



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

útlán

Verkfræðistofa Guðmundar & Kristjáns h.f.
Teiknistofan Óðinstorgi s.f.

SAMNÝTING JARÐHITA TIL RAFORKU- FRAMLEIÐSLU OG FISKELDIS

„Raflax“
Hagkvæmniathugun

OS-84108/JHD-20
Reykjavík, desember 1984



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verkfræðistofa Guðmundar & Kristjáns h.f.
Teiknistofan Óðinstorgi s.f.

SAMNÝTING JARÐHITA TIL RAFORKU- FRAMLEIÐSLU OG FISKELDIS

„Raflax“
Hagkvæmniathugun

OS-84108/JHD-20
Reykjavík, desember 1984

Formáli

Skýrsla þessi, sem við til hægri verka nefnum "Raflaxskýrsluna", fjallar um hagkvæmni þess að vinna raforku til almenningsþarfa með jarðgufu í tengslum við nýtingu slíkrar gufu til laxeldis. Eru þá afköst rafstöðvarinnar og laxeldisstöðvarinnar valin þannig að afgangsvarminn frá raforkuvinnslunni nýtist nokkurn veginn allur til laxeldisins. Í þessari athugun er miðað við 55 MW raforkuver. Samsvarandi afköst laxeldisstöðvar eru 6800 tonn á ári.

Enda þótt framleiðsla á eldislaxi sé lögð til grundavallar í athugun þessari er þess vænst að hún geti einnig orðið að nokkru gagni við mat á raforkuvinnslu í tengslum við eldi á öðrum sjávarlífverum.

Meginniðurstaða skýrslunnar er sú, að sé laxeldi með háhita á annað borð hagkvæmt sé unnt að framleiða raforku til almenningsþarfa í tengslum við það á mjög ódýran hátt; líklega mun ódýrar en frá vatnsaflsstöðvum. En það er jafnframt niðurstaða að slík samvinnsla sé því aðeins raunhæf að laxeldið, skoðað út af fyrir sig, sé arðvænlegt.

Skýrsla þessi, Raflaxskýrslan, er með vissum hætti framhald af annarri, sem Orkustofnun gaf út í júlí 1983 og nefnist "Frumáætlun um fiskeldisstöð á Kistu á Reykjanesi". Sú skýrsla, sem gengur undir nafninu "Kistuskýrslan" fjallaði um hagkvæmni þess að nýta háhita til laxeldis, án raforkuvinnslu umfram eigin þarfir stöðvarinnar. Hún gaf ákveðið til kynna að laxeldi með háhita á Kistu gæti verið mjög arðvænlegt.

Tekið skal mjög skýrt fram, að báðar þessar skýrslur, Raflaxskýrslan og Kistuskýrslan, eru ónothæfar til að taka ákvörðun um að reisa slíka stöð, enda eru þær ekki ætlaðar til þess. Niðurstöður svona athugana verða aldrei áreiðanlegri en forsendurnar sem þær eru reistar á. Báðar eru þessar athuganir reistar á forsendum um laxeldið sem enn hafa ekki verið sannreynðar við héraðslaxeldisstöðvar. Ekki hefur heldur reynt nægilega á, hve óhætt er að leggja mikla orkuvinnslu á jarðhitasvæðið, sem báðar skýrslurnar byggja á. Hins vegar gefa þær báðar sterklega til kynna að það sé ómaksins vert að sannreyna þær með frekari rannsóknum og e.t.v. tilraunarekstri.

Á bls. 72-74 í þessari skýrslu er það reifað hvaða frekari athuganir og rannsóknir séu nauðsynlegar til þess að forsendur séu nægilega traustar til að byggja megi á þeim fjárfestingar- og arðsemiútreikninga er geti verið grundvöllur ákvarðanatöku og framkvæmda.

Leggja ber sérstaka áherslu á að þessar rannsóknir verði gerðar áður en lagt er í meiriháttar fjárfestingar. Hér er um mikið fé að ræða og mistök geta orðið mjög dýr. Á bls. 67 í skýrslunni er sýnt hvaða áhrif það hefur á framleiðslukostnað á laxi, til hækunar eða lækkunar, ef forsendur breytast frá því sem gengið er út frá í athuguninni. Tveir þættir skera sig úr um áhrif á framleiðslukostnaðinn, þ.e.

- . Stofnkostnaður stöðvarinnar
- . Fóðurverð

Af öðrum þáttum sem umtalsverð áhrif hafa má nefna

- . Þéttleika laxins í eldiskerjum
- . Afköst borhola
- . Vaxtarhraða laxins við hækkað hitastig
- . Stærð og afköst eldisstöðvarinnar

Aftur á móti skiptir fjarlægð háhitasvæðisins frá sjó litlu máli svo lengi sem hún er innan hóflegra marka.

Skýrslu þessari er ætlað að vera áfangi í undirbúningi þess að nýta háhita hér á landi til laxeldis og raforkuvinnslu til almenningsþarfa, og jafnframt undirstaða frekari rannsókna er miðað að því marki.

Jakob Björnsson.

ÁGRIP

Í þessari áætlun er gerð grein fyrir því, hvernig hægt verði að tengja saman rekstur laxeldisstöðvar og vinnslu raforku á hagkvæman hátt. Metin er hagkvæmni þessarar samnýtingar fyrir 55 MW jarðgufurafstöð og laxeldisstöð með um 6800 tonna framleiðslu á ári.

Miðað er við háhitasvæðið á Reykjanesi og aðstæður á Kistu á Reykjanesi. Það er gert til þess að flýta þessari áætlun, þar sem fyrir lá skýrsla Orkustofnunar og Verkfræðistofu Guðmundar og Kristjáns h.f. "Frumáætlun um fiskeldisstöð á Kistu, Reykjanesi", OS-83069/JHD-12, júlí 1983.

Tekið skal fram, að með þessu staðarvali er ekki tekin afstaða til þess, hvort háhitasvæðið á Reykjanesi muni geta borið umrædda orkuvinnslu, allt að 20 PJ á ári í 25 til 40 ár, til viðbótar þeirri orkuvinnslu, sem nú þegar hefur verið ákveðin (Sjóefnavinnslan h.f., Strandir h.f.).

Kannað var nokkuð, hvaða stærð laxeldisstöðvar myndi hæfa 55 MW gufurafstöð með tilliti til góðrar varmaorkunýtingar. Niðurstaða varð sú að gera ráð fyrir um 6800 tonna laxeldisstöð.

Orkunýting jarðvarmans miðað við 5°C umhverfishita verður 85 - 94% í köldu ári en 68-85% í heitu ári. Hærri mörkin eiga við, ef engri gufu þyrfti að sóa til ónýtis, einkum á sumartíma. Þau mörk eru því fræðileg en tæpast raunhæf. Nýtingartími gufurafstöðvarinnar yrði í heild 5.675 klst. á ári, en til almenningsþarfa er miðað við 5.300 klst. á ári. Rafafli til ráðstöfunar út á landskerfið yrði aldrei minna en 44 MW, en mesta rafafliþörf eldisstöðvar er áætluð um 11 MW.

Framleiðslukostnaður er áætlaður sem hér segir:

	Afskr. á 25 árum	Afskr. á 40 árum
Raforka án samreksturs	0,54 kr/kWh	0,50 kr/kWh
" í samrekstri (hagnaði skipt)	0,30 "	0,29 "
" " " (raforka fær allan hagn.)	0,24 "	0,22 "
Lægsta orkuverð næstu virkjunarkosta í virkjanaröð Landsvirkjunar	-	0,42 "
Lax án samreksturs	137 kr/kg.	132 kr/kg.
" í samrekstri (hagnaði skipt)	135 "	130 "
" " " (laxeldi fær allan hagn.)	122 "	118 "
" " " (raforka til almenningsþarfa reiknuð laxeldi til tekna á 0,42 kr/kWh)	131 "	125 "
Líklegt skilaverð, fob. Keflavíkurflugvelli	190 "	190 "
Tekjuafgangur raforkuvers og laxeldisstöðvar í samrekstri, til ráðstöfunar upp í skatta, afstöðugjöld og hagnað - um	40%	47%

Verðlag er miðað við 20. janúar 1984, byggingarvísitölu 155 (2298) stig og gengi sem hér segir:

1 USD	-	29,4800	ísl.kr.
1 GBP	-	41,7950	"
1 DKK	-	2,9105	"
1 SEK	-	3,6057	"
1 NOK	-	3,7660	"
1 DEM	-	10,5506	"
1 JPY	-	0,1262	"

Söluskattur og aðflutningsgjöld eru innifalin í stofnkostnaðartölum laxeldisstöðvar eins og við á, og er fjármagnskostnaður í framleiðsluverði miðaður við það. Þessum gjöldum er hins vegar sleppt fyrir raforkuver eins og venja er um virkjanir.

Áhrif nokkurra mikilvægra forsendna á niðurstöður hafa verið könnuð. Þau eru sett fram á mynd 13, sjá einnig 18. kafla.

EFNISYFIRLIT

	Bls.
ÁGRIP	1
EFNISYFIRLIT	3
SKRÁ YFIR TÖFLUR	5
SKRÁ YFIR MYNDIR	5
1 VERKEFNI	6
2 FORSENDUR	12
3 SAMRÆMING LAXELDIS OG RAFORKUVINNSLU	16
3.1 Framleiðsluáætlun	16
3.2 Mögulegt eldissjávarmagn - ársframleiðsla	16
4 FRAMLEIDSLUAFKÖST	18
5 VARMAORKUÐÖRF ELDISSTÖÐVAR	22
6 RAFORKUÐÖRF ELDISSTÖÐVAR	24
7 AFL RAFSTÖÐVAR ÚT Á KERFI	27
8 ORKUVINNSLA RAFSTÖÐVAR	28
9 STOFNKOSTNAÐUR VIRKJANA	29
10 MANNVIRKI	30
10.1 Lýsing á byggingarmannvirkjum á eldissvæði	30
10.2 Gufuveita	39
10.3 Rafstöð	41
11 STOFNKOSTNAÐUR	44
11.1 Rafstöð 55 MW - án samreksturs við laxeldi	44
11.2 Laxeldisstöð 6820 t/ár - án samreksturs við rafstöð	45
11.3 Samrekstur 55 MW rafstöðvar og 6820 t. laxeldisstöðvar ..	48

EFNISYFIRLIT - FRH.

Bls.

12	REKSTURSKOSTNAÐUR	49
	12.1 Rafstöð 55 MW - án samreksturs við laxeldisstöð	49
	12.2 Laxeldisstöð 6820 t/ári - án samreksturs við rafstöð	50
	12.3 Samrekstur 55 MW rafstöðvar og 6820 t laxeldisstöðvar ...	51
13	VAXTARHRÆÐI - ÁHRIF Á FRAMLEIÐSLUKOSTNAÐ.....	52
14	MARKAÐSVERÐ	54
	14.1 Verð í des. '83, fob Keflavíkurlugvelli	54
	14.2 Verð í apríl/maí '84 á norskum eldislaxi	54
	14.3 Meðalverð '83 til eldisstöðva í Noregi á lifandi fiski úr nótt	55
	14.4 Verð í Noregi á laxi til Bandaríkjanna	56
	14.5 Markaður í Manchester og Billingsgate á tímab. 15/10'82 - 15/6'83	56
	14.6 Markaður í Boulogne á sama tímabili og í 14.5	56
	14.7 CIF-verð í Noregi vorið 1984 til útflutningsaðila þar á frosnum, slægðum laxi	56
15	NIDURSTÖÐUR	57
	15.1 Stofn- og reksturskostnaður	57
	15.2 Framleiðslukostnaður	57
16	HAGKVÆMNI - ARÐSEMI	62
17	ÁHRIF HELZTU ÞÁTTA Á FRAMLEIÐSLUKOSTNAÐ	66
18	SAMANBURÐUR 55, 30 EÐA 15 MW RAFSTÖÐVAR OG LAXELDIS	69
19	TILLÖGUR UM FREKARI ATHUGANIR OG RANNSÓKNIR	72
20	EININGAR	75

SKRÁ YFIR TÖFLUR

	Bls.
Tafla 1 Framleiðsluáætlun	17
" 2 Heitt ár: Sjávarhiti, eldishiti, nýtt varmaafll	19
" 3 Kalt ár: " " " "	20
" 4 Kennitölur virkjunarkosta	29
" 5 Stofn- og reksturskostnaður 55 MW rafstöðvar og laxeldisstöðvar	57
" 6 Orkuverð við stöðvarvegg miðað við fullnýtingu strax	58
" 7 Framleiðslukostnaður lax, fob. Keflavíkurflugvelli	59
" 8 Verð á laxi, fob. Keflavíkurflugvelli	59
" 9 Söluverð, fob. Keflavíkurflugvelli	60
" 10 Framleiðsluverðmæti	62
" 11 Tekjuafgangur til ráðstöfunar upp í skatta, jarðhitaréttindi landleigu og arð	62
" 12 Framleiðslukostnaður. Hagnaði skipt	63
" 13 Samanburður áætlana 1983 og 1984	64

SKRÁ YFIR MYNDIR

Mynd 1 Vaxtarhraði	15
" 2 Eldisrými	21
" 3 Varmaorkunýting eldisstöðvar	23
" 4 Eldishitastig, kælisjór, dæluafl, heitt ár	25
" 5 " " " kalt ár	26
" 6 Yfirlitsmynd	33
" 7 Yfirlitsmynd, eldissvæði	34
" 8 Eldisker	35
" 9 Eldishús	36
" 10 Flæðirit fyrir 55 MW rafstöð, án holuvatnshitara	42
" 11 " " 55 MW " , með "	43
" 12 Framleiðslukostnaður. Markaðsverð	61
" 13 Framleiðslukostnaður. Áhrif kostnaðarpátta á framleiðslu- kostnað í samrekstri	71

1

VERKEFNI

Orkustofnun hóf í janúarbyrjun 1984 viðræður við Verkfræðistofu Guðmundar og Kristjáns h.f. um að kanna hagkvæmni samvinnslu raforku og fiskeldis.

Í verklýsingu Orkustofnunar dags. 13.1.'84 segir orórétt:

"Tilgangur: Kanna á, hvort auka megi hagkvæmni raforkuvinnslu með jarðgufu og fiskeldis, sem nýtir jarðvarma, með samvinnslu þessara þátta, og ef svo er, hver sé hagkvæminn.

Forsendur: Miða skal við eftirfarandi forsendur:

1. Eldi og nýtingu jarðvarma sé hagað á sem hagkvæmastan hátt.
2. Í rafstöð sé notuð óbein þétting gufu og kælivatnið (leiðrétt úr þéttivatnið) notað til eldis.
3. Skiljuvatnið sé notað til hitunar vatns fyrir eldið.
4. Hámarksvarmaþörf eldis ráðist af þörfinni í köldu ári, og er þá átt við skilgreiningu á köldu ári, sem miðað er við í skýrslu VGK um fiskeldisstöð við Kistu á Reykjanesi.
5. Afl rafstöðvar út á kerfi skal skilgreint sem uppsett afl að frádreginni mestu samtímanotkun (afl) fiskeldis og sjávardælingar. Framleiðslugeta stöðvar er síðan skilgreind sem afl stöðvar út á kerfi margfaldað með nýtingartíma.
6. Ef út frá hagkvæmstu tilhögun eldisins fæst hærri nýting raforkuvers en 5.300 stundir á ári skal bæta við stofnkostnað rafstöðvar kostnaði við að setja upp aukið afl annars staðar í kerfinu til að fá þessa nýtingu afls út á kerfi. Nota skal jaðarkostnað afls í vatnsaflsvirkjunun, sem Orkustofnun gefur upp. Ef út frá hagkvæmstu tilhögun eldis fæst lægri nýting raforkuvers en 5.300 stundir á ári skal miða við, að rafstöð yrði nýtt í þennan tíma og þá afgangsvarma hent.

7. Áætlun um stofnkostnað skal sem best samræmast áætlunum um vatnsaflsvirkjanir. Til að fá stofnkostnað skal því leggja ofan á verktakakostnað ófyrirséðan kostnað, hönnunar- og umsjónarkostnað, undirbúningskostnað og fjármagnskostnað (Innskot: Hér er átt við vexti á byggingartíma).
8. Nota skal 8% raunvexti við mat fjárfestinga.
9. Nota skal 25 ára og 40 ára afskriftatíma mannvirkja.
10. Miða skal við eftirfarandi stærðir rafstöðvar (uppsett afl):

Ein 15 MW vél

Ein 30 MW vél

Ein 55 MW vél

Tvær 55 MW vélar settar upp í tveimur áföngum.

Í upphafi skal leggja megináhersluna á eina 55 MW vél.

Reikningar: Auk stofnkostnaðar skal reikna árlegan kostnað, en hann er skilgreindur sem summa eftirfarandi þátta.

1. Árleg greiðsla af fjárfestingum miðað við árgjaldsregluna (annuitet).
 2. Árlegur kostnaður vegna viðhalds og endurnýjunar borhola.
 3. Annar viðhaldskostnaður.
 4. Rekstrarvörur.
 5. Mannahald, þar með talin yfirstjórn.
-

Hagkvæmni: Hagkvæmni samvinnslunnar skal sett fram á eftirfarandi hátt:

1. Frá árlegum kostnaði rafstöðvar og eldisstöðvar, eins og hann er skilgreindur hér að framan, skal draga árlegan kostnað jafnstórrar eldisstöðvar, sem framleiðir enga raforku til almenningsþarfa. Deila skal síðan í þessa niðurstöðu með framleiðslugetu stöðvar. Niðurstaðan skal borin saman við áætlanir um vatnsaflsvirkjanir, sem Orkustofnun gefur upp, og raforkuver, sem nýtir jarðgufu án samnýtingar.
2. Við niðurstöðuna í 1) skal bæta flutningskostnaði raforkunnar, sem Orkustofnun gefur upp, og niðurstaðan borin saman við jaðarkostnað frá vatnsaflsstöðvum.
3. Frá árlegum kostnaði rafstöðvar og eldisstöðvar skal draga framleiðslugetu rafstöðvar (langtímajaðarkostnaður raforku frá vatnsaflsstöðvum að flutningi meðtöldum - flutningskostnaður raforku frá jarðvarmaorkuveri). Útkoman skal borin saman við eldisstöð, þar sem ekki er um samnýtingu að ræða.

Verkátætlun

Verkinu verður skipt í nokkra hluta, og í lok hvers þeirra skal verksali leggja niðurstöður fyrir verkkaupa. Haldnir verða fundir verksala og verkkaupa í lok hvers hluta (eða oftár ef þörf þykir), og verða þar ræddar niðurstöður þess hluta, ákveðið hvort hægt sé að hefja næsta hluta og teknar þær ákvarðanir, sem þörf er á, til að halda megi verkinu áfram. Hér verður einungis hluti I skilgreindur, en í lok þess hluta verða næstu hlutar verksins skilgreindir.

Hluti I

Verk: Finna á í grófum dráttum, hvernig hagkvæmast sé að haga laxeldi í samstarfi við raforkuvinnslu miðað við aðstæður á Kistu á Reykjanesi, og setja skal fram megindrættina í gerð slíkrar stöðvar. Á grundvelli þessara gagna, út frá áætlun um rafstöð í Henglinum og upplýsingum frá Orkustofnun um líkleg meðalafköst borhola, skal gert gróft mat á hagkvæmni samvinnslunnar fyrir 55 MW rafstöð.

Niðurstöður: Magn eldisfisks, orka til sjávardælingar og magn vökva úr jarðhitakerfinu, bæði hámark og heildarmagn ársins, fyrir 15, 30 og 55 MW rafstöðvar. Að auki lauslegt mat á hagkvæmni samvinnslunnar fyrir 55 MW rafstöð.

Ákvörðun: Er ástæða til að kanna nánar hagkvæmni samvinnslunnar og ef svo er, leyfa þá aðstæður við Kistu að reisa stöð þar, eða þarf að skilgreina nýjan stað fyrir stöð."

Hér lýkur tilvitnun í verklýsingu Orkustofnunar frá 13.1.'84.

Að lokinni nokkurri umræðu aðila um verkefnið voru gerðar nokkrar breytingar á fyrrgreindri verkáætlun, og ákvað Orkustofnun með bréfi dagsettu 10.2. 1984 að óska eftir því við VGK, að verkfræðistofan tæki að sér að vinna hluta I í fyrrgreindu verkefni í samræmi við eftirfarandi verklýsingu og kostnaðaráætlun VGK dags. 20.1. 1984, sem hljóðar svo:

"Varðar: Athugun á hagkvæmni samvinnslu raforku og eldistöku.

Með vísun til verklýsingar Orkustofnunar frá 13.1. 1984 höfum við gert eftirfarandi áætlun um verk-magn og kostnað við framkvæmd fyrsta hluta fyrrgreindrar athugunar (hluti I).

VERKLÝSING

Ákvörðun á forsendum.

Samræming raforkuframléiðslu og laxeldis (gróf).

Ákvörðun meginráttanna í gerð mannvirkja.

Umreikningur kostnaðar eldri áætlana til stærðar og verðlags.

Gróf athugun á hagkvæmni 55 MW rafstöðvar með tilheyrandi

laxeldisstöð.

Ákvörðun helztu grundvallarstærða fyrir 15,30 og 55 MW rafstöðvar

(magn eldisfisks, orka til sjávardælingar, magn vökva úr

jarðhitakerfinu, hámark og heild).

Áfangaskýrsla. Umræður um niðurstöður. Ákvarðanir um framhald."

Bréf Orkustofnunar frá 10.2. 1984 þar sem endanlega er beðið um verkið hljóðar svo:

"Verkefni: Athugun á samvinnslu raforku og eldisfisks.

Með vísun til viðræðna hjá Orkustofnun og bréfs VGK frá

20.1. 1984 staðfestist að Orkustofnun óskar eftir að VGK vinni

hluta I í ofangreindu verkefni í samræmi við verklýsingu og

kostnaðaráætlun í bréfinu frá 20.1. 1984. Vegna umræðna á fundi

nýverið skal sérstaklega tekið fram að athugunin á að miðast við

hagkvæmni 55 MW rafstöðvar fyrst og fremst.

Verkið er unnið fyrir Jarðhitadeild og verður Sverrir Þórhallsson, deildarstjóri vinnslutækni, verkefnisstjóri af hálfu deildarinnar.

Verði kostnaður við verkið hærri en áætlunin gerir ráð fyrir skal

samþykki deildarinnar liggja fyrir áður en til viðbótarkostnaðar

er stofnað.

Virðingarfyllst,

f.h. Jarðhitadeildar

Guðmundur Pálmason"

Nokkrir umræðufundir voru haldnir í Orkustofnun um verkefnið. Verkefnið tók þegar í upphafi nokkrum breytingum, og voru helztu forsendur ákveðnar í marzmánuði s.l. Fyrstu drög að niðurstöðum lágu fyrir í maí s.l. Eftir yfirlestur þeirra hefur Orkustofnun óskað frekari athugunar á ýmsum þáttum, sem áhrif hafa á kostnaðarniðurstöður og hagkvæmni samnýtingarinnar. Hefur þetta leitt af sér nokkra aukningu verkefnisins og tafið lokafrágang þess. Hins vegar hafa helztu niðurstöðum verið gerð ítarlegri skil en til stóð í upphafi, en við það hefur án efa gildi skýrslunnar vaxið.

