



ORKUSTOFNUN  
Vatnsorkudeild

EFSTADALSVIRKJUN Í BRÚARÁ  
Forathugun

Þorbergur Þorbergsson  
Hörður Svavarsson

OS-85118/VOD-25 B

Desember 1985

ORKUSTOFNUN  
Vatnsorkudeild

Verknr.:876

EFSTADALSVIRKJUN Í BRÚARÁ  
Forathugun

•  
Þorbergur Þorbergsson  
Hörður Svavarsson

OS-85118/VOD-25 B

Desember 1985

## EFNISYFIRLIT

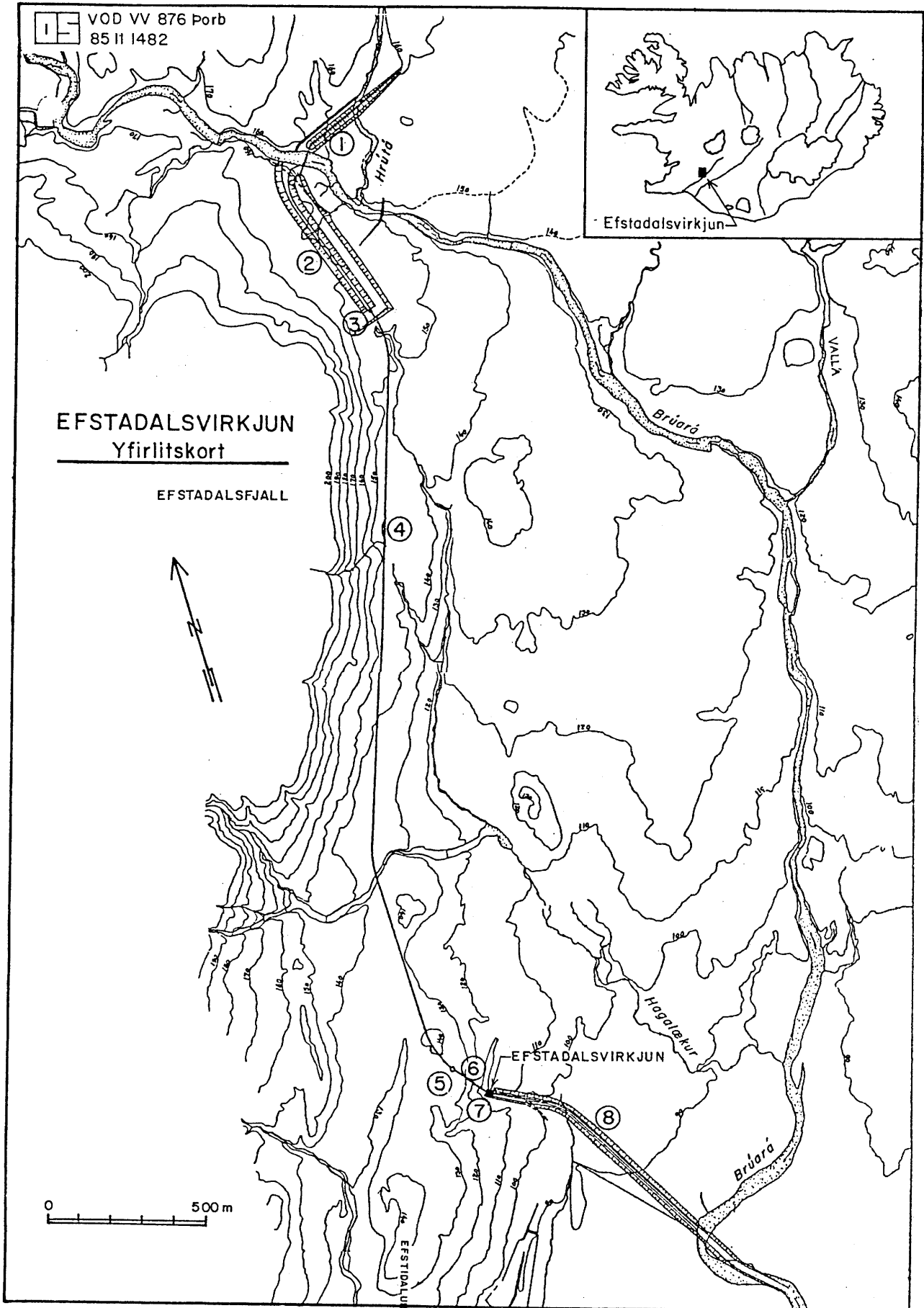
|                       | bls. |
|-----------------------|------|
| 1 INNGANGUR           | 4    |
| 2 VATNAFRÆÐI          | 4    |
| 3 TILHÖGUN VIRKJANA   | 7    |
| 4 FORSENDUR REIKNINGA | 7    |
| 5 NIÐURSTÖÐUR         | 8    |
| 6 STAÐA RANNSÓKNA     | 9    |
| 7 RITASKRÁ            | 9    |

