



ORKUSTOFNUN
Vatnsorkudeild

HAGAVATNSVIRKJUN
Forathugun

Þorbergur Þorbergsson
Hörður Svavarsson

útlán

OS-85115/V0D-24 B

Desember 1985

ORKUSTOFNUN
VATNSORKUDEILD

Verknr.: 886

HAGAVATNSVIRKJUN
Forathugun

Þorbergur Þorbergsson
Hörður Svavarsson

OS-85115/VOD-24 B

Desember 1985

EFNISYFIRLIT

	bls.
1 INNGANGUR	3
2 VATNAFRÆÐI	3
3 MIÐLUN	6
4 TILHÖGUN VIRKJUNAR	8
5 FORSENDUR REIKNINGA	8
6 NIÐURSTAÐA	9

MYNDASKRÁ

Mynd 1 Sandvatnsveita, reiknað rennsli vatnsárin 1950-'81	5
Mynd 2 Sandvatnsveita, reiknað rennsli (K.E.'84)	5
Mynd 3 Hagavatn, miðlun	6
Mynd 4 Hagavatnsvirkjun, yfirlitskort	7
Mynd 5 Jafnaðarlegur stofnkostnaður	9
Mynd 6 Stíflustæðið við Hagavatn, jarðlagasnið	10

TÖFLUSKRÁ

Tafla 1 Rennslisröð, Sandvatnsveita	4
-------------------------------------	---

1 INNGANGUR

Forathugun er gerð á virkjun Farsins, sem er afrennsli Hagavatns sunnan undir Langjökli.

Virkjun þessi er hér nefnd HAGAVATNSVIRKJUN. Miðlun í Hagavatni er afar hagkvæm, vatnsvegir stuttir, röskun á umhverfi lítil sem engin og miðað við stærð gæti þetta verið hagkvæmur kostur.

Samkvæmt því, sem þekkt er og áætlað, er þarna unnt að framleiða um 170 GWh á ári í 30-35 MW virkjun sem kostar innan við 800 Mkr., miðað við verðlag í des. 83, eða 4,5 kr/kWh/ár.

Að því er rannsóknir varðar þarf fyrst og fremst að mæla rennslishætti Farsins, kanna jarðfræði stíflustæða og athuga hagkvæmni frárennslisskurðar, því að ef aurarnir austan undir Brekknafjöllum eru þykkir, þá er skurður auðgrafinn og fallhæð vex sem því nemur.

Auðvelt virðist vera að stífla afrennsli Hagavatns, Farið, og fá þar mjög góða miðlun.

Virkjanlegt fall ætti að geta verið um 120 m og stuttir vatnsvegir.

Til eru fáeinar stakar rennslismælingar í Farinu.

Kort í m.k.v. 1:20.000 með 5 m hæðarlínunum er til, af svo til öllu svæðinu.

Jarðfræði hefur lítillega verið athuguð. Umhverfismál ættu vart að hafa áhrif á hvort virkjað yrði, eða hvernig.

Út frá þessum takmörkuðu gögnum, ásamt almennri þekkingu á vatnasviðinu verður hér á eftir metið hvort Hagavatnsvirkjun sé vænlegur kostur, og hvað þurfi brýnast að rannsaka til að fá vissu um hvort hagkvæmt sé, eða ekki, að virkja þarna.

