað um fjár- og mannaflaþörf til virkjunarrannsókna 1983-87.

# ÁFANGASKIPTING VIRKJUNARRANNSÓKNA

FERLI

TÍMI

KOSTNAÐUR



SKÝRINGAR:

- Rannsóknir (vatnafræði, mannvirkjajarðfræði o.fl.)
- Hönnun og bygging
- Ákvarðanir, forgangsröðun mögulegra virkjana





## 2 FORSENDUR LANGTÍMAÁÆTLUNAR UM VIRKJUNARRANNSÓKNIR

Langtímaáætlanir um rannsóknir á orkulindum landsins miða að því, að orkupörfum þjóðfélagsins verði fullnægt á sem hagkvæmestan hátt.

Orkuspárnefnd hefur gert spá um raforkupörfina fram til aldamóta. Spáin tiltekur ekki hlut vatnsorkunnar í heildarraforkuframleiðslunni en árið 1981 var hann um 95 %. Engar áætlanir eru á þrjónunum um að auka hlut annarra orkugjafa enda hentar vatnsorkan afar vel til raforkuframleiðslu vegna góðrar nýtni.

Spá Orkuspárnefndar verður lögð til grundvallar langtímaáætlunar um virkjunarrannsóknir. Neðri mörk spárinnar miðast við að engin aukning verði í orkufrekum iðnaði, en efri mörkin miða við að einn fjórði af vinnuafldsaukningu í iðnaði verði í orkufrekri starfsemi. Nefndin telur að raunveruleg raforkunotkun fram til aldamóta verði einhversstaðar innan þessara marka. Komið hafa fram ýmsar hugmyndir um enn hraðari uppbyggingu orkufreks iðnaðar en efri spáin gerir ráð fyrir. Í dag virðist þó ekkert benda til hraðari uppbyggingar. Með greinargerð með tillögu til þingsályktunar um virkjunarframkvæmdir 1982 (þingskjal S. Þ. 0176 Samþykkt í maí 1982) er fjallað um uppbyggingu orkufreks iðnaðar sem gæti orðið eins hröð og gert er ráð fyrir í efri raforkuspánni. Því má segja að eðlilegt sé að miða gerð langtímaáætlunar við efri mörk spárinnar.

Eins og áður kom fram er talið að frá upphafi rannsókna á virkjunarkosti og þar til virkjun getur hafið rekstur lífi um 18 ár. Ef gera á áætlun um öll rannsóknarstigin nokkur ár fram í tímann þarf raforkuspá sem nær lengra en til aldamóta. Spáin var því framlengd til 2020. Við það verk var ekki miðað við neinar þjóðhagslegar stærðir heldur svipaða aukningu notkunar og er í raforkuspánni um aldamót. Tafla 1 sýnir raforkuspána til 2020. Spáin eftir aldamót er e. t. v. í herra lagi, en í áætlunum fyrir næstu ár hefur sá hluti hennar einungis áhrif á fyrri rannsóknarstigin, sem eru hlutfallslega ódýr, og því eðlilegt að hafa hana fremur of háa en of lága.

TAFLA 1 Raforkuspá til 2020 í GWh/a.

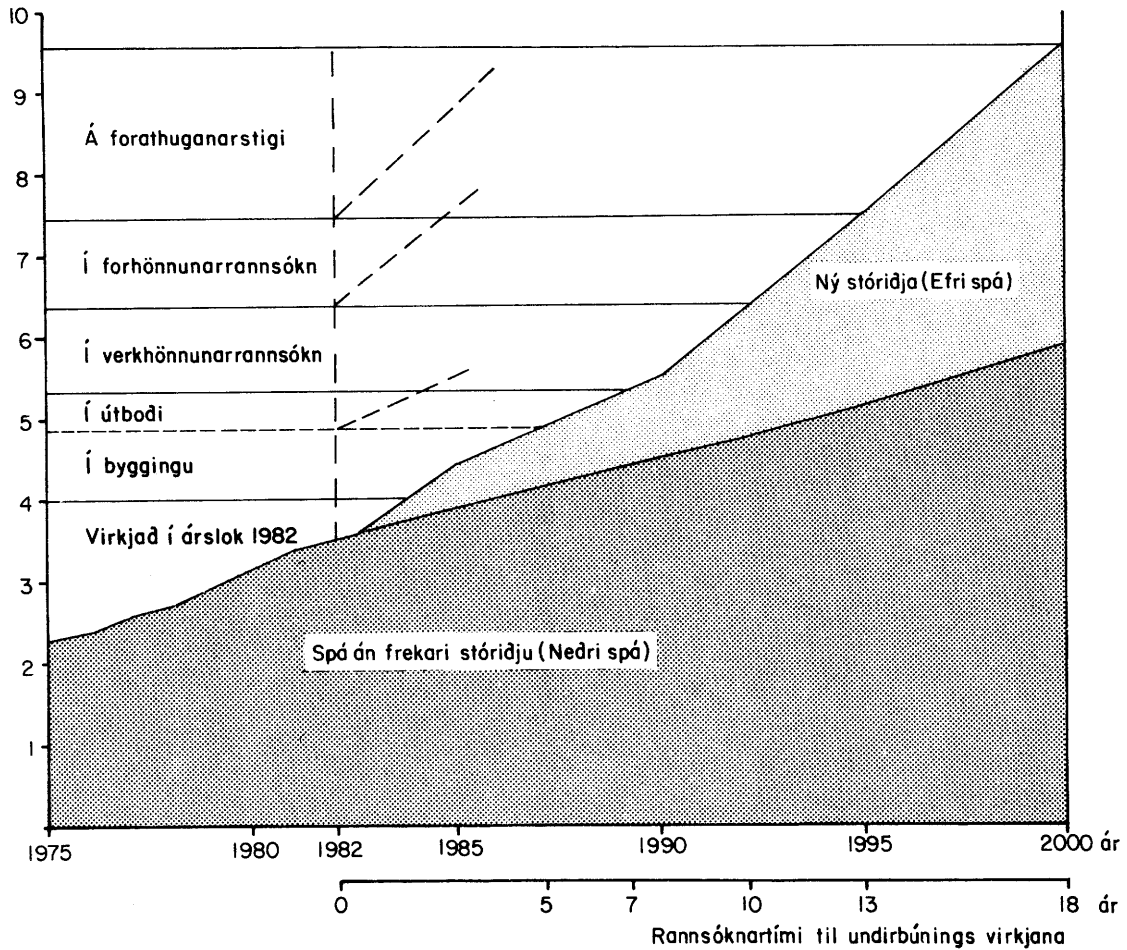
Ár	Neðri spá	Efri spá
1980	3130*	3130*
1985	3900	4400
1990	4510	5500
1995	5160	7500
2000	5930	9650
2005	6800	12000
2010	7900	14500
2015	9200	17000
2020	10800	20000

\*Raungildi

VOD-OB-950-GJ-DE-HA  
82-12-1846-e

### Raforkuþörf

TWh/a (þús. GWh/a)



Mynd 2 Sýnir í fyrsta lagi raforkuspá Orkuspárnefndar til ársins 2000. Efri spáin er áætluð raforkuþörf með aukinni stóriðju, sem samsvarar 1.500 ársverkum árið 2000.

Inn á myndina er dreginn sá tími er hvert rannsóknarstig tekur frá árslokum 1982. Hann afmarkar hvað þarf að vera rannsakað nú á hverju rannsóknarstigi, þróað raforkumarkaðurinn eins og efri spáin gerir ráð fyrir.

Unnt er að sjá fyrir hvað þarf að vera rannsakað á hverjum tíma í framtíðinni með því að hliðra efri spánni aftur sem nemur framkvæmdatíma rannsóknarstigs (brotnu línurnar).

### Framkvæmdatími virkjunarránsókna

Það liggur í hlutarins eðli þegar framkvæmdir við ránsókn og byggingu raforkuvers taka um 18 ár hljóta þær forathuganir sem gerðar eru í dag að miða við stöðu markaðarins eins og áætlað er að hún verði að 18 árum liðnum; forhönnunarránsóknir taka mið af markaðnum eins og áætlað er að hann verði eftir 13 ár o. s. frv.. Raforkuspáin á mynd 2 sýnir, að gert er ráð fyrir að raforkuþörfin vaxi jafnt og þétt með tímanum. Vegna þessa og lengri tíma sem fyrri ránsóknarstigin taka, þarf orkumáttur þeirra virkjunarkosta sem eru á forathugunarstigi að vera nokkru meiri en orkumáttur virkjunarkosta á forhönnunarstigi

### TAFLA 2 Framkvæmdatími virkjunarránsókna

Stig	Framkvæmdatími	Fjöldi ára frá upphafi stigs og uns virkjun getur hafið rekstur
Bygging	5 ár	5
Útboðsgögn	2 "	7
Verkhönnun	3 "	10
Forhönnun	3 "	13
Forathugun	5 "	18

Sá orkumáttur sem verður að vera fullránsakaður á hverjum tíma svo unnt sé að hefja framleiðslu að fimm árum liðnum (þ. e. byggingatími virkjunar) fæst með því að hliðra raforkuspánni fimm ár aftur í tímann. Hinn hliðraði ferill lýsir þeim lágmarksorkumætti sem þarf að vera búið að ránsaka þannig að bygging virkjunar geti hafist miðað við raforkuspána (neðsta brotna línán á mynd 2).

### Valmöguleikar

Það hefur áður komið fram að undirbúningur virkjana tekur langan tíma. Væri eingöngu hugsað fyrir að mæta lágmarksþörfum raforkumarkaðarins, eins og hann er talinn verða á hverjum tíma, þyrfti nú að ákveða hvaða virkjun ætti að taka í gagnid um aldamótin. Á svo löngum tíma getur margt breyst, þannig að æskilegt hlýtur að teljast að hafa um eitthvað að velja, svo unnt sé að mæta breyttum viðhorfum á hverjum tíma, og tryggja að hagkvæmustu kostirnir séu virkjaðir hverju sinni. Sem dæmi má nefna óskir um stóriðju, byggðastefnu, umhverfismál svo fátt eitt sé talið. Áður en síðasta stórvirkjun landsins var samþykkt, var þess krafist að Orkustofnun legði fram ránsóknarniðurstöður á ýmsum virkjunarkostum sem samtals gátu afkastað miklu meiri orku en eftir var sótt. Þessir kostir voru: Blönduvirkjun, Fljótsdalsvirkjun, Sultartangavirkjun og Villinganesvirkjun.

Krafa um val milli virkjunarkosta til að mæta raforkupörfinni, hefur áhrif á öllum rannsóknarstigum. Hafi virkjanir verið valdar af einsýni til forhönnunar, eru menn bundnir af því við val til verkhönnunar og síðar byggingar. Möguleiki til að velja á milli kosta er fenginn með því að bæta nokkru við það sem þarf til að mæta raforkupörf samkvæmt raforkuspánni. Orkustofnun þarf því á hverjum tíma að eiga í fórum sínum fullrannsakaða virkjunarkosti sem samtals hefðu margfaldan þann orkumátt sem gert er ráð fyrir að bætast þurfi raforkukerfinu næsta áratuginn. Helstu sjónarmið sem geta ráðið forgangsröð virkjana eru:

- 1 Hagkvæmni.
- 2 Að hægt sé að velja milli misstórra kosta.
- 3 Mátuleg dreifing virkjana milli landshluta.
- 4 Möguleikar til miðlunar, en tryggja þarf að í framtíðinni verði hæfileg miðlun í kerfinu.

Að auki gætu komið til ýmis önnur skilyrði sem eðlilegt þætti að fullnægja svo sem að forathugun á allri hagkvæmstu orkunni væri lokið fyrir aldamót.

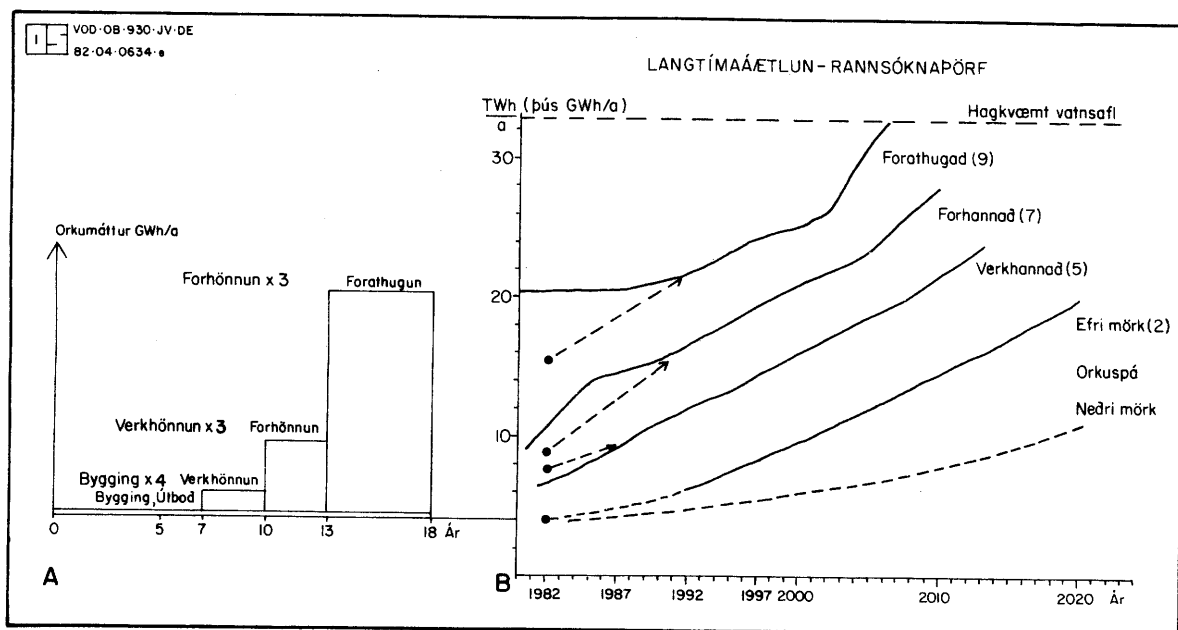
Á mynd 3a) er sýnd æskileg skipting á orkumætti milli rannsóknarstiga að mati Vatnsorkudeildar. Einungis hluti þeirra kosta sem í boði eru, flytjast á milli rannsóknarstiga á tímabili því sem viðkomandi rannsóknarstig tekur. Tilgangur með slíku vali er eins og áður sagði, að geta mætt breytilegum viðhorfum á sem skipulegastan hátt. Ástæður fyrir vali eru mismunandi eftir rannsóknarstigum. Þær eru raktar í "Undirbúningur vatnsaflsvirkjana (1982)".