## MYNDASKRÁ

|  |   |
|--|---|
| Mynd 1 Efstadalsvirkjun. Yfirlitskort          | 3 |
| Mynd 2 Úrkoma og rennsli áranna 1961-1981      | 6 |
| Mynd 3 Dreifing ársrennslis (2-ja vikna gildi) | 6 |
| Mynd 4 Jafnaðarlegur stofnkostnaður virkjana   | 9 |

## TÖFLUSKRÁ

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| Tafla 1 Efstadalsvirkjun, rennslisröð | 5 |
|---------------------------------------|---|



Mynd 1 Efstadalsvirkjun. Yfirlitskort.

## 1 INNGANGUR

Til er skýrsla frá Verkfræðistofu Sigurðar Thoroddsen "Mat á virkjunaraðstöðu í Efri Brúará" dags. í maí 1962.

Harza Engineering Company International endurskoðaði það mat sbr. skýrslu þeirra dags. í des. 1962.

Síðan í sept. 1961 hefur síriti (vhm 108) verið starfræktur í Brúará rétt ofan við brúna á mótis við bæinn Efstadal. Samkvæmt þeim rennslismælingum er hér endurmetin orkuframleiðsla virkjunarinnar.

Þar eð ráðgjafar (VST og HARZA) eru í meginatriðum sammála um tilhögun Efstadalsvirkjunar í Brúará er sú lausn reiknuð hér í reiknilíkani Orkustofnunar (HYDRO) og er niðurstaðan þessi: Afl 15 MW, Orka 130 GWh/a (við 8676 nýtingartíma) og kostnaður á orkueiningu 5,6 kr/kWh/a miðað við verðlag í des. 1983. (Stofnkostnaður í des. 1983 reiknast um 750 Mkr).

Ef reiknað er með nýtingarhlutfalli 0,6 (5256 klst/a) verður orkuframleiðsla 80 GWh/a og kostnaður á orkueiningu 9,2 kr/kWh/a. Nauðsynlegt er að kanna orkuvinnslugetu virkjunarinnar nánar.

Skýlt er að geta þess að reiknilíkan OS gildir vart fyrir svo litla virkjun sem þessa.

## 2 VATNAFRÆÐI

Brúará er lindá með jöfnu rennsli, sjá myndir 2 og 3. Upptök hennar eru í Brúarárskörðun undir Rótarsandi í um 440 m h.y.s. Vatnasvið hennar ofan vhm 108 er talið um 225 km<sup>2</sup>.

Til eru rennslisskýrslur um Brúará niður við Dynjanda frá árinu 1948, og 1961 voru settir upp síritandi vatnshæðarmælar bæði þar (vhm 43) og við brúna á mótis við Efstadal (vhm 108).

Meðalrennsli við brúna, vhm 108, reiknast 39 kl/s (eða 47,2 Gl/2v). Mesta flóð mældist 15. apríl 1962 og reiknaðist það 156 kl/s eða um 700 l/s/km<sup>2</sup>. Stíflustæði er áætlað um ármót Brúará/Hrútár. Þann 28. sept. 1961 mældist rennslið þar 32,5 kl/s eða um 89% af rennsli við vhm 108 og 5. apríl 1962 mældist rennslið 29,3 kl/s eða um 84% af rennsli við vhm 108. Hér verður rennsli til virkjunar reiknað sem 86% af rennsli vhm 108.

Ef litið er á mynd 2 og töflu 1 sést glögggt að ekki er þörf á miðlun að heitið geti, enda væri slíkt erfitt, bæði dýrt (áin er brött) og líklega mjög lekt lón. Einnig kemur í ljós að vetrar- og vorrennsli er meira en sumarrennsli og er það einnig til bóta ef litið er á samrekstur með öðrum virkjunum.