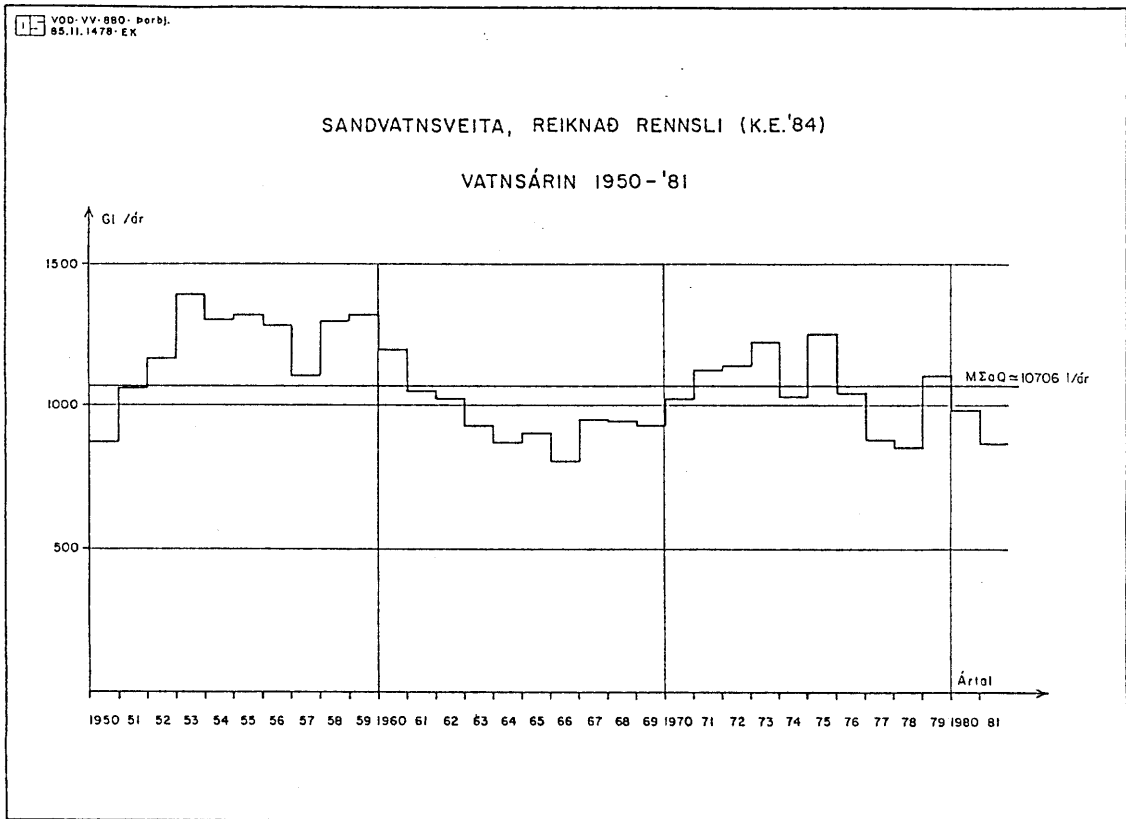
2 VATNAFRÆÐI

Rennslisröð Sandvatnsveitu er til reiknuð af Kristni Einarssyni og er meðalársvatn talið um 1070 Gl, sjá myndir 1 og 2, og töflu 1 hér á eftir. Þar af er innrennsli Hagavatns metið um 70%, eða 750 Gl/ár. Rennslishættir í Hagavatn eru allt aðrir en rennslishættir Sandvatnsveitu. Innrennsli í Hagavatn er dæmigerð jökulá með hverfandi vorleysingu, en í Sandvatnsveitu er umtalsverð vorleysing. Rennslissveiflur Sandvatnsveitu eru mikið deyfðar, bæði í Hagavatni og Sandvatni. Af þessum ástæðum er vafasamt að reikna með innrennsli í Hagavatn sem 70% af rennslisröð Sandvatnsveitu. Vegna skorts á nánari gögnum er þó reiknað með 70% af rennslisröð Sandvatnsveitu, en miðlunarrými aukið. Í meðalári væri miðlunarpörf 70-80 Gl, en hér verður reiknað með 250 Gl miðlun.

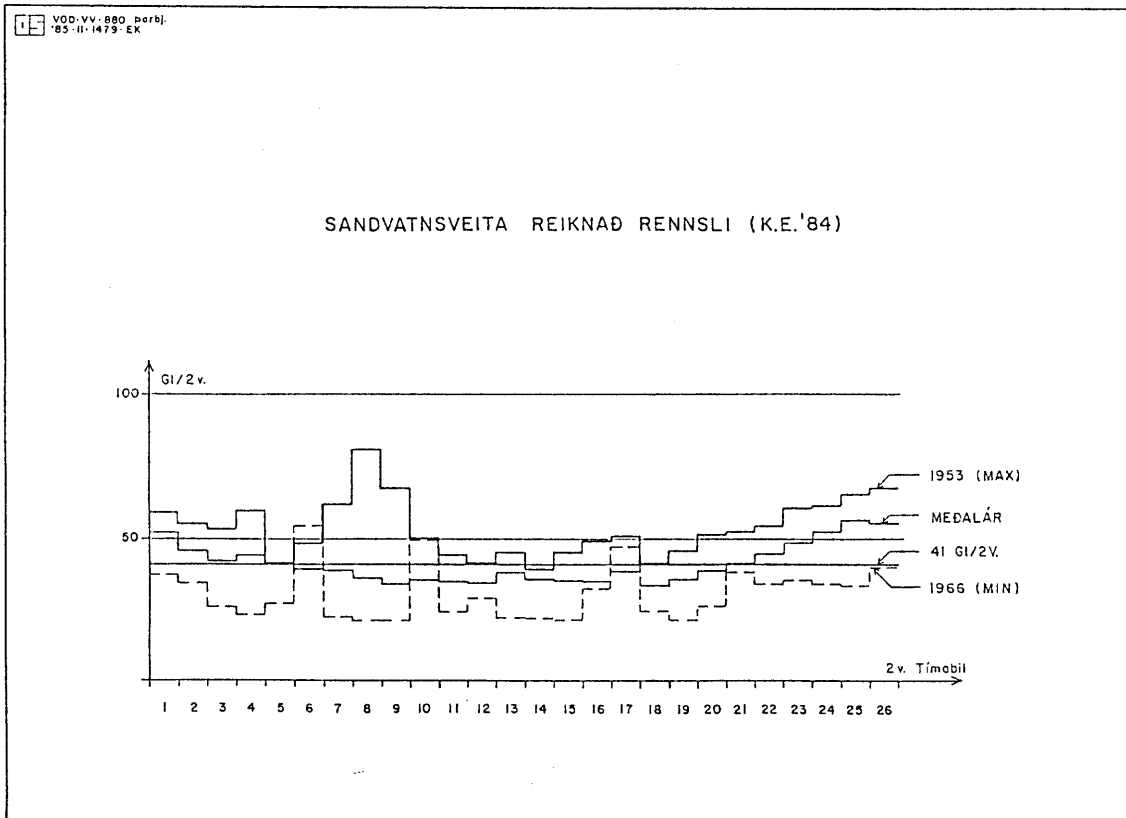
Tafla 1 Sandvatnsveita, rennslisröð.