### Rannsóknarpörf

Niðurstöður áætlunar um rannsóknarpörf er sýnd á mynd 3b). Þá hefur bæði verið tekið tillit til framkvæmdatíma hinna ólíku rannsóknarstiga og æskilegra valmöguleika.

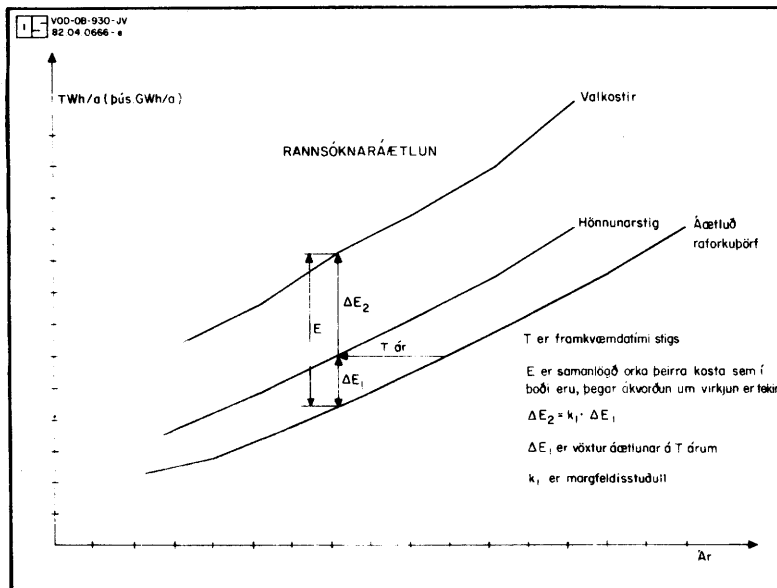
Á myndum 4 - 7 er skýrt hvernig fengnir eru ferlar fyrir það sem þarf að vera rannsakað á hverjum tíma á mismunandi rannsóknarstigum. Reikniaðferðin er skýrð á mynd 4, og á myndum 5 - 7 er skýrt hvernig henni er beitt til að gera áætlanir fyrir hvert rannsóknarstig fyrir sig.

Eitt dæmi er hér tilfært til að skýra notkun raforkuspárinnar við að meta æskilegan orkumátt á hverju rannsóknarstigi, sem fall af tíma.



MYND 3

- a) Æskileg skipting milli rannsóknarstiga. Þegar ákveðið er að ráðast í byggingu virkjunar, þarf að vera úr einhverju að velja. Vatnsorkudeild telur eðlilegt að miða skiptingu milli rannsóknarstiga við fyrirfram ákveðið margfeldi af því hve hratt raforkuþörfin vex á rannsóknartímabilinu. T.d. tekur útboðs-þörfin 2 ár og gert er ráð fyrir að ætíð sé fyrir hendi 4 sinnum meira verkhannað heldur en fer í útboð á næstu tveimur árum. Forhannað sé ætíð 3 sinnum meira heldur en fer í verkhönnun á næstu þremur árum og að forathugað sé ætíð 3 sinnum meira heldur en fer í forhönnun á næstu þremur árum. Myndin sýnir að ef ákveðið magn er í byggingu nú, hefði útboð þurft að vera lokið á sama magni fyrir 5 árum. Myndin sýnir enn fremur hve mikið hefði þurft að vera verkhannað fyrir 7 árum, forhannað fyrir 10 árum og forathugað fyrir 13 árum til að uppfylla skilyrði um þetta mikið val.
- b) Niðurstöður rannsóknaráætlunar um æskilega rannsóknarstöðu, miðað við efri raforkuspá. Hér hefur bæði verið tekið tillit til lengdar rannsóknartímabils á einstökum rannsóknarstigum og hæfilegra valmöguleika. Slitnu línurnar sýna rannsóknarferla eins og stefnt er að á tímabilinu 1983-1992, sbr. 5. kafla.



Mynd 4 Sýnir hvernig rannsóknaráætlun er fengin með að hliðra áætlun seinna stigs aftur sem nemur framkvæmdatíma rannsóknarstigs og upp um æskilegan orkumátt sem hægt á að vera að velja úr (sbr. dæmi).

Dæmi: Frá verkhönnun til byggingar (sjá mynd 4).

Meðalaukning í efri raforkuspánni fram til aldamóta er 320 GWh á ári

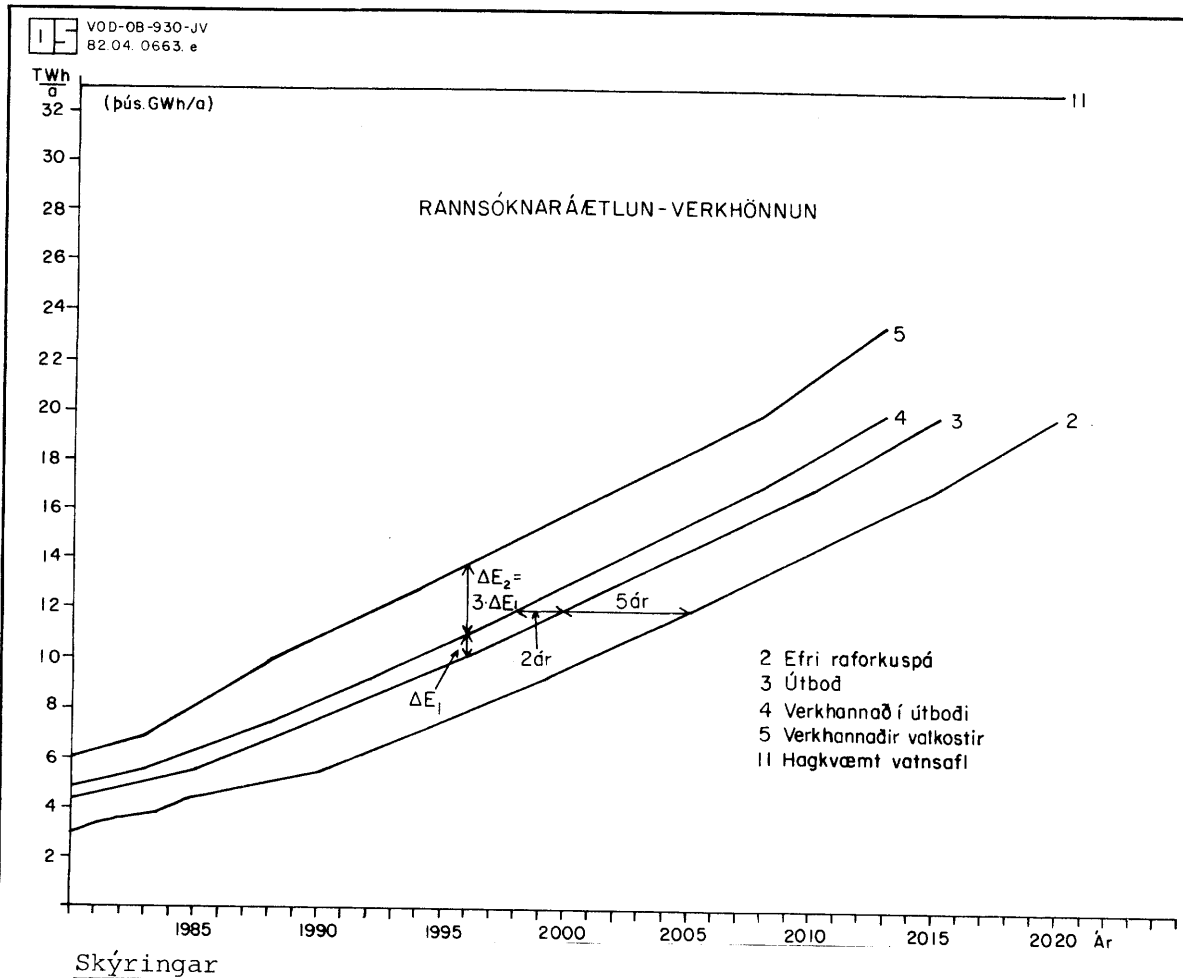
Tími við gerð útboðsgagna er:  
 $T = 2$  ár

Þar af leiðir að:  
 $\Delta E_1 = 2 \text{ ár} * 320 \text{ GWh/ári/ári}$

Óskað er eftir að hafa til viðbótar úr þrefaldri þeirri raforku að velja:  
 $k = 3$

Þar af leiðir að:  
 $\Delta E_2 = 2 \text{ ár} * 320 \text{ GWh/ári/ári} * 3$

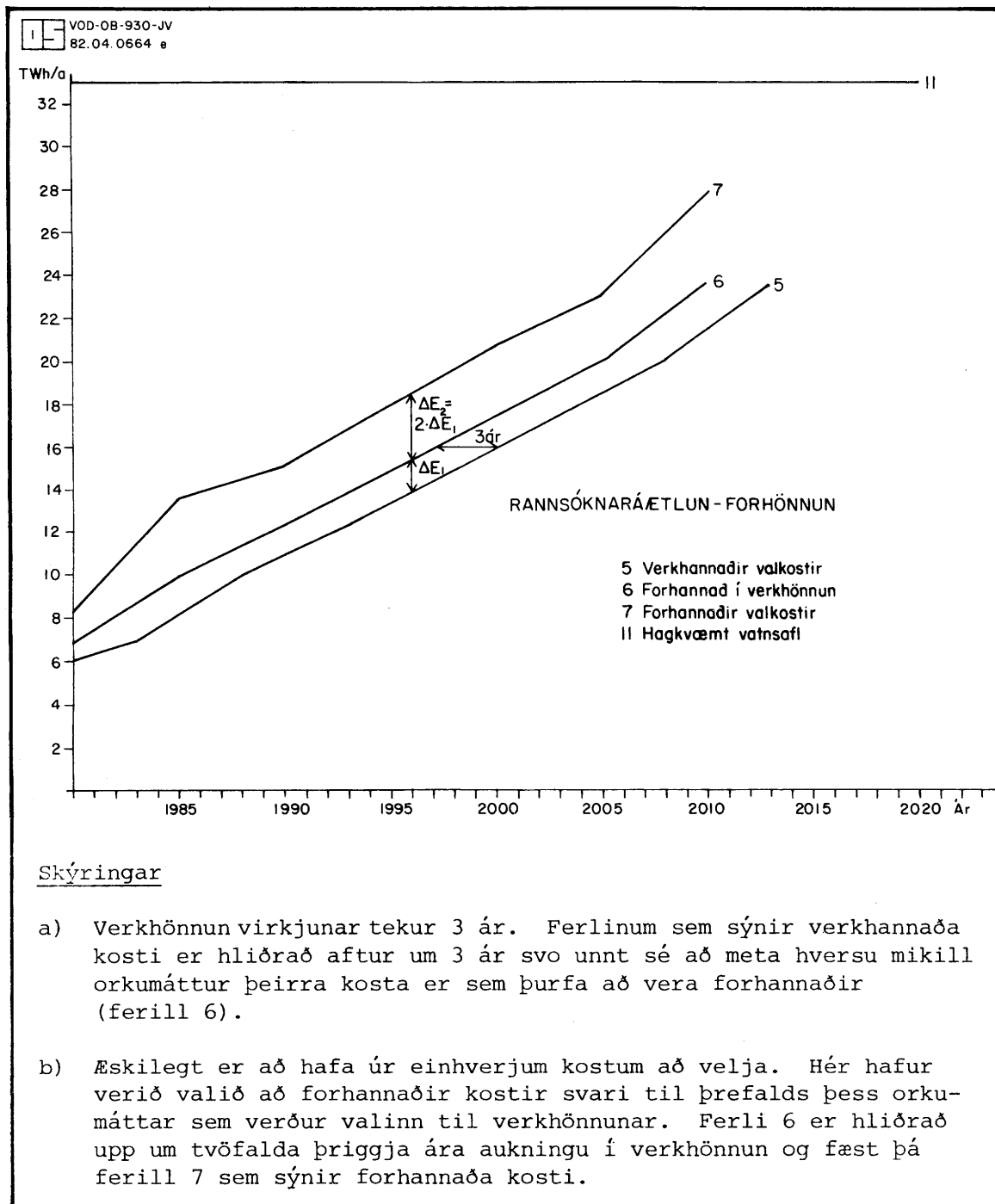
Heildar orkumáttur sem úr er að velja við ákvörðun um byggingu virkjunar:  
 $E = \Delta E_1 + \Delta E_2 = 2 \text{ ár} * 320 \text{ GWh/ári/ári} * 4 \approx 2500 \text{ GWh/ári}$