Af hálfu Orkustofnunar hafa eftirfarandi einstaklingar tekið þátt í umræðum og fundum og mótað ákvarðanir stofnunarinnar um forsendur og umfang verksins:

Jakob Björnsson, orkumálastjóri
Guðmundur Pálmason, forstöðumaður
Sverrir Þórhallsson, deildarstjóri
Jón Vilhjálmsson, verkfr.
Hákon Aðalsteinsson, líffr.
Árni Ísaksson, fiskifræðingur, Veiðimálastofnun
Úlfar Antonsson, líffr., Rannsóknarráði ríkisins

Af hálfu Verkfræðiráðgjafa hafa einkum eftirtaldir menn unnið að verkefninu:

Guðmundur Björnsson, verkfr.
Vífill Oddsson, verkfr.
Jónas Matthíasson, verkfr.
Runólfur Maack, verkfr.
Ingólfur Þórisson, verkfr.

Flestir fyrrgreindra einstaklinga hafa farið yfir drög skýrslunnar á ýmsum stigum verksins. Athugasemdir þeirra og tillögur um breytingar til betri vegar hafa verið teknar til greina, og eru þær þakkaðar.

Leitað hefur verið upplýsinga um ýmis atriði hjá stofnunum, fyrirtækjum og einstaklingum. Þessir aðilar hafa gert mögulega nauðsynlega upplýsingaöflun, einkum varðandi verð aðfanga, flutningskostnað og markaðsverð, og er ómetanleg aðstoð þeirra þakkuð.

2 FORSENDUR

- 2.1 Staðarval er miðað við Kistu á Reykjanesi, sem er í nágrenni háhitasvæðisins á Reykjanesi. Í þessum áfanga er því unnt að styðjast við skýrsluna "Frumáætlun um fiskeldisstöð á Kistu, Reykjanesi", sem gefin var út af jarðhitadeild Orkustofnunar í júlí, 1983.
- 2.2 Samnýtingu jarðvarma verði hagað á sem hagkvæmastan hátt.
- 2.3 Í rafstöð verði notuð óbein þétting gufu frá gufuhverfli og kælisjörinn notaður til laxeldis.
- 2.4 Hámarksvarmaþörf eldis ráðist af þörfinni í köldu ári eins og það er skilgreint í Kistu-áætluninni frá 1983.
- 2.5 Afl rafstöðvar út á kerfi skal skilgreint sem uppsett afl að frádreginni mestu samtímanotkun (afl) laxeldisstöðvar og sjávardælingar.
- 2.6 Stærð rafstöðvar verði 55 MW (uppsett afl).
Ákvarða skal helztu grundvallarstærðir fyrir 15 MW og 30 MW rafstöðvar.
- 2.7 Borárangur verði áætlaður sá, að tvær borholur heppnist af hverjum þremur holum boruðum.
- 2.8 Bil á milli borhola verði að jafnaði 250 m.
- 2.9 Miðað verði við víðar borholur. Kostnaðarverð hvernar holu verði 29,48 milljónir króna (1 milljón USD), og gildi það jafnt um heppnaðar og misheppnaðar borholur.
Kostnaður fódurröra og fullgerðs holutöpps með lokum er innifalinn í kostnaðartölu.
- 2.10 Afköst virkjaðra borhola eru áætluð 90 kg/s (heildarreinnsli) í upphafi nýtingar, sem minnki síðan niður í 60 kg/s á tíu árum.

- 2.11 Varmainnihald holuinnstreymis er áætlað 1200 KJ/kg.
- 2.12 Varmi úr jarðsjó verði nýttur eftir þörfum í laxeldisstöð allt niður í 20°C.
Jarðsjór frá háþrýstiskiljum verði fluttur í pípu til sjávar og fleygt þar.
- 2.13 Heildarrennsli úr borholum verði 519 kg/s fyrir 55 MW rafstöð.
" " " " 283 " " 30 MW "
" " " " 142 " " 15 MW "
- 2.14 Eldishiti verði 12° ± 2°C.
- 2.15 Magn eldissjávar verði miðað við 95% súrefnismettun í innstreymi í eldisker og 5 mg súrefnis/kg í útstreymi, en það ákvarðast annars af súrefnisþörf fiska í eldi hverju sinni. Hún er háð stærð fiska og eldishitastigi.
- 2.16 Vaxtarhraði verði 1,5% (1,45%) á sólarhring f. 50- 500 g fisk
0,9% (0,85%) " " " 500-1000 g "
0,7% (0,65%) " " " 1000-2500 g "
0,6% (0,55%) " " " 2500-4000 g "
0,4% (0,35%) " " " yfir 4000 g "
- Könnuð verði áhrif minni vaxtarhraða á niðurstöður eða eins og tölur í svigum sýna.
Sjá enn fremur mynd 1 á bls. 16.
- 2.17 Meðalþungi seiða verði 60 g í upphafi eldis. Gert er ráð fyrir því, að öll seiði verði aðkeypt.
- 2.18 Afföll í eldi verði 15% á fyrstu þremur mánuðum eldisins og 5% eftir það. Miðað er við hlutfall af fjölda fiska.
- 2.19 Slátra verði 25% af fjölda fiska í níunda mánuði eldisins (í ágúst, ef eldi 60 g seiða hefst í des.) með tilliti til kynþroska.

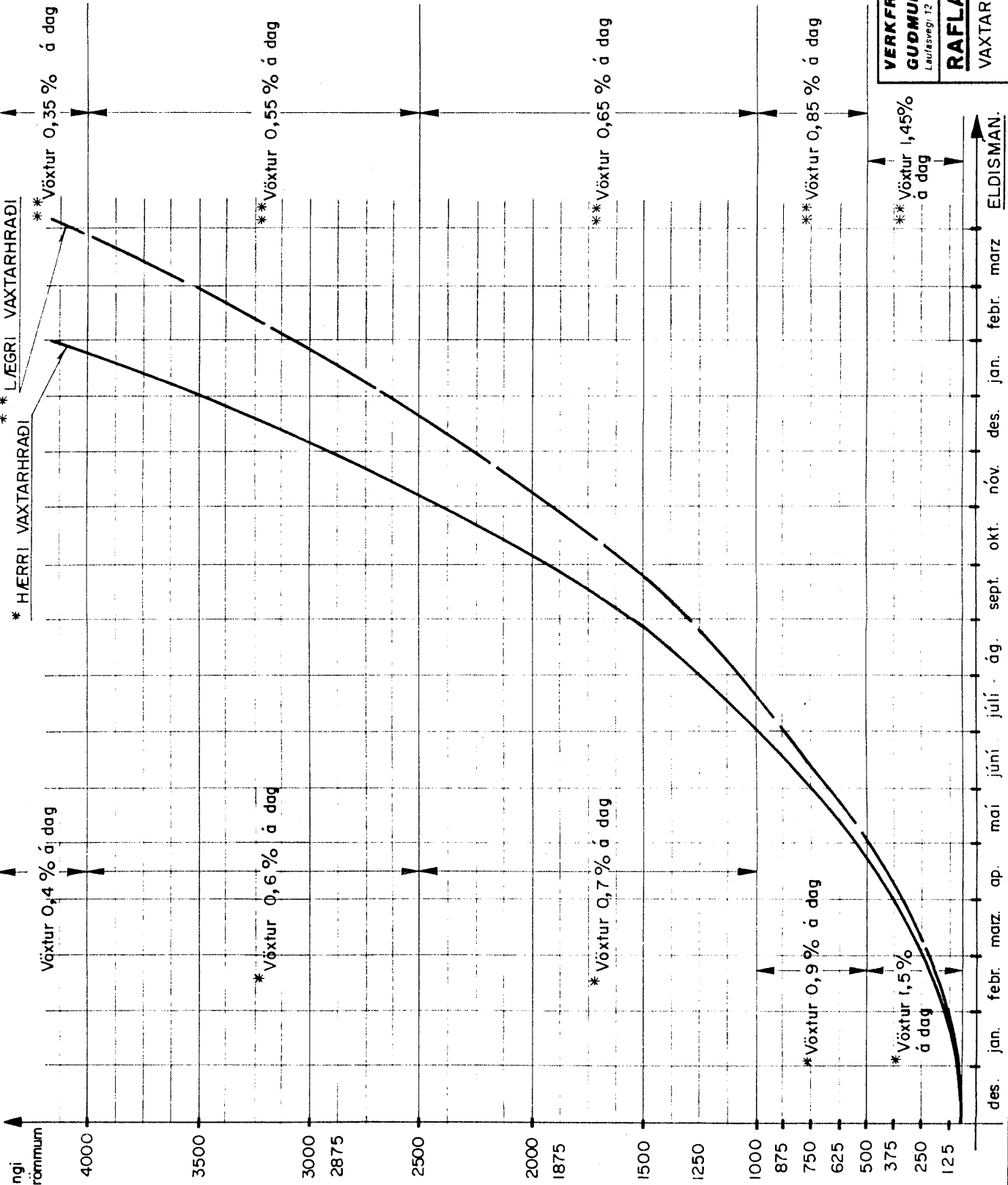
- 2.20 Nauðsynlegt eldisrymi verði miðað við 15 kg fisks í hverjum m³ eldissjávar.
- 2.21 Stærð eldiskerja verði um 300 m³ eldissjávar í hverju kerri eins og miðað var við í Kistuáætlun.
Eldiskerin verði yfirbyggð.
- 2.22 Fóðurbörf er áætluð 2,3 kg þurrfóðurs á hvert kg vaxtar.
Miðað verði við innflutt þurrfóður.
- 2.23 Afla þarf ferskvatns til þess að seltuvenja seiði í upphafi eldis, en ekki má setja þessi seiði beint í fullsaltan sjó.
- 2.24 Kostnaðartölur eru miðaðar við verðlag og gengi 20. janúar 1984:

Byggingarvísitala 155 stig (2298 stig)

Gengi:	1 USD	-	29,4800	kr
	1 GBP	-	41,7950	"
	1 DKK	-	2,9105	"
	1 SEK	-	3,6057	"
	1 NOK	-	3,7660	"
	1 DEM	-	10,5506	"
	1 JPY	-	0,1262	"

Söluskattur og aðflutningsgjöld eru innifalin í kostnaðartölum fyrir laxeldisstöð svo sem við á. Þessum gjöldum er hins vegar sleppt fyrir raforkuver.

Meðalþungi
fisks í grömmum



MYND 1

Mbr.	26M88J
Prógr.	PG
Wirt.	
Samþ.	
TEKNIÐING NR	
J-4-68	

VERKFRÆDISTOFA
GUDMUNDAR & KRISTJÁNS
Laufásveg. 12

RAFLAX
VAXTARHRADI

3 SAMRÆMING LAXELDIS OG RAFORKUVINNSLU

Fundið hefur verið í grófum dráttum, hvernig hagkvæmt gæti orðið að haga samnýtingu jarðhita til raforkuvinnslu og fiskeldis. Miðað er við háhitasvæðið á Reykjanesi og aðstæður í nágrenni þess.

3.1 Framleiðsluáætlun eldisstöðvar

Tafla 1 sýnir framleiðsluáætlun, sem er byggð á tiltölulega jafnri nýtingu eldismannvirkja.

Taflan er miðuð við 12°C jafnan eldishita allt árið og 1000 seiði í upphafi eldis af meðalþyngdinni 60 g.

Framleiðsluafköst laxeldisstöðvar ráðast af hámarksvarmaþörf hennar í köldu ári. Eldshitastigi er þá leyft að fara niður í lágmarkið 10°C. Mesta eldissjávarþörf yrði 9,61 l/s (10,735 l/s við 12°C) fyrir 1000 seiði í upphafi eldis.

3.2 Mögulegt eldissjávarmagn- ársframleiðsla

Mögulegt eldissjávarmagn við fullnýtingu varmaafls frá 55 MW rafstöð á sama tíma yrði 19355 l/s.

Magntölur fyrir eldisstöð, sem næði að nýta vel varmaafll frá rafstöð, yrðu 19355 : 9,61 = 2014 sinnum hærri en tölur í töflu 1.

Ársframleiðsla lax í eldisstöðinni yrði þess vegna eftirfarandi:

Lax 1 - 2 kg, óslægður :	416.900 st.	alls 580 tonn
Lax 4 - 5 " , "	: 725.040 "	" 3305 "
Lax yfir 5 " , "	: 485.370 "	" 2935 "
	<u>Alls 1.627.310 st.</u>	<u>6820 tonn</u>

Heildarþyngdin á við óslægðan lax.

R A F L A X

TAFLA 1. FRAMLEIÐSLUFRITUN

Ars tími	Mælingarfræðni		Fjöldi fiska í eldi		Heildarfræðni fiska í eldi, kg		Eldissjávörðingur við 12°C		Eldisrými m ³		Slátrun		Fyrir slátrun	Eftir slátrun	Fýrir slátrun	Eftir slátrun	Eldissjávörðingur við 12°C, l/s	Eldisrými m ³		Fýrir slátrun	Eftir slátrun	Féðarpörf kg á 24 klst.
	Fýrir slátrun	Eftir slátrun	Fýrir slátrun	Eftir slátrun	Fýrir slátrun	Eftir slátrun	Fýrir slátrun	Eftir slátrun	Fýrir slátrun	Eftir slátrun	Fýrir slátrun	Eftir slátrun										
1.12	60		1000		60		0,737	4,000	4,000				2,070		9,689	105,733	9,169	105,733	23,129	23,129		
1.12	75		973		73		0,858	4,867	4,867				2,519		10,457	115,867	9,169	115,867	25,496	25,496		
1.1	94		947		89		1,001	5,933	5,933				3,071		9,919	109,733	9,919	109,733	24,588	24,588		
1.1	117		922		108		0,647	1,165	7,200				3,726		10,735	120,533	8,350	120,533	27,186	27,186		
1.2	147		897		132		0,619	1,362	8,800				4,554		9,064	100,067	8,445	100,067	17,149	17,149		
1.2	183		873		160		0,593	1,582	10,667				6,728		9,029	107,334	8,445	107,334	18,860	18,860		
1.3	229		850		195		0,568	1,846	13,000				8,384		9,016	109,534	8,309	109,534	20,880	20,880		
1.3	286		848		243		0,544	2,203	16,200				10,454		9,016	107,733	8,508	107,733	21,190	21,190		
1.4	358		846		307		0,521	2,630	20,200				13,007		9,376	109,534	8,660	109,534	19,347	19,347		
1.4	447		844		377		0,499	3,135	25,133				11,137		9,321	109,534	8,660	109,534	20,880	20,880		
1.5	560		842		472		0,478	3,757	31,467				14,511		10,076	109,500	8,574	109,500	23,187	23,187		
1.5	640		840		538		0,465	4,473	35,867				16,566		10,131	110,000	8,623	110,000	25,668	25,668		
1.6	733		838		614		0,453	5,160	40,933				18,878		9,206	109,733	8,225	109,733	20,521	20,521		
1.6	838		836		701		0,442	5,933	46,733				21,016		9,321	109,534	8,225	109,534	23,105	23,105		
1.7	959		834		800		0,430	6,733	53,333				23,265		9,467	107,334	8,330	107,334	20,194	20,194		
1.7	1056		832		912		0,419	7,633	60,800				25,776		8,989	100,666	8,014	100,666	22,020	22,020		
1.8	1254		830		1010		0,408	8,633	67,333				28,576		9,455	106,733	8,255	106,733	25,776	25,776		
1.8	1382	1392	829	622	1154	866	0,400	9,733	76,933	57,733	207 x 1,392		31,467		10,131	110,000	8,623	110,000	25,668	25,668		
1.9	1516		829		1260		0,392	10,933	84,000				35,867		10,146	109,733	8,225	109,733	20,521	20,521		
1.9	1717		821		1406		0,384	12,333	91,000				40,933		9,206	109,733	8,225	109,733	23,105	23,105		
1.10	1906		818		1578		0,377	13,933	97,000				46,733		8,989	107,334	8,330	107,334	20,194	20,194		
1.10	2116		816		1768		0,369	15,733	103,000				53,333		8,989	100,666	8,014	100,666	22,020	22,020		
1.11	2349		815		1965		0,362	17,733	109,000				60,800		9,455	106,733	8,255	106,733	25,776	25,776		
1.11	2608	2432	814	567	2165		0,354/0,359	19,933	115,000	91,933	40 x 4,5 + 7 x 6		67,333		10,131	110,000	8,623	110,000	25,668	25,668		
1.12	2933	2791	812	622	2392		0,352	22,333	121,000				76,933		9,206	109,733	8,225	109,733	20,521	20,521		
1.12	3253	3061	810	684	2655		0,344	25,333	127,000				84,000		8,989	107,334	8,330	107,334	20,194	20,194		
1.1	3339	3061	809	747	2933		0,338/0,344	28,933	133,000				91,267		8,989	100,666	8,014	100,666	22,020	22,020		
1.2	3348	3422	808	810	3253		0,338/0,344	32,933	139,000				99,000		9,206	109,733	8,225	109,733	23,105	23,105		
1.2	3555	3422	808	873	3573		0,334/0,336	37,333	145,000				107,334		9,467	107,334	8,330	107,334	20,194	20,194		
1.3	3831	3640	803	936	3953		0,332	41,933	151,000				115,000		9,467	107,334	8,330	107,334	20,194	20,194		
1.3	3857	3640	803	1000	4273		0,328/0,332	46,333	157,000				123,000		9,467	107,334	8,330	107,334	20,194	20,194		
1.4	3865	3905	802	1064	4593		0,328	50,733	163,000				131,000		9,467	107,334	8,330	107,334	20,194	20,194		
1.4	4103	3905	802	1128	4913		0,325/0,326	55,133	169,000				139,000		9,467	107,334	8,330	107,334	20,194	20,194		
1.5	4146	4402	801	1192	5233		0,324	60,000	175,000				147,000		9,467	107,334	8,330	107,334	20,194	20,194		
1.5	4402	4402	801	1256	5553		0,320/0,320	64,400	181,000				155,000		9,467	107,334	8,330	107,334	20,194	20,194		
1.6	4673	4962	800	1320	5873		0,316	69,200	187,000				163,000		9,467	107,334	8,330	107,334	20,194	20,194		
1.6	4962	4962	800	1384	6193		0,313/0,313	73,600	193,000				171,000		9,467	107,334	8,330	107,334	20,194	20,194		
1.7	5268	5593	800	1448	6513		0,309	78,000	199,000				179,000		9,467	107,334	8,330	107,334	20,194	20,194		
1.7	5593	5593	800	1512	6833		0,306/0,306	82,400	205,000				187,000		9,467	107,334	8,330	107,334	20,194	20,194		
1.8	5938	6305	800	1576	7153		0,302	86,800	211,000				195,000		9,467	107,334	8,330	107,334	20,194	20,194		
1.8	6305	6305	800	1640	7473		0,299	91,200	217,000				203,000		9,467	107,334	8,330	107,334	20,194	20,194		
1.9	7107	7107	800	1704	7793		0,295	95,600	223,000				211,000		9,467	107,334	8,330	107,334	20,194	20,194		
1.9	7545	7545	800	1768	8113		0,292	100,000	229,000				219,000		9,467	107,334	8,330	107,334	20,194	20,194		
1.10	8011	8011	800	1832	8433		0,288	104,400	235,000				227,000		9,467	107,334	8,330	107,334	20,194	20,194		
1.10	8011	8011	800	1896	8753		0,285	108,800	241,000				235,000		9,467	107,334	8,330	107,334	20,194	20,194		

308 fiskar 3386 kg

308 fiskar 3386 kg

Mesta deiling 15. jan. 10,7 l/sek.

Mesta eldisrými 15. jan. 120,5 m³

Mesta féðarpörf 15. jan. 27,2 kg/24 klst.

Arleg féðarpörf 7880 kg.

Arframleiðsla:
1 tll 2 kg. 207 stk. = 3386 kg.

4 tll 5 kg. 360 * = 1641 kg.

5 tll 9 kg. 241 * = 1457 kg.

808 stk. 3386 kg.

4

FRAMLEIÐSLUAFKÖST

55 MW rafstöð í samrekstri :	Ársframleiðsla	6820 tonn
30 " " " " :	"	3720 "
15 " " " " :	"	1860 "

Heildarþyngd miðast við óslægðan lax.

Þyngd á slægðum laxi er áætluð 90% af óslægðri þyngd (Heimild: "Fiskeoppdretternes Salgslag A/L" frá 14. maí 1980).

Mynd 2 sýnir, hvernig eldisrými breytist, ef álag er alltaf 15 kg fisks/m³ eldissjávar. Magn er miðað við 1000 seiði í upphafi eldis. Mest eldisrými verður um 15. janúar eða 120,5 m³. Ef eldisrými væri 100 m³ í stað 120,5 m³ yrði álagið 18,1 kg/m³ rétt fyrir slátrun 15. janúar.

Minnst eldisrými yrði 86,9 m³ rétt eftir slátrun 15. október. Væri eldisrými þess í stað 100 m³ yrði álagið 13,0 kg/m³.

Eldisrými í 6820 tonna stöð yrði miðað við meðalpörfina 100 m³ fyrir 1000 seiði í upphafi eldis, sbr. töflu 1, seiði í upphafi eldis, samtals 201.400 m³ eða 672 eldisker, hvert með 300 m³ eldisrými. Með um 5% fleiri kerjum vegna hreinsunar og viðhalds yrðu kerin samtals 704.

TAFIA 2

HEITT ÁR : SJÁVARHITI - ELDISHITI - NÝTT VARMAFL.