ARKUSTOFNUN		2- 1-1986		EHVITA.REN		Rennslisröð nr. 6: Sandvatnsveita										32 Vatnsar	
Vatnsorkudeild		Rennsli (6l/2vikum)												Arsrennsli (6l)			
45.4	38.1	30.0	35.7	40.6	28.9	26.7	33.5	28.8	23.7	31.8	27.3	25.4					
23.4	19.9	18.2	20.7	30.2	43.4	38.3	32.8	40.4	45.3	46.3	47.6	49.5	871.9	1950			
56.7	49.6	49.7	54.6	42.1	32.8	33.1	51.2	31.6	31.0	20.6	28.6	53.5					
28.8	40.5	31.1	41.1	32.7	32.8	32.0	31.7	38.3	43.9	50.9	58.6	56.6	1062.1	1951			
45.8	44.9	34.3	36.1	34.1	33.8	33.0	32.4	35.8	42.8	45.9	53.9	38.3					
97.8	78.4	28.0	27.0	32.7	32.7	41.4	43.4	49.8	53.9	51.8	61.4	58.9	1168.3	1952			
59.1	55.2	53.5	59.7	41.3	48.3	61.9	81.0	67.5	50.3	44.4	41.5	45.2					
39.1	45.2	49.3	51.0	41.3	45.9	51.5	52.5	54.5	60.7	61.6	65.6	67.3	1394.5	1953			
61.5	51.0	49.6	43.4	39.8	61.6	46.5	36.1	39.5	39.7	35.6	30.6	31.0					
62.2	32.3	44.6	59.1	39.3	36.5	43.2	53.6	52.9	68.7	87.5	77.4	81.8	1304.9	1954			
90.9	67.1	63.1	59.2	55.6	51.9	49.4	37.3	49.7	36.5	39.0	44.7	39.5					
47.1	49.1	44.2	43.0	46.7	48.0	45.9	48.4	51.6	53.4	54.6	53.3	52.5	1321.7	1955			
48.0	46.3	49.4	74.8	83.9	69.9	54.5	47.3	42.8	48.8	45.6	37.0	34.4					
33.1	35.0	44.4	40.9	39.6	37.6	53.4	45.3	50.7	52.5	55.2	56.5	58.3	1284.9	1956			
56.9	53.2	57.2	54.6	38.0	43.5	59.7	43.7	35.5	35.8	33.6	34.2	36.6					
36.4	36.0	42.9	44.1	33.4	32.0	28.2	31.7	37.7	52.2	50.3	50.1	49.6	1107.2	1957			
52.1	53.7	50.6	54.5	62.5	68.3	63.1	35.7	35.2	30.4	63.0	63.7	39.2					
34.8	57.3	39.5	41.7	36.2	54.4	51.9	45.1	46.5	49.3	51.2	62.8	56.4	1299.0	1958			
77.7	62.3	66.6	68.2	55.0	33.1	42.0	38.6	35.5	48.7	35.4	75.5	31.8					
40.0	49.3	43.1	44.3	43.3	46.5	45.8	48.9	58.3	55.3	62.0	58.4	55.7	1321.4	1959			
62.9	53.9	47.6	47.0	43.5	39.8	36.5	45.3	34.8	54.4	41.3	32.5	92.4					
50.0	37.3	29.4	36.6	50.1	50.8	39.8	40.3	43.3	43.5	46.2	48.4	51.8	1199.3	1960			
47.5	50.0	44.3	47.4	34.7	45.2	32.0	32.1	41.2	32.5	46.6	27.8	42.4					
28.1	29.0	28.8	78.1	41.5	34.0	36.2	41.4	40.1	42.1	44.1	43.0	41.7	1051.8	1961			
40.2	47.4	42.1	53.5	35.5	41.5	54.4	33.0	52.0	28.7	45.3	28.1	34.0					
35.9	31.4	28.7	27.5	37.2	31.0	39.8	37.9	39.5	43.4	45.2	46.7	43.3	1023.2	1962			
40.2	40.5	34.4	34.4	35.2	27.9	45.8	30.5	29.5	55.6	57.6	48.2	28.0					
27.4	31.4	32.9	26.2	25.5	24.8	25.1	28.5	35.3	38.3	44.3	42.0	39.0	928.3	1963			
38.1	32.5	41.4	36.3	46.5	41.8	29.6	25.1	26.0	31.9	27.9	49.4	41.6					
29.2	21.8	26.2	23.8	23.9	24.1	29.4	32.2	32.3	37.9	42.4	40.9	38.4	870.4	1964			
34.3	32.3	34.7	79.4	47.8	34.5	25.7	26.0	26.7	32.2	24.5	23.4	22.8					
27.4	40.0	24.1	23.7	26.6	26.8	37.3	48.7	43.7	40.7	38.3	37.7	44.6	903.9	1965			