- a) Bygging virkjunar tekur 5 ár. Útboðsgögn þurfa því að liggja fyrir 5 árum áður en raforkuframleiðsla hefst. Til að sjá hversu mikill orkumáttur þarf að vera tilbúinn á útboðsstigi er efri raforkuspánni (ferill 2) hliðrað aftur um 5 ár, (ferill 3).
- b) Útboðsrannsóknir taka 2 ár. Þær eru gerðar eftir að ákvörðun um byggingu er tekin. Á útboðsstigi er ekki valið milli mismunandi kosta. Orkumáttur sem þarf að vera til staðar við lok verkhönnunarrannsókna (upphaf útboðsrannsókna) er fenginn með því að hliðra ferlinum sem sýnir nauðsynlegan orkumátt á útboðsstigi (ferill 3) aftur um 2 ár til viðbótar (ferill 4).
- c) Æskilegt er að hafa úr einhverjum kostum að velja svo að unnt sé að mæta mismunandi þörfum og viðhorfum á sem hagkvæmasta hátt. Vatnsorkudeild gerir ráð fyrir að á hverjum tíma sé u.þ.b. fjórum sinnum meira verkhannað en efri raforkuspáin ein sér gerir kröfu um, (en það ætti að geta samsvarað því að úr þremur meðalstórum kostum sé að velja). Ferlinum er sýnir orkumátt þeirra kosta sem verða að vera verkhannaðir (ferill 4) er hliðrað upp um þrefalda þá aukningu sem verður í verkhönnun þau tvö ár sem tekur að koma virkjun í útboð (ferill 5).

Ferill 5 sýnir hve mikinn orkumátt valkostir sem búið er að verkhanna þurfa að hafa á hverjum tíma.

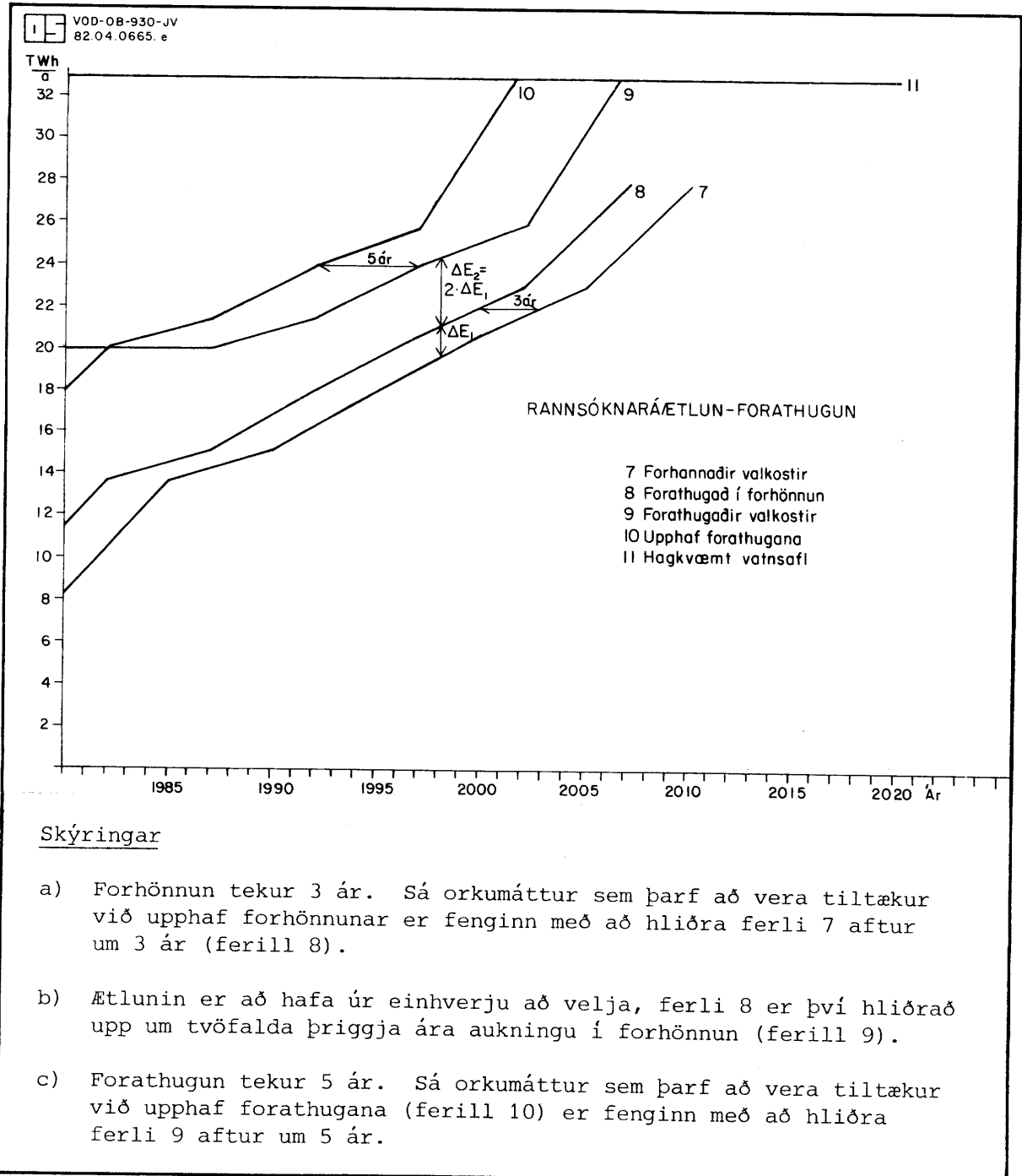




Skýringar

- a) Verkhönnun virkjunar tekur 3 ár. Ferlinum sem sýnir verkhannaða kosti er hliðrað aftur um 3 ár svo unnt sé að meta hversu mikill orkumáttur þeirra kosta er sem þurfa að vera forhannaðir (ferill 6).
- b) Æskilegt er að hafa úr einhverjum kostum að velja. Hér hafur verið valið að forhannaðir kostir svari til þrefalds þess orkumáttar sem verður valinn til verkhönnunar. Ferli 6 er hliðrað upp um tvöfalda þriggja ára aukningu í verkhönnun og fæst þá ferill 7 sem sýnir forhannaða kosti.

Mynd 6 Mynd sem sýnir hvernig rannsóknaráætlun fyrir forhönnun er fengin.



Mynd 7 Mynd sem sýnir hvernig rannsóknaráætlun fyrir forathugun er fengin.

Þegar komið er á fyrri stigin verða ferlarnir nokkuð óreglulegir sem er eðlilegt, þar sem ferlarnir magna upp alla þá óreglu sem er á seinni stigum. Stig 9 (forathugað) er e. t. v. í herra lagi, en eðlilegt er að reyna að halda því þannig þar sem um er að ræða lang ódýrasta rannsóknarstigið og hugmyndir um útfærslu virkjana eru í mótun. Viðbótargögn sem aflað er á þessum rannsóknarstigum geta valdið breyttri útfærslu, en jafnframt geta frekari rannsóknir og breytt viðhorf leitt í ljós að orkumáttur kosta eða hagkvæmni verði ekki sá sem áætlað hafði verið. Það veldur því að ákveðnum virkjunarhugmyndum er oft hafnað eða frestað. Í reynd eru ferlarnir ekki samfelldir heldur í þrepum sem stafar af því að virkjanir eru af vissri stærð og þegar ákvörðun er tekin um virkjun, kemur því stökk í ferlana sem samsvarar stærð hennar. Hins vegar jafnast sú óregla þegar til lengri tíma er litið.

Vegna forsendna rannsóknaráætlunarinnar, að ætíð sé um val milli kosta að ræða, verður erfitt að taka með í þessar áætlanir stórvirkjanir austanlands, og þyrftu rannsóknir þar að koma samhliða öðrum rannsóknum og óháð þeirri áætlun sem hér er sett fram. Eðlilegt er að vera með í gangi rannsóknir á þessum kostum þar sem þau skilyrði gætu skapast að hagkvæmt væri að fara út í þessar virkjanir t. d. með mjög umfangsmikilli stóriðju.

### 3 STADA VIRKJUNARRANNSÓKNA 1982

Menn hafa að sjálfsögðu ekki gengið að því grúflandi að það tekur langan tíma að undirbúa virkjunarkosti til nýtingar. Einhverjar rannsóknir eða athuganir hafa því farið fram á flestum hinna hagkvæmustu. Tafla 3 sýnir virkjunarkosti sem svara til um 32.000 GWh/ári að orkumætti, og rannsóknarstig þeirra í árslok 1982. Í töflunni er ekki gerður greinarmunur á virkjunum, sem verið er að vinna að á grunnrannsóknarstigi og öðrum, sem ekki hefur enn verið sinnt.

Upptalningin í töflu 3 endurspeglar hina miklu áherslu sem lögð hefur verið á verkhönnunarrannsóknir á undanförunum árum. Vel er séð fyrir verkhönnuðum kostum en tómlegt er um að litast í slóðinni.

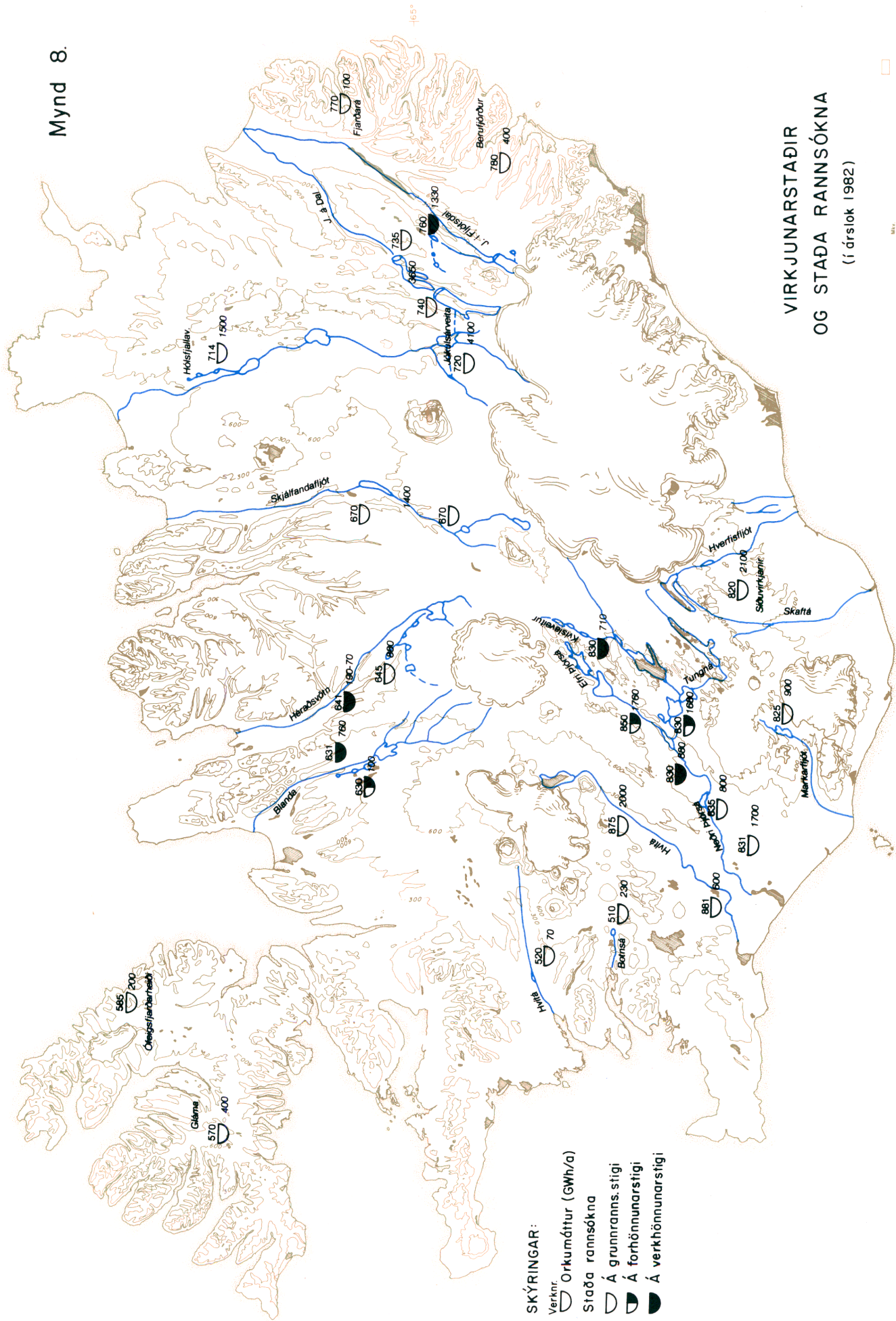
Á mynd 8 er landfræðileg dreifing þessarrar vatnsorku sýnd, nokkuð einfölduð. Þannig er mörgum virkjunum á sama rannsóknarstigi í Þjórsá/Tungnaá slegið saman í eitt undir verknr. 830, og sama á við um ofanverða Hvítá í Árnessýslu, undir verknr. 875.