Á mynd 3 sést glögggt hve vatnasviðið deyfir afrennslissveiflur. Hlutfall há- og lággildis ársúrkomu er um 2,7, en afrennslis 1,3. Einnig sést á mynd 3 að grunnvatnsrennslið miðlar vatni á milli ára.

Loks má greina glögggt að úrkoma og afrennsli hafa verið mun minni síðustu árin (1977-81 er afrennsli um 960 Gl/ár, en meðaltalið 1961-76

er um 1086 Gl/ár, þ.e. ca. 10% minnkun).

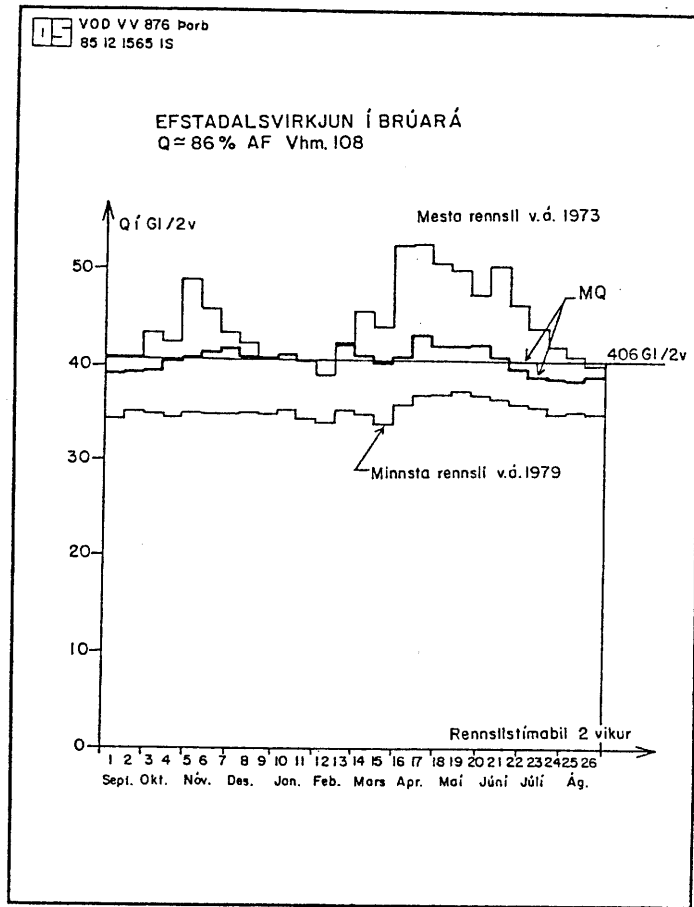
Eins og áður segir er hér reiknað með að virkja 86% af rennsli við vhm 108 sem árin 1961-81 var 1056 Gl/ár eða 33,6 kl/s.

Flóðrennsli er hér metið 200 kl/s. Til frekara öryggis má hafa hluta af jarðstíflu 0,5 m lægri sem flóðskard.