37.4	34.7	26.6	23.6	27.5	54.6	22.8	21.4	21.5	49.7	24.5	29.3	22.5					
22.0	21.5	32.5	47.3	24.7	21.5	26.5	38.2	33.9	35.5	34.1	33.4	39.9	806.9	1966			
37.4	40.0	29.6	24.4	22.5	40.8	65.3	42.0	29.7	23.0	28.9	25.2	53.9					
32.1	22.8	33.0	35.1	26.8	29.6	39.1	48.7	38.6	39.6	36.4	49.1	57.4	950.9	1967			
55.4	41.8	32.7	30.5	29.2	36.1	33.4	33.9	23.3	24.1	26.7	28.0	26.1					
24.2	31.1	44.0	31.8	31.6	31.4	45.0	44.9	45.1	44.1	48.5	52.3	52.7	947.8	1968			
47.7	47.9	38.3	36.5	28.8	25.2	25.9	25.5	26.5	26.5	32.3	27.1	28.4					
29.4	43.2	26.5	35.0	35.0	38.6	42.1	40.6	43.7	40.0	44.8	47.6	47.4	930.4	1969			
40.3	37.4	41.2	54.9	32.9	31.5	31.8	69.5	29.2	31.8	31.5	27.3	31.9					
42.0	29.2	35.1	47.3	44.5	42.0	36.6	42.1	39.4	43.0	42.9	43.5	44.9	1023.6	1970			
47.0	46.2	37.9	34.8	54.3	35.6	39.6	36.8	59.2	37.6	37.0	30.3	62.1					
35.9	42.5	28.1	30.9	31.6	37.7	36.5	40.8	43.5	54.9	60.3	57.8	67.8	1126.4	1971			
67.4	53.9	57.9	60.9	41.0	31.4	35.1	34.9	39.4	60.4	39.3	43.3	31.3					
43.5	54.7	31.0	42.1	31.7	31.7	33.6	34.4	42.4	44.5	50.1	51.7	52.6	1140.3	1972			
49.2	45.8	60.8	38.3	70.8	40.6	38.0	34.3	31.0	29.6	28.7	24.4	52.6					
48.2	31.2	64.0	50.1	46.6	43.1	45.0	62.9	55.0	59.9	60.1	64.3	52.6	1227.1	1973			
51.0	40.0	33.0	55.9	52.6	35.8	32.5	28.7	26.8	24.6	26.8	29.4	39.9					
31.8	29.6	29.1	31.0	38.8	31.3	28.1	32.8	46.6	50.7	58.4	77.3	70.0	1032.5	1974			
63.9	44.6	35.5	44.6	48.6	55.0	35.9	44.3	44.0	33.8	30.0	41.0	43.0					
36.1	34.7	27.8	36.0	31.2	32.4	40.3	45.1	51.8	67.5	64.0	111.9	112.2	1255.1	1975			
72.5	65.0	55.3	39.8	36.2	38.7	40.7	29.8	36.8	29.9	25.0	23.9	23.2					
31.7	25.2	28.2	20.5	27.1	30.8	50.4	35.3	51.1	53.6	59.4	55.7	51.8	1045.6	1976			
39.5	39.4	35.4	27.7	32.1	25.9	27.2	25.6	25.5	26.3	24.1	25.9	23.7					
29.6	26.7	43.6	31.8	26.8	38.9	35.6	36.7	35.0	39.8	51.5	51.1	58.0	883.5	1977			
38.9	34.2	26.0	28.8	37.4	34.1	35.3	31.2	27.9	26.3	25.4	23.4	53.9					
23.8	22.6	21.4	36.6	23.0	21.6	26.0	42.7	39.6	40.2	42.5	46.2	45.8	854.8	1978			
41.6	42.6	38.9	31.9	33.4	31.8	34.1	33.8	23.6	35.8	27.4	25.3	33.1					
26.4	24.7	41.9	35.8	31.4	32.9	35.6	45.9	75.6	77.6	88.3	97.5	59.9	1106.7	1979			
71.5	39.7	37.7	23.0	29.1	23.9	29.4	22.5	22.5	28.4	47.8	24.5	23.8					
23.6	24.0	41.5	35.3	24.3	35.9	40.0	36.3	40.2	40.0	52.4	83.7	82.7	983.9	1980			
67.5	41.8	24.5	22.7	23.0	24.2	30.7	20.1	20.5	25.5	22.5	28.8	33.1					
23.9	32.9	38.3	57.9	27.3	36.9	35.7	42.4	33.7	35.4	46.4	38.4	35.7	869.5	1981			
Medalrennsli (6l/2vikum)												HQ (6l/ari)					
52.7	46.0	42.5	44.3	41.7	39.6	39.1	36.3	34.4	35.5	35.1	34.5	38.1					
35.8	35.3	35.0	38.8	33.8	35.5	38.6	41.6	44.7	48.4	52.3	56.6	55.5	1071.8				

