



ORKUSTOFNUN
Vatnsorkudeild

HRAUNAVIRKJUN MEIRI
Lausleg forathugun

Haukur Tómasson

OS-92046/VOD-12 B

Nóvember 1992



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 720.767

HRAUNAVIRKJUN MEIRI
Lausleg forathugun

Haukur Tómasson

OS-92046/VOD-12 B

Nóvember 1992

1. INNGANGUR

Hraunavirkjun meiri nýtir afrennsli Hrauna ofan 675 m hæðar yfir sjó, en þær ár, sem áætlað er að virkja, falla nú til Kelduár. Einnig er sótt vatn til Gilsár og Grímsár í Fljótsdal og sunnan vatnaskila til Fossár í Berufirði, Hamarsár, Geithellnaár og Hofsár í samnefndum dölum og Jökulsár í Lóni. Afrennsli af þessu svæði er mjög mikið, eða frá 70 l/s/km² á stórum hluta Hrauna í allt að tvöföldu því rennsli af svæðinu við Prándar- og Hofsjökul.

Aðalmiðlun fyrir virkjunina verður á Eyjabökkum en margar smærri miðlanir verða á víð og dreif á Hraunum og sunnan vatnaskila. Virkjanagöngin liggja í stórum boga um upptakakvíslar Kelduár og Fellsár niður í Suðurdal í 35 m hæð yfir sjó. Þau skiftast í tvennt um Sultarranaá. Neðan hennar er hönnunarforsenda flutningsþörf til virkjunar en ofan þeirra flutningsþörf í flóðum til miðlunarinnar á Eyjabökkum. Veiturnar að sunnan eru þrjár. Nyrst er Líkárvatnsveita sem kemur inn í virkjunargöngin við Gilsár hjálpargöngin. Að hluta til er þessu vatni dælt. Vatnið er aðallega úr Grímsá og Fossá. Langstærsta veitan er Hamarsárveita, en inn í hana er veitt vatni úr Geithellnaá, Hofsá og Víðidalsá. Þeirri síðastnefndu verður að hluta til dælt. Þessi veita kemur inn í Sultarranaá. Loks er minnsta veitan úr Vatnadæld og fer hún í Kelduá.

Hæð jarðganga miðast við lægstu hæð í Kelduárlóni 652 m y.s. og frá því fylgja þau lægstu þrýstílnu að Gilsá. Þaðan yrði jafn halli niður að stöðvarhúsi við Suðurdal. Þar verða þrýstijöfnun með loftpúða og stutt frárennslisgöng. Veitugöng Líkárveitu skila vatni til virkjunarganga við Gilsá í 670 m y.s. hæst, en Hamarsárveita til Sultarranaár í hæðinni 675 m y.s. þegar hæst er, og er þar hæsta vatnsborðshæð í vatnsvegi og hallar á sumrin þaðan bæði til virkjunar og miðlunar enda rennur vatn í báðar áttir þaðan.

Veitugöng og virkjanagöng eru mjög löng. Byggist því hagkvæmni virkjunarinnar mjög á því að kostnaður jarðganga sé rétt metinn. Reiknað er með að stíflur séu venjulegar jarðstíflur með normal aðstæður virkjunarlíkansins, en um það er lítið vitað enn sem komið er, frekar er þó grunur um að venjuleg jarðstífluefni liggi ekki öll á lausu í nánd við stíflurnar. Það kann að valda því að þær séu vanmetnar í kostnaði.

2. RENNSLI

Mesta óvissan í þessari forathugun er rennslið. Í gangi eru nú víftækar vatnamælingar á Hraunum og í Suðurfjarðaránum, en ennþá eru niðurstöður verulegri óvissu undirorpnar. Í töflu 1 eru listuð stærð vatnasviða og rennsli eftir því, sem best er vitað í dag. Meðalrennsli af öllu svæðinu er 52.9 m³/s en af því er reiknað með 6 m³/s fari til Fljótsdalsvirkjunar. Meðalrennsli til Hraunavirkjunar er því um 47 m³/s. Árnar á þessu svæði eru miklar dragár og rennsli mjög ójafnt. Það er því meiriháttar vandamál að koma vatni til miðlana um veitur. Þekking á flóðum er því mjög mikilvæg.

Til þess að meta flutningsþörf veitna þarf að gera sér grein fyrir hegðun viðkomandi áa í flóðum. Til þess þarf langæislínur, en þær eru til fyrir nokkrar ár á svæðinu. Út frá langæislínum má reikna tapferla, sem gefa samband milli taps og flutningsþarfar vatnsvega og inntaka í hlutfalli af meðalrennsli. Þetta er notað til að ákvarða stærð veituvatnsvega, veituinntaka og smámíðlana. Fylgni virðist á milli meðalafrennslis og nauðsynlegrar stærðar veitumannvirkja, þannig að því meira sem afrennslið er því minni getur flutningsgeta veitumannvirkis verið í hlutfalli við

Tafla 1. Afrennsli Hraunaveitu.