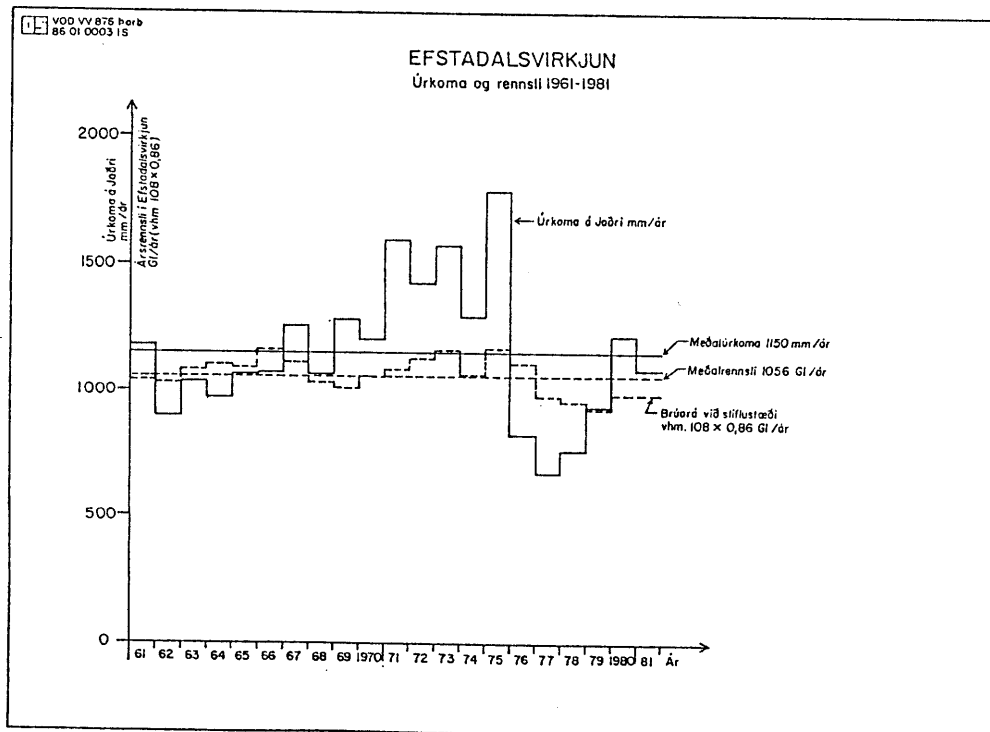
TAFLA 1 Efstadalsvirkjun, rennsliröð.