Medalrennsli 32 ar: 34.1 m3/s



Mynd 1 Sandvatnsveita, reiknað rennsli vatnsárin 1950-'81.



Mynd 2 Sandvatnsveita, reiknað rennsli (K.E.'84).

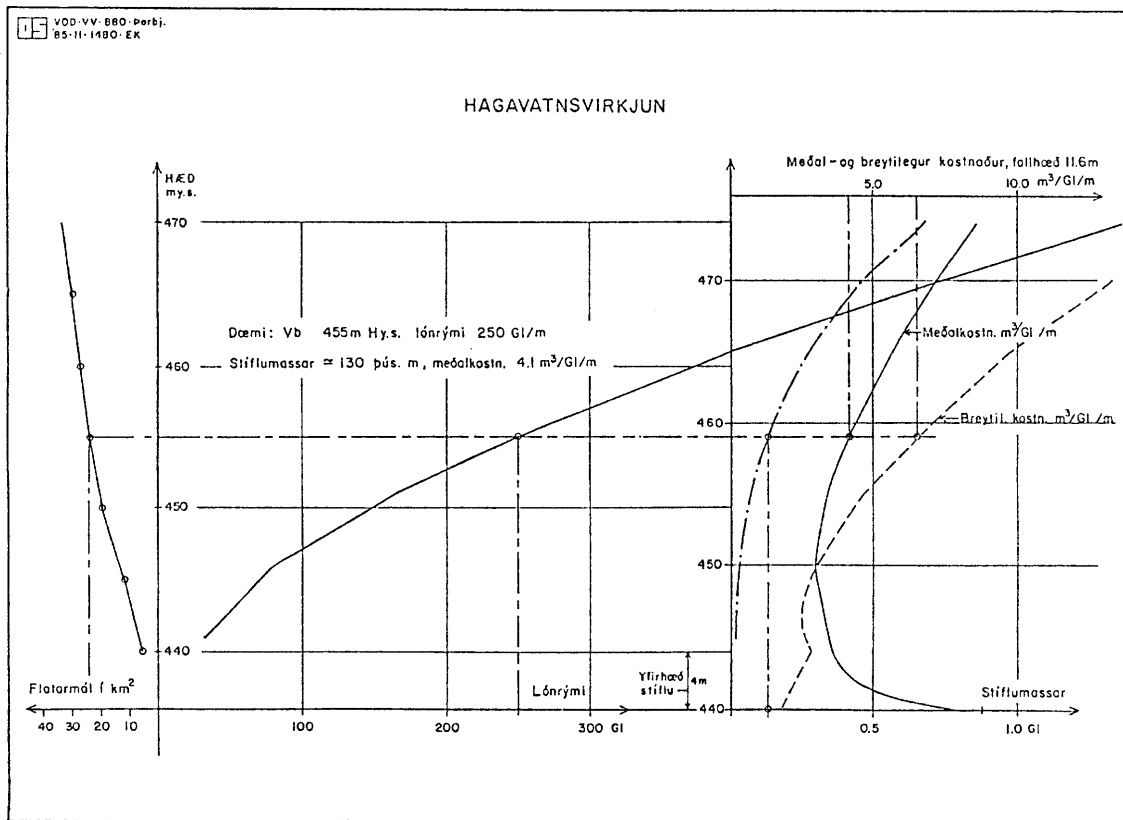
3 MIÐLUN

HAGAVATN er í tæplega 440 m h.y.s og rúmir $5, \text{ km}^2$ að flatarmáli. Í 450 m h.y.s. væri vatnsflöturinn meira en 19 km^2 , en vegna kortaskorts er ekki unnt að mæla flatarmál lóns með hærri stöðu vatnsborðs (KORT OS 3844 er ekki teiknað nema að hálfu). Í meiri hæð en 450 m y.s. eru flatarmálsstærðir lágmarkstölur.