Dags.	Sjávarhitastig °C		Eldishitastig °C		Eldissjór fyrir 1000 fiska í byrjun - 1/sek.		Nýtt varmafl fyrir 2.014.000 fiska í byrjun MW		Eftir slátrun %
	Fyrir slátrun	Eftir slátrun	Fyrir slátrun	Eftir slátrun	Fyrir slátrun	Eftir slátrun	Fyrir slátrun	Eftir slátrun	
1.12	7,30	13,2	10,307	9,753	501	501	100	100	
15.12	6,95	12,6	10,763	9,753	501	501	100	100	
1.1	6,60	12,5	10,175	8,942	501	501	100	100	
15.1	6,55	12,1	10,769	8,942	501	501	100	100	
1.2	6,50	12,9	9,483	9,045	501	501	100	100	
15.2	6,60	12,7	9,993	9,045	501	501	100	100	
1.3	6,70	13,0	9,509	9,052	501	501	100	100	
15.3	6,95	12,9	10,169	9,052	501	501	100	100	
1.4	7,20	13,4	9,688	9,460	501	501	100	100	
15.4	7,85	13,4	10,570	9,460	501	485	100	97	
1.5	8,50	14,0	10,425	9,629	476	370	95	74	
15.5	9,35	14,0	11,195	9,629	431	370	86	86	
1.6	10,20	14,0	10,364	9,533	326	240	65	48	
15.6	10,95	14,0	11,203	9,533	283	240	56	48	
1.7	11,70	14,0	10,360	9,587	197	155	39	31	
15.7	12,05	14,0	11,264	9,587	182	155	36	31	
1.8	12,40	14,0	10,236	9,145	136	140	27	28	
15.8	12,15	14,0	11,281	9,145	173	140	34	28	
1.9	11,90	14,0	9,793	9,262	170	218	34	44	
15.9	11,15	14,0	10,526	9,262	248	218	50	44	
1.10	10,40	14,0	9,994	8,910	298	328	59	66	
15.10	9,55	14,0	10,769	8,910	396	328	79	66	
1.11	8,70	14,0	9,683	9,178	425	456	85	91	
15.11	8,00	13,8	10,678	9,178	501	456	100	91	

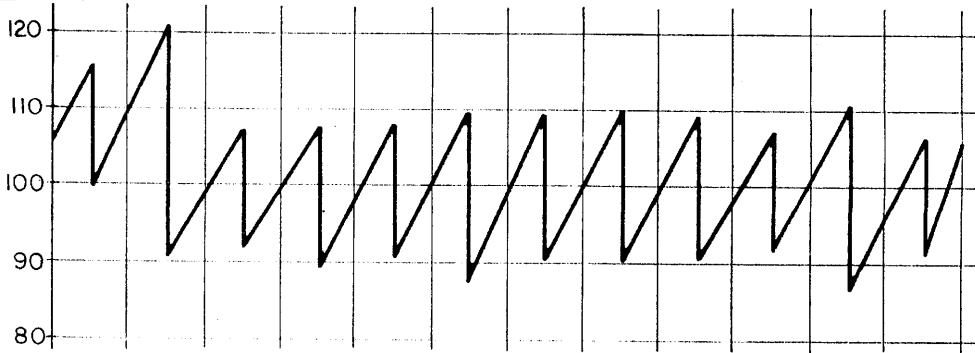
TAFLA 3

KAIT ÁR : SJÁVARHITI - ELDISHITI - NÝTT VARMAFL.

Dags.	Sjávarhitastig °C		Eldshitastig °C		Eldissjör fyrir 1000 fiska í byrjun - l/sek.		Nýtt varmaafli fyrir 2.014.000 fiska í byrjun MW		Fyrir slátrun Eftir slátrun		Fyrir slátrun Eftir slátrun		Fyrir slátrun Eftir slátrun		
	Fyrir slátrun	Eftir slátrun	Fyrir slátrun	Eftir slátrun	Fyrir slátrun	Eftir slátrun	Fyrir slátrun	Eftir slátrun	Fyrir slátrun	Eftir slátrun	Fyrir slátrun	Eftir slátrun	Fyrir slátrun	Eftir slátrun	Fyrir slátrun
1.12	4,30	10,9	9,351	8,849	501	501	501	501	501	501	100	100	100	100	
15.12	3,95	10,3	9,773	8,849	501	501	501	501	501	501	100	100	100	100	
1.1	3,60	10,3	9,270	8,131	501	501	501	501	501	501	100	100	100	100	
15.1	3,55	9,9	9,807	8,131	501	501	501	501	501	501	100	100	100	100	
1.2	3,50	10,7	8,645	8,224	501	501	501	501	501	501	100	100	100	100	
15.2	3,60	10,4	9,067	8,224	501	501	501	501	501	501	100	100	100	100	
1.3	3,70	10,8	8,663	8,290	501	501	501	501	501	501	100	100	100	100	
15.3	3,95	10,7	9,270	8,290	501	501	501	501	501	501	100	100	100	100	
1.4	4,20	11,2	8,832	8,729	501	501	501	501	501	501	100	100	100	100	
15.4	4,85	11,3	9,694	8,729	501	501	501	501	501	501	100	100	100	100	
1.5	5,50	12,0	9,620	9,357	501	501	501	501	501	501	100	100	100	100	
15.5	6,35	12,3	10,463	9,357	501	501	501	501	501	501	100	100	100	100	
1.6	7,20	13,3	10,241	9,533	501	501	501	501	501	501	100	100	100	100	
15.6	7,95	13,5	11,185	9,533	501	501	501	501	477	477	100	100	95	95	
1.7	8,70	14,0	10,360	9,587	454	454	454	454	393	393	91	91	78	78	
15.7	9,05	14,0	11,264	9,587	461	461	461	461	389	389	92	92	78	78	
1.8	9,40	14,0	10,236	9,145	389	389	389	389	367	367	78	78	73	73	
15.8	9,15	14,0	11,281	9,145	453	453	453	453	413	413	90	90	83	83	
1.9	8,90	14,0	9,793	9,262	413	413	413	413	448	448	83	83	90	90	
15.9	8,15	13,9	10,728	9,262	501	501	501	501	501	501	100	100	100	100	
1.10	7,40	13,6	10,047	8,895	501	501	501	501	501	501	100	100	100	100	
15.10	6,55	12,6	10,228	8,895	501	501	501	501	501	501	100	100	100	100	
1.11	5,70	12,5	9,166	8,551	501	501	501	501	501	501	100	100	100	100	
15.11	5,00	11,6	9,462	8,551	501	501	501	501	501	501	100	100	100	100	

Eldisrými m³

Samanlögð rýmisþörf fiska á 1. og 2. ári

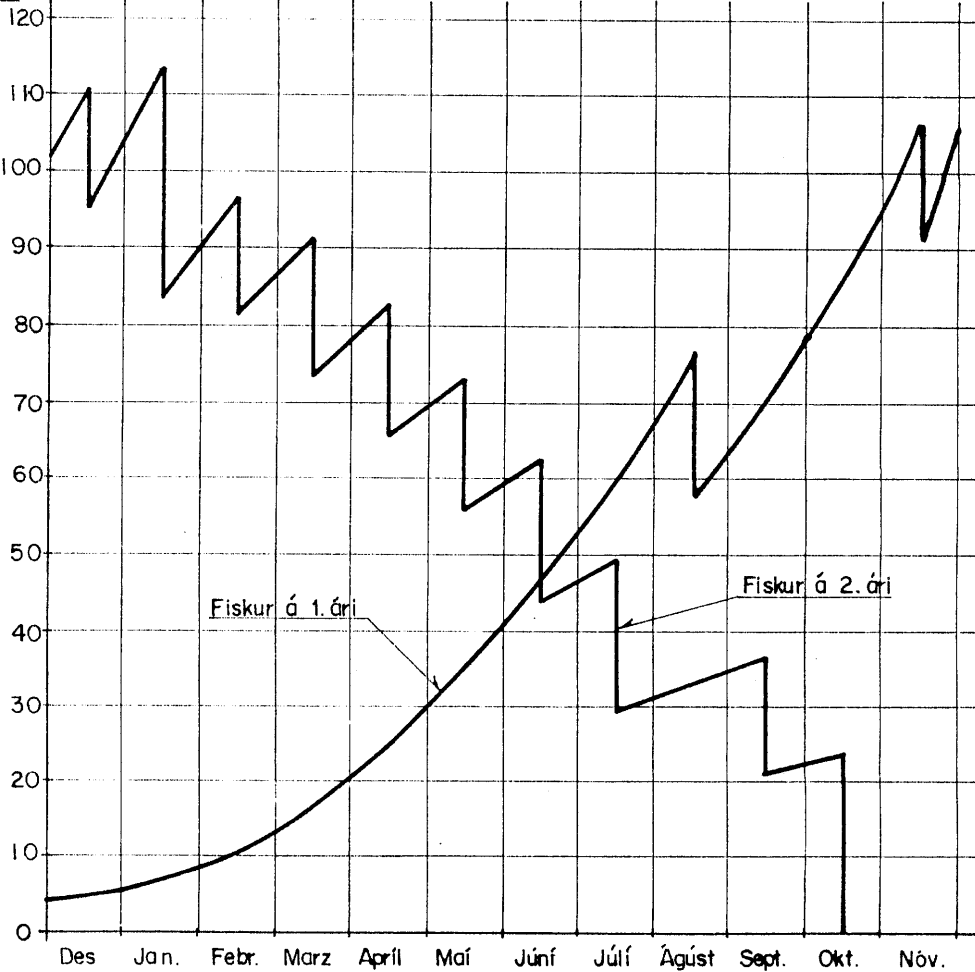


Mesta rými = 120,5 m³
við $\rho' = 15,0 \text{ kg/m}^3$

Minnsta rými = 86,9 m³
við $\rho' = 15,0 \text{ kg/m}^3$

Við 100 m³ eldisrými yrði álag mest $\rho' = 18,1 \text{ kg/m}^3$ og minnst $\rho' = 13,0 \text{ kg/m}^3$

Eldisrými m³



Fiskur á 1. ári

Fiskur á 2. ári

MYND 2

VERKFRÆDISTOFA
GUÐMUNDAR & KRISTJÁNS
Lauðásvogi 12 Sími 26022

Mb. nr.	Verkfr. nr.	134	l. p.
✓	Reikn. nr.	SO.	
	Yfirt. nr.	4	
	Samþ.		

RAFLAX
Eldisrými - 1000 fiskar í byrjun.
Slátrun hefst 15. nóv.

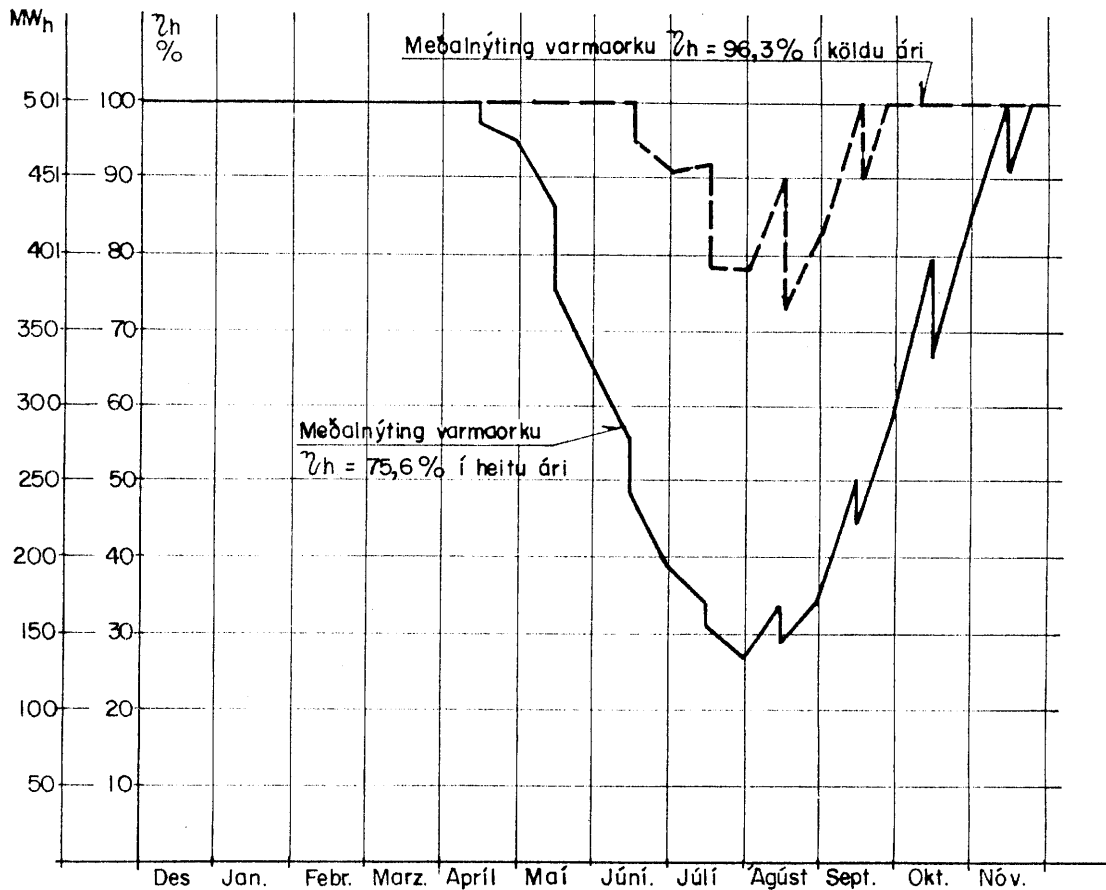
Verk nr.
TRÁKING NR.
J-4-59

5 VARMAORKUÐÖRF ELDISSTÖÐVAR

Gert er ráð fyrir því, að varmaorka til afnota fyrir eldisstöð verði fólgin í 38°C heitum sjó, sem kemur frá raforkuverinu. Þar yrði misheitur sjór, sem dælt væri frá dælustöð við ströndina, hitaður í eimsvala og sérstökum varmaskipti.

Eldisstöðinni er ætlað að nýta volga sjóinn (38°C) með því að blanda honum í óhitaðan sjó hverju sinni og framleiða þannig 10° - 14° eldissjó. Í köldu ári verður hægt að nýta um 96,3% varmaorkunnar, sem kælisjórinn flytur frá raforkuverinu í formi 38°C volgs sjávar, en í heitu ári um 75,6%. Þetta varmaafli er mest um 501 MW, og verður árlegur nýtingartími þess um 8436 klst. í köldu ári en um 6623 klst. í heitu ári. Nýting þessa varmaafli eftir árferði og árstíma er sýnd á mynd 3, bls 23.

NÝTING ELDISSTÖÐVAR Á 38°C VOLGUM KÆLISJÓ FRÁ RAFORKUVERI



100 % nýting í þessu línuriti svarar til nýtingar á öllum jarðsjó frá skiljustöð og þéttivatni frá eimsvala raforkuvers niður í 20°C.

MYND 3

VERKFRÆDISTOFA GUDMUNDAR & KRISTJÁNS Lóulásvogi 12 Sími 26022	Már	Verkfr.	5,84	l.p.
	✓	Tekin		
RAFLAX Varmaorkunýting eldisstöðvar	Yfirt.			
	Samp.			
Verk nr.	TEIKNING NR.			
	J-4-65			

6 RAFORKUÞÖRF ELDISSTÖÐVAR.

Raforkuþörf eldisstöðvarinnar ræðst fyrst og fremst af nauðsynlegri orku til dælingar á eldissjó, sem er mest um 9,1 MW.

Önnur raforkuþörf eldisstöðvar er áætluð um 1 MW.

Orkuþörf rafstöðvar til dælingar á kælisjó að eimsvala er áætluð mest um 2,3 MW, og er þá innifalin dæling vegna nýtingar á varma úr holuvatni frá háþrýstiskiljum gufuveitu.

Mesta samtímanotkun í samrekstri verður 10 MW til dælingar og 1 MW til annarra þarfa eða samtals 11 MW.

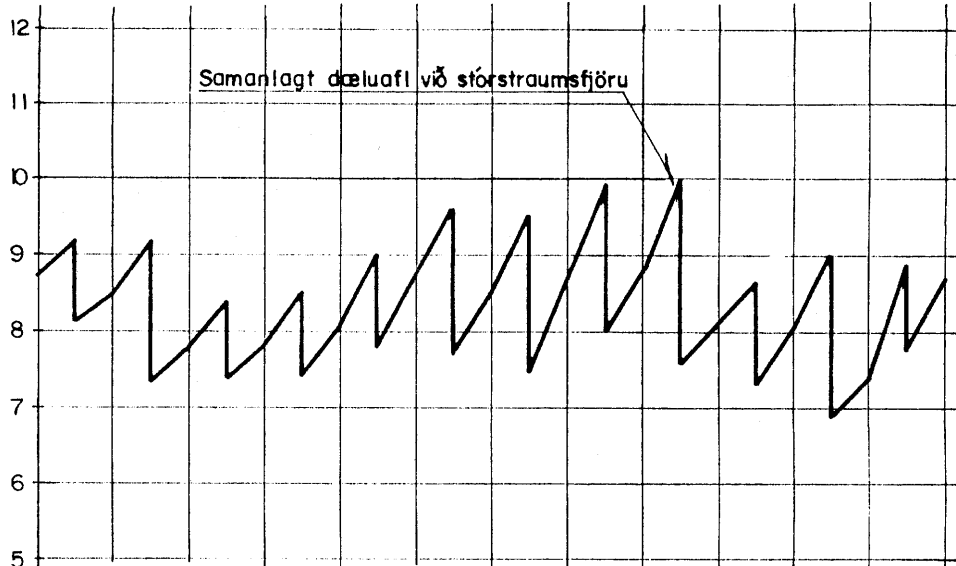
Myndir 4 og 5 sýna, hvernig mesta samtíma dæluafliþörf breytist yfir árið. Þær sýna einnig magn kælisjárvar, sem nýtist til upphitunar eldissjárvar. Þar sést enn fremur, hvernig sjávarhiti við ströndina breytist yfir árið svo og eldishitastig á hverjum tíma.

Raforkuþörf hefur verið reiknuð vegna dælingar og annarrar notkunar.

Í heitu ári :	Dæling	(10,0 MW)	67,9	GWh/ár
	Annað	(1,0 MW)	5,7	"
			<hr/>	
	Samtals	(11,0 MW)	73,6	"
			<hr/>	
	Nýting afltopps		6691	<u>klst/ár</u>
			<hr/>	

Í köldu ári :	Dæling	(9,8 MW)	62,2	GWh/ár
	Annað	(1,0 MW)	5,7	"
			<hr/>	
	Samtals	(10,8 MW)	67,9	"
			<hr/>	
	Nýting afltopps		6287	<u>klst/ár</u>
			<hr/>	

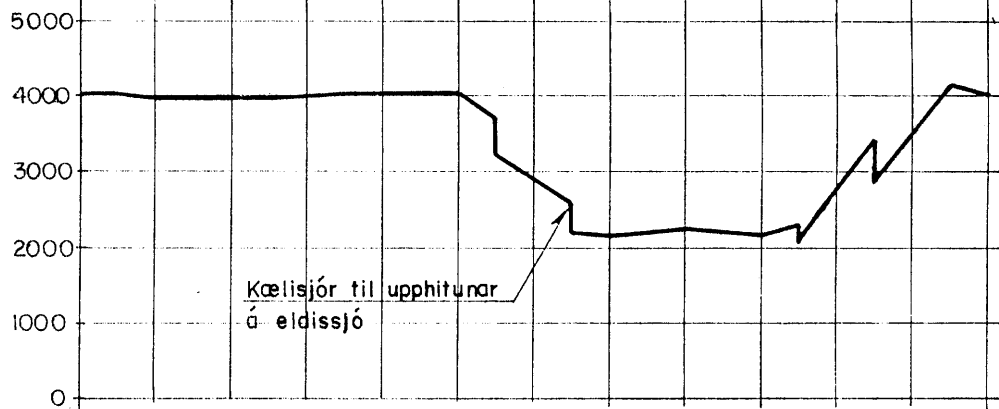
MWR



Heitt ár

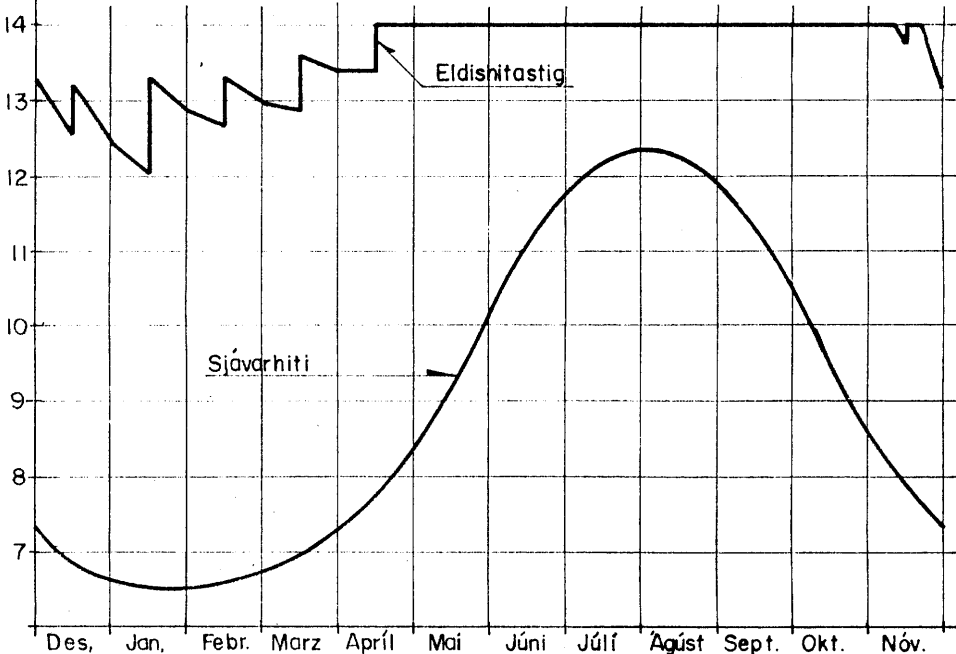
Mesta samtíma
dæluafisþörf

kg/sek.



Magn kælisjavar, sem
nýtist til upphitunar á
eldissjó.

°C



Eldishitastig.

Sjávarhiti.

MYND 4

VERKFRÆDISTOFA
GUDMUNDAR & KRISTJÁNS
 Laufásvegur 12 Sími 26022

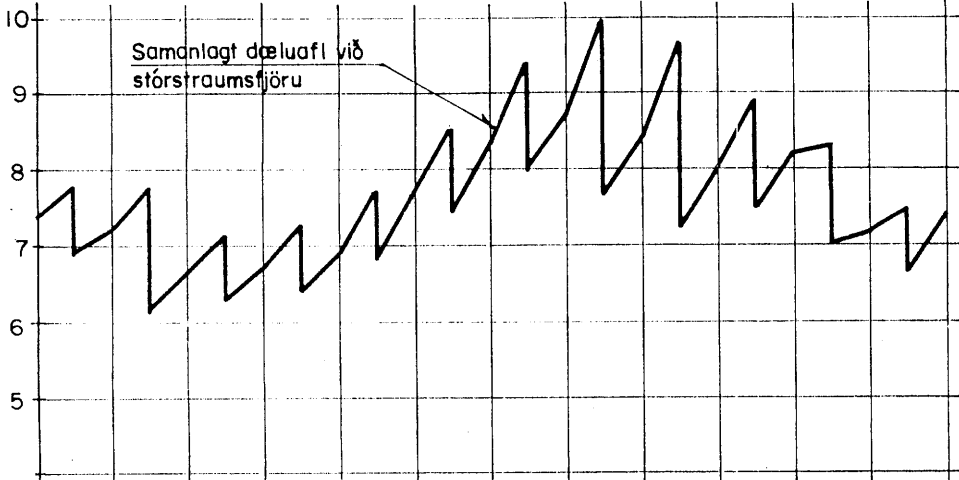
Mær.	Verkfr.	494	l. b.
/	Tekn.	1	sd.
	Virt.	1	sd.
	Samb.	1	sd.

RAFLAX Heitt ár
 Eldishitastig, kælisjór og
 dæluafli.