| ORKUSTOFNUN              |      | 7- 1-1986           |      | VATNSAFL.REN |      | RENNSLIRÖÐ NR. 61 EFSTADALSVIRKJUN 61-81 21ar 86% afVHM108 |      |      |      |      |      |             |        |                 |  | 21 Vatnsar |  |
|--------------------------|------|---------------------|------|--------------|------|--|------|------|------|------|------|-------------|--------|-----------------|--|------------|--|
| Vatnsorkudeild           |      | Rennsli (Gl/2vikum) |      |              |      |  |      |      |      |      |      |             |        | Arsrennsli (Gl) |  |            |  |
| 38.2                     | 38.3 | 38.0                | 39.2 | 38.3         | 42.4 | 40.1   | 40.0 | 39.8 | 39.1 | 42.2 | 39.2 | 40.8        |        |                 |  |            |  |
| 37.3                     | 36.8 | 36.0                | 63.9 | 44.8         | 40.6 | 40.6   | 39.1 | 39.0 | 38.3 | 38.4 | 38.4 | 37.3        | 1046.3 | 1961            |  |            |  |
| 37.4                     | 39.8 | 39.8                | 41.8 | 40.9         | 41.2 | 43.6   | 42.9 | 43.4 | 40.1 | 42.7 | 38.8 | 41.0        |        |                 |  |            |  |
| 43.2                     | 40.5 | 40.4                | 38.7 | 39.7         | 37.8 | 39.1   | 37.7 | 37.2 | 36.4 | 36.4 | 35.9 | 35.0        | 1031.4 | 1962            |  |            |  |
| 35.8                     | 37.0 | 36.7                | 37.9 | 37.5         | 36.7 | 44.8   | 39.7 | 40.5 | 51.2 | 46.3 | 53.5 | 45.9        |        |                 |  |            |  |
| 44.2                     | 45.5 | 42.3                | 41.6 | 41.0         | 40.5 | 39.9   | 39.4 | 39.3 | 38.9 | 41.9 | 40.2 | 39.3        | 1077.6 | 1963            |  |            |  |
| 39.9                     | 39.2 | 41.4                | 41.4 | 43.3         | 44.7 | 43.7   | 43.6 | 43.4 | 43.2 | 42.2 | 47.5 | 48.1        |        |                 |  |            |  |
| 45.4                     | 43.3 | 43.6                | 42.1 | 41.5         | 41.2 | 40.9   | 40.5 | 40.1 | 39.3 | 38.3 | 38.0 | 38.4        | 1094.1 | 1964            |  |            |  |
| 38.2                     | 38.3 | 39.1                | 46.8 | 46.1         | 43.9 | 42.6   | 42.1 | 40.9 | 43.3 | 40.2 | 39.5 | 39.0        |        |                 |  |            |  |
| 40.4                     | 40.4 | 39.2                | 39.1 | 42.0         | 45.0 | 50.6   | 47.6 | 41.3 | 40.9 | 41.0 | 39.9 | 41.4        | 1088.7 | 1965            |  |            |  |
| 40.4                     | 40.6 | 39.9                | 39.4 | 41.2         | 48.2 | 45.7   | 43.8 | 42.8 | 51.9 | 47.4 | 47.6 | 46.8        |        |                 |  |            |  |
| 44.9                     | 44.3 | 45.9                | 51.2 | 45.1         | 44.2 | 44.7   | 46.2 | 43.8 | 43.0 | 42.1 | 41.6 | 43.4        | 1156.2 | 1966            |  |            |  |
| 43.2                     | 44.3 | 45.5                | 42.7 | 41.8         | 46.4 | 46.4   | 45.4 | 44.1 | 41.6 | 42.1 | 40.1 | 56.2        |        |                 |  |            |  |
| 47.0                     | 41.0 | 41.1                | 44.1 | 40.3         | 39.2 | 43.8   | 41.1 | 38.6 | 37.4 | 37.7 | 38.0 | 39.7        | 1106.9 | 1967            |  |            |  |
| 41.1                     | 39.5 | 38.6                | 38.6 | 38.1         | 41.5 | 40.8   | 40.6 | 40.2 | 38.4 | 38.5 | 38.0 | 39.3        |        |                 |  |            |  |
| 41.8                     | 44.0 | 42.4                | 45.7 | 39.9         | 40.9 | 40.6   | 38.5 | 37.2 | 37.0 | 36.9 | 36.9 | 37.6        | 1032.5 | 1968            |  |            |  |
| 39.1                     | 40.7 | 40.2                | 41.0 | 39.8         | 38.9 | 38.3   | 38.5 | 38.2 | 37.4 | 39.1 | 37.9 | 37.1        |        |                 |  |            |  |
| 36.4                     | 38.4 | 36.2                | 37.8 | 39.1         | 39.8 | 41.7   | 40.4 | 39.4 | 39.0 | 38.3 | 38.3 | 39.1        | 1010.0 | 1969            |  |            |  |
| 38.5                     | 38.1 | 39.6                | 42.3 | 40.5         | 39.4 | 38.6   | 46.6 | 40.5 | 39.9 | 38.9 | 45.4 | 41.2        |        |                 |  |            |  |
| 43.9                     | 38.9 | 41.1                | 43.8 | 52.3         | 42.3 | 40.8   | 38.1 | 36.8 | 37.0 | 36.2 | 35.7 | 36.3        | 1052.6 | 1970            |  |            |  |
| 37.0                     | 37.6 | 38.9                | 40.3 | 41.1         | 40.1 | 40.3   | 40.6 | 45.3 | 42.1 | 41.5 | 39.7 | 48.3        |        |                 |  |            |  |