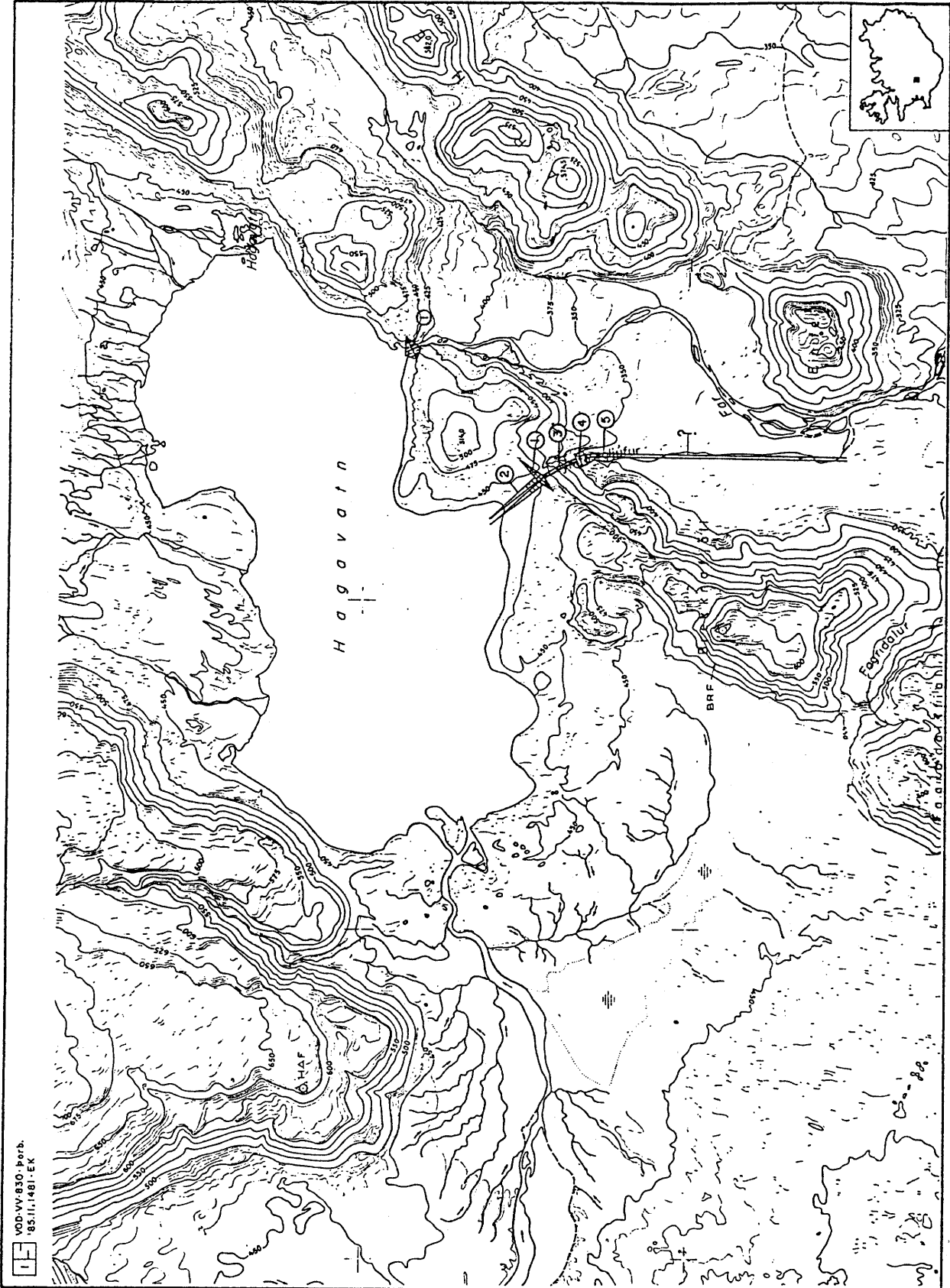
Guttormur Sigbjarnarson fjallar um Hagavatn í Jökli, 17. árg., og þar eru á bls. 267 sýndar mismunandi hæðir vatnsborðs. Hæsta vatnsborð telur G.S. 21-22 m hærra en nú. Því ætti að vera samilega þéttur lónbotn með hæsta vatnsborð í um 460 m h.y.s., en þá væri miðlunarrými a.m.k. 375 Gl. sem er um 50% af reiknuðu meðalárs rennsli. Þessi miðlun er hagkvæm, $5,5 \text{ m}^3/\text{Gl}/\text{m}$ (rúmmetrar stífluefnis fyrir hvern miðlaðan gígalíttra vatns og virkjanlega fallhæð í metrum). Stíflustæði voru lauslega athuguð, af Ágústi Guðmundssyni, jarðfræðingi, síðastliðið sumar og snið í stíflustæðin er sýnt á mynd 6.

Aukning miðlunar kann að vera æskileg. Slíkt gæti valdið leka úr lóni, en af óþekkttri stærð. Sem dæmi má taka að 70% miðlun er ca. 525 Gl og meðalkostnaður um $7 \text{ m}^3/\text{Gl}/\text{m}$ þegar virkjanleg fallhæð er reiknuð 117 m. Í þeirri lausn sem valin var, reyndist stíflukostnaður um 6%, svo aukin miðlun hefur lítil áhrif á orkuverð.

Á mynd 3 eru sýndir lón- og massaferlar miðlunarmannvirkja. Rétt er að geta þess að Hagavatnsmiðlun nýtist einnig virkjunum í Hvítá neðan Sandvatnsveitu.



MYND 3 Hagavatn, miðlun.