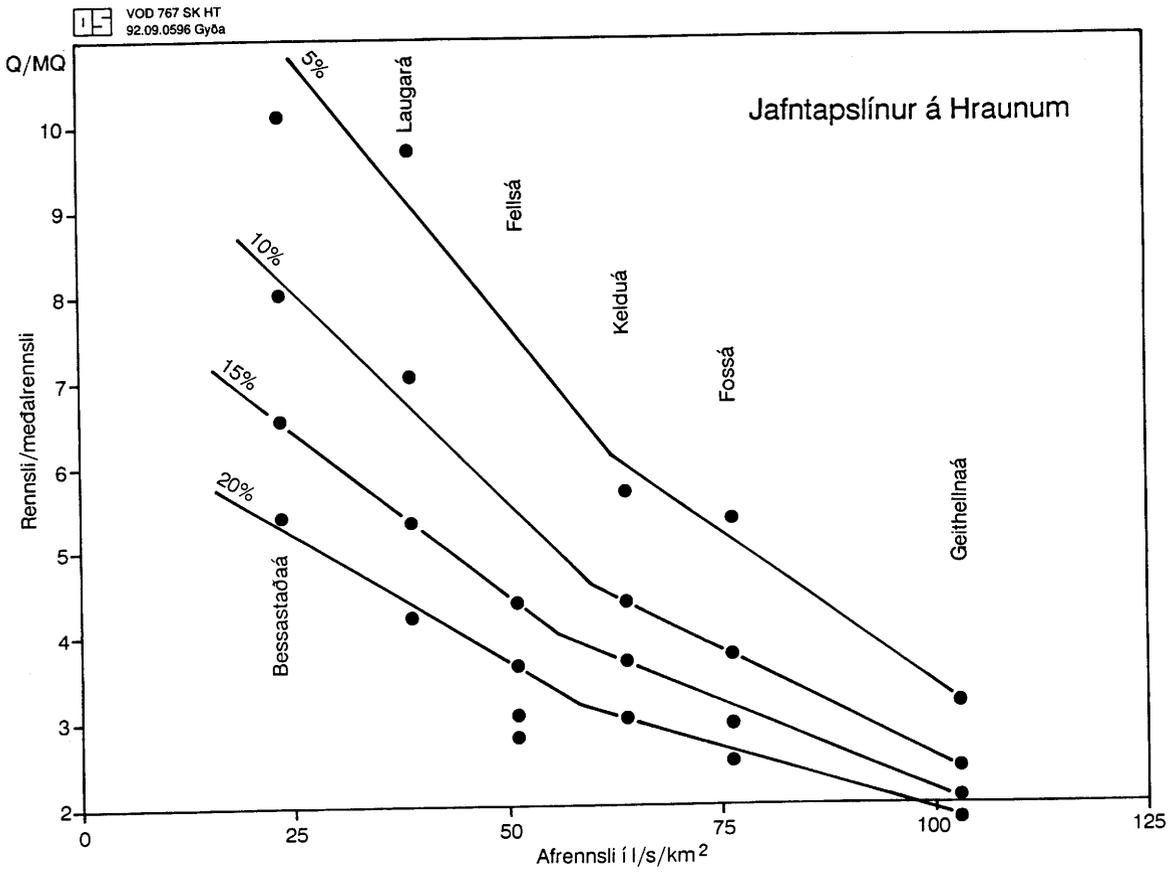
	Vatnasvið km ²	Afrennsli l/s/km ²	Rennsli m ³ /s	Ársrennsli Gl/á
Kelduá	61.2	70	4.28	135
Grjóta	39.1	70	2.74	86
Innri Sauða	19.3	70	1.35	43
Ytri Sauða	64.3	78	5.02	158
Fellsá	14.9	70	1.04	33
Sultarranaá	39.2	90	3.53	111
Strútsá	18.8	50	0.94	18
Gilsá-Sturluá	14.9	50	0.74	23
Samtals í vatnsveg virkjunar	271.7	73	19.64	619
Hornbrynjuslakki	13.5	50	0.70	22
Leirudalur	25.5	80	2.04	64
Bótarhnúkur	6.4	110	0.70	22
Líkárvatn	21.8	110	2.40	76
Ódáðavötn	13.5	90	1.22	38
Geitadalsá	20.0	70	1.40	44
Samtals Líkárvatnsveita	100.7	84	8.46	266
Hamarsá	58.1	110	6.39	201
Þrándarjökull norðan	25.0	130	3.25	102
Þrándarjökull sunnan	19.7	130	2.56	81
Geithellnaá	29.7	130	3.86	122
Víðidalsþverá	9.8	110	1.08	34
Hofsá	10.3	130	1.34	42
Víðidalsá efri	16.1	110	1.77	56
Víðidalsá	19.7	110	2.17	68
Kollumúlþverá	7.1	110	0.78	25
Samtals Suðurfirðir	195.5	119	23.2	731
Vatnadæld	15.7	105	1.64	52
Samtals veitur	311.9	107	33.3	1049
Alls Hraunavirkjun	583.6	91	52.9	1668

meðalrennsli. Á mynd 1 er þetta samband sýnt miðað við 5%, 10%, 15% og 20% tap. Samkvæmt þessu næst 90% af rennsli Geithellnaár með veitumannvirkjum sem taka tvöfalt meðalrennsli en fyrir Bessastaðaá þarf veitumannvirki sem taka áttfalt meðalrennsli til að ná sama árangri. Mælingarnar sem hér er stuðst við eru flestar gerðar niður í byggð og sýna sennilega minni topp en er í ánum á hálendisbrún. Þetta er haft til hliðsjónar við ákvörðun veitumannvirkja á þann hátt að bætt er 25% við niðurstöðu á flutningsgetu, sem fæst við 15% tap á mynd 1. Með þessu móti þarf að ná til virkjunar allt að sjöföldu meðalrennsli þar sem rennsli er minnst, en um tvö og hálf földu þar sem rennsli er mest. Á endum veitna og í dælustöðvum er þessi margföldunarstuðull ennþá lægri af hagkvæmni ástæðum. Með þessu ætti að ráðast við þau 85% rennslis, sem gert er ráð fyrir að ráðist við í virkjuninni. Þetta þarf að rannsaka betur með rekstrarfirlíkingum á seinni stigum hönnunar.

Í töflu 2 eru gefnar helstu einkennistödlur fyrir Fljótisdalsvirkjun og Hraunavirkjun.

Tafla 2. Helstu einkennistödlur.

	FLJÓTSDALSVIRKJUN	HRAUNAVIRKJUN
Eyjabakkamiðlun:		
Miðlunarrými	500 GI	370 GI
Hæsta vatnsborð	664.5 m y.s.	671.5 m y.s.
Lægsta vatnsborð	648.0 m y.s.	652.0 m y.s.
Aðrar miðlanir:		225 GI
Samtals miðlanir:	500 GI	595 GI
Rennsli m ³ :		
Meðalrennsli	31.3	47.0
Virkjað rennsli	42.0	55.0
Fallhæðir m:		
Verg fallhæð max.	623.5	634.0
Verg fallhæð min.	607.0	611.0
Hönnunarfallhæð	575.9	611.0
Rekstrarfallhæð	581.3	612.0
Túrbínuhæð	41 m y.s.	41 m y.s.
Afl	210 MW	295 MW
Rennslisorka	1380 GWh/a	2190 GWh/a
Orkugeta	1320 GWh/a	1950 GWh/a
Dæluorka		50 GWh/a



Mynd 1. Jafntapslínur á Hraunum.

3. ORKUGETA OG MIÐLUN

Í töflunni hér á undan er orkugetan reiknuð samkvæmt formúlum Lofts Þorsteinssonar um samband miðlunarhlutfalls og rennslisorku við orkugetu. Þessi orkugeta er lægri fyrir Fljótisdalsvirkjun en fæst út með aðgerðarrannsóknunum, þegar reiknað er með að virkjunin komi á eftir Blöndu, Búrfelli og Kvíslaveitum. Miðlanir eru tvennskona, þ.e. ársveiflu og milliára miðlun á Eyjabökkum og smámiðlanir á víð og dreif um Hraunin, sem hjálpa til við að ráða við vorflóðin, en eru einnig notaðar til miðlunar vatns á vetrum. Smámiðlanir eru því hvort tveggja í senn veitumannvirki og ársveiflumiðlanir. Í töflu 3 er listi yfir smámiðlanir.