| 44.0                     | 45.6 | 42.2                | 42.0 | 42.6         | 42.1 | 41.2   | 40.4 | 40.0 | 40.3 | 41.0 | 40.3 | 42.0        | 1076.4 | 1971            |  |            |  |
| 41.8                     | 42.6 | 43.5                | 44.3 | 43.9         | 42.2 | 42.6   | 43.2 | 42.4 | 48.2 | 44.7 | 44.1 | 42.3        |        |                 |  |            |  |
| 42.9                     | 47.8 | 44.6                | 45.0 | 43.6         | 43.9 | 42.9   | 42.2 | 42.1 | 41.7 | 40.9 | 41.2 | 41.2        | 1125.6 | 1972            |  |            |  |
| 41.0                     | 41.1 | 43.5                | 42.5 | 49.2         | 45.9 | 43.6   | 42.5 | 41.1 | 40.7 | 40.6 | 39.2 | 42.4        |        |                 |  |            |  |
| 45.7                     | 44.2 | 52.5                | 52.8 | 50.7         | 49.9 | 47.6   | 50.6 | 46.6 | 43.9 | 42.0 | 41.1 | 40.2        | 1161.1 | 1973            |  |            |  |
| 40.1                     | 40.2 | 39.5                | 44.1 | 45.3         | 43.2 | 42.1   | 40.5 | 40.1 | 38.7 | 37.8 | 38.5 | 40.1        |        |                 |  |            |  |
| 42.1                     | 40.0 | 39.3                | 40.1 | 42.7         | 41.4 | 39.9   | 39.3 | 40.4 | 40.3 | 40.5 | 40.8 | 40.7        | 1057.6 | 1974            |  |            |  |
| 42.4                     | 42.8 | 42.0                | 43.0 | 43.8         | 47.9 | 45.9   | 45.8 | 47.2 | 44.1 | 43.2 | 44.4 | 44.5        |        |                 |  |            |  |
| 43.7                     | 44.5 | 41.4                | 42.4 | 44.0         | 43.7 | 44.7   | 46.3 | 44.7 | 44.1 | 43.0 | 48.7 | 51.4        | 1159.5 | 1975            |  |            |  |
| 49.1                     | 46.5 | 45.6                | 44.4 | 42.9         | 44.3 | 45.5   | 41.9 | 46.3 | 43.7 | 41.8 | 41.4 | 40.9        |        |                 |  |            |  |
| 42.6                     | 40.8 | 41.5                | 40.0 | 40.2         | 51.3 | 43.6   | 38.3 | 41.9 | 39.1 | 39.0 | 37.4 | 36.6        | 1106.4 | 1976            |  |            |  |
| 37.2                     | 37.1 | 37.2                | 37.1 | 37.9         | 36.8 | 37.6   | 37.1 | 36.9 | 37.0 | 36.9 | 36.1 | 35.2        |        |                 |  |            |  |
| 36.0                     | 36.3 | 40.0                | 37.4 | 40.5         | 40.9 | 38.9   | 39.1 | 37.4 | 36.4 | 35.5 | 35.1 | 35.0        | 968.7  | 1977            |  |            |  |
| 35.1                     | 35.6 | 35.4                | 36.8 | 38.7         | 38.6 | 39.3   | 39.1 | 37.0 | 36.5 | 35.5 | 34.9 | 42.1        |        |                 |  |            |  |
| 36.8                     | 35.2 | 34.9                | 38.8 | 36.1         | 35.1 | 37.2   | 37.5 | 36.1 | 35.6 | 35.1 | 35.0 | 34.9        | 952.6  | 1978            |  |            |  |
| 34.5                     | 35.3 | 35.1                | 34.7 | 35.3         | 35.0 | 35.1   | 35.4 | 35.1 | 35.6 | 34.6 | 34.0 | 35.5        |        |                 |  |            |  |
| 35.0                     | 33.9 | 36.1                | 37.1 | 37.2         | 37.5 | 37.1   | 36.7 | 36.1 | 35.8 | 35.1 | 35.4 | 35.1        | 923.3  | 1979            |  |            |  |
| 35.2                     | 35.3 | 36.1                | 35.1 | 35.9         | 35.0 | 43.2   | 36.3 | 35.8 | 35.8 | 37.7 | 36.9 | 35.4        |        |                 |  |            |  |
| 34.8                     | 34.5 | 38.6                | 39.9 | 38.3         | 42.0 | 44.7   | 42.0 | 40.3 | 37.6 | 37.4 | 37.3 | 37.9        | 979.0  | 1980            |  |            |  |
| 39.5                     | 37.7 | 36.6                | 36.2 | 36.2         | 36.2 | 37.9   | 35.5 | 35.2 | 35.8 | 35.2 | 36.7 | 38.6        |        |                 |  |            |  |
| 35.7                     | 36.9 | 39.0                | 46.8 | 40.3         | 44.0 | 45.1   | 38.9 | 35.5 | 34.5 | 35.6 | 34.9 | 33.9        | 978.3  | 1981            |  |            |  |
| Medalrennsli (Gl/2vikum) |      |                     |      |              |      |  |      |      |      |      |      | MQ (Gl/ári) |        |                 |  |            |  |
| 39.3                     | 39.4 | 39.5                | 40.4 | 40.8         | 41.4 | 41.8   | 41.0 | 40.8 | 41.2 | 40.4 | 40.6 | 41.9        |        |                 |  |            |  |
| 41.1                     | 40.6 | 40.9                | 43.4 | 42.0         | 42.1 | 42.2   | 41.0 | 39.7 | 38.9 | 38.7 | 38.6 | 38.9        | 1056.4 |                 |  |            |  |