Mynd 4 Hagavatnsvirkjun, yfirlitskort.

4 TILHÖGUN VIRKJUNAR

Reiknað er með eftirtöldum mannvirkjum (sjá mynd 4):

1. Stíflum við Nýjafoss og Leynifoss (ca 30 og 12 m háar).
2. Aðrennslisskurðir með inntaksvirki.
3. Þrýstivatnspípu
4. Stöðvarhúsi,
5. Frárennslisskurði í Leynifossgljúfri.

Nánari útfærsla einstakra atriða, svo sem yfirfall og frárennslisskurður, eru háð jarðfræði.

Hæsta vatnsborð er í 455 m h.y.s. og frárennslis í 335 m h.y.s. Ef áraurarnir eru þykkir mætti lækka frárennslishæð, sennilega í 330 m y.s.

5 FORSENDUR REIKNINGA

Samanburður virkjanakosta er tvíþættur: stofnkostnaður og orkuframleiðsla. Við þennan samanburð er notað reiknilíkan Orkustofnunar "HYDRO". Stofnkostnaði vatnsaflsvirkjana, K, er skipt í verktakakostnað, ófyrirséðan kostnað og verkkaupakostnað.

Verktakakostnaður telst sanngjörn greiðsla til verktaka fyrir að vinna verkið. Ófyrirséður kostnaður er hér reiknaður sem 13 af hundraði verktakakostnaðar. Verkkaupakostnaður skiptist í undirbúningskostnað, hönnunar- og umsjónarkostnað og loks fjármagnskostnað. Við forathugun reiknast verkkaupakostnaður sem ákveðinn hundraðshluti af verktakakostnaði. Nánari sundurliðun:

Verktakakostnaður	100%
Ófyrirséður kostnaður	13%
Undirbúningskostnaður	3%
Hönnunar- og umsjónarkostnaður	15%
Fjármagnskostnaður	19%

Samtals	150%

Orkuframleiðsla, E, er m.a. háð rennslisháttum og stærð miðlunarrýmis og í reiknilíkani OS "HYDRO" eru niðurstöður fengnar sem hlutfall orkuvinnslu af rennslisorku árlegs meðalrennslis til virkjunar.

Við samanburð á hagkvæmni virkjanakosta er oftast notaður stofnkostnaður á orkueiningu, K/E (kr/kWh/a).

Kostnaðarjöfnur reiknilíkansins (HYDRO) miðast við:

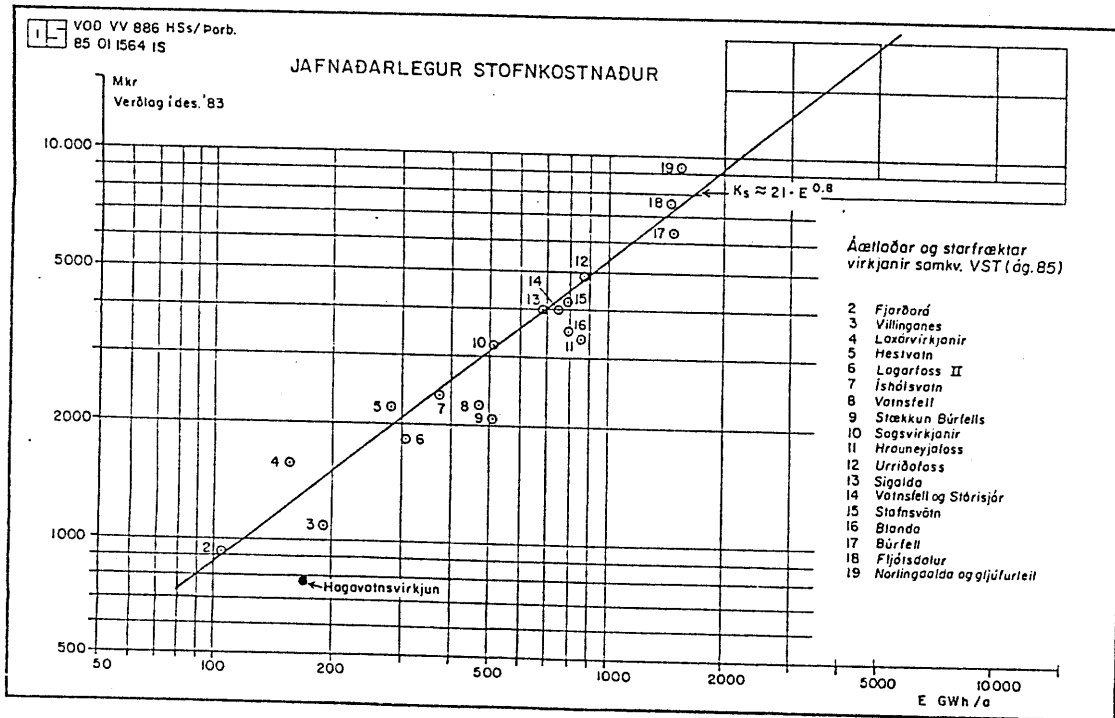
Verðlag í des. 1982 (vísitala byggingarkostnaðar 100 stig)
Reiknivextir 8%