Það mun sjálfsagt vekja athygli margra að ýmsir virkjunarkostir eru hér settir á grunnrannsóknarstig, þó talsverðar rannsóknir og hönnunarvinna hafi farið fram. Ástæðan er sú að margir þessara kosta eru barn síns tíma og í sumum er misvægi það mikið milli rannsóknarþátta að talið er að taka þurfi þá fyrir frá grunni. Ekki er þó þar með sagt að fyrri rannsóknir séu ónýtar. Fjarri því. Meðal slíkra er t. d. Kljáfoss. Hvítárvirkjanir þarf að taka fyrir aftur með tilliti til náttúruverndarsjonarmiða. Sama má segja um nýtingu Jökulsár á Fjöllum, þar þarf að athuga virkjanir með tilliti til Þjóðgarðsins í Jökulsárgljúfrum. Að þessum athugunum loknum, sem ekki þurfa að verða dýrar, en geta tekið nokkurn tíma, getur eftirleikurinn gengið hratt eftir eðli málsins.

Í töflu 4 hefur verið lesið af ferlum á mynd 3b, og er sýnt hvernig rannsóknarstaðan þarf að vera til að fullnægja megi orkupörf landsmanna með þeim skilyrðum sem rakin eru í 2. kafla. Lesið er af ferlunum við árin 1982, 1987, 1992, 1997 og 2000 til að fá yfirsýn yfir æskilega stöðu virkjanarannsóknar til að fullnægja orkupörf landsins samkvæmt efri raforkuspá. Taflan sýnir hvað þarf að vera samtals rannsakað á hverju stigi en ekki breytingu milli tímabila.

TAFLA 3 Staða rannsókna einstakra virkjunarkosta í árslok 1982 og orkumáttur þeirra. Númer rannsóknastiga eins og á myndum 5-7.

Rannsóknarstig	Virkjunar- kostir	Orkumáttur GWh/a Einst. Rannsóknar- virkjun staða	Alls
Virkjað 1982			4.000
Í útboði		710	4.710
	Kvíslaveitur Stækkun Þórisvatns Sultartangi (stífla)		
3 Verkhannað		3.160	7.870
	Blanda I	760	
	Fljótssd.v.	1.330	
	Sultartangi	660	
	Villinganes	190	
	Búrfell II	220	
5 Forhannað		720	8.590
	Vatnsfell	440	
	Stórisjór	280	
7 Grunnrannsóknunum lokið		6.740	15.330
	Bjallar	380	
	Buðarháls	580	
	Efri-Þjórsá	1.760	
	Vesturdalsv.	780	
	Villinganes +	70	
	Vestfirðir I	400	
	Kljáfoss	70	
	Efri-Hvítá	2.000	
	Neðri-Hvítá	600	
	Blanda+	100	
9 Á grunnrannsóknarstigi		17.080	32.410
	Neðri-Þjórsá	2.500	
	Síðuvötn	2.100	
	Markarflj.	900	
	J. á Dal	3.650	
	+ veita úr J. á Fjöllum	4.100	
	Hólsfjalla- virkjun	1.500	
	Skjálfanda- fljót	1.400	
	Vestf. II	200	
	Austfirðir	500	
	Botnsá- Hvalvatn	230	



SKÝRINGAR:

- Vertur Orkumáttur (GWh/a)
- Staða rannsókn
- Á grunnrannsóknarstigi
- Á forhönnunarstigi
- Á verkhönnunarstigi

VIRKJUNARSTAÐIR  
OG STAÐA RANNSÓKNA  
(í árslok 1982)





TAFLA 4 Rannsóknastaðan 1982 - 2000, tölur í GWh/a.  
Viðmiðun: Efri raforkuspá.

Staða	1982*	1987	1992	1997	2000
Virkjað, spá	4.000	4.800	6.300	8.300	9.600
Útboð	4.700	6.300	8.400	10.600	12.000
Verkhannað	7.900	9.300	11.800	14.300	15.800
Forhannað	8.600	14.200	16.200	19.000	20.700
Forathugað	15.300	20.000	21.500	24.000	25.100

\*Staðan 1982 samsvarar stöðunni í árslok 1982.

Rannsóknaráætlun til næstu fimm ára þarf að miðast við að hnika rannsóknnum á virkjunarkostum áleiðis, þannig að á tímabilinu 1983-1987 verði til viðbótar (sbr. töflu 4):

1.400 GWh/a komnar á verkhönnunarstig  
5.600 " " " forhönnunarstig  
4.700 " " " grunnrannsóknarstig

Í þessari langtímaáætlun er markmiðið að gera ítarlega áætlun fyrir 1983-1987, en reyna jafnframt að gera sér grein fyrir því hvað framundan er eftir það tímabil. Því höfum við einnig forvalið verkefni til árabilsins 1988-1992.

Frá 1987-1992 þarf rannsóknarstaðan að vera þannig að til viðbótar miðað við stöðuna í árslok 1987, verði:

2.500 GWh/a komnar á verkhönnunarstig  
2.000 " " " forhönnunarstig  
1.500 " " " grunnrannsóknarstig

Fyrsta stig í langtímaáætlun eftir ofanefndað undirbúning er að velja virkjunarkosti til að hnika milli rannsóknarstiga.

Í töflum 5-7 eru taldir þeir virkjunarkostir sem mætti vinna við annarsvegar á tímabilinu 1983-1987 og hinsvegar á tímabilinu 1988-1992 til að fylgja þessari áætlun. Rannsóknarhraði takmarkast af mannafla og fjárförf, en nánar er um það fjallað í kafla 5. Fimm ára áætlun Vatnsorkudeildar er miðuð við að vinna að rannsóknnum á sömu virkjunarkostum og nefndir eru í töflum 5-7, en ekki á nákvæmlega sömu rannsóknarstigum á hvoru tímabili. Helstu frávikin eru þau að forhönnun virkjunar (virkjana?) í Efri-Hvítá er frestað til 1988-92 og grunnrannsóknnum á Fossá í Berufirði (400 af 500 GWh/a Austfjarða) er að mestu frestað til 1988-92. Lysing á rannsóknarstöðu einstakra virkjunarstaða er í kafla 4.



TAFLA 5 Virkjanir sem þyrfti að verkanna eða meira annarsvegar 1983-1987 og hinsvegar til viðbótar 1988-1992.

Tímabil	Virkjun	Orkumattur GWh/a
1983-1987		
	Efri-Þjórsá	1.760
	Alls 1983 - 1987	1.760
	Samkvæmt töflu 4 þarf '83-'87	1.400
1988-1992		
	Stórisjór	280
	Vatnsfell	440
	Búðarháls	580
	Vesturd.virkjun	780
	Villinganes +	70
	Kljáfoss	70
	Alls 1988 - 1992	2.220
	Samkvæmt töflu 4 þarf '88-'92	2.500
	Alls 1983 - 1992	4.200
	Samkvæmt töflu 4 þarf '83-'92	4.200

Tafla 6 Virkjanir sem þyrfti að forhanna, annarsvegar 1983-1987 og hinsvegar til viðbótar 1988-1992.

Tímabil	Virkjun	Orkumattur GWh/a
1983-1987		
	Efri-Hvítá	1.700
	Efri-Þjórsá	1.760
	Búðarháls	580
	Vesturdalsv.	780
	Villinganes +	70
	Kljáfoss	70
	Núpsvirkjun	800
	Blanda +	100
	Alls 1983 - 1987	5.860
	Samkvæmt töflu 4 þarf '83-'87	5.600
1988-1992		
	N-Þjórsá (afg)	1.700
	Vestfirðir II	200
	Alls 1988 -1992	1.900
	Samkvæmt töflu 4 þarf '88-'92	2.000
	Alls 1983 - 1992	7.800
	Samkvæmt töflu 4 þarf '83-'92	7.600

TAFLA 7 Virkjunarkostir sem þyrftu að koma til viðbótar á grunnrannsóknastig eða lengra, annarsvegar 1983-1987 og hinsvegar 1988-1992.

Tímabil	Virkjun	Orkumattur GWh/a
1983-1987	Neðri-Þjórsá	2.500
	Markarfljót	900
	Íshólsvatn	380
	Ófeigsfj.heiði (Vestf. II)	200
	Austfirðir	500
	Alls 1983 - 1987	4.480
	Samkvæmt töflu 4 þarf '83-'87	4.700
1988-1992	Síðuvötn	2.100
	Alls 1988 -1992	2.100
	Samkvæmt töflu 4 þarf '88-92	1.500
Alls 1983 - 1992		6.600
	Samkvæmt töflu 4 þarf '83-'92	6.300

Í þessari skrá er hvergi minnst á virkjanir í Jökulsá á Dal. Ástæðan er rædd í 2. kafla og hér skal það aðeins áréttað að áætlað er að vinna að rannsókn þessara virkjana eins og færi gefast á tímabilinu. Ekkert bendir til að á næstunni verði teknar neinar þær ákvarðanir um þannig stóriðju að það breyti aðurnefndum forsendum, en rétt er að benda á að þegar og ef þessar virkjanir verða teknar á dagskrá munu þær að sjálfsögðu hafa áhrif á rannsóknarþörf við aðra virkjunarkosti.

Rétt er að benda á að ef uppbygging raforkumarkaðarins verður með þeim hætti sem hér er gert ráð fyrir og virkjanir í Jökulsá á Dal verða áfram að mestu tengdar viðbótarstóriðju, kemur að því upp úr 1990 að fara þarf að athuga afganginn af hinni nýtanlegu vatnsorku eða nýtingu háhitans til raforkuframleiðslu. Áfram er því unnið við yfirlitsrannsóknir á vatnsafli Íslands, og gera á grófa áætlun um orkuvinnslu og hagkvæmni þess sem eftir er í tiltölulega smáum og að því að talið er óhagkvæmari virkjunum en nú er völ á. Einkum og sér í lagi er mikilvægt að gera sér grein fyrir þessum virkjunum, þar sem m.a. þarf að hefja rennslismælingar í viðkomandi ám með góðum fyrirvara.

#### 4 LÝSING VIRKJUNARSTAÐA

Hér verður í stuttu máli fjallað um helstu virkjunarstaði sem til greina hafa þótt koma. Þá verður bent á það sem gera þarf til að ljúka tilteknum rannsóknarstigum. Þar sem hér er nefnt fyrra rannsóknartímabil á við 1983 -1987, með hinu síðara er átt við 1988 - 1992.

Kljáfoss í Hvítá í Borgarfirði hefur töluvert verið rannsakaður. Þessar rannsóknir fóru fram á vegum Andakílsárvirkjunar. Umhverfismál þarf að kanna betur og einnig má vera að sumar eldri rannsóknirnar samsvari ekki nútímakröfum og þurfi því að endurvinnast að hluta. Hér er um litla virkjun að ræða og sennilega ódýra miðað við stærð. Því er ætlunin að endurskoða áætlanir og rannsaka þau atriði, sem á þykir vanta eftir atriðakönnun, en eftir það á að vera unnt að verkanna virkjunina á stuttum tíma.

Á Vestfjörðum eru tvö virkjunarsvæði helst, Glámuhálendið og Ófeigsfjarðarheiði. Á Glámuhálendi hefur verið unnið dálítið, sérstaklega að einni virkjunarhugmynd, Vatnsdalsvirkjun. Mjög lítið hefur verið gert á Ófeigsfjarðarheiðinni, en þó eru til kort í mælikvarða 1:20000 af svæðinu. Ætlunin er að gera forathugun á virkjunum á Ófeigsfjarðarheiði og bera þær saman við virkjun á Glámusvæði. Seinna á tímabilinu þarf að rannsaka til forhönnunar skársta hluta vatnsaflsins á Vestfjörðum.

Blanda er nú í útboðsrannsókn og reiknað er með að henni ljúki á árinu 1983. Fyrir utan aðalvirkjunina er hægt að virkja fall í vatnsvegum milli miðlunarlóns og virkjunar. Er það kallað Blanda+ í áætlunum. Gert er ráð fyrir að þessir virkjunarstaðir verði forhannaðir á tímabilinu, og er það væntanlega lítið verk.

Í Skagafirði eru tveir virkjunarstaðir á rannsóknáætlun, Villinganes og Vesturdalur. Villinganesvirkjun er í gljúfrum Héraðsvatna, og hefur þar verið verkhönnuð virkjun. Í niðurstöðu náttúruverndarkönnunar er talið að hið rannsakaða stíflustæði eyðileggi verðmætar náttúruminjar og er þar gerð tillaga um athugun á færslu stíflunnar. Öll færsla þýðir endurtekningu á fyrri rannsókn. Það sem kallað er Villinganes+ er sú stækkun á Villinganesvirkjun sem orðið getur við miðlun ofar í Jökulsá. Sérstakar rannsóknir vegna þessarar viðbótar eru væntanlega litlar eða engar.