Medalrennsli 21 ar! 33,6 m<sup>3</sup>/s



Mynd 2 Úrkoma og rennsli árána 1961-1981.



Mynd 3 Dreifing ársrennslis (2-ja vikna gildi).

### 3 TILHÖGUN VIRKJANA

Tilhögun virkjunar er sýnd á yfirlitskortí.

Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen og Harza Engineering Company International mátu Efstadalsvirkjun 1962 (sjá skýrslur frá maí og desember 1962). Í skýrslu VST er mannvirkjum lýst á eftirfarandi hátt:

- (1) Stífla er um 200 m ofan við ármót Hrútár og Brúarár. Þverar hún báðar árnar og tunguna á milli þeirra. Stíflan er jarðstífla, nema þar sem hún þverar Brúará, þar er steipt þungastífla, yfirfallsstífla venjulegt yfirvatn er í 157 m h.y.s. stíflukróna er í 159 m h.y.s. og mesta stífluhæð er um 10 m.
- (2) Aðrennslisskurður frá stíflu er um 550 langur, B x D = 11 x 3 m og botn í 154 m h.y.s.,
- (3) fyrir enda skurðarins er inntaksvirki og frá því (4) um 2,45 km aðfærslupípa ( 3,8 m trépípa) að
- (5) jöfnunarturni úr stáli (hæð turns verður 20 m og þvermál 15 m á steyptri 6 m hárrí undirstöðu). Frá jöfnunarturni verður
- (6) fallpípa úr stáli, lengd ca. 150 m og þvermál 3,1 m að
- (7) ofanjarðarstöðvarhúsi í Byrðulágum 0,7 km norð-austur af bænum Efstadal. Frá orkuveri liggur
- (8) skurður um 1 km langur og mesta dýpi 25-30 m, en botnbreidd um 5 m. Venjulegt vatn er í 80,5 m y.s. Auk þess er reiknað með kostnaði vegna útívirkinga, háspennulínu og vegagerðar, aðkomuvegur er um 1 km, en vegur með pípuþæði að stíflustæð er um 3,5 km.

### 4 FORSENDUR REIKNINGA

Samanburður virkjunarkosta 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%  |
| <hr/>                          |      |
| samtals                        | 150% |

Orkuframleiðsla, E, er m.a. háð rennslisráttum 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  
Reiknivextir 8%  
Afskriftatími 40 ár  
Rekstrarkostnaður á ári 1% af stofnkostnaði

## 5 NIÐURSTÖÐUR

|                                   | Yfir-<br>vatn<br>m y.s. | Undir-<br>vatn<br>m y.s. | Brúttó<br>fall<br>m | Nettó<br>fall<br>m | Rengsli<br>m <sup>3</sup> /s | Afl<br>MW | Orka<br>GWh/a |
|-----------------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------|--------------------|------------------------------|-----------|---------------|
| Verkfræðistofa<br>Sig. Thoroddsen | 156                     | 80,5                     | 75,5                | 71                 | 30,0                         | 18,2      | 146           |
| Harza Engineering                 | 159                     | 80,5                     | 78,5                | 73                 | 35                           | 21,8      | 168           |
| Orkustofnun<br>(HYDRO)            | 157                     | 80,5                     | 76,5                | 57,9x)             | 30,5                         | 15,4      | 134           |

x) Athuga þarf nánar aðfærslupípu og fallpípu :

Aðfærslupípa VST er 3,8 m en samkv. HYDRO 3,0 m  
Fallpípa VST er 3,1 m en samkv. HYDRO 2,9 m

Samkvæmt "HYDRO" yrði stofnkostnaður miðað við desember 1982 um 470 Mkr, en 750 Mkr í desember 1983.

Reiknaður stofnkostnaður á orkueiningu :

Verðlag í des. 1982 3,5 kr/kWh/a  
Verðlag í des. 1983 5,6 kr/kWh/a

Ástæða er til að benda sérstaklega á að nýtingarstundir reiknast hér 8676 (í einu ári eru 8760 stundir). Ef reiknað er með notkun í 9 mánuði á ári (sleppa sumrinu þegar gnótt vatns er í öðrum virkjunum), þá væri kostnaður á orkueiningu 7,4 kr/kWh/a (verðl. í des. 1983), en ef einungis er reiknað með nýtingarhlutfallinu 0,6 (5236 klst/a) þá væri orkan 81 GWh/a og kostnaður á orkueiningu 9,2 kr/kWh/a. Á mynd 4 er sýndur jafnaðarlegur stofnkostnaður virkjana.