Afskriftatími 40 ár
 Rekstrarkostnaður á ári 1% af stofnkostnaði

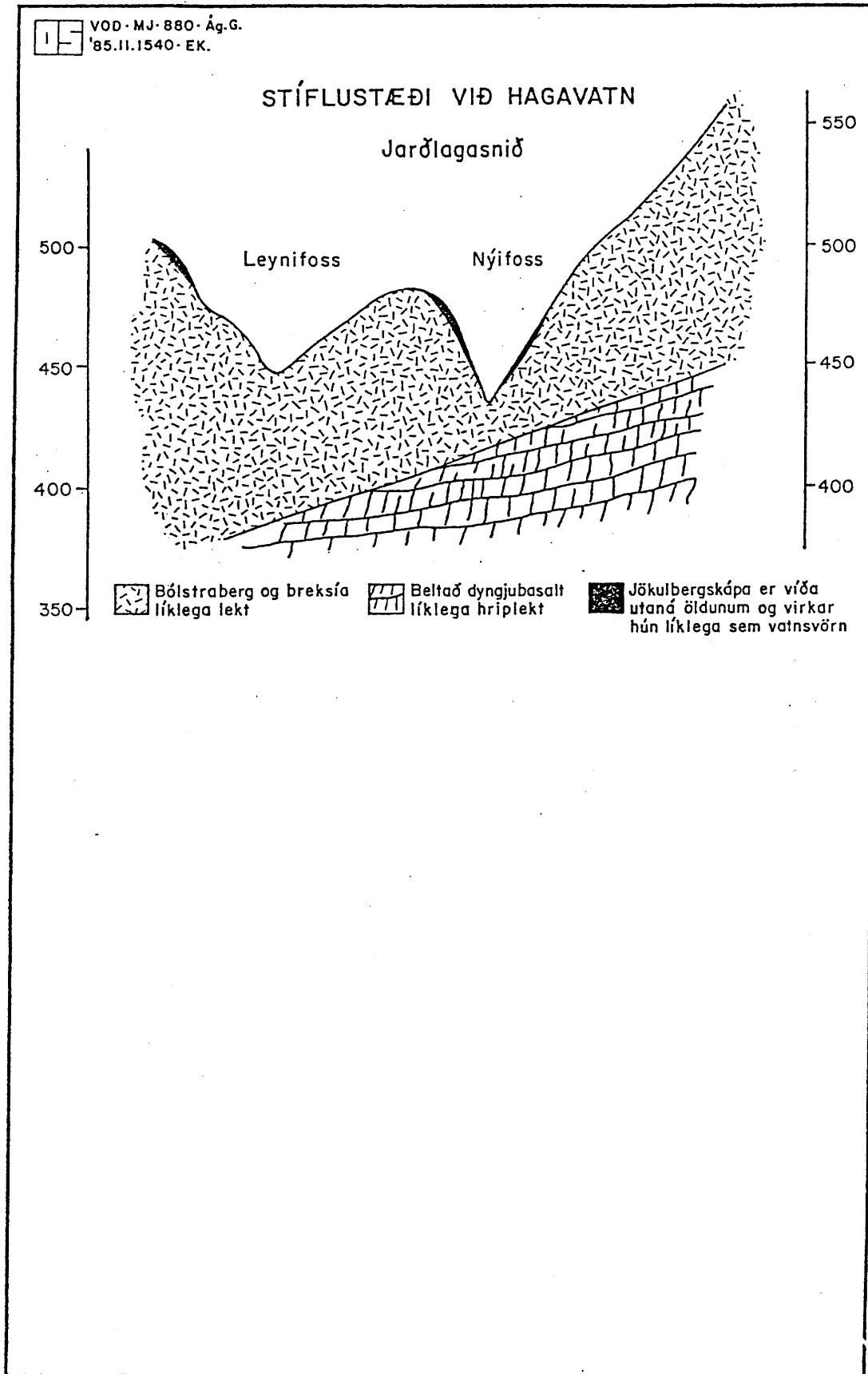
6 NIÐURSTADA

Samkvæmt reiknilíkani OS, HYDRO, eru niðurstöður:

Hönnunarfallhæð í m	116
Miðlun M í Gl	250
Afl N í MW	30-35
Orka E í GWh/a	170
Nýting T=E/N í kh/a	5,2
Stofnkostnaður K í des 82 í Mkr	480
Stofnkostnaður K í des 83 í Mkr	760
Stofnkostnaður K í des 84 í Mkr	910
K/E í des 82 í kr/kWh/a	2,8
K/E í des 83 í kr/kWh/a	4,5
K/E í des 84 í kr/kWh/a	5,4



Mynd 5. Jafnaðarlegur stofnkostnaður.



Mynd 6. Stíflustæðið við Hagavatn, jarðlagasnið.