Vesturdalsvirkjun virðist hagkvæmasta lausnin á virkjun jökulsanna í Skagafirði ofan af hálendinu niður í dali. Stefnt er að því að ljúka forhönnun þeirrar virkjunar á næstu árum og verkhönnun á þar næsta 5 ára tímabili. Rannsóknir eru það stutt á veg komnar að hugmyndir um tilhögun virkjunarinnar kunna að breytast er fram liða stundir.

Við Skjálfafljót er verið að rannsaka tvö virkjunarsvæði, þ. e. í Vonarskarði og þaðan niður fyrir Fljótshnúk annars vegar og við Ishölsvatn hins vegar. Rannsóknir eru á grunnrannsóknarstigi og hugmyndir um virkjanir lítið mótaðar. Hugmynd er uppi um að veita jökulvatninu yfir í Þjórsá. Ætlunin er að koma báðum þessum stöðum á forhönnunarstig á fyrra tímabilinu. Framhald þeirra rannsókna ræðst af niðurstöðu af endanlegri forathugun, en í ætluninni er ekki gert ráð fyrir að vinna þar meira.

Jökulsá á Fjöllum býður upp á marga virkjunarkosti. Hagkvæmt er talið að veita efri hluta Jökulsar og Kreppu yfir til Jökulsár á Dal. Er það kallað Jökulsárveita og eru rannsóknir á henni tengdar virkjunum Jökulsár á Dal. Annar kostur er að byggja miðlun við Möðrudal og nýta fallið niður á láglendi í Öxarfirði; Hólsfjallavirkjun "meiri". Lindavatnið sem kemur í ána neðan Jökulsárveitu kemur til greina að nýta í Hólsfjallavirkjun "minni". Hólsfjallavirkjun hefur verið rannsökuð nokkuð. Þær rannsóknir þurfa endurskoðunar við vegna breyttra viðhorfa í umhverfismálum með staðfestingu Þjóðgarðsins í Jökulsárgljúfrum.

Jökulsá á Dal er í heild á grunnrannsóknarstigi þó þar séu hafnar nokkrar athuganir og fyrir liggja ein virkjunarhugmynd. Virkjanir í Jökulsá á Dal með veitu úr Jökulsá á Fjöllum eru mjög stórar og væntanlega með lægstan stofnkostnað á orkueiningu af öllum virkjunum landsins. Það er því eftir nokkru að slægjast þar og eðlilegt að halda áfram stöðugri rannsóknastarfsemi. Ætlunin er að gera forathugun á öllu vatnasviðinu á fyrra tímabilinu og velja svo úr þá virkjun sem heppilegust sýnist og rannsaka til forhönnunar á seinna tímabilinu.

Fljótisdalsvirkjun er nú verkhönnuð og er reiknað með að ljúka útboðsrannsóknum 1984. Á Austfjörðum eru tvö virkjunarsvæði sem um munar, Fjarðará í Seyðisfirði og Fossá í Berufirði með veitum úr öðrum am. Verkfræðileg forathugun hefur verið gerð um Fjarðará í Seyðisfirði en mjög lausleg um Fossá í Berufirði. Yfirlitskortlagning á jarðfræði inn af Berufirði hefur farið fram, en ekkert slíkt hefur verið gert við Fjarðará, og á hvorugum staðnum hafa farið fram umhverfisathuganir. Talið er að virkjun í Fjarðará geti fljótt komist á forhönnunar- eða verkhönnunarstig að lokinni atriðakönnun. Reiknað er með að báðir virkjunarstaðirnir verði athugaðir og gerð endanleg forathugun á Fjarðará á fyrra tímabilinu, en á virkjun í Berufirði á því síðara.

Síðuvötn eru á grunnrannsóknastigi. Rannsókn er mjög stutt á veg komin og virkjunarhugmyndir lítið þróaðar. Þarna er sennilega um verulegt vatnsafl að ræða og geta þar leynst mjög stórir virkjunarkostir. Þar er reiknað með að vinna að grunnrannsóknum og á síðara tímabilinu að gera endanlega forathugun.

Markarfljót er einnig órannsakað að kalla en ætlunin er að ljúka

forathugun virkjunarhugmyndar þar á fyrra tímabilinu.

Í Þjórsá (ofan Búrfells) er reiknað með að Landsvirkjun haldi áfram verkhönnun og útboðsrannsóknum og komist flestir virkjunarstaðir þar á verkhönnunarstig á rannsóknartímanum. Þessar virkjanir eru Efri-Þjórsá, Vatnsfell, Búðarháls og Sultartangavirkjun, sem er að nálgast útboðsstig og er stíflan raunar þegar í byggingu. Verkhönnunar- og útboðsránsóknir verða í gangi vegna Kvíslaveitu á næstu árum. Áform eru uppi um miðlun í Tungnaá, þar sem kallað er Stórisjór. Í kjölfar þeirrar miðlunar kann að koma til virkjunar við Þjalla. Ekki er talið líklegt að unnið verði að marki við verkefni í Tungnaá á fyrra tímabilinu.

Við Neðri-Þjórsá er reiknað með að gera endanlega forathugun á fyrra rannsóknartímabilinu og rannsaka einn virkjunarkost, sennilega Núpsvirkjun, áfram til forhönnunar. Öll Neðri-Þjórsá á að verða forhönnuð á síðara tímabilinu.

Einnig er hugmyndin að fylla upp í eyður í grunnrannsóknum á vatnasviði Þjórsár-Tungnaár á þessu tímabili. Er þar einkum um kortagerð, jarðfræðikortlagningu og vatnafarsrannsóknir að ræða.

Töluvert er til af gömlum rannsóknum á virkjunarhugmyndum í Hvítá í Árnassýslu. Þær þarf að fara yfir að nýju og fylla upp í. Gert er ráð fyrir að unnið verði að því á báðum tímabilunum, þannig að forhönnun verði lokið á síðara tímabilinu. Áætlanagerð miðar að því að áhrif virkjana á Gullfoss verði í lágmarki og áhrif friðunar fossins á orkumátt verði einnig í lágmarki.

Í Neðri hluta Hvítár er nokkurt vatnsafl sem dálítið hefur verið rannsakað en ekki er ætlunin að gera þar neitt til viðbótar á tímabilinu. Sama má segja um Botnsá í Hvalfirði.

## 5 FJÁRÞÖRF OG MANNAFLI TIL RANNSÓKNA

Reynsla undanfarinna ára er sá grundvöllur, sem byggja verður á, þegar meta skal, hvaða verkþáttum þurfi að sinna og hversu mikla vinnu og fé þurfi, til þess að áætluðum rannsóknum skili svo áfram, sem til er ætlast. Þessi grundvöllur er ekki óbrigðull, því að verk eru ekki öll sambærileg og breytingar verða jafnan á vinnubrögðum með tímanum. Hann er þó sá traustasti, sem völ er á. Á þessum grundvelli hefur verið metið, hvað þurfi að vinna, og hverju verði til þess að kosta, verði rannsóknum sinnt eins og lýst er í kafla 3.

Mat þetta nær aðeins til rannsókna árin 1983-87 á vatnasviðum þeim og virkjunarstöðum, sem getið er um í kafla 3. Þær rannsóknir eru sums staðar nokkuð á veg komnar, á hinum ýmsu rannsóknarstigum. Þessi kostnaður, og tilheyrandi vinna, eru samt lögð hér til grundvallar mati á sennilegum rannsóknarkostnaði og mannþörf 1988-92 og 1993-97. Metinn er kostnaður á GWh/a á hinum ýmsu rannsóknarstigum. Í kafla 3 er greint frá því, samsvarandi hversu margar GWh/a þarf að rannsaka á hverju rannsóknarstigi á hverju 5-ár bili, og má þá meta kostnaðinn við það. Tölur þessar eru sennilega með lægra móti, eins og fyrr segir, og aðeins er miðað við beinar rannsóknir á virkjunarstöðunum og vatnasvæðunum sjálfum. Almennar rannsóknir á vatnsafli eða vegna vatnsaflsruannsókna, svo og rannsóknir, sem ná til alls landsins, eins og landskerfi Vatnamælinga Vatnsorkudeildar (sjá viðauka 1), eru ekki taldar með í þessari kostnaðaráætlun. Þær teljast til sérstakra verkefna Vatnsorkudeildar (fag- og deildarverkefni).

Meta má mannþörf til rannsókna samkvæmt sundurliðuðum verkáætlunum fyrir árabilið 1983-87. Gískað er síðan á, að stöðugt hlutall sé milli mannafla og kostnaðar á hverju rannsóknarstigi. Á þeim grundvelli er metið, hvaða mannafla þurfi til rannsókna 1988-92 og 1993-97, á sama hátt og kostnaðurinn er metinn. Talsverð óvissa er vitaskuld á svona mati og áætlunum þeim, sem á því byggjast. Viðmiðunartölur á kostnaði eftir rannsóknarstigum verða eftirfarandi (miðað við verðlag og kauplag í mars 1982, byggingarvísitala 944):

TAFLA 8 Kostnaður á GWh/a eftir rannsóknarstigum.

Rannsóknarstig:	Kr/GWh/a (mars 1982)
Grunnrannsóknir/forathugun	5.000
Forhönnunarrannsóknir/forhönnun	10.000
Verkhönnunarrannsóknir	15.000
Verkhönnun	15.000

Kostnað og mannafla má miða við ýmsar forsendur. Í töflu 9 er kostnaðurinn miðaður við að ná upp því er á skortir af grunn- og forhönnunarrannsókuðum svæðum og stöðum á árabílinu 1983-87, eins og lýst er í kafla 3. Síðan fylgja rannsóknir áætlun eins og lýst er í köflum 2 og 3. Hins vegar eru rannsóknir á Jökulsá á Dal ekki talðar með þarna, né þær grunnrannsóknir og forhönnunarrannsóknir, sem auka þarf víða við, þar sem for- og verkhönnunarrannsóknir hafa þegar farið fram að verulegu leyti.

TAFLA 9 Rannsóknarkostnaður (í millj.kr. mars 1982) eftir rannsóknarstigum á fimm ára bilum.  
Viðmiðun: Orkuspá.

Rannsóknarstig	Kostnaður			
	1983-87	1988-92	1993-97	Samtals
Grunnrannsóknir	22	7,5	12,5	42
Forhönnunarrannsóknir	29/47	20	28	77/95
Verkhönnunarrannsóknir	21	37,5	37,5	96
Samtals:	72/90	65	78	215/233
Meðaltal á ári:	14,5/18	13	15,5	43/46,5
Með verkhönnun:	93/111	102,5	115,5	311/329
Meðaltal á ári:	18,5/22	20,5	23	62/66

Tvær tölur eru nefndar fyrir forhönnunarrannsóknir 1983-87, 29 og 47 millj.kr. Mismunurinn, 18 millj.kr. er áætlaður kostnaður við rannsóknir virkjunarstaða á Þjórsár-Tungnaásvæðinu, sem þegar hafa verið töluvert rannsakaðir. Verkhönnunarkostnaður er áætlaður jafnhár kostnaði við verkhönnunarrannsóknir (sjá töflu 8).

Sé tekið tillit til rannsókna við Jökulsá á Dal, viðbóta við grunnrannsóknir á Þjórsár-Tungnaásvæði o.fl., þá verður útkoman að sjálfsögðu önnur. Ýmsir annmarkar eru á því að meta rannsóknarkostnað við Jökulsá á Dal. Viðmiðunartölur eru valdar nærri 2/3 þess, sem gefið er upp í töflu 8, og er því tekið mið af því, að rannsóknir eru alla jafna því ódyrari á GWh/a sem virkjanir eru stærri. Grunnrannsóknir verða komnar vel á veg í árslok 1982 og viðbótarkostnaður við þær því tiltölulega lítill.

TAFLA 10 Rannsóknarkostnaður (í millj.kr. mars 1982) eftir rannsóknarstigum á fimm ára bilum.  
Viðmiðun: Orkuspá og Jökulsá á Dal.

Rannsóknarstig	Kostnaður			
	1983-87	1988-92	1993-97	Samtals
Grunnrannsóknir	38	12,5	15,5	66
Forhönnunarrannsóknir	38/56	43	51	132/150
Verkhönnunarrannsóknir	21	51,5	72,5	145
Samtals:	97/115	107	139	343/361
Meðaltal á ári:	19,5/23	21,5	28	68,5/72
Með verkhönnun:	118/136	158,5	211,5	488/506
Meðaltal á ári:	23,5/27	31,5	42,5	97,5/101

Ekki er í töflum þessum tekið tillit til kostnaðar vegna gerðar útboðsgagna né kostnaðar á byggingarstigi. Sá kostnaður getur hæglega numið amóta upphæð og kostnaður vegna verkhönnunarrannsókna. Ekki er heldur tekið fullt tillit til viðbótarrannsókna á grunnrannsóknarstigi og forhönnunrstigi, né nauðsynlegrar endurskoðanir og uppfyllingarrannsókna á öllum stigum.