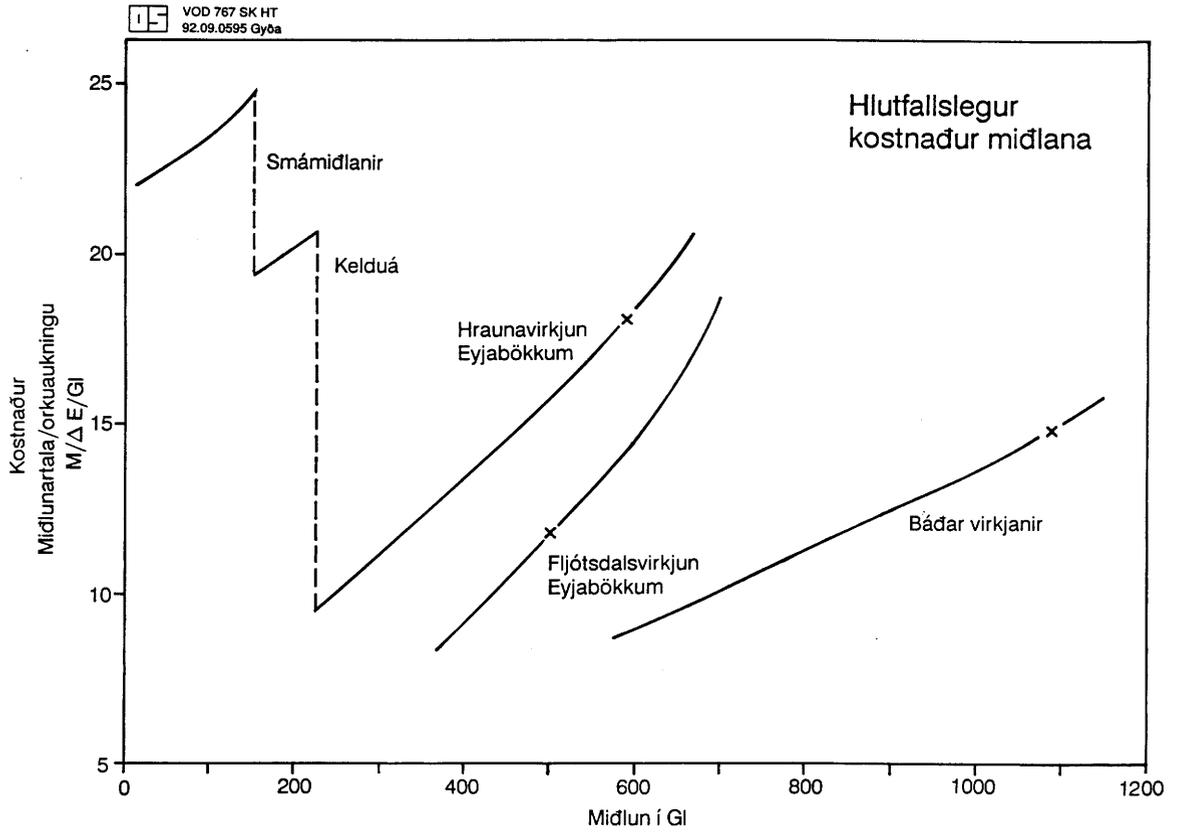
Tafla 3. Miðlanir á Hraunum.

	Miðlun Gl	Vatnshæð m y.s.	Rúmmál stíflu 1000 m ³	Miðlunartala jaðarkostnaður m ³ /Gl m
Kelduá	68.8	671-655	790	15.9
Sauðárvatn	34.6	800-782	202	23.5
Sauðáreyrar	10.9	736-726	108	20.3
Múlþverá	11.6	635-617	213	21.0
Víðidalsþverá	11.0	697-679	349	55.3
Hofsá	4.5	715-708	32	25.7
Geithellnavatn	5.0	820-810	75	16.9
Hamarsárvatn	22.5	820-800	115	8.2
Líkárvatn	4.6	598-593	225	26.9
Ódáðavötn	16.2	619-614	129	16.6
Leirudalur	34.8	702-682	419	22.4
Samtals	224.5		2506	

Til samanburðar er miðlunartala Eyjabakkamiðlunar rúmlega 8 þannig að hún er mikið lægri en flestra smámiðlananna. Af þeim sökum væri edlilegt að hafa alla miðlun á Eyjabökkum, en það mundi krefjast mjög mikillar flutningsgetu í veitugöngum sem gerir meir en að vega upp þennan kostnaðarmun. Líta verður á smámiðlanirnar sem fastar miðlanir, en Eyjabakkamiðlun breytilega, en stærð hennar þarf að ákveða með rekstrareftirlíkingum.

Á mynd 2 er sýnt samband miðlunar við kostnað reiknaðan sem miðlunartala deilt með orkugetuaukningu á hvern Gl miðlunar. Þessi stærð er algjörlega eðlisfræðileg og óháð verðlagi. Henni má þó breyta í kostnað, en ekki er línulegt samband þar á milli.

Þetta er þó góð nálgun. Það eru örugglega mjög ódýrar miðlanir sem hafa þessa kostnaðartölu neðan við 15. Fyrir Fljótisdalsvirkjun og 500 Gl miðlun er þessi kostnaður um 12. Eins og sést af myndinni eru ekki nein skörp mörk á þessari línu, en hún fer að beygja af við 600 Gl heildarmiðlun fyrir Hraunavirkjun og kostnað um 16.5. Því er valið hér að hafa miðlun á þessu bili, og verður þá vatnsborð á Eyjabökkum 671.5 m y.s. og heildarmiðlun 845 Gl.



Mynd 2. Hlutfallslegur kostnaður miðlana.

4. LÝSING MANNVIRKJA

Hraunavirkjun meiri er sýnd á meðfylgjandi korti og sniði á 3. mynd. Vegna hennar er Eyjabakkastífla Fljótsdalsvirkjunar hækkuð um 7 m í 675.5 m y.s. Botnrás er lengd og nýtt yfirfall gert. Úr miðluninni eru göng til Kelduár 1.9 km að lengd boruð með sömu jarðgangaborvél og meginvatnsvegur virkjunarinnar. Við báða enda ganganna eru skurðir. Þessi vatnsvegur flytur flóðvatn og sumarvatn til miðlunarinnar en miðlað vatn að vetri til Hraunavirkjunar. Neðsta vatnsborð við fullt álag verður 652 m y.s. Kelduárstífla verður með sömu krónuhæð og Eyjabakkastífla og með venjulegri botnrás og yfirfalli.

4.1 Meginvatnsvegur og stöðvarhús

Göng frá Kelduá til Sultarranaár verða 13.3 km að lengd. Þessi göng eru hugsuð boruð með jarðgangaborvél og að bergið hafi berggæðastuðul 0.9. Göngin verða 4.91 m í þvermál. Stjórnloka verður í þeim við Kelduá. Með þessari stjórnloku verður hægt að láta vatn að austan renna inn í miðlun í vorflóðum og tappa úr miðlun á veturnum. Aðalhönnunarforsenda gangaþversniðs er rennsli flóðvatns inn í miðlun. Milli Kelduár og Grjótár er flutningsgetan ekki nóg og verður hún aukin með því að sprengja niður botnin til þess að auka þvermálið.