Verk nr.
TEIKNING NR.
J-4-63
 Blað 07

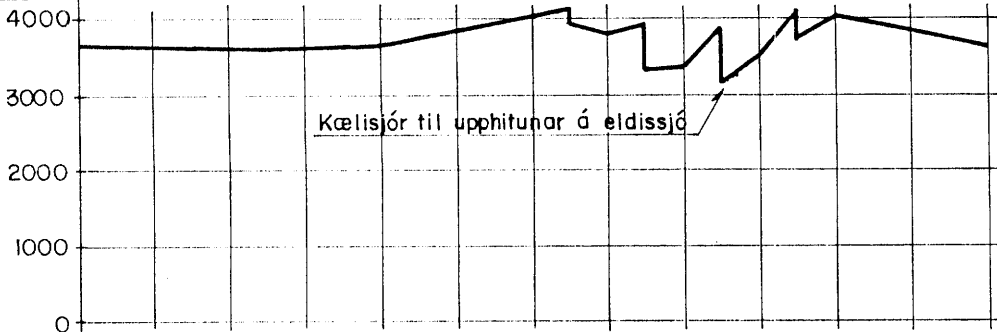
MWR

Kalt ár



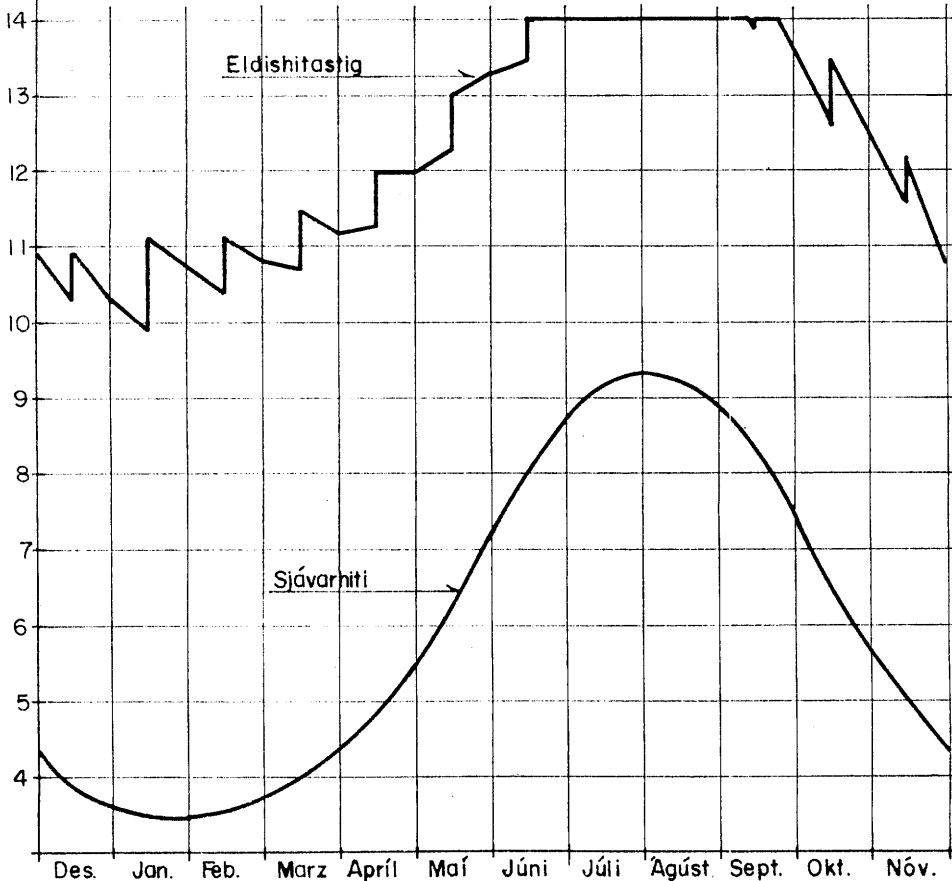
Mesta samtíma dæluafisþörf.

kg/sek.



Magn kælisjár, sem nýtist til upphitunar á eldissjó.

°C



Eldishitastig.

Sjávarhiti.

MYND 5

VERKFRÆDISTOFA		Már.	Verkfri.	4.04.1. P.
GUDMUNDAR & KRISTJÁNS		%	Tösk.	-4- SD.
Lauíasvegi 12			Yfir.	-7- 0.
Sími 26022			Samp.	
RAFLAX		Kalt ár		
Eldishitastig, kælisjór og dæluafi.		TEIKNING NR.		
		J-4-64		

7 AFL RAFSTÖÐVAR ÚT Á KERFI.

Uppsett afl í rafstöð	55 MW
Afltoppur til eldisstöðvar og dælingar	11 "
Afl til ráðstöfunar	<u>44 MW eða meir á sumartíma</u>
	<u>45 MW " " á vetrartíma</u>

Afltoppur eldisstöðvar yrði hæstur á sumartíma (í júlí).

Afl til ráðstöfunar á vetrartíma yrði 0,8 MW meira í heitu ári og um 1,7 MW meira í köldu ári eða 44,8 - 45,7 MW.

8 ORKUVINNSLA RAFSTÖÐVAR.

Nýtingartími ráðstöfunaraflds rafstöðvar er áætlaður 5300 klst, sem er svipaður nýtingartími og gert er ráð fyrir í áætlunum um nýjar vatnsaflsvirkjanir. Þetta svarar til orkuvinnslunnar 238,5 GWh á ári.

Orkuvinnsla rafstöðvar í þágu laxeldisstöðvar er áætluð allt að 73,6 GWh á ári, en að meðaltali er hún 70,8 GWh/a.

Orkuvinnsla rafstöðvar yrði þá alls 309,3 GWh á ári.

Svarar hún til nýtingartímans 5624 klst. á ári.

9

STOFNKOSTNAÐUR VIRKJANA

Í töflu 4 eru sýndar einkennisstærðir nokkurra virkjunarkosta. Tölur eru fengnar úr verkfræðiáætlunum og kostnaður framreiknaður með vísitölu byggingarkostnaðar. Nýtingartíminn er ekki nákvæmlega sá sami fyrir alla kostina, en er í öllum tilvikum nálægt 5.000 stundum á ári. Rannsóknir á þessum kostum eru komnar mislangt (sbr. kennitölu, sjá "Samanburður virkjunarkosta á fyrstu rannsóknarstigum" OS-84006/OBD-01), og eru tölur í töflunni því ekki fullkomlega sambærilegar milli kosta. Líkur á, að stofnkostnaðartölur hækki eru mun meiri í tilvikum, þar sem rannsóknir eru stutt á veg komnar en í tilvikum, þar sem þær eru lengra komnar.

TAFLA 4 Kennitölur virkjunarkosta

Kenni- tala	Kostur	Afl MW	Orkumáttur GWh/ár	Stofnkostnaður Mkr.
9.2	Blönduvirkjun	150	750	3.700
7.2	Fljótsdalsvirkjun	252	1325	7.000
7.2	Sultartangavirkjun	120	660	3.700
6.2	Vatnsfellsvirkjun	98	470	2.100
2.1	Urriðafossvirkjun	179	920	4.100
	Hengill, góður borárangur	100	530	2.200
	Hengill, sæmilegur borárangur	100	530	2.900
	Hengill, lélegur borárangur	100	530	4.100

10 MANNVIRKI

10.1 Lýsing á byggingarmannvirkjum á eldissvæði.

10.1.1 Inntaksskurður, lón, frárennslisskurður, ker.

Reiknað er með að sprengja innrennslisskurð í gegnum mjótt klapparhaft. Klapparhaft þetta nær upp í um + 5,0 m hæð og myndar því góða vörn gegn úthafsöldunni. Reiknað er með að sprengja haft þetta niður í - 2,5 m. Í inntaksrennuna er síðan sett stórgrýti eða "dolosar", sem eru sérstakir járnþentir krossar til að brjóta niður öldu. Innan við inntaksrennuna fer sjórinn síðan í lón. Á þessu svæði er nú laus jarðvegur í 0 til + 2,0 m hæð. Reiknað er með dýpkun niður í - 2,5 til - 3,0 m hæð. Úr lóninu rennur sjórinn síðan gegnum malarsíu inn í steypa geyma, sem eru undir dæluhúsinu. Kringum inntakslónið eru varnargarðar upp í + 3,0 m hæð.

Útrennslíð er um 120 m norðan við inntaksskurðinn. Frárennslíð frá kerjunum endar í frárennsliskeri. Eru frárennsliskerir tvö, hvort fyrir 2 skála, og úr þeim rennur vatnið síðan út í afrennslisskurðinn.

Loka má frárennsliskerinu með rist, og er hugmyndin, að þar verði laxinn tekinn við slátrun. Lagnirnar úr eldiskerjum í frárennslisker verða það víðar, að laxinn kæmist niður um þær og í frárennsliskerið, t.d. ef tæma þyrfti eldiskerið. Úr frárennsliskeri yrði auðvelt að háfa fiskinn.

10.1.2 Jöfnun svæðis og jarðvinna við ker.

Svæðið, þar sem kerin verða, er hraun, sem er vinnanlegt með stórri ýtu. Hluta af því þarf að rippa og e.t.v. sprengja einn og einn eartil. Reiknað er með að jafna svæðið miðað við botn í kerjum og setja umframefni í hauga við jaðra svæðisins. Síðan má steypa kerin og leggja lagnir og sand yfir rör. Að því búnu yrði hrauni jafnað úr haugunum við jaðar svæðisins upp að kerjunum í tæplega hálfra hæð þeirra, og loks yrði sett 15 cm lag af fínna efni yfir til jöfnunar. Samkvæmt þessari áætlun lækkar efsti hluti eldissvæðisins töluvert til að minnka lyftihæð í dælingu. Töluverður kostnaður verður við þessa jöfnun.

10.1.3 Eldishús og eldisker

Ákveðið var, að byggt skyldi yfir öll eldisker og að stöðinni yrði skipt upp í fjögur sjálfstæð eldishús, hvert um sig 162 x 252 m. Í hverju húsi gætu rúmast 216 steipt ker \emptyset 12 m í þvermál og 3 m á dýpt með 300 m³ eldisrými. Sett yrðu þó ekki upp nema 212 ker, en aukarýmið notað undir fóðurgeyma o.fl. Í þessum stærðarákvörðunum er reiknað með 15 kg fisks/m³ í eldisrými. Aukafjöldi kerja yrði 5% vegna viðhalds og hreinsunar.

Samkvæmt lauslegum upplýsingum frá Skotlandi er þar í landi reiknað með rúmmum 30 kg fisks/m³ í eldisrými. Ef þetta reynast raunhæfar tölur fæst allt að 30% lækkun stofnkostnaðar við eldisstöðina án gufuveitu og raforkuvers. Þetta er því þáttur, sem þarfnast frekari könnunar.

Burðarvirki eldissskála yrði úr strengjasteypu og súlubíl u.þ.b. 10x13 m. Límtrésásar kæmu á burðarbita og þar á húðaðar báruálplötur. Lýsing fengist gegnum báraðar plastplötur, er féllu í þakflötinn, og loftræsting fengist um endilangan mæninn. Húsin yrðu óeinangruð og vegir milli kerjanna ætlaðir flutningatækjum og lyfturum.

10.1.4 Sjóveita

Til sjóveitu eru taldar lagnir frá dæluhúsi að rafstöð og þaðan að loftun (kælisjór), ennfremur lagnir frá dæluhúsi að loftun (blöndunarsjór) og dreifilagnir frá loftun að einstökum eldiskerjum (eldissjór).

Gert er ráð fyrir plastpípum í öllum lögnum sjóveitu. Stofnlagnir eru áætlaðar 1,2 m í þvermál, en þvermál lagna fer minnkandi með minnkandi streymi. Innstreymisstútar í hvert ker eru áætlaðir 180 mm í þvermál og með spjaldloka til þess að stjórna rennsli inn í hvert ker.

10.1.5 Fóðurkerfi.

Gert er ráð fyrir 1400 m² fóðurgeymsluhúsi, sem rúmað gæti um 2700 tonn þurrfóðurs í sekkjum á pöllum fyrir gaffallyftara. Þetta svarar til um tveggja mánaða birgða að meðaltali. Í húsinu yrðu 4 gaffallyftarar.

Gert er ráð fyrir loftkerfi til flutnings þurrfóðurs úr fóðurgeymsluhúsi og út í sérstaka fóðurgeyma í eldishúsum, einn í hverju húsi. Stærð um 460 m³, sem svarar til um 30 daga birgða að meðaltali.

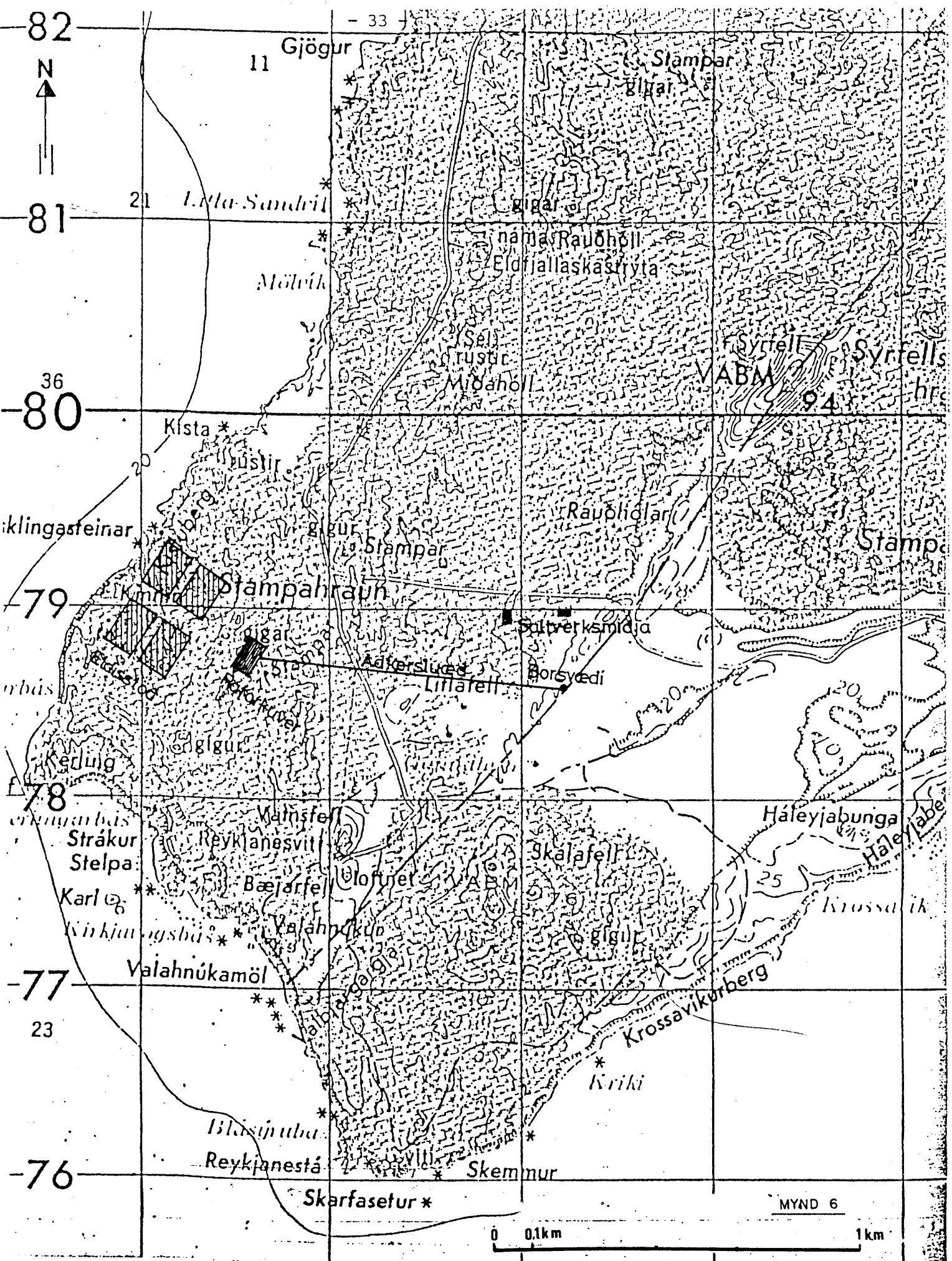
Gert er enn fremur ráð fyrir loftkerfi til flutnings úr hverjum fóðurgeymi og í fóðurtæki yfir eldiskerjum. Yfir hverju eldiskeri yrðu tvö fóðurtæki, hvort með a.m.k. 60 lítra geymi, sem svarar til 33 - 42 klst. fóðurnotkunar. Fóðurtækjum mætti stjórna með sérstöku sjálfvirku og stillanlegu stjórnþæki. Á milli fóðurgjafa yrðu allt að 30 mín., en hver fóðurlota gæti varað allt að 30 sek.

Hverju eldishúsi er áætlað að fylgi tvær sendibifreiðar, sem einkum yrðu notaðar til flutninga innan eldisstöðvarinnar.

10.1.6 Frárennsliskerfi.

Frárennsliskerfi kerjanna er fyrirhugað að verði úr steiptum pípum og með brunnum steiptum úr einingum. Þó yrðu notaðar heilar plastpípur undir kerin. Frárennsliskerfið endar í kerin tengdu útrennslisskurði út í sjó. Tæma má kerin af fiski niður í endakerið (frárennsliskerið) um lagnirnar, sjá kafla 10.1.1.

Frá þjónustuhúsi og sláturhúsi yrði lagt sérstakt frárennsliskerfi, sem endaði í rotþró.