Þegar verkhönnunarkostnaður er undanskilinn, þá er ljóst, að rannsóknir yrðu meiri 1983-87 en 1988-92, ef eftir þessum áætlunum væri farið. Það hefði í för með sér vandkvæði á rekstri Vatnsorkudeildar og lélega nýtingu á þjálfun og reynslu starfsmanna. Vatnsorkudeild hefur því gert 5 ára áætlun, 1983-87, sem tekur mið af því, að ná æskilegri stöðu í grunn- og forhönnunarrannsóknum á tveimur 5 ára bilum í stað eins. Jafnframt verður farið heldur hægar í sakirnar við að ljúka grunnrannsóknum við Jökulsá á Dal. Með því móti aukast kostnaður og mannaflí hægt og sígandi allan tímann. Áætlun þessi er sýnd í viðauka 2. Forhönnunarrannsóknir á vatnasviði Þjórsár-Tungnaár eru í áætlun þessari taldar með verkhönnunarrannsóknum, þar eð hvort tveggja er útseldar rannsóknir. Þær dreifast á nokkru lengri tíma en gert er ráð fyrir í töflum 9 og 10. Gert er ráð fyrir nokkurri seinkun á verkhönnun miðað við verkhönnunarrannsóknir, þannig að kostnaður við þessa tvo liði er ekki jafn í öllum 5-ára bilunum. Áætlaður kostnaður verður þá eins og sýnt er í töflu 11.

Forsenda við mat á mannafla er, að mannaflinn aukist í beinu hlutfalli við kostnað á hverju rannsóknarstigi. Um mannafla gilda því allir sömu fyrirvarar og um kostnað. Mannaflí er hér reiknaður í ársverkum, en þá er nauðsynlegur vinnutími reiknaður þannig, að einungis sé unnið í dagvinnu. Mannaflapörfin verður þá eins og sýnt er í töflum 12-14. Þær samsvara töflum 9-11, í sömu röð. Hvað mannaflann varðar, er verkhönnun alveg sleppt.



TAFLA 11 Rannsóknarkostnaður (í millj.kr mars 1982) eftir rannsóknarstigum á fimm ára bilum.  
Viðmiðun: Orkuspá, Jökulsá á Dal, 5 ára áætlun OS-VOD.

Rannsóknarstig	Kostnaður			Samtals
	1983-87	1988-92	1993-97	
Grunnrannsóknir	25	25,5	15,5	66
Forhönnunarrannsóknir	37	44	51	132
Verkhönnunarrannsóknir	23	52,5	87,5	163
Samtals:	85	122	154	361
Meðaltal á ári:	17	24,5	31	72
Með verkhönnun:	97	168,5	240,5	506
Meðaltal á ári:	19,5	33,5	48	101

TAFLA 12 Mannafli til rannsókna (ársverk) á fimm ára bilum.  
Viðmiðun: Orkuspá

Rannsóknarstig	Mannafli			Samtals
	1983-87	1988-92	1993-97	
Grunnrannsóknir	53	18	30	101
Forhönnunarrannsóknir	65/105	45	63	173/213
Verkhönnunarrannsóknir	41	77	77	197
Samtals:	161/201	140	170	471/511
Ársverk á ári:	32/40	28	34	32/34

TAFLA 13 Mannafli til rannsókna (ársverk) á fimm ára bilum.  
Viðmiðun: Orkuspá, Jökulsá á Dal.

Rannsóknarstig	Mannafli			Samtals
	1983-87	1988-92	1993-97	
Grunnrannsóknir	93	31	38	162
Forhönnunarrannsóknir	85/125	97	115	297/337
Verkhönnunarrannsóknir	41	106	149	296
Samtals:	217/259	234	302	755/795
Ársverk á ári:	43/52	47	60	50/53

TAFLA 14 Mannafli til rannsókna (ársverk) á fimm ára bilum  
Viðmiðun: Orkuspá, Jökulsá á Dal, 5 ára áætlun OS-VOD

Rannsóknastig	Mannafli			
	1983-87	1988-92	1993-97	Samtals
Grunnrannsóknir	61	63	38	162
Forhönnunarrannsóknir	83	99	115	297
Verkhönnunarrannsóknir	43	108	185	336
Samtals:	187	270	338	795
Ársverk á ári:	37,5	54	68	53

Vinnuyfirlit fyrir undanfarin ár eru ekki alveg nógu glögg, en þó má ætla, að árin 1981-82 muni vinna við beinar virkjunarrannsóknir samsvara um 32 ársverkum. Aukning er því fremur lítil 1983-87 skv. töflu 14, en úr því getur þurft að stórauka mannafla til rannsókna. Það er þó fyrst og fremst háð stefnu stjórnvalda og verður því ekki rætt hér nánar. Þessi mannaflaaukning hefur veruleg áhrif á rekstur og starfsmannahald Vatnsorkudeildar. Samkvæmt fyrrnefndum yfirlitum fyrir 1981-82 má fara nærri hvernig virkur vinnutími á deildinni hefur verið skrifaður. Óvirkur tími er fyrst og fremst samningsbundnir tímar, eins og matar- og kaffitímar. og nemur nærri 9% alls vinnutíma (án orlofs). Virkum tíma er skipt í fernt: Stjórnun og sameiginlega þjónustu; fagverkefni og ýmis deildarverkefni; beinar virkjunarrannsóknir og útselda þjónusta, aðra en við virkjanir (sjá viðauka 1). Skipting þessi er sýnd í töflu 15.

TAFLA 15 Skipting virks vinnutíma á Vatnsorkudeild (%)

Verkflokkur:	Hlutfall(%)
Stjórnun og samþjónusta	10
Fag- og deildarverkefni	37
Beinar virkjanarrannsóknir	47
Útseld þjónusta	6
Samtals:	100

Til fag- og deildarverkefna eru talin m.a. vatnamælingar og aurburðarrannsóknir, sem nema um 10% alls virks tíma, og veita beinar upplýsingar um hverja virkjun eða vatnasvæði. Annars eru verk þessi almennt yfirlit um vatnsafl og virkjanir, þróun rannsóknaraðferða, lausn sérstakra vandamála og loks jarðnytjarnsóknir (sjá viðauka 1), sem nema þó aðeins rumlega 1%

virks tíma. Virkjunarrannsóknir, beinar og almennar, nema því um 83% virks vinnutíma. Á árabílinu 1983-87 er ekki búist við miklum breytingum á þessarri skiptingu. Þó er talið líklegt að heldur dragi úr útseldri þjónustu og almennar virkjunarrannsóknir aukist varla eins mikið og beinar virkjunarrannsóknir. Vinna Vatnsorkudeildar gæti því aukist úr u.þ.b. 70 ársverkum í u.þ.b. 80 ársverk á þessu árabíli.

Rannsóknarkostnaður Vatnsorkudeildar vex hinsvegar hlutfallslega meira, þar eð verkannanir (útseldar virkjunarrannsóknir) verða fyrirsjáanlega minni 1983-87 en 1981-82. Grunnrannsóknir og forhönnunarrannsóknir nema nærri 1/4 virkjunarrannsóknna 1981-82, en verða nær 3/4 1983-87. Því lækka tekjur af útseldri þjónustu að sama skapi. Fjárframlög til Vatnsorkudeildar þyrftu því að hækka um nærri 50% frá 1981-82 til 1983-87.

Meta má rannsóknarkostnað við hverja virkjun eða vatnasvæði fyrir árabílið 1983-87 samkvæmt 5 ára áætlun Vatnsorkudeildar (sjá viðauka 2). Torveldara er að meta, hversu miklu verði þá ólukið til loka verkhönnunarrannsóknna. Styðjast má við viðmiðunartölur þær, sem tilgreindar eru í töflu 8. Hafa verður þó hugfast, að aðstæður eru mjög breytilegar og rannsóknir því dýrari hlutfallslega sem virkjun er smærri. Þó má ætla að svona mat veiti visst yfirlit, og því er þessi kostnaður sýndur í töflu 16.

Tölurnar í töflu þessarri segja ekki alla sögu. Aðeins er metið sem svarar 2/3 hagkvæms vatnsafls í landinu (sjá kafla 3); rannsóknir eru mjög mislangt komnar, svo að heildarkostnaður við rannsóknir og hannanir er meiri; mat á kostnaði til loka verkhönnunarrannsóknna og við verkhönnun er fremur ótraust. Þó má sjá, að fyrirhugaður rannsóknarkostnaður á nefndum stöðum 1983-87 svarar til 10% alls kostnaðar til að ljúka verkhönnun virkjana á þessum stöðum. Má sjá á því, hversu langt er í land enn með virkjun þessa vatnsafls, og hversu mikið fé og tíma þarf til undirbúnings virkjananna.

TAFLA 16 Rannsóknarkostnaður við virkjanir og vatnasvæði til loka verkhönnunarrannsókna og verkhönnunarkostnaður (millj. kr.).

Verk- numer	Heiti	Orku- máttur GWh/a	Ranns. stig 1983-87	Ranns. kostn. 1983-87	Ranns. kostn. til loka	Verk- Hönn- unar- kostn.
520	Kljáfoss	70	F	0,5	1	1
585	Ófeigsfjarðarheiði	200	G	1,0	7,5	4,5
630	Blanda	760+100	V+	1,5	-	-
645	Jökulsár í Skagaf.	850	F	11,4	13	13
670	Íshólsvatn		G	1,6		
670	Vonarskarð	1.400	G,F	6,6	35	21
720	Jökulsárveita	4.100	F	9,2	190	120
730	Jökulsá á Dal	3.650+	G	3,4		
760	Fljótisdalur	1.330	V+	4,5	-	-
770	Fjarðará í Seyð.	100	G,F	0,5	2,5	1,5
780	Fossá í Beruf.	400	G,F	0,7	8	6
820	Síðuvötn	2.100	G	4,5	58	21
825	Markarfljót	900	G	4,0	22	13
831	Neðri-Þjorsá	1.700+	G	2,6		
835	Núpsvötn	800	F	4,5	51	31
832	Þjorsá-Tungnaá	-	G	9,7	-	-
841	Buðarháls	580	F	6,6	9	9
850	Efri-Þjorsá	1.760	F,V	8,0	25	26
875	Efri-Hvítá	2.000	F	7,7	42	30
Samtals:		22.800		88,5	464	297

Nokkur hönnunarvinna er með grunn- og forhönnunarránsóknum. Láta mun nærri, að nálægt 5% af kostnaði við grunnrannsóknir sé við verkfræðilegar forathuganir, en kostnaður við forhönnun sé um 15% af öllum kostnaði við forhönnunarrannsóknir. Þessar hannanir eru unnar af Vatnsorkudeild eða á hennar vegum (sjá OS82075/VOD12, ágúst 1982). Kostnaður af verkhönnunum er hér ekki talinn með verkhönnunarkostnaði, enda að litlu leyti á vegum Vatnsorkudeildar. Þessi kostnaður er þungur á metunum og nemur u.þ.b. 1/3 af öllum rannsóknar- og hönnunarkostnaði til loka verkhönnunar (sjá töflu 8). Af hálfu Vatnsorkudeildar eru verkhönnunarrannsóknir unnar að lang mestu leyti sem seld þjónusta við virkjunaraðila. Kostnaður við þær snertir því fjárför Vatnsorkudeildar lítið, en mannaflaþörf hins vegar mikið, að óbreyttu ástandi. Sama máli gegnir um rannsóknir vegna gerðar útboðsgagna og á byggingarstigi. Ekkert tillit hefur verið tekið til þeirra rannsókna hér að framan, enda erfitt að áætla þær. Hafa verður þó hugfast, að þær rannsóknir geta krafist meiri mannafla á Vatnsorkudeild í framtíðinni en hér er gert ráð fyrir.

HEIMILDIR:

Greinargerð um orkunýtingu, Orkustefnunefnd des. 1981. Í tillögu til þingsáliktunar um virkjunarframkvæmdir og orkunýtingu (149. mál, Sp. 0176), fylgiskjal 5.

Undirbúningur vatnsaflsvirkjana, Orkustofnun OS82075/V0D12 ágúst 1982

Raforkuspá 1981-2000. Orkuspárnefnd apríl 1981

VIÐAUKI 1  
SKIPULAG OG VERKSVIÐ VATNSORKUDEILDAR

Vatnsorkudeild (VOD) varð til við samruna Raforkudeildar (ROD) og Jarðkönnunardeildar (JKD) árið 1980. Meginviðfangsefni deildarinnar eru rannsóknir virkjunarstaða og á vatnsafli almennt. Auk þess sinnir deildin jarðnytjarannsóknum þeim er voru viðfangsefni JKD, og innir af hendi ýmsa þjónustu á sviði jarðfræði, jarðtækni og vatnafræði við ýmsa aðila gegn hóflegu verði. Á síðu 47 er sýnt skipurit Orkustofnunar.

Yfir Vatnsorkudeild er forstjóri, sem tengist yfirstjórn stofnunarinnar m.a. um framkvæmdaráð. Samstarf deildarinnar inn á við byggist á reglulegum fundum stjórnenda fagdeilda og einstakra verka. Það er vilji deildarinnar að tengsl hennar út á við verði um samstarfsnefnd aðila raforkumarkaðarins.

Síðastliðin 3 ár hefur mannafla verið skipað niður í 6 fagdeildir, sem eru:

Vatnamælingar (VM):

Rennslismælingar, vatnshæðarmælingar á fallvötnum, og aðrar vatnamælingar, m.a. dýptarmælingar á stöðuvötnum.

Landmælingar (LM):

Landmælingar og kortagerð.