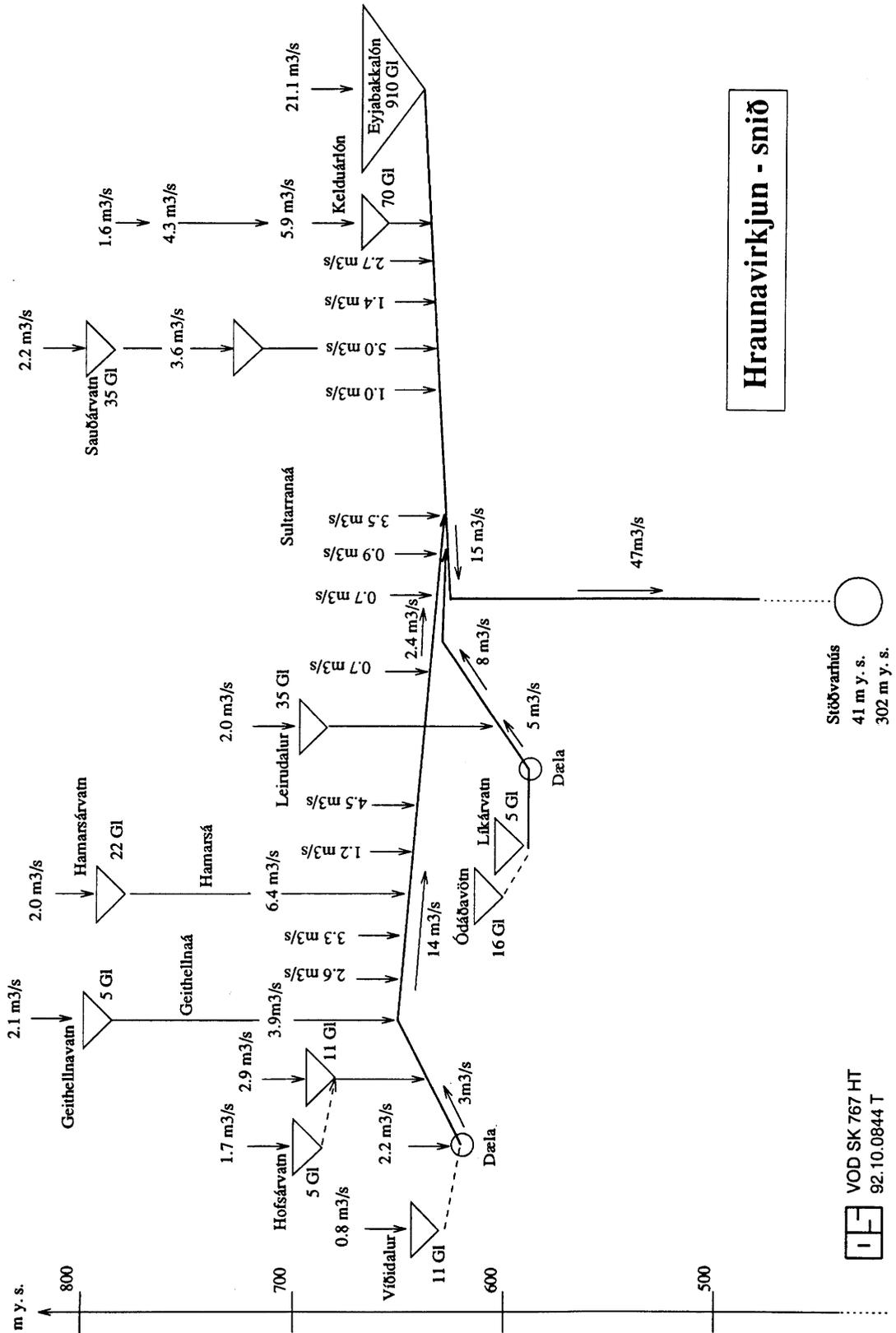
Öllu vatni, sem rennur yfir göngin, er veitt ofan í þau með 11 veituinntökum og göngum eða borholum með 45 gráðu halla Þessar borholur eða göng eru togboruð ofan frá. Þessi mannvirki eru mjög lítil nema við Grjótá og Ytri-Sauða svo og í sjálfri Sultarranaá. Engar lokur eru í þessum inntökum, en hægt er að stöðva innrennsli með því að lækka vatnsborð ofan inntaks niður fyrir þröskuldshæð með því að hleypa vatninu í gegn um botnrás. Einnig verður aðstaða til að koma fyrir plankaloku.

Við Sultarranaá verður aðkeyrsla að bæði virkjanagöngum og veitugöngum Hamarsárveitu, en frá henni kemur stór hluti hins nýtta rennslis. Aðalgöngin halda áfram með sama þvermál og berggæðastuðul að Gilsá. Þau eru 9.2 km löng og liggja austan Suðurdals nærri yfirborði þar sem landhæð er nálagt 675 m y.s.

Það dýpkar þó á þau í norðurhlutanum. Vatn verður tekið inn á 9 stöðum. Af þeim eru 7 inntök lítil en við Strútsá og Gilsá eru stærri inntök. Við Gilsá er inntakið inn í aðkeyrslugöng og eru það aðaladkoman að norðurhluta ganganna. Á sama stað koma göng frá Geitadalsá í Líkárvatnsveitu.

Aðrennslisgöng byrja við Gilsá og er flutningsgeta þeirra miðuð við virkjað rennsli 55 m³/s og eru þau 5.36 m í þvermál, vélboruð og berggæðastuðull 0.9. Göngin eru hallandi í stefnu á Suðurdal og koma út þar sem landhæð er 50 m y.s. Heildarlengd ganganna er 8.2 km. Neðsti hlutinn verður frárennslisgöng, sem útvíkka þarf með því að sprengja þau niður í botninn.

Stöðvarhús virkjunarinnar er neðanjarðar um 0.8 km inn í fjallinu miðað við vatnsveginn en um 0.5 km eftir aðkeyrslugöngum. Hér er tekið mið af norsku aðferðinni við neðanjarðarvirkjun, þ. e. aðrennslisgöng eru með jafnan halla frá yfirvatni að stöðvarhúsum með þrýstijöfnun í loftpúðarými rétt við stöðvarhúsið ef á þarf að halda. Fallgöng eru engin en síðustu 35 m af aðrennslisgöngum eru með stálfóðraðan steyputappa. Svipaður steyputappi er í aðkeyrslugöngum. Við efri enda stálfóðringar er sandgildra. Frárennslisgöng verða boruð á sama hátt og aðrir vatnsvegir en þau verða sprengd niður til þess að fá frítt vatnsyfirborð í göngunum. Í dalnum verður frárennslisskurður, sem lækkar vatnsborð frá 50 m hæð við gangamunna niður í 35 m



Hraunavirkjun - snið

VOD SK 767 HT
92.10.0844 T

Mynd 3. Hraunavirkjun - snið.

hæð. Skurðurinn er að mestu grafinn í mól og er rúmir 3 km að lengd.

4.2 Veitur

Veitumannvirkin eru: jarðgöng, stíflur og skurðir auk inntaka, sem flest eru af sömu gerð og lýst er í kaflanum um meginvatnsveg. Miðað er við að jarðgöng séu boruð, flest með lágmarks þvermáli 3.5 m. Í raun eru aðstæður mjög góðar á svæðinu til jarðgangagerðar, því að yfirleitt er grunnt á göngin og aðkomugöngin því stutt. Berggæðastuðull er alls staðar hafður 1.0.