ERKEFNI **RAFLAX**
EITI **yfirlitsmynd**

E. P. Sævi

T. VO
R. VO
DAGS. MAÍ 1984

NR.
430 - 6 - 3

HEDARLINUR ÁETIADAR
Á HLUTA SVÆDISINS

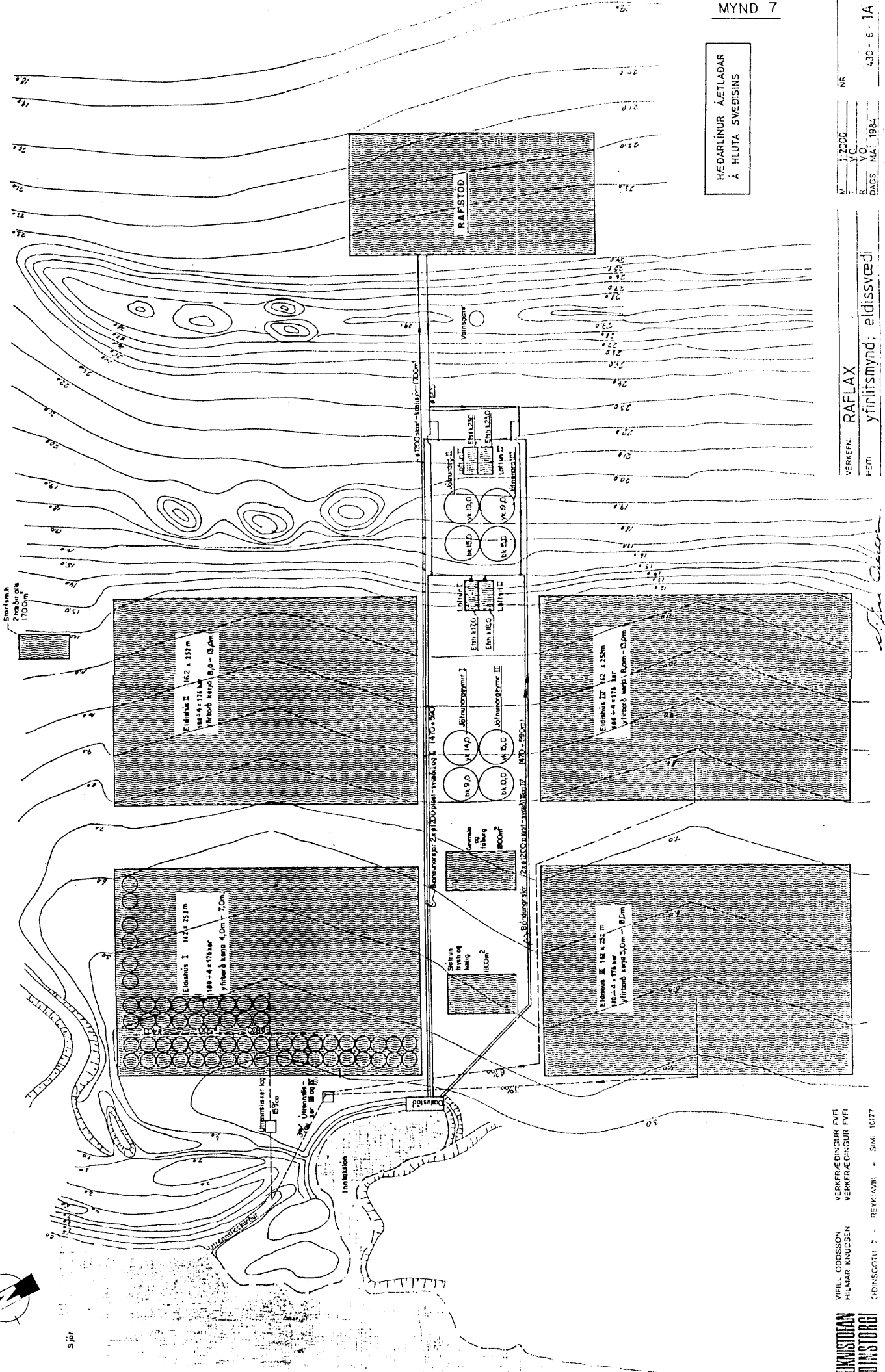
M 1:2000 NR
V.O.
R. V.O.
DAGS M.A. 1984

VERKEFNI: RAFLAX
HEITI: yfirlitsmynd; eldissvæði

S. Ólafsson

VERKFRÆÐINGUR PVFI
VERKFRÆÐINGUR PVFI
VERKFRÆÐINGUR PVFI
VERKFRÆÐINGUR PVFI

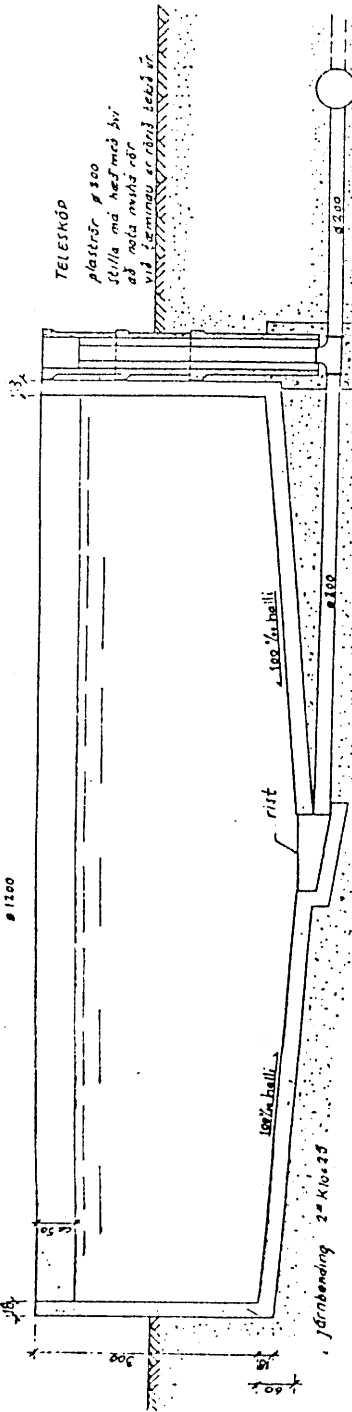
TEKNISTJÓRN
ÓDINNSTÓRN



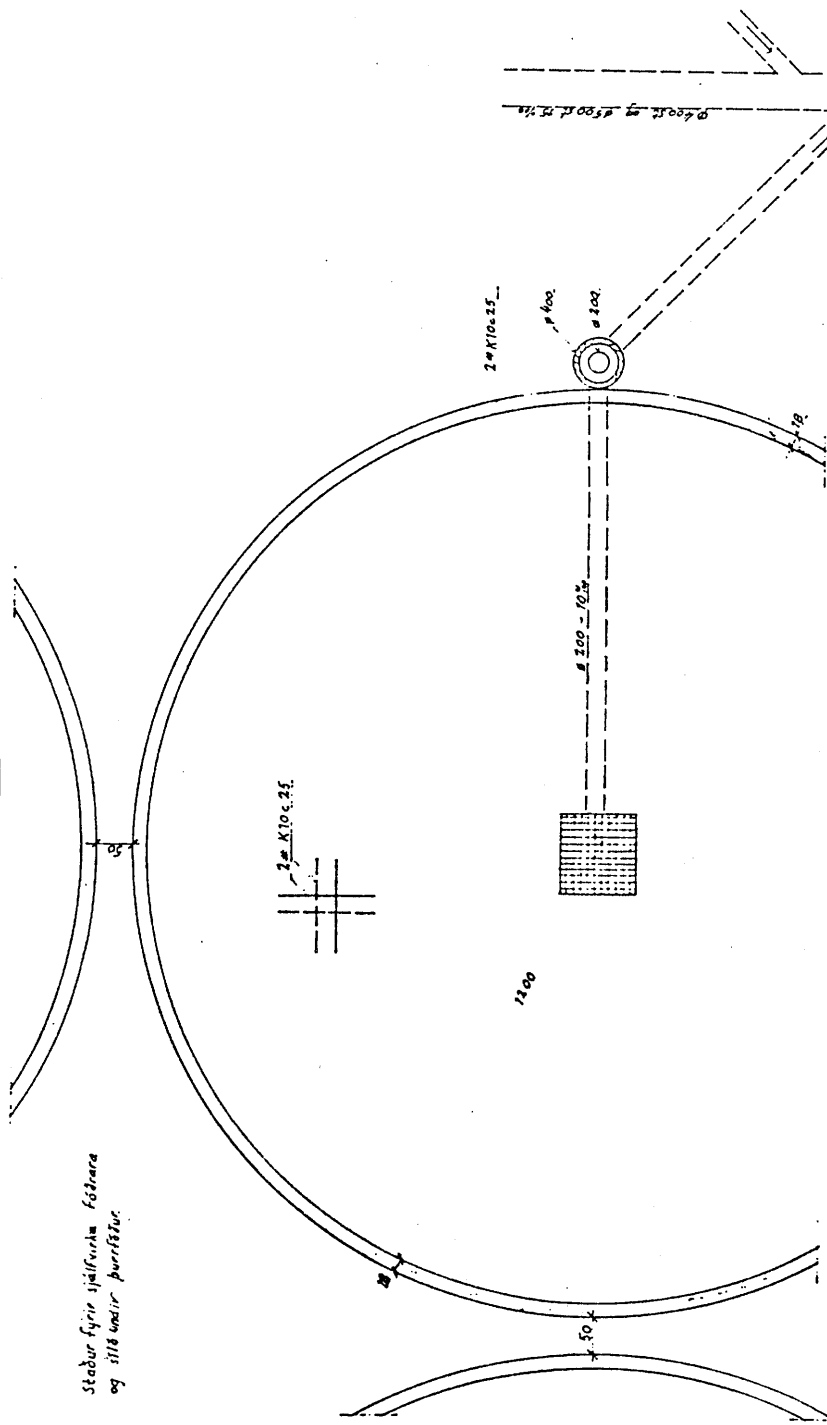
Sjór

16177

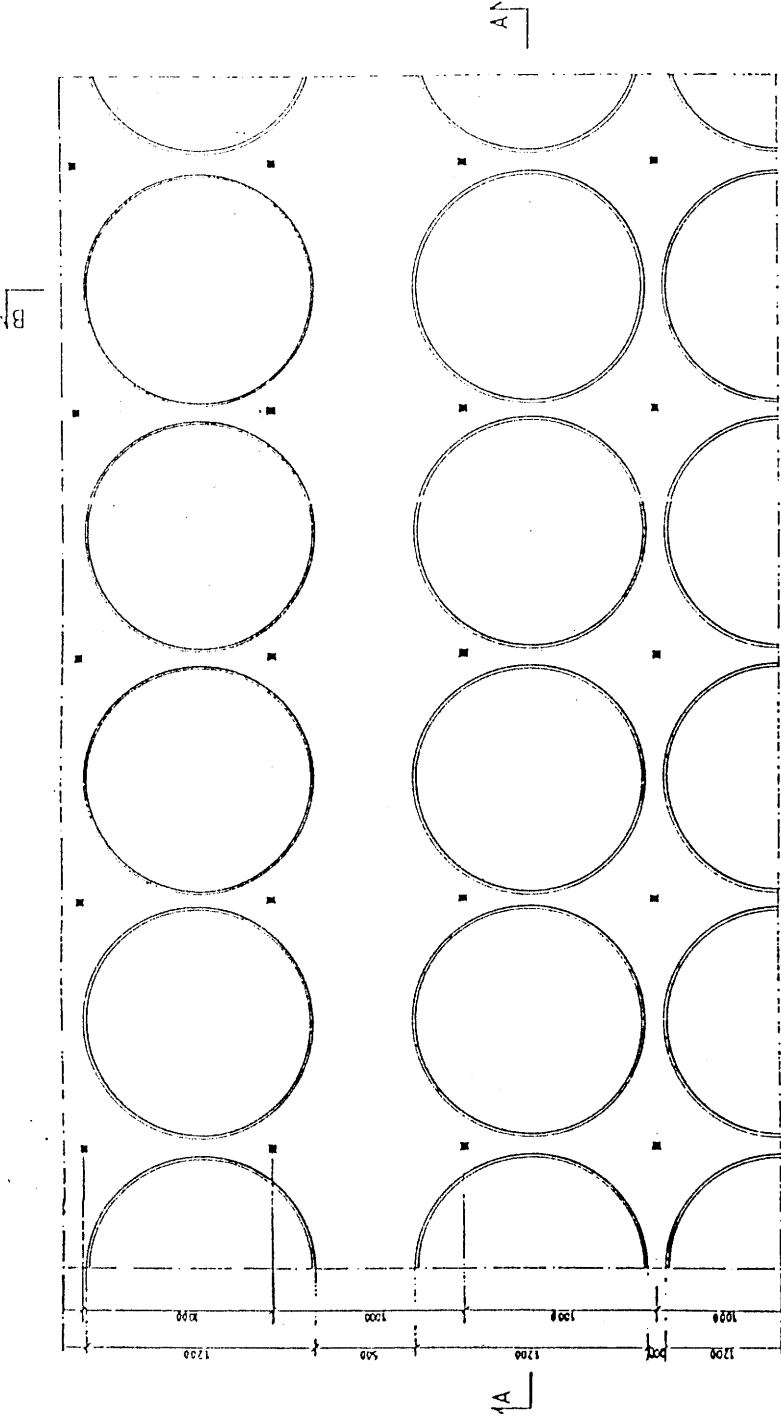
ELDISKER
SNID, 1:100



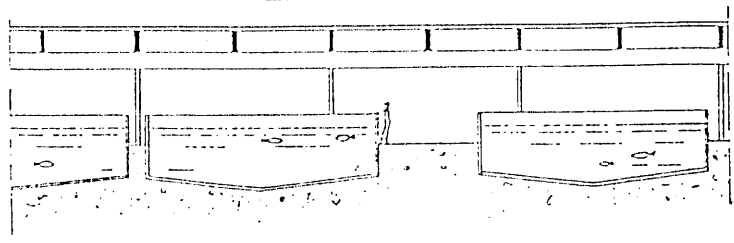
GRUNNMYND, 1:100



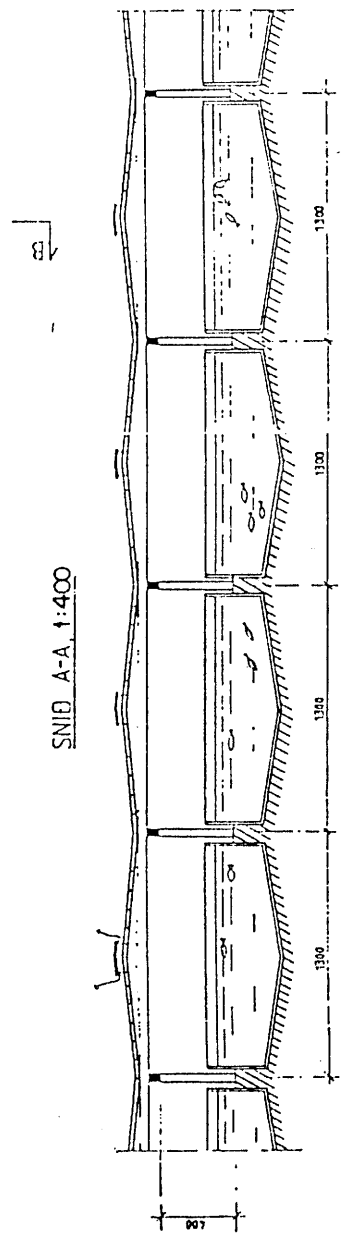
GRUNNMYND. 1:400



SNID B-B, 1:400



SNID A-A, 1:400



MYND 9

TEKNIKTUNINGUR
MILJAU
KNOTSEN

VÍPILL ÓÐÓSSON
MILJAU
KNOTSEN

VERKFRÆÐINGUR PVFI
VERKFRÆÐINGUR PVFI

[Signature]

VERKFRÆÐI RAFLAX
MÉTTI eldishús (að hlutfa)

M 1:400
T MÖLUR
R VO
ÞRIGG M-AI 1984

HR 400-5-4

10.1.7 Þjónustuhús.

Reiknað er með 1700 m² þjónustuhúsi á tveimur hæðum byggðu úr steyptum einingum. Í húsinu er fyrirhuguð íbúð, eldhús, borðsalur og svefnherbergi starfsfólks ásamt skrifstofu og rannsóknarstofu. Starfsmenn verða um 100 og eru því um 17 m²/starfsmann. Sjá ennfremur myndir 6 og 7 á bls. 33 og 34.

10.1.8 Sláturhús, frysti- og kæligeymsla.

Húsið er 1800 m² stálgrindarhús klætt einangruðum, lökkuðum bårustálsplötum (samlokum). Reiknað er með, að slátrun fari fram allt árið, og verði slátrað um 30 tonnum á dag.

Í húsi þessu yrðu steypt nokkur ker, að hluta fellð niður í gólfið. Þessi ker væru geymslukur, deyfiker (deyðiker) með CO₂ upplausn, blæðiker og skolunarker.

Við hlið sláturrýmis eru fyrirhugaðir frystir og kæliir, samtals 600 m² að gólffleti. Einnig yrði þarna komið fyrir ísvél. Mögulegt er, að sláturhúsið geti minnkað um allt að 400 m² með fullkomnum vélum, og yrði þá heildarstærð 1400 m². Sjá ennfremur mynd 7 á bls. 33.

10.1.9 Fóðurgeymsla.

Fóðurgeymsla er áætluð 1400 m² að grunnfleti og geymsla 400 m². Um er að ræða grindarhús, klætt bårustálsplötum með innbrenndum lit, óeinangrað í fóðurgeymslu en einangrað í geymslu. Í geymsluhluta hússins verður bifreiða- og tækjageymsla ásamt verkstæði.

Reiknað er með, að fóður verði geymt á vörupöllum og flutt til með lyftara. Þá þarf u.þ.b. 2,5 m³ í húsrými á hvern m³ fóðurs. Þessi fóðurgeymsla á því að taka um tveggja mánaða fóðurbirgðir. Úr fóðurgeymslu yrði fóðri dælt með lofti út í fóðurgeyma í eldishúsum. Sjá ennfremur myndir 6 og 7 á bls. 33 og 34.

10.1.10 Dælustöð.

Hús þessa er áætlað 360 m² að grunnfleti. Undir öllu húsinu komi 6 m djúpir steyptir vatnsgeymar. Inn í geyma þessa streymir sjórinn úr inntakslóninu gegnum malarsíur.

Í þeim hluta hússins, sem fjær er inntakslóninu, er verkstæði vegna eftirlits og viðhalds á dælum og öðrum tækjum. Hlaupaköttur fer eftir húsinu endilöngu.

Sjá enn fremur mynd 7 á bls. 34.

10.1.11 Loftunarskýli og jöfnunargeymar.

Loftunarhús eru fyrirhuguð tvö, 24 x 24 m með 4 m lofthæð, klædd lituðum bårustálsplötum, óeinangruð. Sjónum verður dælt úr dælustöðinni upp í þessi hús og látinn falla yfir bakka, sem eru hver upp af öðrum og fylltir með sérstaklega gerðum plastringum. Loftun eldissjávar er sér fyrir hvern eldisskála.

Frá loftunarbökkunum rennur sjórinn sjálfkrafa í jöfnunargeyma, sem eru tveir á hvern eldisskála, og þaðan er sjálfrennsli í eldiskerin. Jöfnunargeymarnir eru steyptir hringlaga ϕ 30 m í þvermál og 5 m á hæð. Miðað við hámarksdælingu er rúmlega 20 mín. vatnsforði í geymunum. Hver geymir rúmar 3.500 m³, og samtals taka þeir 28.000 m³. Sjá enn fremur mynd 7 á bls. 33.

10.1.12 Ýmislegt (vegir, girðing, kaldavatnslögn o.fl.).

Reiknað er með vegarlögn frá gatnamótum á eldri þjóðvegi og niður á eldissvæði, um 700 m vegalengd. Einnig er áætluð vegarlögn innan svæðisins, kringum eldishúsin.

Þá er gert ráð fyrir girðingu um eldissvæðið.

Kalt neyzluvatn má taka úr sex 30 m djúpum borholum austan við Sýrfell, en á því svæði er kaldavatnslinsa, tiltölulega þykk. Kaldavatnslögnin lægi síðan stytztu leið að vatnsgeymi, sem yrði komið fyrir á hæð ofan við eldissvæðið svo að ná megi sjálfrennsli að notkunarstöðum. Vatnsgeymirinn rúmi 1000 m³ og verði steyptur

hringlaga ϕ 15 m í þvermál með 6 m vatnshæð. Borholudælur stjórnist af vatnsstöðu í vatnsgeymi. Frá geyminum liggur sérstakt dreifikerfi úr plastpípum að hluta kerjanna í hverju eldishúsi svo og aðrar byggingar, þar sem neyzluvatns er þörf.

Áætlað vatnsmagn, 200 l/s, ætti að nægja til þess að seltuvenja nýkomin seiði, ef kaupum er dreift yfir árið. Gert er ráð fyrir því, að þetta magn nægi einnig til annarra þarfa í eldisstöðinni.

Sjá enn fremur mynd 6 á bls. 33.

10.2 Gufuveita.

Gufuveita verði að því er varðar fyrirkomulag í höfuðatriðum eins og gufuveitan, sem lýst er í "Frumáætlun um laxeldisstöð á Kistu", en þó mun umfangs- og afkastameiri.

10.2.1 Borholur.

Heildarstreymisþörf úr borholum er áætluð 519 kg/s til framleiðslu 55 MW_R. Í upphafi þarf þá sex tengdar borholur, en til þess að ná því þarf að bora níu holur.

Strax á öðru ári þarf síðan að hefja borun til viðhalds gufumagninu. Varminn, sem fengist til laxeldisstöðvarinnar úr slíkri gufuveitu samhliða raforkuframleiðslunni, yrði mestur um 501 MW_H. Gert er ráð fyrir, að á mesta álagi verði allur borholuvökvinn nýttur niður í 20°C (bæði jarðsjór frá skiljustöð og þéttivatn úr eimsvala gufuhverfils).

Í því tilviki, að laxeldisstöðin verði ein sér en framleiði þó raforku til eigin þarfa, þarf gufuveitan að afkasta 501 MW_H + 11 MW_R = 512 MW. Til þess að fullnægja þessum þörfum þarf eftir sem áður sex tengdar borholur (níu boraðar).

Í þessu tilviki þarf ekki að hefja viðhaldsboranir fyrr en á fjórða ári.

Allar borholurnar yrðu "víðar" og jafnt dreifðar um jarðhitasvæðið, en minnsta fjarlægð milli þeirra er áætluð um 250 m.

Ekki er gert ráð fyrir sérstöku varaafli í borholum, þar sem eðli kerfisins í báðum tilvikum sér til þess, að ávallt verði fyrir hendi háþrýstigufa til raforkuframleiðslu umfram dælingarþörf laxeldisstöðvarinnar.

Gert er ráð fyrir, að skiljustöð verði komið fyrir nálægt miðju borsvæðinu. Að skiljustöðinni munu liggja safnæðar með tvífasastreymi, en frá henni gufulögn að rafstöð og jarðsjávarlögn að skiljusjávarhitara á rafstöðvarsvæði. Jarðsjávarlögnin á auk þess að ná til sjávar, en um þá lögn færir einnig sá jarðsjór, sem ekki væri notaður hverju sinni.

Til þess að tryggja stöðugan rekstur kerfisins er gert ráð fyrir því, að stjórnlokar haldi þrýstingi gufunnar stöðugum, en á jarðsjávarhlið verði aðrir stjórnlokar, sem sjá til þess, að vatnsborð í geymi í skiljustöð verði stöðugt.

Þrýstingur í gufveitunni yrði um 10,0 bara og því vel yfir skeljunarmörkum.

Gufuveitan yrði í öllum grundvallaratriðum hin sama, hvort heldur sem laxeldisstöðin yrði sjálfstæð eða í samrekstri við raforkuver. Ef laxeldisstöðin verður ein sér geta vissir hlutar gufuveitunnar minnkað, í hlutfalli við afköst, en aftur á móti þyrfti að framlengja gufulögn að eigin rafstöð niður undir sjó. Kostnaður verður því mjög svipaður í báðum tilvikum og er áætlaður á þessu stigi hinn sami.

Á jarðhitasvæði er nauðsynlegt að gera ráð fyrir útblæstri gufu frá stjórnlokum vegna stýringarinnar. Þessi útblástur yrði að öllu jöfnu lítill, en búnaðurinn verður þó að geta afkastað heildarmagninu.

10.2.2 Jarðhitasvæðið.

Miðað er við að nýta jarðhitasvæðið á Reykjanesi. Frá því "Frumáætlun um fiskeldisstöð á Kistu, Reykjanesi", var unnin hefur viðbótarupplýsinga varðandi jarðhitasvæðið verið aflað. Þetta breytir fyrri forsendum á þann veg, að afköst hveirrar borholu eru áætluð meiri en áður var.

Að öðru leyti eru forsendurnar svipaðar.

Streymi úr borholu er áætlað 90 kg/s, sem lækkar í 60 kg/s á 10 árum. Áætlað er, að afköstin fylgi ferlinum $\dot{m}_{\text{tot}} = 90 \cdot e^{-0,04t}$ með tímanum t (ár).

Borhola, sem boruð var 1983, gaf mestu afköst við blástursprófun 180 kg/s, og eru ofangreindar forsendur því varfærnislegar.

10.3 Rafstöð.

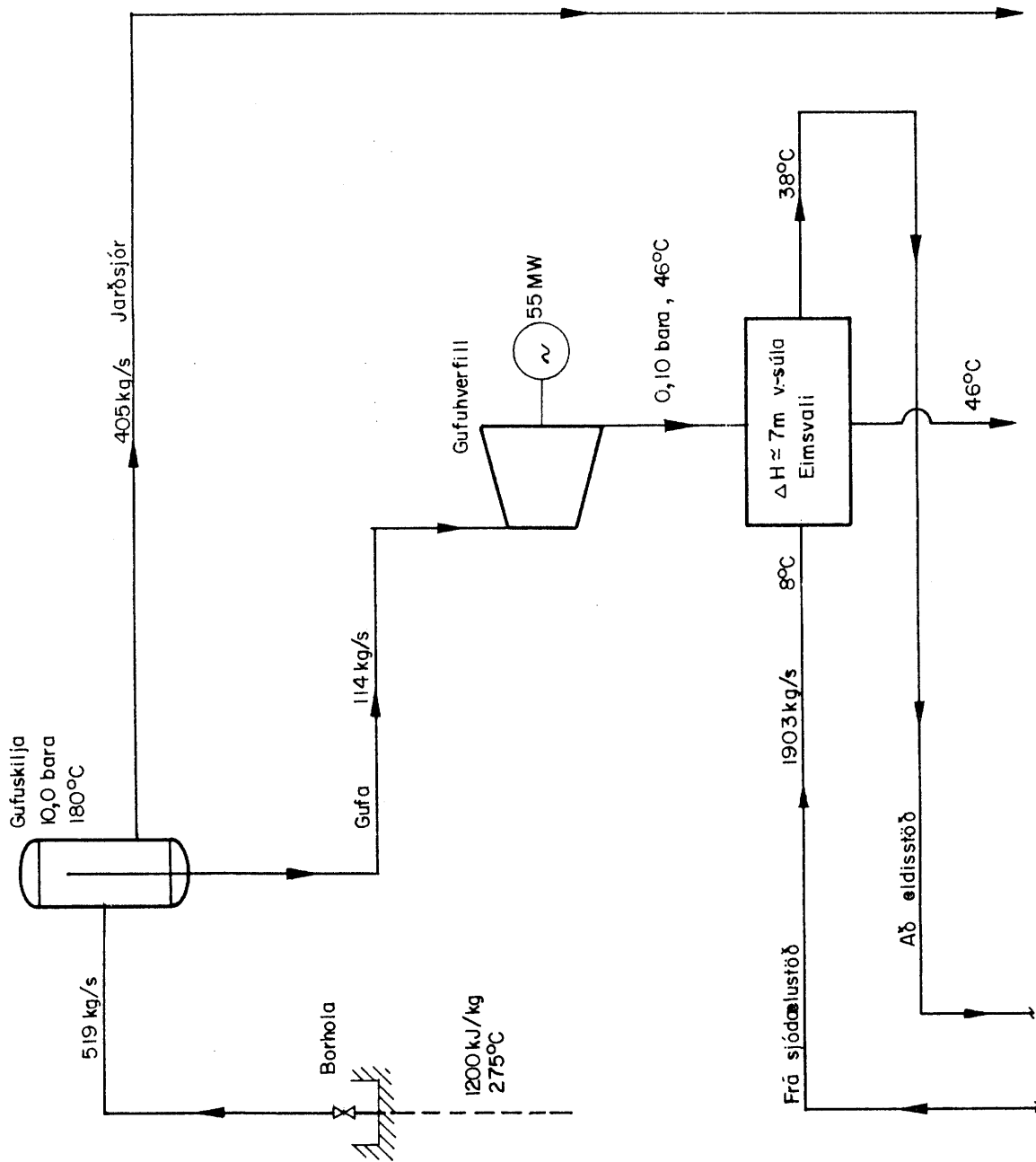
Rafstöð í tengslum við eldisstöð er sýnd á myndum 10 og 11, bls. 42 og 43. Á fyrri myndinni er ekki gert ráð fyrir nýtingu jarðsjávar frá gufuskiljum, en á seinni myndinni er þessi jarðsjór kældur í sérstökum varmaskiptum (kúluvarmaskiptum), áður en honum er fleygt til sjávar. Með þessum hætti væri hægt að fullnægja varmaaflospörf rúmlega tvöfalt stærri laxeldisstöðvar en í fyrra tilvikinu, og er þessi könnun miðuð við það fyrirkomulag. Rafstöðin sjálf yrði eins í báðum tilvikum.