Mannvirkjajarðfræði (MJ):

Jarðfræði- og jarðvatnskannanir með borum og öðrum tækjum; jarð- og bergtækni; einkum á mannvirkjastöðum.

Jarðfræðikortlagning (JK):

Jarðfræðikortlagning, jarðvatns- og lausefnarannsóknir.

Umhverfissrannsóknir (UR):

Lífrikisrannsóknir, náttúruvernd og aurburðarrannsóknir.

Vatna- og verkfræði (VV):

Vatnafarsreikningar, straumfræðilíkon, grunnvatnsrannsóknir, verkfræðilegar áætlanir og hannanir.

Sérstakur verkefnisstjóri sér um stærstu verkefni í virkjanarannsóknum, og einnig hefur sérstakur verkefnisstjóri umsjón með seldri rannsóknþjónustu, ótengdri vatnsafli. Auk þess er Orkubúskapardeild Orkustofnunar í tengslum við Vatnsorkudeild sem stendur (sjá skipurit).

Rekstrarstjóri gegnir veigamiklu hlutverki við áætlanagerð, samhæfingu, daglegan rekstur og tengsl við stjórnsýsludeild.

FAGVERKEFNI

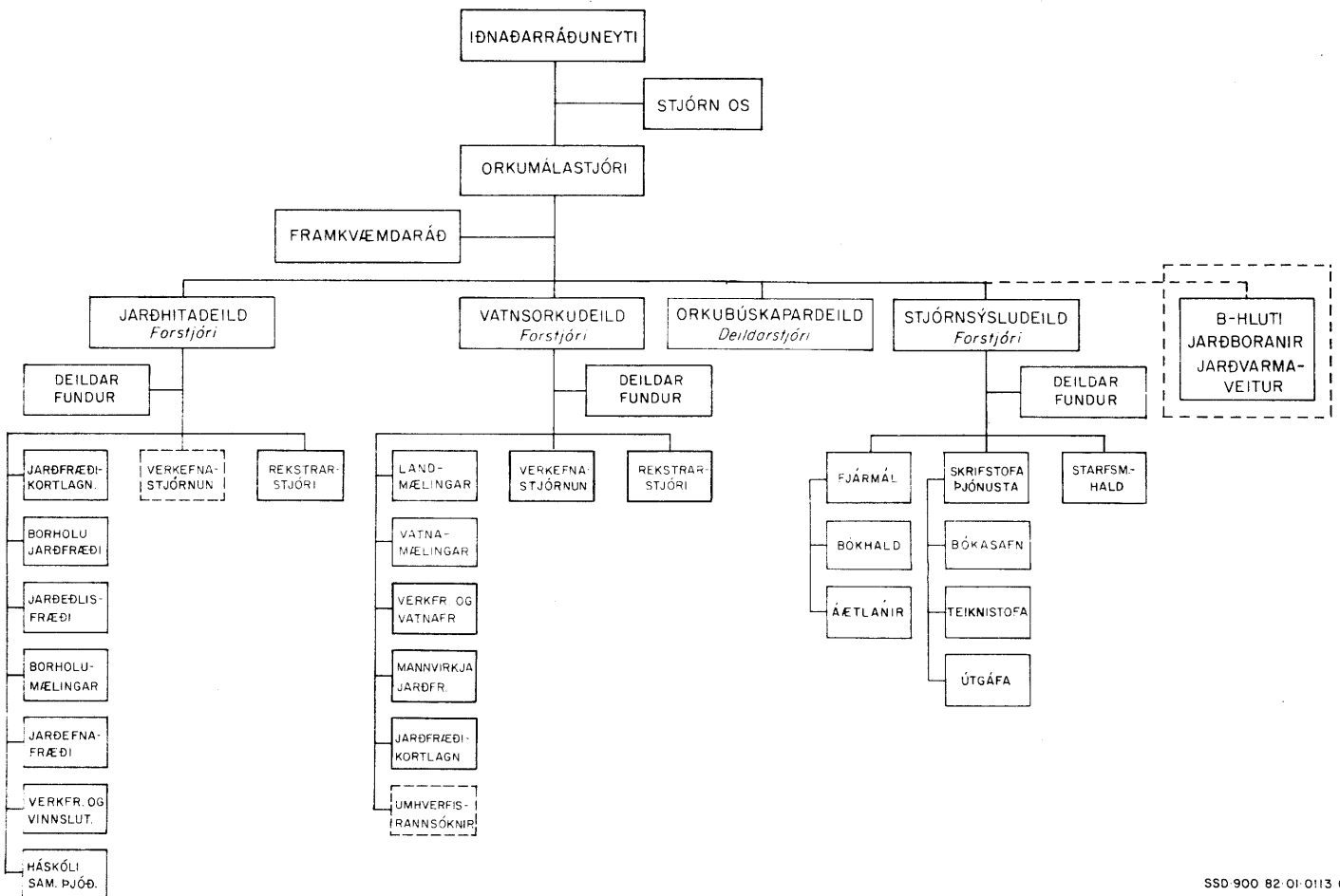
Frá fagdeildum kemur fólk til starfa við hin ýmsu verkefni VOD eftir eðli þeirra. Fagdeildunum er ætlað að sjá til þess að þekking og tækjabúnaður sem þarf til lausnar verkefna Orkustofnunar sé ætíð til staðar eftir því sem aðstæður leyfa.

DEILDARVERKEFNI

Deildarverkefni eru þau verkefni skilgreind, sem margar fagdeildir sameinast um að leysa. Þau eru af ýmsu tagi og er venjan að greina á milli verkefna tengdum tilteknum virkjunarmöguleikum, og annarra verkefna.

Þessi skilgreining gerir ýmis verkefni sem eru mjög svo tengd virkjunarránsóknum að fagverkefnum. Þannig að af þeim u.þ.b. 30% sem fagverkefni eru talin taka af heildarkostnaði VOD er um 1/3 Vatnamælingar og Aurburðarmælingar.

Á síðari stigum virkjunarránsókna eru ránsóknir kostaðar af væntanlegum eiganda virkjunarinnar, og þróast því deildarverkefni í söluverk eða deildaverk á verkhönnunar- og útboðsstiginu.







VIÐAUKI 2

VERKEFNAÁÆTLUN VATNSORKUDEILDAR 1983-87

Vatnsorkudeild hefur gert áætlun fyrir árin 1983-87 um verkefni, kostnað og mannafla. Verkefnum þessum er skipt í fagverkefni, ýmis deildarverkefni, deildarverkefni við virkjunarrannsóknir, söluverk við virkjunarrannsóknir og önnur söluverk (sjá viðauka 1). Áætlun þessi er sýnd í meðfylgjandi töflum, þar sem sú fyrsta greinir frá mannafla og fjárförf vegna verkefna 1982-87, næstu 4 töflur greina frá sundurliðun kostnaðar, og sú sjötta heildarútgjöldum VOD á árabílinu 1983-1987. Kostnaður þessi er aðallega fernskonar: Launagjöld; tækjakostnaður; ýmis rekstur, svo sem ferða- og upphaldskostnaður; og ýmis aðkeypt þjónusta. Miðað er við verðlag og kauplag í mars 1982.

Áætlun þessari er þannig hogað, að sem minnstar sveiflur verði frá ári til árs. Eðli málsins samkvæmt er hættast við verulegum sveiflum í virkjunarrannsóknnum. Þar hefur verið tekið mið af langtímaáætlunum um virkjunarrannsóknir (1982) sem Vatnsorkudeild hefur gert, en þær taka aftur mið af sennilegri orkuþörf landsmanna samkvæmt orkuspa og þeim aðdraganda, sem nauðsynlegur er til undirbúnings virkjana.

Á meðfylgjandi mynd er sýnt, við hvaða virkjanir er ætlunin að vinna áratuginn 1981-90, og á hvaða rannsóknarstigum (sjá "Undirbúningur vatnsaflsvirkjana"). Á þeirri mynd má einnig sjá, hver staða virkjunarrannsókna er og verður á þessu tímabili.

TAFLA V-2-1 Langtímaáætlun, starfslið (M) og fjárbörf (F).  
Fjarhæðir í Mkr á verðlagi í mars 1982.

Verkefni:	1982		1983		1984		1985		1986		1987	
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
<b>SAMKOSTNAÐUR</b>	4,8	1,9	4,8	1,5	4,8	1,5	4,8	1,5	4,8	1,5	4,8	1,5
<b>FAGVERKEFNI</b>	21,1	8,8	22,1	9,3	23,0	9,9	23,9	10,3	24,2	10,3	24,5	10,4
Vatnamælingar	5,2	2,7	5,6	3,0	6,0	3,2	6,3	3,4	6,5	3,4	6,6	3,5
Landmælingar	2,9	0,9	2,8	0,9	2,8	0,9	2,7	0,8	2,7	0,8	2,7	0,8
Mannvirkjajarófr.	3,8	1,9	3,9	1,9	4,0	2,0	4,1	2,0	4,1	2,0	4,3	2,0
Jarðfræðikortl.	2,7	0,9	2,8	0,9	2,9	1,0	3,2	1,1	3,2	1,1	3,2	1,1
Umhverfissrannsóknir	3,4	1,2	3,5	1,2	3,5	1,2	3,5	1,3	3,6	1,3	3,6	1,3
Verk- og vatnafr.	3,1	1,2	3,5	1,4	3,8	1,6	4,1	1,7	4,1	1,7	4,1	1,7
<b>DEILDARVERKEFNI</b>	9,3	8,3	24,0	14,7	24,2	14,7	24,7	15,5	25,0	14,9	21,2	12,2
Kljáfoss	-	-	-	-	-	-	-	-	0,9	0,4	0,4	0,1
Vestfirðir	0,6	0,2	0,9	0,4	0,5	0,2	0,5	0,2	0,5	0,2	-	-
Jökulsár í Skagafirði	0,9	1,5	6,8	4,1	5,0	3,0	4,8	2,9	2,3	1,4	-	-
Skjálfandaflljót	0,4	0,6	2,5	1,3	2,0	1,1	2,1	1,1	2,2	1,2	1,2	0,6
Jökulsá á Dal	1,8	0,8	2,9	1,4	5,1	3,0	4,9	2,8	4,7	2,8	4,6	2,7
Síðuvötn	0,5	0,3	0,9	0,5	1,0	0,5	1,1	0,7	1,9	1,2	2,3	1,0
Markarfljót	1,0	0,9	3,2	1,8	1,7	0,9	1,7	0,9	0,8	0,4	-	-
Neðri-Þjórsá	1,1	1,0	2,0	1,2	3,9	2,2	4,6	3,1	4,6	2,6	3,1	1,4
Hvítá	-	-	0,9	0,5	2,0	1,2	2,0	1,2	2,8	1,7	5,1	3,1
Ýmsar virkjanir	0,6	1,7	0,5	0,9	0,6	1,0	0,8	1,2	1,9	2,1	2,1	2,4
Nýjar orkulindir <sup>1)</sup>	0,4	0,2	0,4	0,2	0,4	0,2	0,2	0,1	0,4	0,2	0,4	0,1
Önnur vatnsorkuverk <sup>2)</sup>	2,0	1,1	3,0	2,4	2,0	1,4	2,0	1,3	2,0	0,7	2,0	0,8
<b>SÖLUVERKEFNI</b>	16,8	9,3	10,4	6,1	8,3	4,6	8,0	4,5	8,7	5,3	9,5	8,0
Blanda	5,5	3,0	1,1	1,0	0,5	0,5	-	-	-	-	-	-
Fljótisdalsvirkjun	1,5	1,5	2,8	2,3	1,1	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	-	-
Þjórsá-Tungnaá	7,3	3,8	3,5	1,6	4,0	2,0	5,1	3,0	5,8	3,8	7,1	7,0
Straumfræðilíkon	1,0	0,4	1,0	0,4	1,0	0,4	1,1	0,4	1,1	0,4	1,1	0,4
Ýmis verk	1,5	0,6	2,0	0,8	1,6	0,7	1,3	0,6	1,3	0,6	1,3	0,6
<b>VATNSORKUDEILD</b>	52,0	28,3	61,3	31,6	60,3	30,7	61,4	31,8	62,7	32,0	60,0	32,1
Sölutekjur		10,2		6,7		5,1		5,0		5,8		8,8
Mismunur		18,1		24,9 <sup>3)</sup>		25,6		26,8		26,2		24,3

Athugasemdir:

- 1) Vind- og hylgjuorka; lífræn orkuefni (mör, surtarbrandur) o.s.frv.
- 2) Yfirlit um vatnsafl Íslands, rennslisspár, jöklarannsóknir, goshættur o.s.frv.
- 3) Fjárlagabæiðni OS-VOD er hærrí en hér er sýnt, þar eð þar er miðað við aðstefnt verðlag 1983, en hér er miðað við verðlag í mars 1982.

TAFLA V-2-2 Langtímaáætlun 1983-1987, samkostnaður og fagverkefni. Fjárhæðir í kkr. á verðlagi í mars 1982.