Stíflur eru allar reiknaðar sem jarðstíflur með 3 km aðdrætti stífluefna. Skipta má þeim í 3 flokka: 1) miðlunarstíflur; 2) veitustíflur og 3) stíflur meðfram skurðum. Margar stíflur hafa blandaðan tilgang, sérstaklega geta þær verið hvort tveggja í senn miðlunar- og veitustíflur. Yfirhæð stífla meðfram skurðum er 2 m, en aðrar stíflur eru með yfirhæð 3-4 m, eftir reiknaðri vatnshæð á yfirfalli. Yfirföll eru reiknuð 1 m há og er gert ráð fyrir að hægt sé að finna klappir í nokkurn veginn rétttri hæð við flestar stíflur. Litlar botnrásir eru í flestum veitustíflum. Þær miðast við að hægt sé að lækka í lónum við venjulegt sumarrennsli niður fyrir þröskuld í veituinntökum, eins og áður hefur verið lýst. Í miðlunarlónum eru botnrásir til stýringar á miðlunum.

Skurðir eru flestir hluti af veitu með jarðgöngum. Oft eru þeir svo litlir að ekki tekur að reikna þá. Þar er áætlað fast verð á hvern inntaksskurð. Sumar smáveitur á endum veitna eru reiknaðar sem lagfæring á farvegum með vissri blöndu af sprengingum, greftri og fyllingum. Þessi mannvirki eru svo lítil að ekki er hægt að nota kort með 5 m hæðalínubili sem undirstöðu til hönnunar þeirra. Svona mannvirki ætti í mörgum tilfellum að hanna út í mörkinni og gera um leið nauðsynlegar mælingar. Aðrar smáveitur eru reiknaðar sem pípuskurðir, sem eru skurðir með steiptum holræsapípum í botni til að tryggja vetrarrennsli og byrjun vorrennslis. Flóðin renna að mestu um skurðinn ofan á pípunum.

Vatnadæld. Vatnadældarveitan veitir vatni til Kelduár. Það er afrennsli Vatnadældarinnar, jökulsárkvísl sunnan hennar og vestasta hluta Kollumúla. Jökulkvíslin hafði áður aðrennsli frá Vatnajökli, sem nú er hætt vegna rýrnunar jökulsins. Mannvirkin hér eru reiknuð skurðir, smá-göng og stíflur. Það er smástífla fyrir jökulsárkvíslina og sprengd göng yfir til Innsta Vatns. Stíflað er fyrir Fremsta Vatn upp í 812 m y.s. vatnshæð, og síðan skurður til Innsta Vatns og göng frá því til Kelduárvatns og skurður út úr því eftir Kelduá. Smábotnrás er í stíflunni. Pípu-skurður er í Kollumúla

Ytri-Sauðá. Í Ytri-Sauðá verða 2 miðlanir, í Sauðárvatni og á Sauðáreyrum. Þarna verður samtals 37 Gl miðlun. Í Sauðárvatni er reiknað með nokkru vatnsdýpi sem hægt er að nota til miðlunar með skurði inn í vatnið. Í báðum stíflunum er venjuleg botnrás til stýringar á rennsli úr miðlun.

Víðidalur. Veitan úr Víðidal er á 2 hæðum og þarf að dæla á milli hæðanna. Nedri hæðin er í 615 m y.s. og er þar safnað vatni úr norður og austur hlíð Víðidals með pípuskurðum. Múlaþverá er veitt í þessa veitu með skurðum og 0.7 km löngum göngum og síðan með pípuskurði að Víðidalsá. Hún er stífluð upp og síðan er smáskurður að inngangi veituganga. Miðlun í Múlaþverá er 11.7 Gl. Efri veitan byrjar í Víðidal í rúmlega 700 m y.s. Þar er smástífla og pípuskurður út hlíðina 2.3 km að lengd að dælustöðinni fyrir nedri veitu, þar sem hún fer inn í jarðgöng háþrýstingsmegin.

Dælustöðin verður neðanjarðar og verður aðkoman um lóðréttan stökk. Hönnunarfall er 80 m, rennsli 4.4 m³/s og uppsett afl 4 MW. Dælt vatn verður um 75 Gl á ári og til þess þarf 13 GWh, að 2/3 hlutum afgangsortka sumarsins.

Veitugöngin byrja í Vífidal og liggja þaðan í stóran boga um 23 km vegalengd og safna inn vatni úr Vífidalsþverá, Geithellnaá og Hamarsá og enda svo í lóninu í Sultarranaá. Inn í þau liggja þvergöng sem safna vatni úr norður og suðurhlíðum Þrándarjökuls. Öll verða þessi göng boruð með jarðgangaborvél. Rúmlega þriðjungur eru lágmarksgöng 3.5 m í þvermál með flutningsgetu rúmlega 20 m³/s, annar þriðjungur milli Geithellnaár og Hamarsár verður með flutningsgetu 24 m³/s og síðasti tæpi þriðjungurinn milli Hamarsár og Sultarranaár með flutningsgetu 45 m³/s. Aðalárnar eru teknar inn í göngin um aðkeyrslugöng.

Í Vífidalsþverá neðan við Hnjótsvatn er nokkuð stór stífla fyrst og fremst vegna veituhlutverks síns. Auk þess verður þar 11 Gl miðlun. Í stíflunni verður smábótnrás. Inntak í veitugöngin verða um stutt aðkeyrslugöng. Inn í Vífidal kemur veita úr Hofsa sem stífluð er upp í 714 m y.s. vatnsborðshæð. Veitugöng eru 2.2 km að lengd.

Geithellnaá Veitugöngin frá Vífidalsá og norður fyrir Geithellnaá verða lágmarksgöng allt að þeim stað þar sem Þrándarjökulssafngöng að sunnan koma inn í þau. Safngöngin eru 3.9 km að lengd. Inn í þau eru 6 niðurföll, flest smá. Efri hluti veitunnar sunnan í Þrándarjökuli er í pípuskurði samtals 2.0 km löngum. Um 5 Gl miðlun er í Geithellnavatni, mynduð með stíflu og niðurdrætti. Botnrás er í stíflunni. Lítil Inntaksstífla er í Geithellnaá og inntak inn í aðkeyrslugöng.

Hamarsá. Í Hamarsá mætast veitur úr norðurhlíðum Þrándarjökuls og úr Hamarsárbót norðanmegin dalsins. Veitan úr Þrándarjökli byrjar í Leirudalsá með smá skurðum yfir til Ytri-Þrándarár, sem stífluð er á 2 stöðum og henni veitt með pípuskurði til Innri-Þrándarár. Í vestustu kvísl hennar er smástífla og inntak inn í göng. Frá Innri-Þrándará eru lágmarksgöng til aðalveituganganna. Inn í þessi göng eru teknir 4 smálækir og meiriháttar inntak með jarðstíflu í Þverá. Veitugöngin frá Geithellnaá eru útvískuð með sprengingu í botninn milli samruna ganganna og inntaks við Hamarsá. Úr Hamarsárbót er veitt vatni til Hamarsár um pípuskurð að inntaki í Hamarsárfarvegi, sem verða í hjálpargöngum. Frá Hamarsá eru veitugöngin til Sultarranaár með flutningsgetu 45 m³/s. Hamarsárvatn er stíflað til miðlunar. Þar fæst 22.5 Gl miðlun með samspili niðurdráttar niður fyrir núverandi vatnsborð og stíflu. Viðbótarvatni er veitt inn af vatnasviði vestan vatnsins.