Gufa frá gufuskiljum knýr eina 55 MW hverfilssamstæðu með röraeimsvala. Í honum er gufan kæld með kælisjó, og verður hún að þéttivatni án þess þó að blandast kælisjónum. Kælisjórinn hitnar við þetta í 38°C, og er hann því næst notaður í eldisstöðinni til þess að framleiða hæfilega heitan (12°C ± 2°C) eldissjó með beinni íblöndun í óhitaðan sjó.

Hverfilssamstæðan hvílir á um 6-8 m háum, steinsteyptum undirstöðusúlum, og er í stöðvarhúsi, sem að grunnfleti yrði nálægt 1000 m² og að rúmmáli um 20.000 m³. Í stöðvarhúsinu er allur rafbúnaður og önnur hjálpartaki, þar með talinn 120 t stöðvarhúskrani.

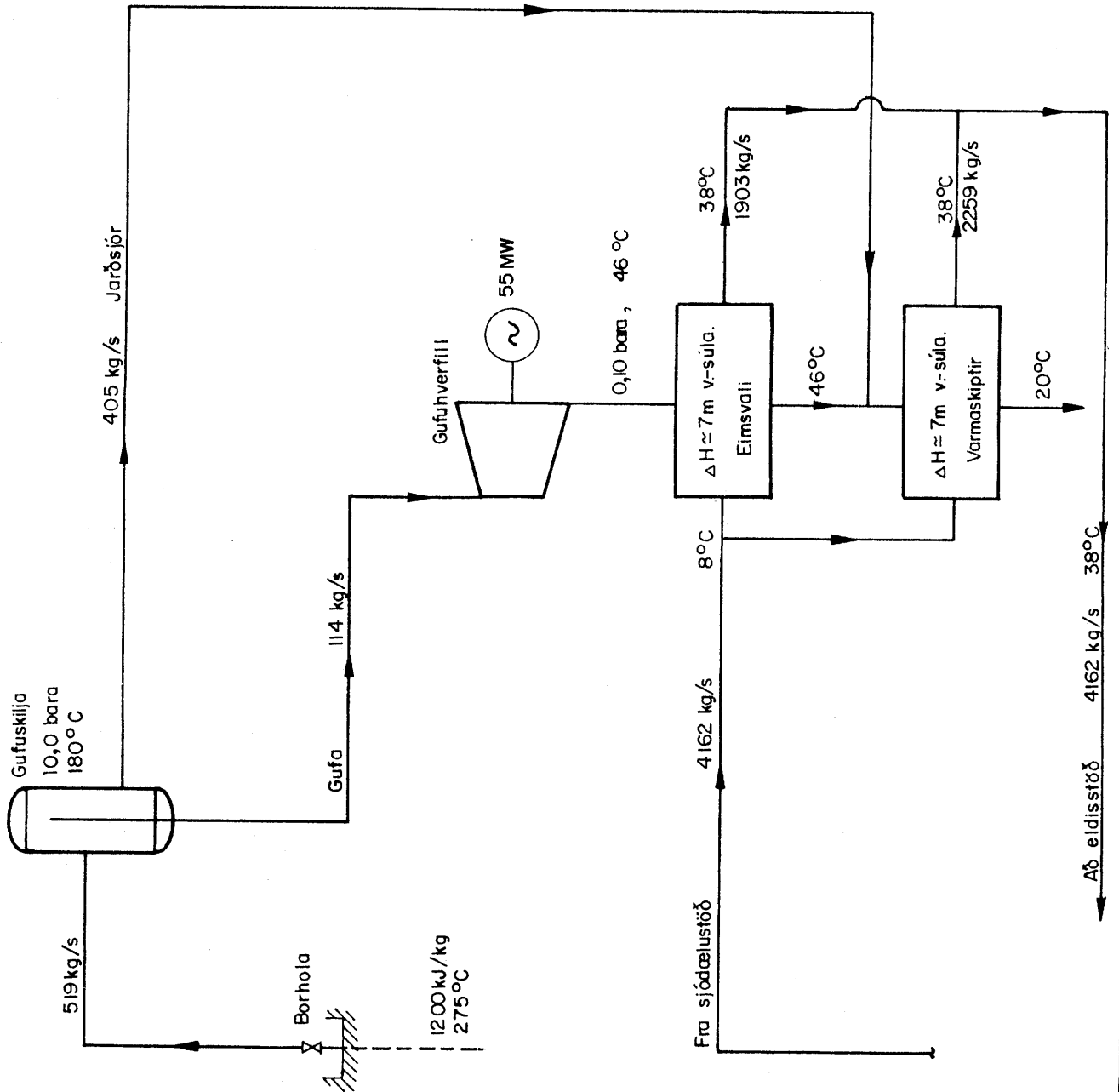
Rafstöð án tengsla við eldisstöð er ekki sýnd sérstaklega á skýringarmynd. Sú stöð yrði að öllu leyti eins og í fyrra tilfallinu. Jarðsjávarvarmi yrði ekki nýttur í þessu tilfalli.

Hugsanlegt er, að hagkvæmara yrði að byggja þessa rafstöð með uppblöndunareimsvala (blandað saman kælivatni og jarðgufu frá gufuhverfli til eimpéttingar) og kæliturni svo sem algengast er um jarðgufustöðvar. Slíkri stöð yrði þá valinn staður nær gufuveitumannvirkjum stöðvarinnar, þar sem nálægð við sjó væri ekki nauðsynleg. Sú hagkvæmnisathugun er hins vegar ekki viðfangsefni þessa fyrsta hluta könnunarinnar og skiptir auk þess litlu máli í grófum kostnaðarsamanburði.



MYND 10

VERKFRÆDISTOFA GUDMUNDAR & KRISTJÁNS Leufásvegur 12	MAF 3184 J.M. SO
	TEIKNING NR. J-4-56
ORKUSTOFNUN RAFLAX Flæðirit fyrir 55 MW rafstöð Jarðsjór frá gufuskilju ekki nýttur.	



MYND 11

VERKFRÆDISTOFA
GUÐMUNDAR & KRISTJÁNS
Laufásvegi 12 Sími 26022

ORKUSTOFNUN RAFLAX
Flæðirit fyrir 55 MW rafstöð
Jarðsjór frá gufuskiptu rýttur.

MAY 1984 J.M.
Tækniráðgjafi S.D.
Skrifstofa H. G. G.
Sím. N.
Bær. N.
Skrifstofa N.
J-4-55

11	<u>STOFNKOSTNAÐUR</u>		
	Verðlag: Byggingarvísitala 2298/155 stig. Gengi 20.1 1984.		
11.1	<u>Rafstöð 55 MW - án samreksturs við laxeldi.</u>		Mkr.
11.1.1	Gufuhverfill og rafali - einþrýstikerfi		212,0
11.1.2	Röraeimsvali (óbein kæling)		25,0
11.1.3	Varahlutir		29,0
11.1.4	Pípulagnir og lokar í stöð		17,0
11.1.5	Stöðvarhúskrani 120 tonn		11,0
11.1.6	Rafbúnaður, töflur, spennar		72,0
11.1.7	Stöðvarhús		69,0
11.1.8	Vinnubúðir, verkstæði, geymslur, aðstaða		<u>35,0</u>
	VERKTAKAKOSTNAÐUR		<u>470,0</u>
11.1.9	Ófyrirseður kostnaður	13%	
	Hönnunar- og umsjónarkostnaður	15%	
	Undirbúningskostnaður	3%	
	Fjármagnskostnaður	19%	
	ALLS	50%	<u>235,0</u>
			<u>705,0</u>
11.1.10	Gufuveita		
	Borholur, 9 boraðar, 6 tengdar		265,3
	Safnæðar, skiljustöð, aðveituaðar		93,5
	Stjórnbúnaður		22,1
	Rafbúnaður		7,3
	Kæliveita - ø 1200 mm x 1550 m (sjór)		26,7
	Dælur		43,8
	Dæluhús		2,5
	Hönnunarkostnaður, undirbún., fjármagnsk. 32,7%		<u>150,8</u>
			<u>612,0</u>
	<u>HEILDARKOSTNAÐUR</u>		<u>1.317,0</u>

Stofnkostnaður á orkueiningu:

Nýtingartími 5300 h/a - Orkuvinnsla 291,5 GWh/ár : 4,52 kr/kWh/ár

11.2 Laxeldisstöð 6820 t/ár - án samreksturs við rafstöð.

11.2.1	Byggingarmannvirki	Mkr.
11.2.1.1	Inntaksskurður, lón, frárennslisskurður	10,7
11.2.1.2	Jöfnun svæðis, jarðvinna við ker	54,9
11.2.1.3.1	Eldisker 704 st - hvert 300 m ³ eldisrými	342,5
11.2.1.3.2	Eldisskálar 162 x 252 m, 4 skálar	428,3
11.2.1.4	Frárennsliskerfi	32,5
11.2.1.5	Þjónustuhús	34,0
11.2.1.6	Sláturhús, frysti- og kæligeymsla	36,0
11.2.1.7	Fóðurgeymsla 1400 m ² , aðrar geymslur 400 m ²	14,4
11.2.1.8	Dæluhús með þró, verkstæði, rafstöð, varmaskiptar	25,8
11.2.1.9	Loftunarahús, 2 x 24 m x 24 m. Jöfnunargeymir 8 x Ø 30 x 5 m	40,0
11.2.1.10	Vegagerð, girðingar	3,4
11.2.1.11	Hönnun, yfirstjórn, eftirlit	102,3
	<u>Byggingarmannvirki</u>	<u>1.124,8</u>

11.2.2 Sjávarveita (23300 l/s).

11.2.2.1	Pípulagnir frá dælum fyrir eldissjó	87,3
11.2.2.2	Dælur	243,0
11.2.2.3	Loftunarsúlur, dreifilögn og safnlögn í loftunarahúsi	26,4
11.2.2.4	Súrefniskerfi - 4 x 10 kW	3,7
11.2.2.5	Varmaskiptar fyrir gufu	18,2
11.2.2.6	Holuvatnshitarar	34,5
11.2.2.7	Hönnun, yfirumsjón, eftirlit	49,6
	<u>Sjávarveita</u>	<u>462,7</u>

11.2.3	<u>Ferskvatnsveita (200 l/s).</u>	Mkr.
11.2.3.1	Borholur (6 st.), Vatnsgeymir (1000 m ³), Vatnslögn ϕ 400 mm - 3 km	17,0
11.2.3.2	Djúpvatnsdælur (5 st)	2,4
11.2.3.3	Háspennulína (11 kV), rofaskápur, spennir, dreifitafla	1,8
11.2.3.4	Dreifilagnir fyrir ferskvatn og loftun þess	2,5
11.2.3.5	Hönnun, yfirumsjón, eftirlit	3,3
	<u>Ferskvatnsveita</u>	<u>27,0</u>
11.2.4	<u>Rafmagnskerfi, lýsing, viðvörunarbúnaður.</u>	
11.2.4.1	Rafstöð	10,7
11.2.4.2	Aðaltafla, dælur, hús	9,5
11.2.4.3	Fóðurkerfi, lýsing	3,9
11.2.4.4	Stjórn- og mælibúnaður	6,8
11.2.4.5	Hönnun, yfirstjórn, eftirlit	3,7
	<u>Rafmagnsveita</u>	<u>34,6</u>
11.2.5	<u>Þurrfóðurkerfi.</u>	
11.2.5.1	Fóðurkerfi og mjölgeymar með búnaði	36,0
11.2.5.2	Gaffallyftarar, sendiferðabifreiðar	10,2
11.2.5.3	Hönnun, yfirstjórn, eftirlit	4,3
	<u>Þurrfóðurkerfi</u>	<u>50,5</u>
11.2.6	<u>Ýmis konar búnaður og tæki.</u>	
11.2.6.1	Flutningskassar fyrir seiði	0,8
11.2.6.2	Aðgerðarvélar (2 st) - afköst 1500 fiskar/klst.hvor	4,3
11.2.6.3	Rannsóknartæki	1,5
11.2.6.4	Flutningstæki við slátrun og pökkun	8,0
11.2.6.5	Hönnun, yfirstjórn, eftirlit	2,2
	<u>Ýmis konar búnaður og tæki</u>	<u>16,8</u>

11.2.7	<u>Gufuveita.</u>	Mkr.
11.2.7.1	Borholur, 9 boraðar, 6 tengdar	265,3
11.2.7.2	Safnæðar, skiljustöð, aðveituaðar	116,2
11.2.7.3	Stjórnbúnaður	27,5
11.2.7.4	Rafbúnaður	9,1
11.2.7.5	Hönnun, yfirstjórn, eftirlit	50,2
	<u>Gufuveita</u>	<u>468,3</u>
11.2.8	<u>Rafstöð 12 MW.</u>	
11.2.8.1	Gufuverflar, 2 x 6 MW	72,5
11.2.8.2	Vararótor og varahlutir	11,1
11.2.8.3	Pípur, þanar, lokar í stöð	3,2
11.2.8.4	Uppsetning vélbúnaðar	4,7
11.2.8.5	Rafbúnaður	16,6
11.2.8.6	Uppsetning rafbúnaðar	2,9
11.2.8.7	Dísilvarastöð, 10 MW	55,8
11.2.8.8	Hönnun, yfirstjórn, eftirlit	5,6
	<u>Rafstöð</u>	<u>172,4</u>
11.2.9	<u>Vextir á byggingartíma</u>	235,8
11.2.10	<u>Byrjunarkostnaður</u> (rekstur í 22,5 mán. án fjármagnskostnaðar og viðhalds)	<u>1.038,4</u>
	<u>Heildarkostnaður</u>	<u>3.631,3</u>

Einingarkostnaður er $\frac{3631,3 \cdot 10^6}{6820 \cdot 10^3} = 532,45$ kr/kg framl. á ári.

Söluskattur og aðflutningsgjöld eru innifalin, þar sem við á.

11.3	<u>Samrekstur 55 MW rafstöðvar og 6820 tonna laxeldisstöðvar.</u>	Mkr.	Mkr.
11.3.1	<u>Byggingarmannvirki (sjá 11.2.1).</u>	1.124,8	
	Dæluhús og rafstöð (25,8 verður 13,6)	- 12,2	
	Hönnun, yfirstj., eftirlit (102,3 verða 101)	- 1,3	1.111,3
11.3.2	<u>Sjávarveita (23300 l/s, sjá 11.2.2) og fl.</u>	462,7	
	Pípulagnir fyrir eldissjó (87,3 verður 108,2)	+ 20,9	
	Dælur (243,0 verður 243,3)	+ 0,3	
	Holuvatnshitarar (34,5 verður 49,9)	+ 15,4	
	Varmaskiptar fyrir gufu (falla niður)	- 18,2	
	Dísilvarastöð	+ 55,8	
	Hönnun, yfirstj., eftirlit (49,6 verða 58,5)	+ 8,9	545,8
11.3.3	<u>Ferskvatnsveita (sjá 11.2.3).</u>		27,0
11.3.4	<u>Rafmagnskerfi, lýsing, viðv.bún.</u> <u>(sjá 11.2.4).</u>	34,6	
	Tafla vegna 12 MW rafst. fellur niður	- 10,7	
	Hönnun, yfirstj., eftirlit (3,7 verða 2,6)	- 1,1	22,8
11.3.5	<u>Durrfóðurkerfi (sjá 11.2.5).</u>		50,5
11.3.6	<u>Ýmis konar búnaður og tæki (sjá 11.2.6).</u>		16,8
11.3.7	<u>Gufuveita (sjá 11.2.7, án aðfl.gj.)</u>	468,3	
	Safnaðar, skiljustöð, aðveituaðar (116,2 verða 93,5)	- 22,7	
	Stjórnúnaður (27,5 verða 22,1)	- 5,4	
	Rafbúnaður (9,1 verða 7,3)	- 1,8	
	Hönnun, yfirstj., eftirlit (50,2 verða 50,5)	+ 0,3	438,7
11.3.8	<u>Vextir á byggingartíma</u>		221,3
11.3.9	<u>Byrjunarkostnaður (rekstur í 22,5 mán., án fjármagnskostn. og viðhalds)</u>		1.038,4
11.3.10	<u>Rafstöð 55 MW (sjá 11.1.9)</u>		705,0
	<u>Heildarkostnaður</u>		<u>4.177,6</u>

12. REKSTURSKOSTNAÐUR.

12.1	<u>Rafstöð 55 MW án samreksturs við laxeldisstöð.</u>	Mkr./ár	Mkr./ár
	Afskriftatími	25 ár	40 ár

12.1.1 Laun og launatengd gjöld, staðarkostnaður.

Þrískiptar vaktir : 1 maður á vakt - 5 vélstj.

Dagvakt - 3 vélv. + 1 rafv. + 1 hj.- 5

Næturvakt - 1

Mötuneyti - 1

12 manns 7,2 7,2

12.1.2 Viðhald - 0,5% af stöð - 705 Mkr.: 3,5 Mkr./ár

4% " gufuv. 612 " : 24,5 " 28,0 28,0

12.1.3 Fjármagnskostnaður - 25/40 ár, 8% p.a.

123,4 110,4

SAMTALS

158,6 145,6

Framleiðslukostnaður:

Nýtingartími 5300 klst/ár. kr/kWh

0,54 0,50

12.2 Laxeldisstöð 6820 t/ári - án samreksturs við rafstöð.

12.2.1	<u>Eldisstöð</u>	Afskriftatími	Mkr./ár 25 ár	Mkr./ár 40 ár
12.2.1.1	Seiðakaup, 2 millj. á ári, meðalþyngd 60 g		78,2	78,2
12.2.1.2	Fóður 15870 tonn		300,3	300,3
12.2.1.3	Laun og launatengd gjöld, staðarkostnaður, 103 starfsmenn			61,9
			61,9	
12.2.1.4	Rekstur varadísilstöðvar (olía)		8,0	8,0
12.2.1.5	Umbúðir, flutningur framleiðslu á flugvöll		75,4	75,4
12.2.1.6	Viðhald bygginga	11,2 Mkr./ár		
	" sjóveitu, vatnsveitu	9,7 "		
	" gufuveitu	17,5 "		
	" rafstöðvar	1,7 "		
	" rafkerfis, fóðurk., ým. tækja	1,0 "		
		41,1 "	41,1	41,1
12.2.1.7	Ýmis ótalin gjöld		30,0	30,0
12.2.1.8	Fjármagnskostnaður 25/40 ár, 8% p.a.		340,2	304,5
	<u>Heildarkostnaður</u>		<u>935,1</u>	<u>899,4</u>

Framleiðslukostnaður fob. Keflavíkurflugvelli:

Framleiðslukostnaður, kr/kg í óslægðum fiski	137	132
Framleiðslukostnaður, kr/kg í slægðum fiski	152	147

12.3 Samrekstur 55 MW rafstöðvar og 6820 t laxeldisstöðvar.

12.3.1	<u>Eldisstöð.</u>	Mkr./ár	Mkr./ár
	Afskriftatími	25 ár	40 ár
12.3.1.1	Seiðakaup, 2 millj. á ári, meðalþyngd 60 g	78,2	78,2
12.3.1.2	Fóður 15870 tonn, innflutt	300,3	300,3
12.3.1.3	Laun og launatengd gjöld, staðarkostnaður, 103 starfsmenn 61,9		61,9
12.3.1.4	Rekstur varadísilstöðvar (olía)	8,0	8,0
12.3.1.5	Umbúðir, flutningur framleiðslu á flugvöll	75,4	75,4
12.3.1.6	Viðhald bygginga	11,1 Mkr./ár	
	" sjóveitu, kæliveitu, vatnsv.	11,5 "	
	" gufuveitu	17,5 "	
	" ýmissa tækja	1,0	
		<u>41,1</u>	<u>41,1</u>
12.3.2	<u>Rafstöð.</u>		
12.3.2.1	Laun og launatengd gjöld í rafstöð	3,0	3,0
12.3.2.2	Viðhald í rafstöð	3,7	3,7
12.3.3	<u>Ýmis ótalin gjöld</u>	30,0	30,0
12.3.4	<u>Fjármagnskostnaður, 25/40 ár, 8% p.a.</u>	<u>391,4</u>	<u>350,3</u>
	<u>Heildarkostnaður</u>	<u>993,0</u>	<u>951,9</u>

13

VAXTARHRAÐI - ÁHRIF Á FRAMLEIÐSLUKOSTNAÐ

Í forsendum, sbr. kafla 2.11 og mynd 1 á bls. 15, er gert ráð fyrir, að vaxtarhraði gæti e.t.v. orðið nokkru minni en miðað hefur verið við í útreikningum hér að framan.

Við meiri vaxtarhraðann verður meðalvöxturinn úr 60 g stærð upp í rúmlega 4 kg. stærð 0,98% á dag. Framleiðslumagn verður 6820 tonn á ári.

Við minni vaxtarhraðann verður meðalvöxturinn úr 60 g stærð upp í rúmlega 4 kg stærð 0,92% á dag og ársframleiðslan 6325 tonn á ári.

Ef gert er ráð fyrir, að öll mannvirki séu hönnuð og miðuð við meiri vaxtarhraðann, en í reynd náist einungis minni vaxtarhraðinn, breytist framleiðslukostnaður sem hér segir:

Ársframleiðsla minnkar um 7,3%	
Framleiðslukostnaður lax í sérrekstri	hækkar um 4,7%
" " " samrekstri	" " 4,3%
" raforku í samrekstri	" " 3,3%

Þá er gert ráð fyrir óbreyttum stofnkostnaði og föstum árskostnaði, en breytilegur reksturskostnaður reiknaður í hlutfalli við ársframleiðslu laxeldisstöðvar.