Verkefni	1982	1983	1984	1985	1986	1987	Σ
Samkostnaður							
Stjórnun og rekstur	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	7.500
Fagverkefni	8.860	9.400	9.900	10.200	10.300	10.500	50.300
1 Vatnamælingar	2.700	3.010	3.220	3.360	3.420	3.500	16.500
1.1 Umsjón, rekstur, námskeið og ráðstefnur	907	1.100	1.200	1.200	1.200	1.200	5.900
1.2 Vatnshæðarmælur, rekstur	1.099	1.100	1.100	1.130	1.130	1.130	5.590
1.3 Rennslismælingar	196	280	340	390	450	480	1.940
1.4 Úrvinnsla	532	530	580	640	640	690	3.080
2 Landmælingar	928	880	880	820	820	820	4.200
2.1 Umsjón, rekstur, námskeið og ráðstefnur. Prófun á nákvæmni tækja, mælineta og korta. viðhald gagna og kortasafns.	389	390	390	390	390	390	1.950
2.2 Mælingar vegna landbreytinga, t.d. nuna vegna Kröfluelda	215	165	165	110	110	110	660
2.3 Úrvinnslu-tölvuforrit, útreikningar og umsjón með kortagerð	324	320	320	320	320	320	1.600
3 Mannvirkjajarðfræði	1.899	1.920	1.960	1.980	1.980	2.020	9.900
3.1 Umsjón, rekstur, námskeið og ráðstefnur	1.515	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	7.500
3.2 Jarð- og bergtækni, viðhald og prófun tækja og þróun nýrra aðferða. Eftirlit með framkvæmdum til að sannreyna túlkunar, fjarkönnun o.fl.	277	310	330	350	350	370	1.710
3.3 Jarðeðlisfræði viðhald og prófun tækja	107	110	130	130	130	150	650
4 Jarðfræðikortlagning	887	920	960	1.070	1.070	1.070	5.100
4.1 Umsjón, rekstur, námskeið og ráðstefnur	489	490	490	560	560	560	2.660
4.2 Neysluvatnsöflun, lindarennisli og vatnsgæði, vatnajarðfræði, vatnafarskort og öflunaraðferðir	279	280	280	280	280	280	1.400
4.2 Hagnyt jarðefni - surtabrandur, kísilgur o.fl.	48	50	50	50	50	50	250
4.4 Fallvatnaset sem vatnsgæf fyrirbæri set- og jarðfræði	71	100	140	180	180	180	780
5 Umhverfisrannsóknir	1.256	1.290	1.290	1.310	1.330	1.330	6.600
5.1 Umsjón, rekstur, námskeið og ráðstefnur	216	240	240	240	240	240	1.200
5.2 Aurburðarrannsóknir, framburður fallvatna, magn, kornastærðardreifing og gerð	794	800	800	800	800	800	4.000
5.3 Náttúrufarskannanir á virkjanastöðum þróun aðferða og mat á þeim	20	20	20	20	20	20	100
5.4 Lífríki vatna á virkjunarsvæðum, og almennt, ásamt rannsókn á jökulvötnum.	226	230	230	250	270	270	1.250
6 Verk- og vatnafræði	1.190	1.390	1.590	1.710	1.710	1.710	8.100
6.1 Umsjón, rekstur, námskeið og ráðstefnur	450	500	500	550	550	550	2.650
6.2 Straumfræðistöð, rekstur, viðhald smíði áhaldna og kvörðun	371	520	670	740	740	740	3.410
6.3 Vatna- og straumfræði þróun aðferða, mælitækja, gerð og þróun reikniforríta, rennislíslíkana o.þ.h.	302	250	250	250	250	250	1.250
6.4 Verkfræði, þróun forrita um virkjanalíkön.	67	120	170	170	170	170	800
SAMTALS:	10.360	10.920	11.400	11.800	11.800	12.000	57.800

TAFLA V-2-3 Langtímaáætlun 1983-1987, deildarverkefni. Fjárhæðir í kkr. á verðlagi í mars 1982.

	1982	1983	1984	1985	1986	1987	Σ
<u>Deildarverkefni önnur en virkjanir</u>	<u>877</u>	<u>1.360</u>	<u>940</u>	<u>920</u>	<u>940</u>	<u>890</u>	<u>5.000</u>
1. Vatnsafl Íslands. Dreifing vatnsaflsins og hægðkvæmni, einkum 2. og 3. flokks á þessu stigi	385	430	430	430	430	430	2.150
2. Rennslisspár. Samanb. rennslis og veðurgagna	100	150	150	150	100	100	650
3. Jöklarannsóknir. Gagnasöfnun um jöklamælingar og jöklamælingar	18	40	60	60	60	60	280
4. Eldvirkni og goshætta. Mat á hættu af eldvirkni á mismunandi virkjunarsvæðum	35	25	25	50	25	25	150
5. Sandstrendur. Uppbygging og rof sandstranda og hlutur aurburðar í því sambandi	73	420	70	70	70	70	700
6. Málmar. Á þessu stigi, forkönnun á magni, gerð dreifingu títanríkra steinda m.t.t. vinnslu T <sub>1</sub> eða T <sub>2</sub>	35	35	35	35	100	35	240
7. Lífrænt eldsneyti. Mór og surtabrandur, könnun á magni, gerð, dreifingu og aðgengd ásamt forathugun á vinnslueigindum	199	140	100	50	50	50	390
8. Jarðlög. Ýmsar jarðtæknilegar mælingar í jarðgöngum og rannsóknir til þróunar jarðgangnagerðar við hérlendar aðstæður	32	70	70	70	100	70	380
9. Aórar Orkulindir. Fylgst með þróun á nýtingarmöguleikum annarra orkulinda (vind- og bylgjuorka).	-	50	-	-	-	50	100
<u>Deildarverkefni - virkjanir</u>	<u>6.340</u>	<u>11.900</u>	<u>12.800</u>	<u>13.700</u>	<u>13.200</u>	<u>10.400</u>	<u>62.100</u>
10. Kljáfoss. Endurskoðun verkhönnunaráætlunar m.a. umhverfisathuganir og mannv.jarófr.	-	-	-	-	400	100	500
Glama	30	-	-	-	-	-	-
11. Ófeigsfjarðarheiði. Rannsóknir til forathugunar og samanburðarath. á Vestfjarðavirkjunum	145	400	200	200	200	-	1.000
12. Jökulsá í Skagafirði. Ljúka forhönnun vegna virkjana, líklega í Vesturdal	927	4.100	3.000	2.900	1.400	-	11.400
13. Skjálfafljót við Íshólsvatn. Grunnrannsóknir á virkjunarkosti við Íshólsvatn eða af Mývatnsheiði	278	120	280	400	500	620	1.920
14. Vonarskaró. Athugun sem er í gangi vegna veitna til Þjórsár og grunnranns. v/miðlunar í Vonarskaró	460	1.200	800	700	700	-	3.400
Jökulsá á Fjöllum	597	-	-	-	-	-	-
15. Jökulsá á Dal. Grunnrannsóknir vegna virkjana í J. á Dal almennt	1.421	1.360	650	540	470	400	3.420
16. Hafrahvamar. Rannsóknir til forhönnunar á miðlun og virkjun við Hafrahvama	-	-	2.300	2.300	2.300	2.300	9.200
17. Fjarðará. Grunnrannsóknir, landmæl., jarófr. og umhv.ranns. til endurskoðunar á forhönnun	-	-	-	-	200	300	500
18. Fossá í Berufirði. Grunnrannsóknir, jarðgrunnur umhv.ranns. o.fl.	-	-	-	-	300	400	700
19. Síðuvötn. Grunnrannsóknir á öllum sviðum	360	500	500	680	1.200	1.000	3.880
20. Markarfljót. Grunnrannsóknir á öllum sviðum	895	1.750	900	900	450	-	4.000
21. Neðri-Þjórsá. Grunnranns. og ranns. til að velja milli kosta á virkjun fallsins neðan Búðarfoss	839	1.200	900	500	-	-	2.680
22. Núpsvirkjun. Forhönnunarrannsóknir á flestum sviðum	-	-	1.300	2.600	2.600	1.400	7.900
23. Þjórsá-Tungnaá. Aðallega jarð- og vatnafræðikort	388	800	800	800	800	800	4.000
24. Efri-Hvítá. Gerð mynsturáætlunar um virkjun Hvítár m.t.t. sem minnstrar röskunar á Gullfossi og forhönnun	-	500	1.200	1.200	1.700	3.100	7.700
SAMTALS:	7.220	13.300	13.800	14.600	14.000	11.300	67.000

TAFLA V-2-4 Langtímaáætlun 1983-1987, söluverk - virkjanir.  
Fjárhæðir í kkr. á verðlagi í mars 1982.

	1982	1983	1984	1985	1986	1987	Σ
1. Blanda útboðsrannsóknir	3.000	1.000	500				4.500
2. Vonarskarð - vantafars- og mannvirkjaranns.		400	800	800	800		2.800
3. Fljótsdalsvirkjun - Verkhönnunar- og útboðsrannsóknir	1.500	2.500	1.000	500	500		6.000
4. Þjórsá-Tungnaá - jarð- og vatnafarskortlagning að hluta og virkjanir	1.600	1.200	1.200	1.200	1.000	2.000	6.600
5. Kvíslaveitur - verkhönnunar og útboðsrannsóknir	2.000						
6. Efri-Þjórsá				1.000	2.000	5.000	8.000
ALLS	8.100	5.100	3.500	3.500	4.300	7.000	23.400

TAFLA V-2-5 Langtímaáætlun 1983-1987, önnur söluverk. Fjárhæðir  
í kkr. á verðlagi í mars 1982.

	1982	1983	1984	1985	1986	1987	Σ
1. Vatnamælingar ýmis verk, t.d. vegna brúargerðar	30	30	30	30	30	30	150
2. Landmælingar fyrir Landmælingar Íslands	-	200	200	200	200	200	1.000
3. Línumælingar fyrir RARIK o.fl.	104	90	70	-	-	-	160
4. Jarðtæknirannsóknir v. mannvirkjagerðar	200	200	280	280	280	280	1.320
5. Neysluvatnsrannsóknir fyrir sveitafélög, hitaveitur og einstaklinga	56	60	60	60	60	60	300
6. Vatnsmengunarrannsóknir fyrir ýmsa aðila	24	20	20	20	20	20	100
7. Straumfræðilíkön önnur en virkjanir, t.d. hafnir og brýr	224	220	220	260	260	260	1.220
8. Staðarvalsnefnd. Staðarval meiriháttar iðnreksturs	144	140	-	-	-	-	140
ALLS	782	960	880	850	850	850	4.390

TAFLA V-2-6 Langtímaáætlun 1983-1987, heildarniðurstöður.  
Fjárhæðir í kkr. á verðlagi í mars 1982.

Verkefnaflokkar	1983	1984	1985	1986	1987	Summa	Meðaltal	%
Samkostnaður	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	7.500	1.500	5
Fagverkefni	9.400	9.900	10.300	10.300	10.500	50.300	10.100	33
" -Vatna- og Aurburðarmæl.	5.600	5.900	6.100	6.100	6.200	29.900	6.000	(20)
Deildarverkefni	13.300	13.800	14.600	14.000	11.300	67.000	13.400	44
Söluverkefni	6.000	4.400	4.300	5.100	7.800	27.800	5.600	18
Samtals:	30.200	29.600	30.100	30.900	31.100	153.500	30.700	

VOD-AL-900-FS-HT  
1982-07.-0919-H

ÁÆTLUN UM VIRKJUNARRANNSÓKNIR 1981-1990

VERK- NR.	VIRKJUN HEITI	Staða 1982	ÁR 1981 - 1990											Viðbætur við fyrri rannsóknir <sup>1)</sup>	
			81	82	83	84	85	86	87	88	89	90			
520	Kljáfoss, Hvítá í Borgarf.	f, v													*
570	Glámuhálandi	g,G,F													*
585	Ófeigsfjarðarheiði														
630	Blanda, almennt	G													
631	Blanda v. Eidsst.	F, V													
641	Villinganes, Skagaf.	F, v													
641	—, viðbót	G													
645	Vesturdalsv., Skagaf.	G, f													*
670	Vonarskarð														
670	Íshólsvatn														
710	Jökulsá á Fjöllum	f, v													
730	Jökulsá á Dal	g													
740	Hafravhammar	G													
760	Fljótsdalsvirkjun	V													
770	Fjarðará í S.	g, f													
780	Fossá í Berufirði	g, f													
820	Síðuvötn	g													
825	Markarfljót														
831	Nedri-Þjórsá	g, f													
832	Þjórsá - Tungnaá	g													
835	Núpsvirkjun	g, f													
836	Búrfell II	f, v													
838	Sultartangi	V													
841	Búðarháls	G, f													
845	„Stórisjór“	g, f													*
847	Vatnsfell	f, v													* +
849	Kvíslaveita	g, f, v													
850	Efri-Þjórsá	g, f													
850	Króksvirkjun	g, f													
854	Norðlingaalda	g, f													
875	Ábóti, Hvítá í Árn.	g, f													*
878	Haukholt —	g, f													*
887	Stóriver —	g, f													*

Grunnrannsóknir : G, g Skýring: Stór bókstafur táknar að rannsókn sé lokið að kalla, en lítil bókstafur að henni sé að heita ólokid  
 Forhönnunarrannsóknir : F, f  
 Verkhönnunarrannsóknir og ranns. v/ útbodsgagna : V, v

\* Grunnrannsóknir  
+ Forhönnunarrannsóknir

<sup>1)</sup> Þessar viðbætur eru af ýmsum toga (sjá kafla 4)