Fossa Grímsá. Veitur úr þessum ám eru í tveimur hæðum og dælt á milli. Neðri hæðin er í um 595 m y.s. en sú efri í 674 m y.s. þegar vatnsborð þar er hæst. Neðra vatnasviðið er veita úr Bótarhnúki um Líkárvatn til Geitadals. Veitan byrjar austan í Bótarhnúk með veitum í stuttum pípuskurðum til "Bótarvatns". Stíflað er fyrir það upp í 685 m y.s. og því veitt með smá skurði í Líkárvatn. Fyrir það er stíflað og fæst þar 4.6 Gl miðlun með vatnsborðsveiflu 593-597 m y.s. Því er svo veitt áfram með skurði til Geitadals. Úr austri er Ódádavötnum veitt til Geitadals með skurði. Þau eru notuð til miðlunar með hækkan á stíflum og nýju úttaki til vesturs. Miðlunin verður 16.2 Gl með 5 m vandsborðsveiflu, 614-619 m y.s. Geitadalsendinn er stíflaður upp í 595 m vatnsborðshæð. Úr þessu lóni eru veitugöng 10 km löng til aðalvatnsvegjar við Gilsá. Inn í göngin lágþrýstingsmegin dælustöðvar verður veitt afrennsli Leirudalsár neðan Leirudals með inntaki og um sama inntak veitt vatni úr Hrutá sem veitt er að því með pípuskurði og smástíflu.

Í göngunum verður dælustöð, 7.8 MW, fyrir 8.6 m³/s og 79 m hönnunarfallhæð. Hún á að dæla 155 GJ á ári en til þess þarf 33 Gwh á ári, að 2/3 hlutum afgangorku sumarsins. Aðkom-an að dælustöðinni verður um lóðréttan stokk eins og í Vöðidal.

Efri veitan er Bratthálsá, sem veitt er inn í Leirudal með smástíflu og skurði, sem tekur sem samsvarar yfirfallsvatni. Stíflað er fyrir Leirudal og þar miðlaðir 34 GJ með vatnsborðsveiflu 682-702 m y.s. Botnrás er í stíflunni. Vatnið úr miðluninni rennur til veituganganna og í þau er tekið vatn úr Hornbrynjuslakk um 3 niðurfölla.

5. RENNSLI UM VATNSVEGI

Á mynd 4, 1-6, er sýnt hvernig rennsli gæti skilað sér til virkjunarinnar á mismunandi árstím-um. Einnig er sýnt hvernig vatnshæðir verða á mismunandi stöðum í vatnsvegakerfinu miðað við áætlað meðalrennsli til hennar á hverjum tíma. Helstu atriði, sem sýnd eru:

1) Haustið. Virkjunin er með meðalálag og nýtir að mestu sjálfrennsli. Miðlanir eru fullar og vatnshæð í vatnsvegum ræðst af hæð í Kelduármiðlun og hallar þaðan til virkjunar. Mjög lítið falltap er að Sultarranaá vegna þess að á þeim legg er lítið rennsli til virkjunar.

2) Vetur fyrsti hluti. Virkjunin er á miklu álagi og nýtir sjálfrennsli og verulegt rennsli úr miðlunum. Þær eru hérumbil fullar og vatnshæð í vatnsvegum ræðst af vatnshæð á Eyjabökkum og falltapi, sem er nú verulegt á leggnum Kelduá-Sultarranaá. Í veituvatnsvegum er mjög lítið falltap og ræðst vatnshæð í þeim af vatnshæð í virkjunargöngum þar sem þeir koma inn í þau.

3) Vetur annar hluti. Um þetta tímabil gegnir í flestu það sama og um fyrsta hluta vetrar. Álag er minna og rennsli kemur af stærri hluta úr miðlunum og staða þeirra er lægri og vatnsstaða í vatnsvegum í lágmarki.

4) Seinni hluti vetrar eða fyrri hluti vors. Hér er álag lítið því reiknað er með því að Fljótisdalsvirkjun taki við álagi af Hraunavirkjun þegar vatnsveg milli Eyjabakka og Kelduár skorti flutningsgetu, þegar mjög lágt er orðið í miðlun. Að öðru leyti er vatnsstaða í vatnsvegum eithvað hærri en miðhluta vetrar vegna minna falltaps.

5) Vorflóð. Í vorflóðinu er reiknað með miklu álagi á virkjunina, því gert er ráð fyrir að taka álag af Fljótisdalsvirkjun á þessum tíma og safna í þess stað vatni í Eyjabakkamiðlun. Hæsta vatnstaðan er við Sultarranaá og rennur þaðan bæði til miðlunar á Eyjabökkum og til virkjunar. Þessi tími leggur mest á vatnsvegakerfið og þá er lang mest falltap.

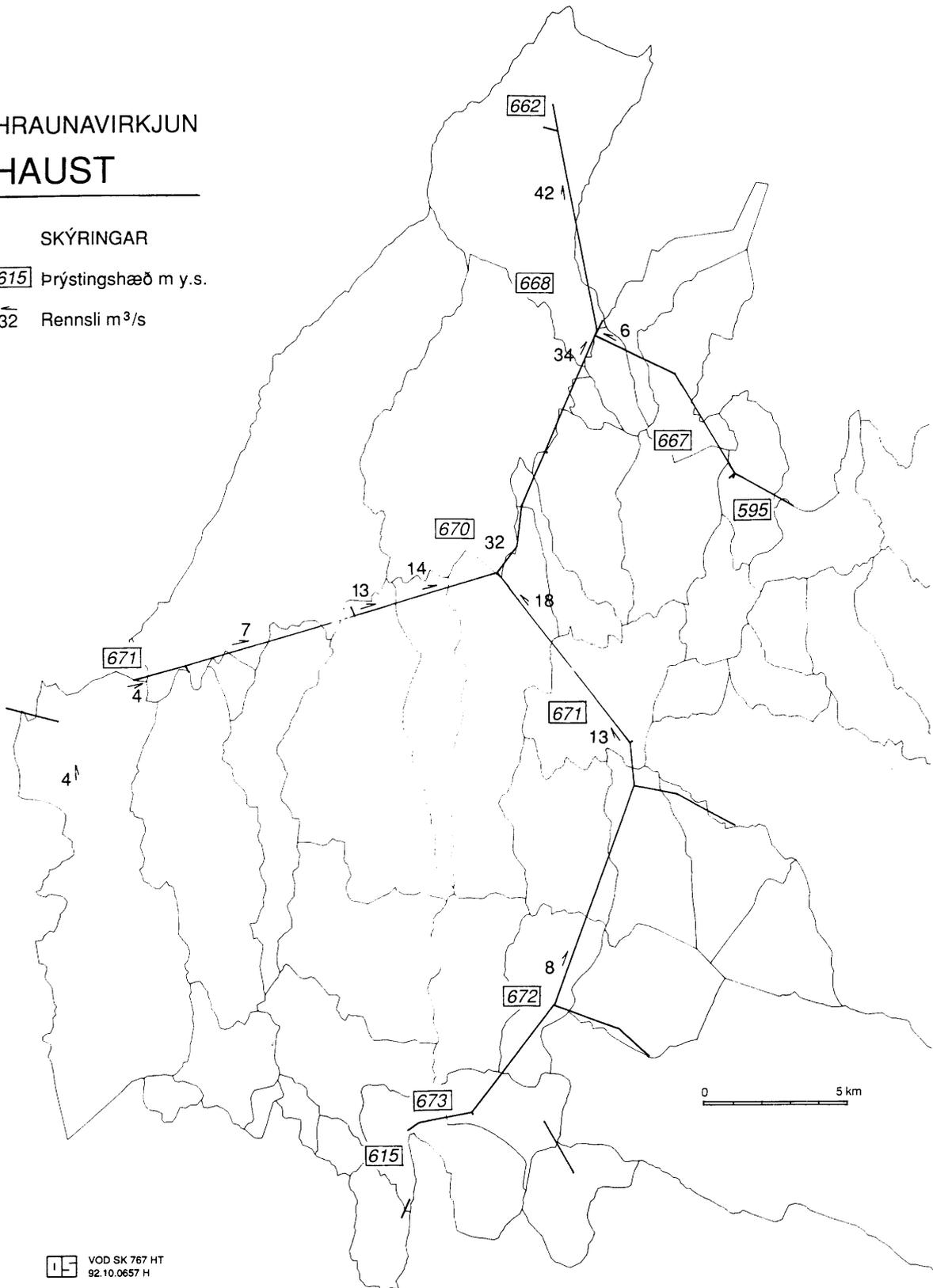
6) Sumar. Á þessum árstíma er svipað ástand og í vorflóðum hvað snertir rennslistefnur og vatnshæðir. Álag á virkjunina er lítið og er ekki gert ráð fyrir millifærslu álags á þessum tíma. Falltap í veitugöngum er ekki takmarkandi fyrir rennsli.