Þessi hækkun framleiðslukostnaðar verður hins vegar minni, ef mannvirki öll og tækjabúnaður er miðaður strax í upphafi við minni vaxtarhraðann. Gerð er grein fyrir áhrifum minni vaxtarhraða í 17. kafla.

Vaxtarhraði eldisfiska í laxeldisstöð Sjóeldis í Höfnum var mældur vorið 1984 (Heimild: Persónulegar upplýsingar Jóns G. Gunnlaugssonar, framkv.stj.).

Hópur 1 (70% af heildarfjölda):

Tímabil 17.9.'83 - 2.3.'84	: 167 dagar - úr 17,5 g í 203 g.
Vöxtur	1,48% á dag.
Tímabil 17.9.'83 - 10.5.'84	: 236 dagar - úr 17,5 g í 374 g.
Vöxtur	1,31% á dag.

Hópur 2 (30% af heildarfjölda):

Tímabil 17.9.'83 - 2.3.'84 : 167 dagar - úr 12 g í 125 g.

Vöxtur 1,41% á dag.

Tímabil 17.9.'83 - 10.5.'84 : 236 dagar - úr 12 g í 226 g.

Vöxtur 1,25% á dag.

Vegið meðaltal beggja hópa yfir tímabilið 17.9.'83 - 10.5.'84 verður 1.29% vöxtur á dag eða 11% - 14% lægri en gengið er út frá í þessari áætlun, sbr. kafla 2.11.

Eldishiti í stöð Sjóeldis var um 11°C.

Selta eldisvatns var 11 - 15 ‰.

Hér er áætlaður vaxtarhraði miðaður við fulla sjávarseltu eða um 35 ‰ og eldishitann $12^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$. Meiri vaxtarhraðinn er 1,5% á dag í sama stærðarflokki eldisfiska og í stöð Sjóeldis, en minni vaxtarhraðinn er 1,45%. Þetta eru taldar raunhæfar tölur, þegar tekið er tillit til bæði hærri eldishita og meiri seltu eldisvökvans.

14 MARKAÐSVERÐ

Markaðsverð hefur lítillega verið kannað, og eru tölur um það settar fram hér á eftir.

Tölur eru miðaðar við fob-verð á næsta útflutningsstað, flugvelli eða höfn. Miðað er enn fremur við, að laxinn sé afgreiddur slægður með haus, pakkaður í hæfilegar umbúðir og fluttur að hlið flugvélar (eða skips).

Þyngd og verð á kg er alls staðar miðað við þyngd á óslægðum fiski sé annars ekki getið. Í þessari áætlun er gert ráð fyrir eftirfarandi þyngdarflokkum eldisfisks og hlutfallslegri skiptingu hans:

1-2	kg	(um 1,5 kg)	:	8,5%
4-5	"	(" 4,6 ")	:	48,5%
yfir 5	"	(" 6 ")	:	43,0%

14.1 Verð í des. 1983, fob Keflavíkurflugvelli (S.H.).

Stærð fisks um 4 lbs. - Verð 2,25 USD/lb í slægðum f.

" " " 8 " - " 3,75 " " " "

Umboðslaun 2%.

Vegið meðalverð fyrir Raflax-áætlun verður

$$0,085 \times 2,25 + 0,915 \times 3,75 = 3,62 \text{ USD/lb í slægðum f.}$$

Umreiknað eftir gengi að frádregnum umboðslaunum fæst

Fob-verð Keflavík um 207 kr/kg í óslægðum f.

14.2 Verð í apríl/maí 1984 á norskum eldislaxi, en hann er fluttur slægður,

ferskur og ísaður með flutningabílum frá Noregi og á Evrópumarkað.

(Heimild: Norskur framleiðandi og útflytjandi). Eldisstöð flytur fiskinn blóðgaðan en óslægðan til norska útflytjandans, sem slægir, pakkar og flytur fiskinn á sinn kostnað á Evrópumarkað.

Verð fisks 2-3 kg	Verð til eldisstöðvar	40-42 NOK/kg	í óslægðum f.
" " 3-4 kg	" " "	42-45	" í " "
Slæging og þökkun	2,50-3,00 NOK/kg	í sl. f.)	" í " "
Umbúðir	1,00	" " " "	} 7,65-12,60
Flutn. á markað	5,00-10,00	" " " "	
Verð til seljanda	60-65 NOK/kg	í slægðum f.
		<u>Svarar til 54-58,50</u>	" í óslægðum f.

Þetta verð á Evrópumarkaði svarar til	203-220 Íkr/kg	í óslægðum f.
Flutningskostnaður í flugi Keflavík-Evr.	<u>22</u>	" " " "
<u>Fob-verð í Keflavík</u>	<u>181-198 Íkr/kg</u>	<u>í óslægðum f.</u>

Umboðslaun ef einhver hafa verið dregin frá.

14.3 Meðalverð 1983 til eldisstöðva í Noregi á lifandi fiski úr nót
(Heimild: P.G. ÍSNÓ, Ú.A.Rr.)

Stærð fisks	1,5 kg	- 26	NOK/kg	í óslægðum f.
	3	" - 34	" " " "	
	4	" - 38	" " " "	
	5	" - 41	" " " "	
	6	" - 45	" " " "	
	7	" - 48	" " " "	
	8	" - 50	" " " "	

Slátrun, slæging, þökkun, umbúðir - 3,50 NOK/kg í slægðum fiski.

Þetta verð hefur verið í gildi í Noregi samfellt frá 13. maí 1980.

Vegið meðalverð í Raflax-áætlun yrði

$0,085 \times 26 + 0,485 \times 39,80 + 0,43 \times 45$	= 40,86	NOK/kg	í óslægðum f.
Við bætist slátrun o.fl. samkv. ofansögðu	= 3,15	" " " "	
Áætl. kostnaður og hagnaður útflytjanda	= 3,99	" " " "	
	<u>48,00</u>	<u>NOK/kg</u>	<u>í óslægðum f.</u>

Fob-verð a.m.k. 180 Íkr/kg í óslægðum fiski.

14.4 Verð í Noregi á laxi til Bandaríkjana, (Heimild: "Norsk Fiskeoppdrett" nr. 2-84) : "Utsalgspriisen fra Norge ligger på kr. 45,00-50,00 pr. kg. mens í USA er den gjerne 150 kr. pr. kg".
Ef hér er átt við verð á kg í slægðum fiski fæst fob-verðið
152 - 169 Íkr/kg í óslægðum fiski.

14.5 Markaður í Manchester og Billingsgate á tímab. 15/10'82 - 15/6'83
(Heimild: Tímaritið Fish Farmer 1983):

Stærð fisks	4-6 lb	-	1,875	GBP/lb
	6-8 "	-	1,985	"
	8-10 "	-	2,264	"

Vegið meðalverð í Raflax-áætlun yrði

$$0,085 \times 1,875 + 0,915 \times 2,264 = 2,231 \text{ GBP/lb}$$

eða 205 Íkr/kg í slægðum f.

Reiknað á kg. í óslægðum fiski: 185 Íkr/kg í óslægðum f.

Flugfrakt til Bretlands 21,50

Áætl. flutn. og umboðsl. 4,50 26,00

Fob-verð um 159 Íkr/kg í óslægðum f.

14.6 Markaður í Boulogne á sama tímabili og í 14.5 og samkvæmt sömu heimild var verð lægra sem nemur um 20,00 - 25,00 Íkr/kg í óslægðum fiski.

Upplýsingar Andra h/f, Reykjavík, um Cif-verð í Frakklandi og Ítalíu um svipað leyti svara líklega til um 15 - 20 Íkr/kg í óslægðum fiski lægri talna en í 14.5.

14.7 Cif-verð í Noregi vorið 1984 til útflutningsaðila þar á frosnum, slægðum fiski (Heimild: P.G. ÍSNÓ).

Cif-verð í Noregi, frosinn 45 NOK/kg í slægðum fiski

eða 152 Íkr/kg í óslægðum fiski

Frá dregst frýsting og flutningur til Noregs, en við bætist álag norsks útflutningsaðila.

15 NIDURSTÖÐUR.

15.1 Stofn- og reksturskostnaður.

Kostnaðartölur eru fundnar fyrir þrjú tilvik, þ.e. rafstöð eina sér, eldisstöð eina sér og samrekstur rafstöðvar við laxeldi. Í töflu 5 eru kostnaðartölur sýndar. Þar kemur fram, að ávinningur af samrekstrinum yrði um 770 Mkr. í stofnkostnaði og 101 eða 94 Mkr. í árlegum reksturskostnaði, þegar fjármagnskostnaður er meðtalinn, borið saman við að reka rafstöð og laxeldisstöð hvora í sínu lagi.

Tafla 5. Stofn- og reksturskostnaður 55 MW rafstöðvar og laxeldisstöðvar.

	Stofnkostnaður Mkr.	Reksturskostnaður Mkr.	
		25 ár	40 ár
Rafstöð ein sér	1.320	159	146
Laxeldi eitt sér	3.630	935	900
Samrekstur rafst. og laxeldis	4.180	993	952

15.2 Framleiðslukostnaður.

Til að meta hagkvæmni samvinnslunnar er reiknaður framleiðslukostnaður miðað við, að hvor þáttur fyrir sig stæði einn sér og einnig að annar þátturinn fengi allan hagnaðinn. Loks er reiknaður framleiðslukostnaður á laxi, ef raforkan til almenningsþarfa er reiknuð laxeldinu til tekna á 0,42 kr/kWh, lægsta vinnslukostnaði í vatnsaflsstöð samkv. töflu 6.

15.2.1 Raforkuframleiðsla.

Í töflu 6 er sýnt orkuverð við stöðvarvegg miðað við fullnýtingu strax, bæði fyrir rafstöð eina sér og í samrekstri við fiskeldi, ef henni er reiknaður allur hagnaður samrekstursins.

Einnig eru sýndar tölur fyrir nokkra aðra virkjunarkosti, sbr.

kafla 9. Fyrir Raflax er miðað við 5.300 stunda nýtingu og 25 eða 40 ára afskriftatíma.

Tafla 6. Orkuverð við stöðvarvegg miðað við fullnýtingu strax.

KOSTUR	25 ár kr/kWh	40 ár kr/kWh
Raflax, raforkuverð án samnýtingar	0,54	0,50
Raflax, raforka fær allan hagnaðinn	0,24	0,22
9.2 Blönduvirkjun	-	0,46
7.2 Fljótdalsvirkjun	-	0,50
7.2 Sultartangavirkjun	-	0,53
6.2 Vatnsfellsvirkjun	-	0,42
2.1 Urriðafossvirkjun	-	0,42
Hengill, góður borárangur	0,52	
Hengill, samilegur borárangur	0,72	
Hengill, lélegur borárangur	1,15	

Tölur í töflu 6 sýna, að orkuverð við stöðvarvegg frá jarðgufustöð án samnýtingar er áætlað nokkru hærra en orkuverð frá hagkvæmstu kostum vatnsorkuvera. Er þá miðað við fullnýtingu strax. Stærð stöðvar og staðsetning er hagstæð fyrir almenna markaðinn, og eykur það hagkvæmni hennar eitthvað.

Ef jarðgufustöðin fær á hinn bóginn allan hagnaðinn af samvinnslnni við laxeldið verður reiknað orkuverð jarðgufustöðvar mun lægra en orkuverð frá virkjunarkostum vatnsorku.

Niðurstaða.

Samnýting jarðhitasvæðisins á Reykjanesi til fiskeldis og raforkuframleiðslu virðist því afar hagkvæm. Taka ber fram, að kostnaðartölur í þessari áfangaskýrslu eru grófar og óvissa talin vera um 20 - 25%. Þær gætu því breytt nokkuð við frekari athuganir og rannsóknir. Samanburður orkuverða gefur þó ótvírætt til kynna, að svo fremi að laxeldið verði arðbær framleiðslugrein við aðstæður á Reykjanesi muni verða mjög hagkvæmt að tengja saman laxeldi og raforkuvinnslu.

15.2.2 Laxeldi.

Í töflu 7 er sýndur framleiðslukostnaður á laxi miðað við, að fiskurinn sé afhentur slægður og í útflutningsumbúðum á Keflavíkurflugvelli. Kostnaðarverðið er reiknað á hvert kg. í óslægðum fiski.

Einnig er miðað við 25 eða 40 ára afskriftartíma og 8% ársvexti.

Tafla 7. Framleiðslukostnaður lax, fob. Keflavíkurflugvelli.

	25 ár	40 ár
	kr/kg	kr/kg
Raflax, laxeldi án samnýtingar	137	132
Raflax, laxeldi fær allan hagnaðinn	122	118
Raflax, raforka til almenningsþarfa, metin á 0,42 kr/kWh, reiknuð laxeldi til tekna	131	125

Þessar verðtölur eru meðalverð allra fiskstærða, sem framleiddar yrðu samkvæmt áætlun þessari.

Ef miðað er við sömu verðhlutföll stærðarflokka í framleiðslukostnaði eins og nú gilda um söluverð samkvæmt grein 14.3 fæst eftirfarandi verð:

Tafla 8. Verð á laxi, fob. Keflavíkurflugvelli.

	25 ár	40 ár
	kr/kg	kr/kg
Raflax, laxeldi án samnýtingar:		
Meðalstærð 1,4 kg - Magn 580 tonn	85,80	82,60
" 4,6 " - " 3.305 "	133,65	128,70
" 6,0 " - " 2.935 "	151,10	145,50
Raflax, laxeldi fær allan hagnaðinn:		
Meðalstærð 1,4 kg - Magn 580 tonn	76,50	73,95
" 4,6 " - " 3.305 "	119,20	115,25
" 6,0 " - " 2.935 "	134,80	130,25

Tafla 9. Söluverð, fob Keflavíkurflugvelli

		kr/kg í óslægðum fiski.
Samkvæmt gr. 14.1:	Stærð 1,8 kg	131,50
	" 3,6 "	219,15
" "	14.2: Stærð 2-3 kg	181-188
	" 3-4 "	188-198
" "	14.3: Stærð 1,4 - 1,5 kg	113
	" 4,6 "	176
	" 6 "	199
" "	14.4: Meðalverð allra stærða	152-170
" "	14.5: Stærð 1,8 - 2,7 kg	129,35
	" 2,7 - 3,6 "	138,50
	" 3,6 - 4,5 "	161,60

Ef gert er ráð fyrir sömu verðhlutföllum stærðarflokka eins og í kafla 14.3 og jafnframt miðað við sömu hlutfallslegu skiptingu eldisfisks eftir þyngd eins og í kafla 14, bls. 54, má reikna vegið meðalverð samkvæmt þessum fimm heimildum í töflu 9. Það verður um 195 Íkr/kg í óslægðum fiski, fob Keflavík.

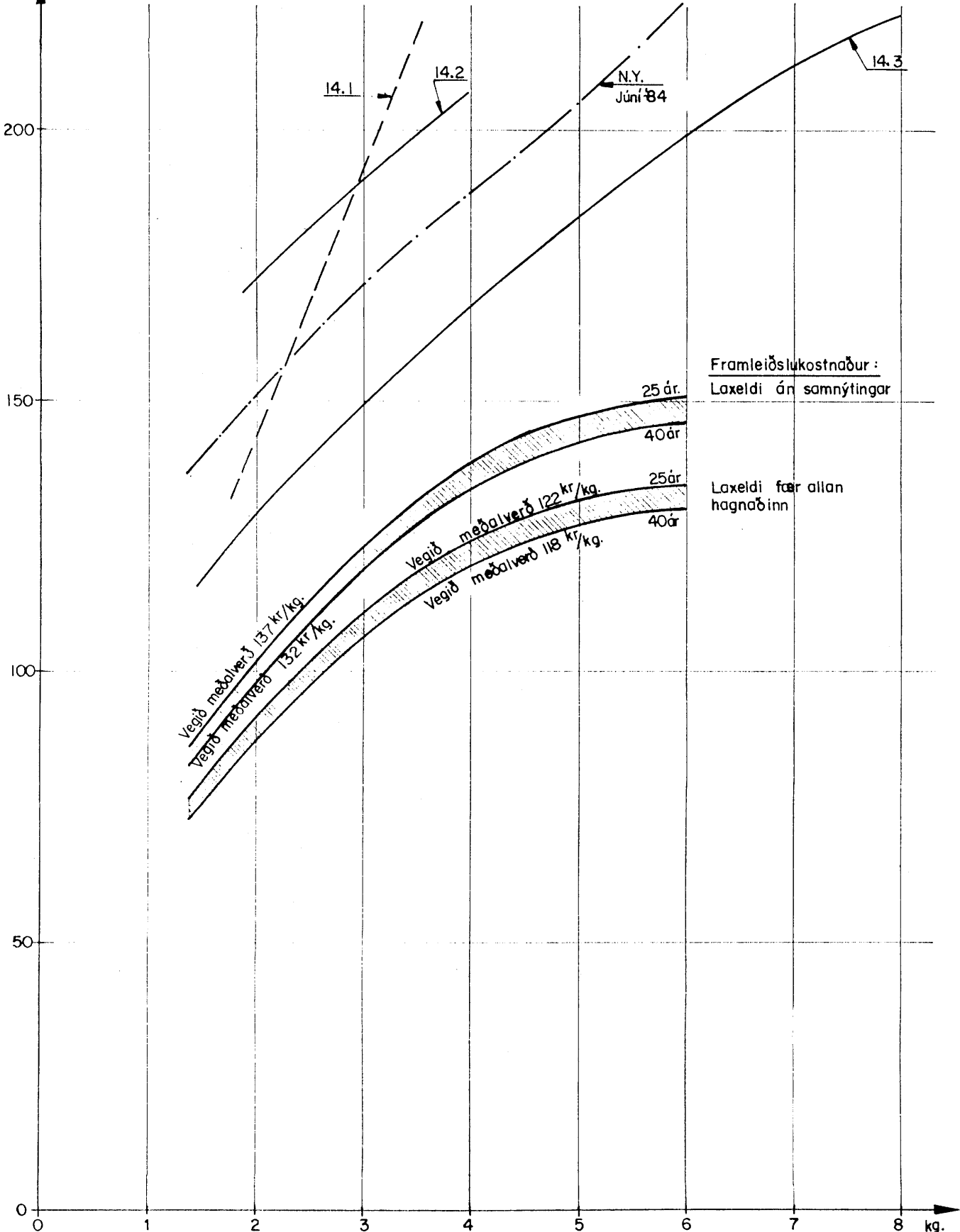
Vegið meðalverð samkvæmt ábyggilegustu heimildum (14,2 og 14,3) verður um 200 Íkr/kg í óslægðum fiski fob Keflavík.

Valið er að miða í þessari könnun við meðalverðið 190 Íkr/kg í óslægðum fiski, fob Keflavík.

Framleiðsluverðmæti laxeldisstöðvar verður miðað við 190 Íkr/kg í óslægðum fiski. - alls 1.296 Mkr. á ári.

Sjá einnig mynd 12, bls. 61.

Verð
kr/kg í óstæðum fiski



Framleiðslukostnaður:
Laxeldi án samnýtingar

Laxeldi fær allan
hagnaðinn

Stærð
óstæðra fiska.

MYND 12

VERKFRÆDISTOFA		Mkv.	Verðfr.	884	GBJ
GUÐMUNDAR & KRISTJÁNS		Y.	Tökn.	-	SD.
Laufásvegi 12 Sími 26022			Vilt.		
RAFLAX		Verð nr.	TRÍKING NR.		
Framleiðslukostnaður		J-4-69			
Markaðsverð fob. Keflavík					

16. HAGKVÆMNI - ARÐSEMI

Ef hagkvæmni við samvinnslu raforku og lax er metin út frá framleiðsluverðmæti verða niðurstöður eftirfarandi:

Tafla 10. Framleiðsluverðmæti

	Mkr./ár
Raforka, 238,5 GWh/ár á 0,42 kr/kWh	100,2
Laxeldi, 6820 tonn/ár á 190 kr/kg í óslægðum fiski	<u>1.295,8</u>
Samtals	<u>1.396,0</u>

Tafla 11. Tekjuafgangur til ráðstöfunar upp í skatta, jarðhitaréttindi, landleigu og arð

	25 ár	40 ár
	Mkr.	Mkr.
Reksturskostnaður í samrekstri	<u>993</u>	<u>952</u>
Tekjuafgangur til ráðstöfunar upp í aðstöðugjald, skatta og hagnað	<u>403</u>	<u>444</u>
Tekjuafgangur í hundraðshlutum	40,6%	46,6%

Skipta má tekjuafgangi í töflu 11 á milli raforkuframleiðslu og laxeldis í hlutfalli við framleiðsluverðmæti samkvæmt töflu 10, og eru niðurstöður sýndar í töflu 12.

Tafla 12. Framleiðslukostnaður. Hagnaði skipt.

	25 ár	40 ár
Raforka, kr/kWh	0,30	0,29
Lax, meðalverð allra stærða, kr/kg í óslægðum fiski	135	130

Til samanburðar er eftirfarandi orkuverð úr töflu 6 og verð á laxi úr töflu 7 hér að framan:

Tafla 6. Orkuverð við stöðvarvegg miðað við fullnýtingu strax.

KOSTUR	25 ár kr/kWh	40 ár kr/kWh
Raflax, raforkuverð án samnýtingar	0,54	0,50
Raflax, raforka fær allan hagnaðinn	0,24	0,22
9.2 Blönduvirkjun	-	0,46
7.2 Fljótsdalsvirkjun	-	0,50
7.2 Sultartangavirkjun	-	0,53
6.2 Vatnsfellsvirkjun	-	0,42
2.1 Urriðafossvirkjun	-	0,42
Hengill, góður borárangur	0,52	
Hengill, sæmilegur borárangur	0,72	
Hengill, lélegur borárangur	1,15	

Tafla 7. Framleiðslukostnaður lax, fob. Keflavíkurflugvelli.

	25 ár	40 ár
	kr/kg	kr/kg
Raflax, laxeldi án samnýtingar	137	132
Raflax, laxeldi fær allan hagnaðinn	122	118
Raflax, raforka til almenningsþarfa, metin á 0,42 kr/kWh, reiknuð laxeldi til tekna	131	125

Samanburður á helztu niðurstöðum við niðurstöður í skýrslunni "Frumáætlun um fiskeldisstöð á Kistu, Reykjanesi", OS-83069/JHO-12, Reykjavík, júlí 1983, er eftirfarandi, og er þá miðað við 2000 tonna eldisstöð í Kistu-áætlun 1983:

Tafla 13. Samanburður áætlana 1983 og 1984.