Kanna þyrfti nánar hver orkumáttur virkjunarinnar væri í samtengdu landskerfi.

## 6 STAÐA RANNSÓKNA

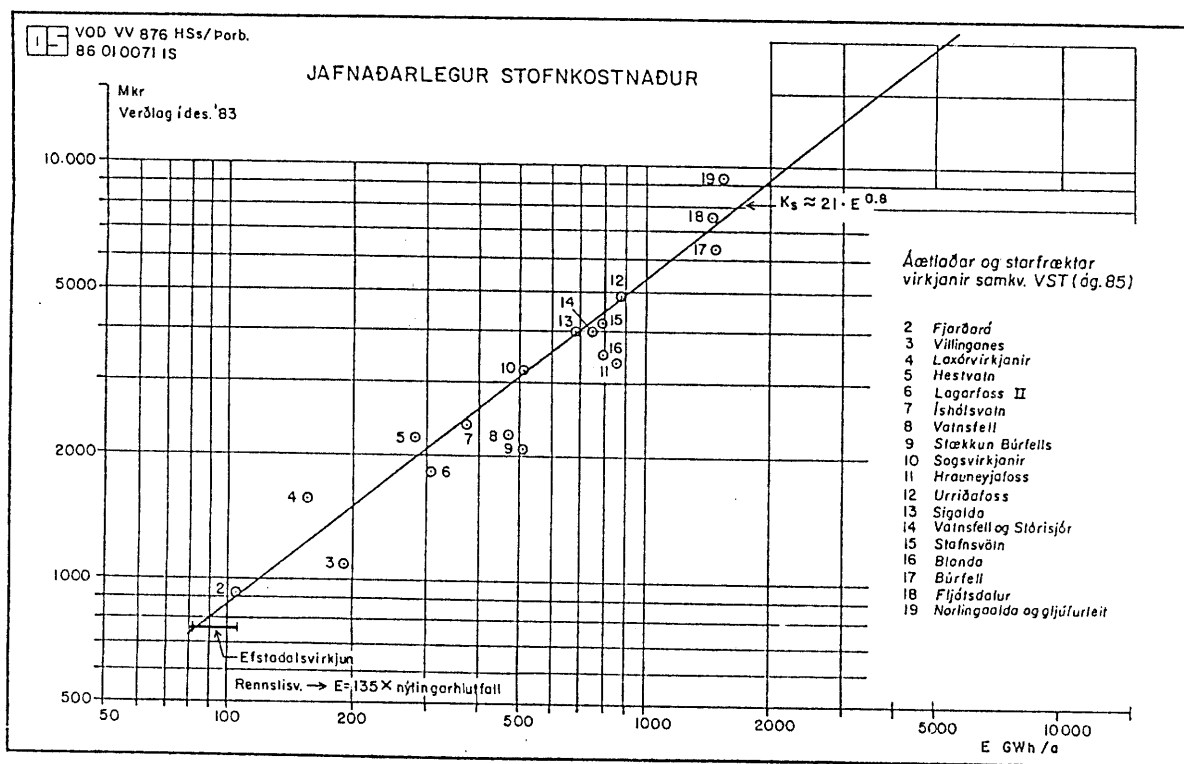
1. Síriti hefur verið starfræktur frá sept. 1961 (vhm 108).
2. Forhönnun gerð og endurmetin af tveimur aðilum 1962.
3. Jarðfræðiathugun og boranir sbr. skýrslu Hauks Tómassonar frá 1962.

## 7 RITASKRÁ

Harza Engineering Company International 1962: A REVIEW REPORT FOR THE STATE ELECTRICITY AUTHORITY GOVERNMENT OF ICELAND. Unnið fyrir Raforkumálastjóra.

Haukur Tómasson 1962: Brúará - Jarðfræðiyfirlit (uppkast) 24.1 1962. Raforkumálastjóri.

Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen 1962 : EFRI BRÚARÁ, MAT Á VIRKJUNARADSTÖÐU, maí 1962. Unnið fyrir Raforkumálastjóra.



Mynd 4 Jafnaðarlegur stofnkostnaður virkjana.