HRAUNAVIRKJUN HAUST

SKÝRINGAR

615 Þrýstingshæð m y.s.

$\overline{32}$ Rennsli m³/s



Mynd 4. 1: Rennsli til virkjunar eftir árstíðum - haust.

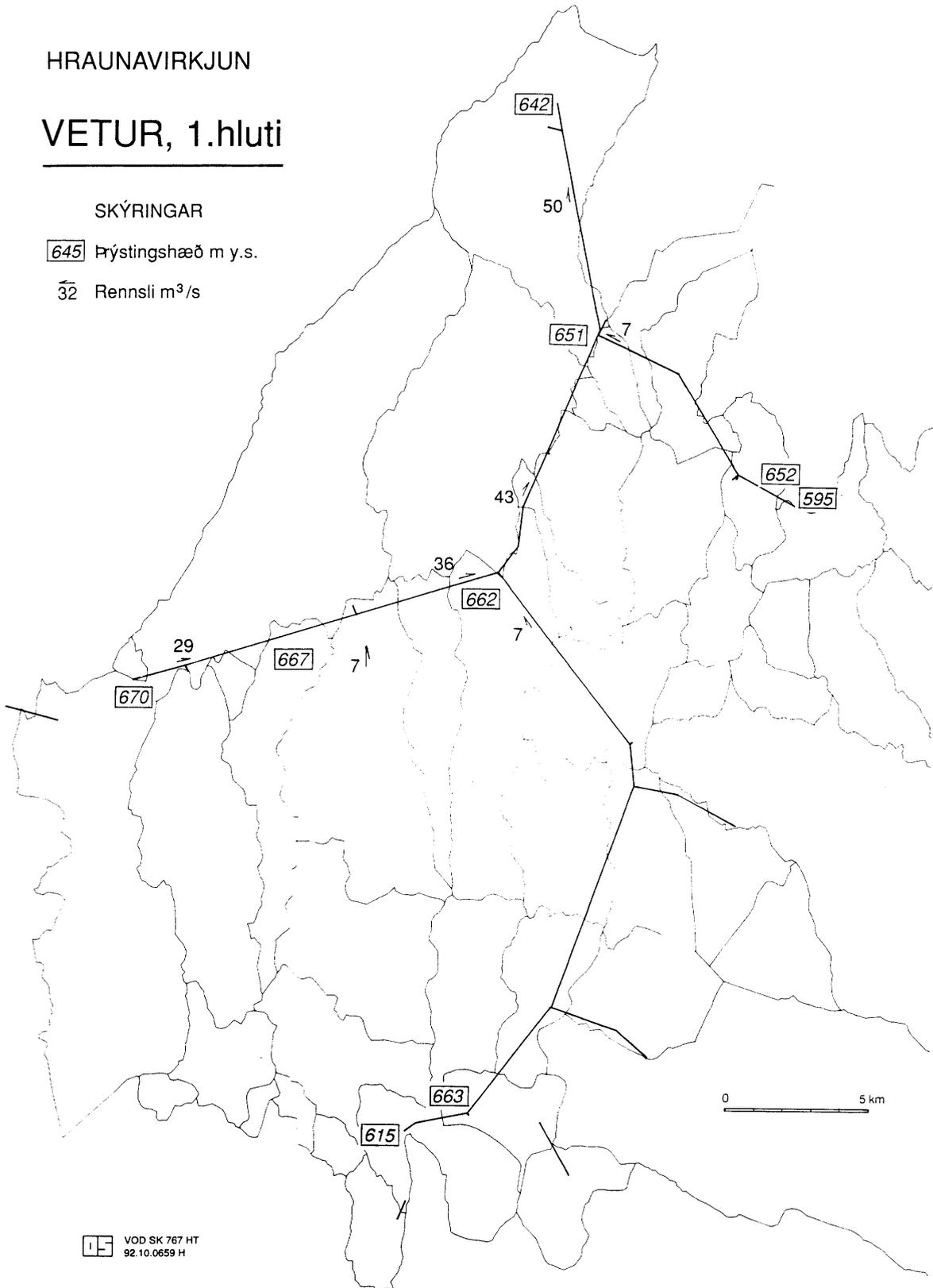
HRAUNAVIRKJUN

VETUR, 1.hluti

SKÝRINGAR

645 Þrýstingshæð m y.s.

32 Rennsli m³/s



Mynd 4. 2: Rennsli til virkjunar eftir árstíðum - vetur, 1. hluti.