	Kista 1983	Raflax 1984	
		25 ár	40 ár
Byggingarvísitala	1774 (120)	2298 (155)	
Gengi: USD	21,26 Íkr	29,48 Íkr	
NOK	2,9697 "	3,766 "	
GBP	31,594 "	41,795 "	
Meðalverðlag	100	130	
Ársframleiðsla:			
Raforka GWh/ár	0	238,5	
Lax tonn/ár	2000	6820	
Stofnkostnaður Mkr.	816	4180	4180
Reksturskostnaður Mkr	208	993	952
Framleiðslukostnaður:			
Lax í sérrekstri kr/kg	106	137	132
" í samrekstri "		135	130
Framleiðsluverðmæti Mkr./ár	266-300	1396	1396
Tekjuafgangur Mkr./ár	58- 92	403	444
%	28- 44 ¹⁾	40,6	46,6
Fob-verð á laxi, Kef., kr/kg	133-150	190	190

1) Í Kistu-skýrslu frá júlí 1983 var tekjuafgangur áætlaður 30-47%, en þá var kostnaður við útflutningsumbúðir og flutning á Keflavíkurflugvöll ekki meðtalinn í framleiðslukostnaði.

Þegar fyrrgreindur samanburður er skoðaður, er nauðsynlegt að hafa í huga eftirfarandi atriði, sem áhrif hafa á tölulegar niðurstöður.

Áhrif til hækkunar kostnaðar í Raflax-áætlun:

1. Öll eldisker eru yfirbyggð.
2. Fóðurþörf er áætluð 15% meiri.
3. Kaupverð seiða er miðað við Kollafjarðarverð án magnafsláttar.

Áhrif til lækkunar kostnaðar í Raflax-áætlun:

1. Samvinnsla við raforkuframleiðslu.
2. Stærð eldisstöðvar er þrisvar til fjórum sinnum meiri.
3. Vaxtarhraði er áætlaður til muna meiri.
4. Þéttleiki fisks í eldiskerjum er 15 kg/m^3 í stað $8-15 \text{ kg/m}^3$.
5. Eldshitastig er 12°C í stað 10°C .

ÁHRIF HELZTU ÞÁTTA Á FRAMLEIÐSLUKOSTNAÐ

Kannað hefur verið, hvaða áhrif það hefur á framleiðslukostnað, ef nokkrar helztu forsendurnar, sem byggt er á í þessari áætlun, breytast.

Áhrif þessara þátta á kostnað við framleiðslu lax og raforku í samrekstri eru sýnd í línuritum á mynd 13. Línuritin sýna í tölum framleiðslukostnað og hlutfallslega breytingu hans, ef ein forsenda breytist að öllum öðrum forsendum óbreyttum.

Á mynd 13 er gerð grein fyrir áhrifum breytinga eftirfarandi þátta á kostnaðarverð:

1. Stofnkostnaður.
2. Stærð (afköst) raforkuvers og eldisstöðvar.
3. Afköst borhola.
4. Fjarlægð háhitasvæðis frá sjó.
5. Þéttleiki fisks í eldiskerjum.
6. Vaxtarhraði.
7. Fóðurverð.
8. Seiðaverð.
9. Vinnulaun.
10. Afskriftatími.

Til skýringar við notkun línurita á mynd 13 eru tekin eftirfarandi dæmi.

Dæmi 1. Ef seiðaverð lækkar um 25% frá áætlunartölu í könnuninni verður kostnaðarverð 2% lægra.

- a) Kostnaðarverð lax 132,30 kr/kg í óslægðum fiski.
- b) " raforku 0,294 kr/kWh

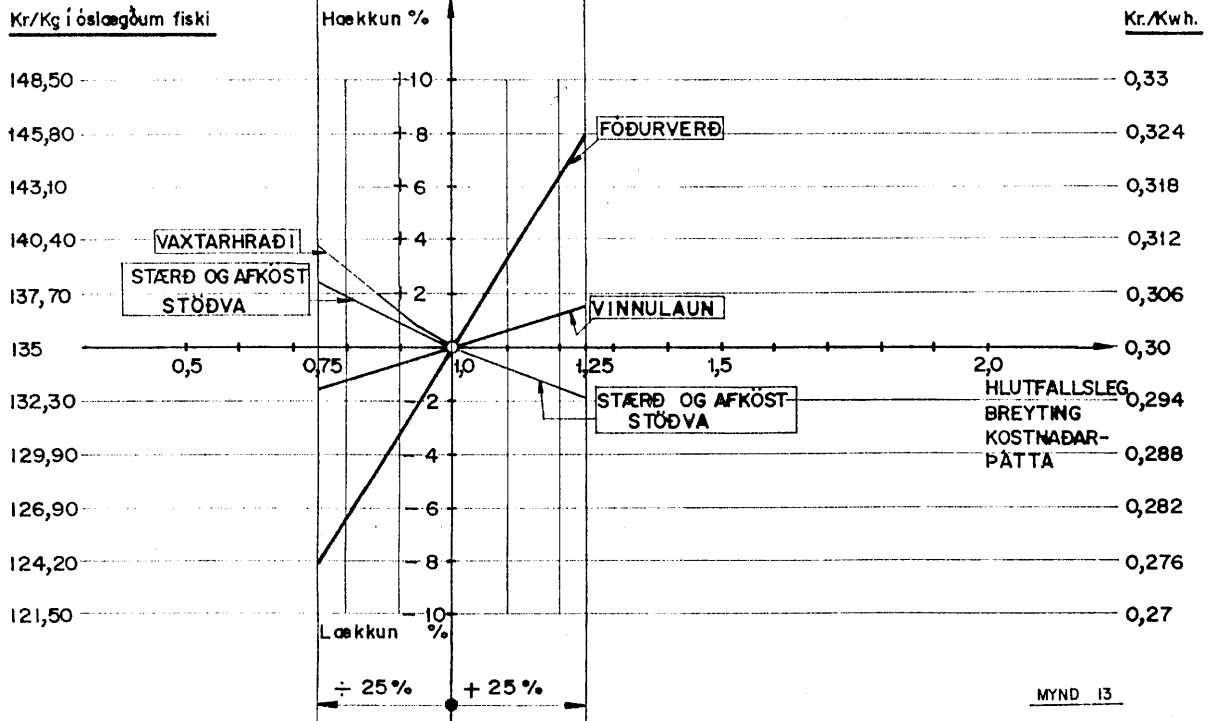
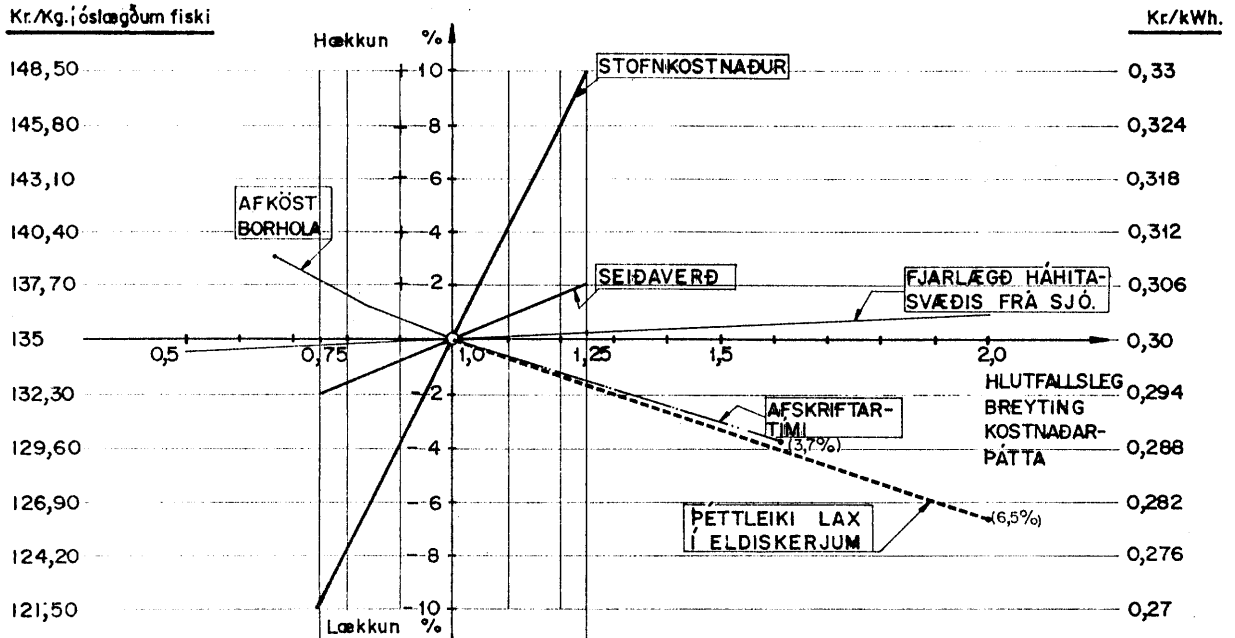
Dæmi 2. Ef fóðurverð hækkar um 15% hækkar kostnaðarverð um 4,8%.

- a) Kostnaðarverð lax 141,50 kr/kg í óslægðum fiski.
- b) " raforku 0,314 kr/kWh.

Dæmi 3. Ef þéttleiki fisks í eldiskerjum mætti hækka um helming (úr 15 í 22,5 kg/fisks/m³ eldisvökva) lækkar kostnaðarverð um 3,25%.

- a) Kostnaðarverð lax 130,60 kr/kg í óslægðum fiski.
- b) Kostnaðarverð raforku 0,290 kr/kWh.

FRAMLEIÐSLUKOSTNAÐUR



MYND 13

VERKFRÆDISTOFA		Mán. Verkf. 084GBJ
GUDMUNDAR & KRISTJÁNS		Tölva. - - - E.G.
Leufavegi 12 Sími 26022		Tíð. E.G.
RAFLAX		Ramb.
Áhrif kostnaðarpáttá á framl.kostnað		Verk. nr. TRÁKING NA.
Samreksur: 6820t/ár - 55 MWe		K-4-22
		Síð. 01

- Dæmi 4. Ef stofnkostnaður verður í raun 25% lægri en áætlað er lækkar kostnaðarverð um 10%.
- a) Kostnaðarverð lax 121,50 kr/kg í óslægðum fiski.
 - b) " raforku 0,27 kr/kWh.
- Dæmi 5. Ef bæði raforkuver og laxeldisstöð eru minnkuð um fjórðung (afköst minnkuð um 25%) hækkar kostnaðarverð um 2,4%.
- a) Kostnaðarverð lax 138,20 kr/kg í óslægðum fiski.
 - b) " raforku 0,307 kr/kWh.
- Dæmi 6. Ef vaxtarhraði reynist verða 14% minni en áætlunin byggir á og öll mannvirki og búnaður miðaður við þennan minni vaxtarhraða, þá hækkar kostnaðarverð um 2%.
- a) Kostnaðarverð lax 137,70 kr/kg í óslægðum fiski.
 - b) " raforku 0,306 kr/kWh.
- Dæmi 7. Ef afskriftatími mannvirkja og véla lengist um 60%, úr 25 í 40 ár, lækkar kostnaðarverð um 3,7%.
- a) Kostnaðarverð lax 130 kr/kg í óslægðum fiski.
 - b) " raforku 0,280 kr/kWh.

Auk fyrrgreindra þátta hafa áhrif hitunar eldissjávar á kostnað verið skoðuð. Samkvæmt þessari könnun kostar hitunin sem nemur um 2,30 krónum á hvert kg af framleiddum laxi. Miðað við 135 króna verð svarar þetta til hækkunar úr 132,70 kr/kg í 135 kr/kg eða um 1,7%.

Engin tók eru hér og nú á því að meta, hvers virði þessi hitun er. Upplýsingar skortir um áþreifanlegan ávinning af henni. Enginn vafi er þó á því, að ávinningurinn er miklu meiri en kostnaðaraukinn. Ef til vill liggur ávinningurinn einkum í því að geta alið fiskinn við jafnt hitastig í eldissjónum árið um kring og við kjörhita. Ekki er kunnugt um, að það hafi verið gert. Eldishitastig í Höfnum í inniöldi er að vísu jafnt en aðeins 11°C í stað 12-14°C, sem þessi áætlun byggir á og talinn er vera kjörhiti laxins. Annars staðar hefur eldi á matfiski farið fram við breytilegt hitastig eldissjávarins eins og náttúran býður upp á á hverjum stað. Þetta á við bæði í Noregi og Skotlandi, þar sem eldishitinn er breytilegur eftir árstíma frá 4-5°C og upp í a.m.k. 15-17°C sums staðar.

Varmaverð

Í þessari áætlun er gert ráð fyrir, að virkjað varmaafli til nýtingar í eldisstöð niður í 20°C nemi 501 MW. Varmanýtingin verður um 12 til 15 PJ á ári.

Árlegur kostnaður við vinnslu þessa varma er áætlaður um 15 til 16 milljónir króna. Þar af leiðir, að varmaverðið verður um 0,0035 til 0,00475 kr/kWh (0,12 til 0,16 millidalir/kWh) í samrekstri við 55 MW raforkuvinnslu, en í sérrekstri yrði þessi kostnaður um 0,0048 til 0,0065 kr/kWh (0,16 til 0,25 millidalir/kWh).

Til samanburðar skal þess getið, að verð á heitu vatni hjá Hitaveitu Reykjavíkur er nú 15 kr/tonn heits vatns. Með nýtingu þess niður í 20°C fæst varmaverðið 0,213 kr/kWh (7,2 millidalir/kWh), og er það 30 til 65 sinnum hærra en varmaverðið reiknast hér að framan.

Helztu magntölur.

Stærð rafstöðvar, MW		55	30	15
Ársframleiðsla lax, t/ár		6820	3720	1860
Mesta varmaafli til eldisstöðvar (nýtt í 20°C), MW		501	273	136
Vökvamagn úr jarðhitakerfi	kg/s	519	283	142
"	Mt/ár	16,37	8,93	4,46
Vinnsla hrávarma MW		612	334	167
"	PJ/ár	19,3	10,5	5,3
Rafafl til laxeldis:				
Hámark á sumartíma í heitu ári MW		11	5,5	2,75
Hámark á vetrartíma í heitu ári MW		10	5,0	2,5
Raforka til laxeldis:				
Heitt ár - GWh/ár		73,6	40,1	20,0
Meðalár - "		70,8	38,6	19,3
Kalt ár - "		67,9	37,0	18,5

Miðað er við að nýta varma úr jarðsjó niður í 20°C í varmaskiptum vegna eldisstöðvar. Vinnsla hrávarma er miðuð við mögulega nýtingu jarðsjávar niður í 5°C (meðalhita umhverfisins).

Orkunýting til raforkuframleiðslu yrði 9,0% og um 81,9% til varmaframleiðslu við fullt álag. Heildarorkunýtingin verður hins vegar:

Í köldu ári - til raforku 5,8%, til eldisstöðvar 78,8% alls 84,6%
Í meðal ári - " " 5,8%, " " 70,3% alls 76,1%
Í heitu ári - " " 5,8%, " " 61,9% alls 67,7%

og nýtanleg orka miðuð við 5°C umhverfishita.

Vökvavinnsla úr jarðhitakerfinu, 16,37 milljónir tonna á ári fyrir 55 MW rafstöð og 6820 tonna eldisstöð, er miðuð við, að vökvastreymi úr því sé jafnt árið um kring enda þótt nýtingartími raforkuversins sé aðeins 5675 klst. á ári og orkupörf eldisstöðvar einnig breytileg eftir árstímum. Á þessu er byggt með tilliti til rekstraröryggis borhola, en við lokun þeirra og síðar opnun er tekin talsverð áhætta á að skemma fóðurrör sökum mishitunar og varmaþenslu.

Fræðilega séð færi vökvamagnið, sem taka þyrfti upp úr jarðhitakerfinu, eftir þörf raforkukerfis landsins fyrir raforku frá rafstöðinni á vetrartíma og þörf eldisstöðvar fyrir varma- og dæluorku á sumrum. Ef ekki væri unnið meira vökvamagn úr jarðhitakerfinu en samkvæmt hinni fræðilegu þörf hverju sinni mætti loka tveimur til þremur borholum í þrjá til fjóra mánuði ár hvert yfir sumartímam. Heildarnýting orkunnar myndi þar með hækka úr 84,6% í um 94% í köldu ári og úr 67,7% í um 85% í heitu ári.

Þess skal getið hér til fróðleiks og samanburðar, að vökvamagn úr jarðhitakerfinu fyrir 55 MW rafstöð og 6820 tonna laxeldisstöð yrði um tvöfalt meira en magnið, sem nú er tekið á jafnlöngum tíma úr jarðhitakerfinu við Svartsengi.

19 TILLÖGUR UM FREKARI ATHUGANIR OG RANNSÓKNIR.

19.1 Skipulag rannsókna.

Skipuleggja þarf rannsóknir og verkaskiptingu á milli stofnana og ráðuneyta, þ.e. Orkustofnunar, Veiðimálastofnunar, Hafrannsóknastofnunar, Rannsóknaráðs ríkisins, iðnaðar-, landbúnaðar- og sjávarútvegsráðuneyta.

19.2 Líffræðilegar forsendur.

Kanna þarf betur en gert hefur verið helztu líffræðilegar forsendur fiskeldis og rannsaka innbyrðis áhrif þeirra. Þessar forsendur þarf að athuga nægilega vel til þessa að byggja megi á þeim fjárfestingar- og arðsemireikninga.

Helztu forsendurnar eru eftirfarandi:

- a) Álag í eldiskerjum.
- b) Áhrif eldishitastigs á vöxt og heilbrigði.
- c) Vaxtarhraði við breytilegt hitastig eldisvökva.
- d) " " breytilega seltu eldisvökva.
- e) Kynþroskaaldur mismunandi stofna.
- f) Fóðurgerð, fóðurblöndun, fóðurnýting.
- g) Heilbrigði - varnir gegn sjúkdómum. Afföll í eldi.
- h) Nauðsynlegt súrefnismagn í frárennsli eldiskerja.
- i) Súrefnisgjöf og/eða loftdæling til þess að geta minnkað vatnsdælingu.
- j) Ræktun mismunandi stofna.
- k) Áhrif jarðsjávarfrárennslis á endurheimtur úr hafbeit.
- l) Hafbeitarmöguleikar í tengslum við eldi í landkvíum.
- m) Skýrslugerð um orkumál seiðaeldis og hagkvæmni. Kanna hagkvæmni seiðaeldis í tengslum við sjóeldi, m.a. með tilliti til orkuþarfar.
- n) Hagkvæmni endurnýtingar varma úr frárennsli eldisvatns eða eldissjávar frá eldisstöðvum.

19.3 Innlend fóðurframleiðsla.

Kanna ber hagkvæmni innlendrar fóðurframleiðslu fyrir innanlandsmarkað og til útflutnings.

19.4 Tryggingar.

Athuga þarf tryggingamál fiskeldis.

19.5 Markaðir.

Rannsaka ber helztu markaði fyrir fiskeldisafurðir ásamt þörf vöruþróunar.

19.6 Fisktegundir.

Kanna þyrfti hagkvæmni eldis helztu eldisfisktegunda við íslenskar aðstæður.

19.7 Stærð stöðvar.

Huga þarf að áhrifum stærða crkuvers og eldisstöðvar á arðsemi.

19.8 Samkeppnishæfni.

Kanna skyldi samkeppnishæfni íslenskra eldisstöðva við norskar og skozkar eldisstöðvar.

19.9 Líkleg háhitasvæði.

Gera þyrfti áætlun um val heppilegra háhitasvæða með tilliti til fiskeldismöguleika hér á landi og setja fram tillögur um æskilegar stærðir eldisstöðva og afköst rafstöðva.

19.10 Áfangar í uppbyggingu.

Gera ætti áætlun um heppileg áfangaskipti við uppbyggingu raforkuvers og laxeldisstöðvar í tengslum við það. Bygging 6800 tonna laxeldisstöðvar í einum áfanga á Reykjanesi er óraunhæf eins og sakir standa. Hins vegar mætti byggja fyrst raforkuver í fulla stærð og selja nálægum fiskeldisstöðvum varma- og raforku eftir þörfum.

Fiskeldisframleiðslan gæti þannig byggzt upp í smærri og þar með í viðráðanlegum áföngum. Hagur af samvinnslnni kæmi til góða fyrir raforkuvinnsluna í síauknum mæli, en byggingaráfangar fiskeldisstöðvarinnar nytu fyllsta hags af samvinnslnni frá upphafi og áhættu við uppbyggingu fiskeldisins yrði haldið innan hæfilegra marka.

19.11 Rannsóknir.

Gera þarf yfirlit yfir allar rannsóknir og tilraunir, sem unnið er að eða eru fyrirhugaðar á þessu sviði.

19.12 Tölvulíkan.

Koma þyrfti upp tölvulíkani yfir helztu reiknistærðir fiskeldisins.

19.13 Beztun.

Vinna þarf að beztun í rekstri fiskeldis við aðstæður hér á landi.

19.4 Gerð varmaskipta.

Rannsaka þarf mismunandi gerðir varmaskipta til nýtingar á jarðsjávarvarma frá háhitasvæðum, einkum með tillit til skeljunar hitaflata.

EININGAR

SI-einingar, tugabrot og margfeldi (DIN 1301)

Tugabrot	Veldi	Heiti	Forskeyti	Tákn
0,000 000 000 000 000 001	10 ⁻¹⁸	Trilljónasti hluti	Atto	(a)
0,000 000 000 000 001	10 ⁻¹⁵	Billjarðasti "	Femto	(f)
0,000 000 000 001	10 ⁻¹²	Billjónasti "	Pico	(p)
0,000 000 001	10 ⁻⁹	Milljarðasti "	Nano	(n)
0,000 001	10 ⁻⁶	Milljónasti "	Milli	(m)
0,01	10 ⁻²	Hundraðasti "	Centi	(c)
0,1	10 ⁻¹	Tíundi "	Deci	(d)
Margfeldi	1 10 ⁰	One		
	10 10 ¹	Tíu	Deca	(da)
	100 10 ²	Hundrað	Hecto	(h)
	1 000 10 ³	Þúsund	Kilo	(k)
	1 000 000 10 ⁶	Milljón	Mega	(M)
	1 000 000 000 10 ⁹	Milljarður	Giga	(G)
	1 000 000 000 000 10 ¹²	Billjón	Tera	(T)
	1 000 000 000 000 000 10 ¹⁵	Billjarður	Peta	(P)
	1 000 000 000 000 000 000 10 ¹⁸	Trilljón	Exa	(E)

Ath: Í Bandaríkjunum, Frakklandi, Spáni og Ítalíu er 10⁹ nefnd billjón og 10¹² trilljón.

1 Mtoe = ein milljón tonna olíugildi.

Hráolía	1 Mtonn	= 1,16 Mn ³	= 11 TWh = 42 PJ
Létt brennsluolía	1 Mtonn	= 1,20 Mn ³	= 12 TWh = 43 PJ
Þung brennsluolía	1 Mtonn	= 1,06 Mn ³	= 11 TWh = 41 PJ
Jarðgas	1 Gm ³	=	9,5 TWh = 34 PJ
Kol	1 Mtonn	=	7-8 TWh = 25-30 PJ
Viður	1 Mtonn TS	=	5-5,5 TWh = 18-20 PJ
Svörður (50% raki)	1 Mtonn	=	2,5-3 TWh = 9-11 PJ
Bensín	1 Mtonn	= 1,37 Mn ³	= 12 TWh = 43 PJ
Metanol	1 Mtonn	= 1,27 Mn ³	= 5,5 TWh = 21 PJ