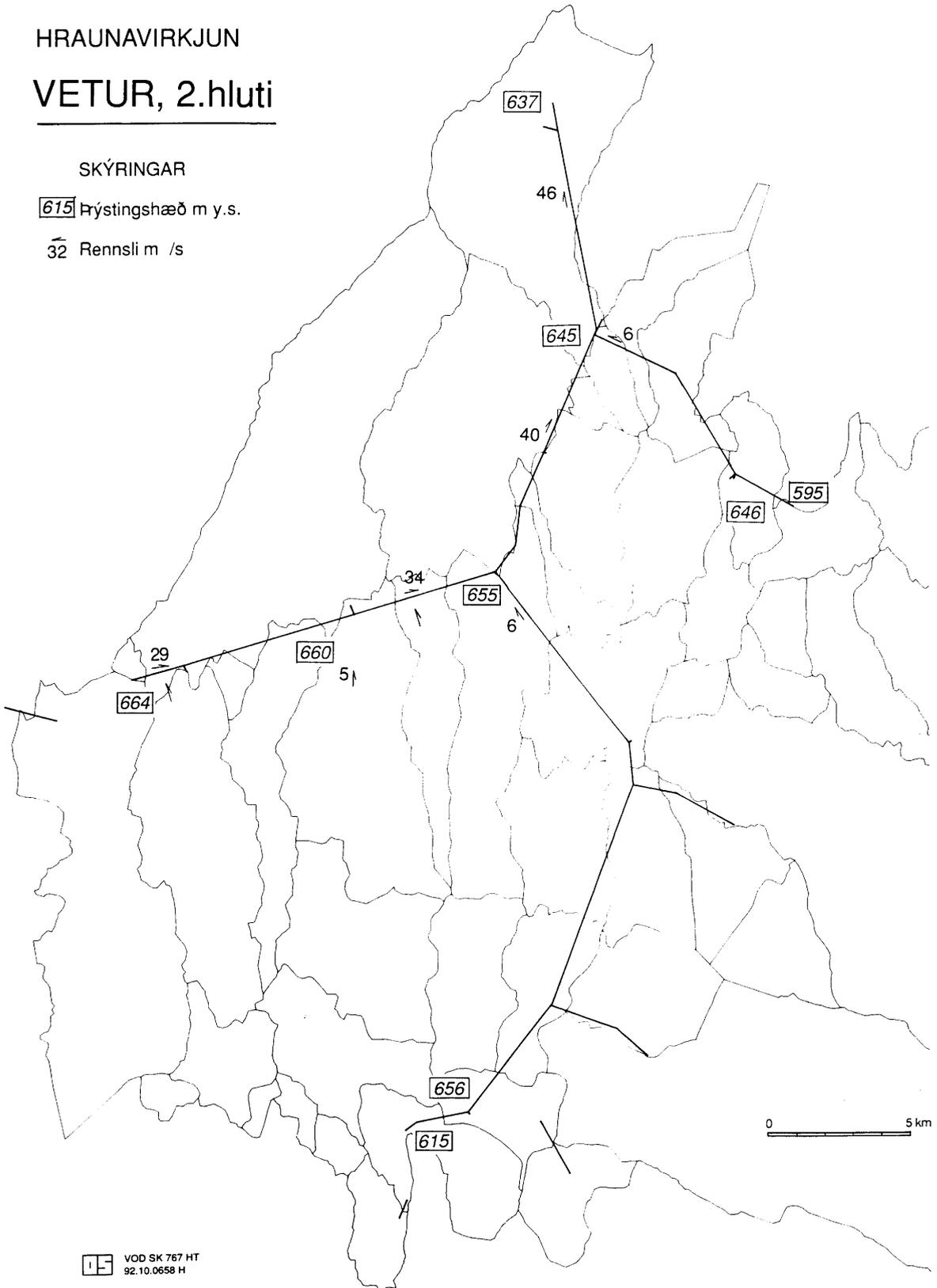
HRAUNAVIRKJUN

VETUR, 2.hluti

SKÝRINGAR

615 Þrýstingshæð m y.s.

32 Rennsli m /s



Mynd 4. 3: Rennsli til virkjunar eftir árstíðum - vetur, 2. hluti.

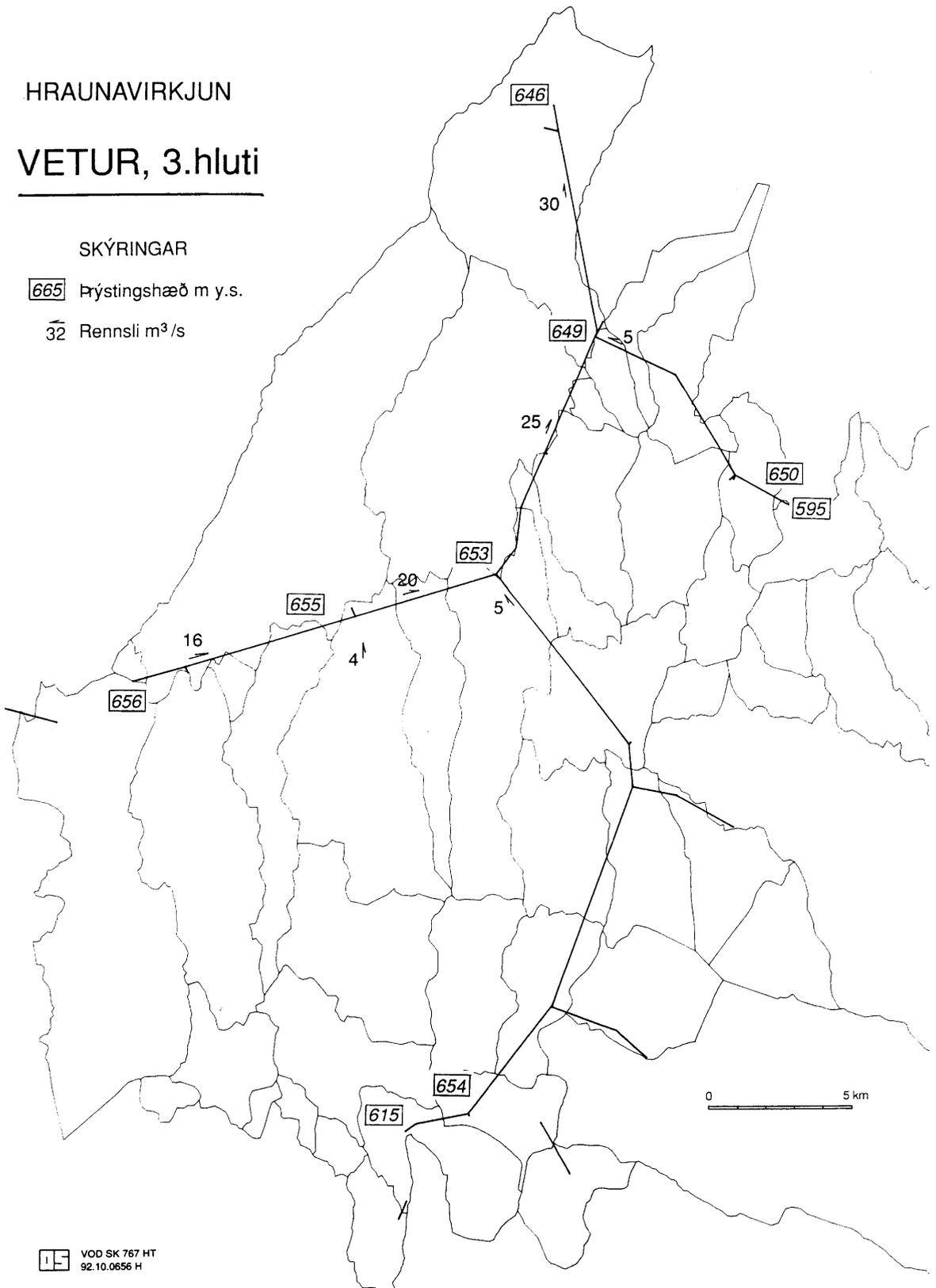
HRAUNAVIRKJUN

VETUR, 3.hluti

SKÝRINGAR

665 Þrýstingshæð m y.s.

32 Rennsli m³/s



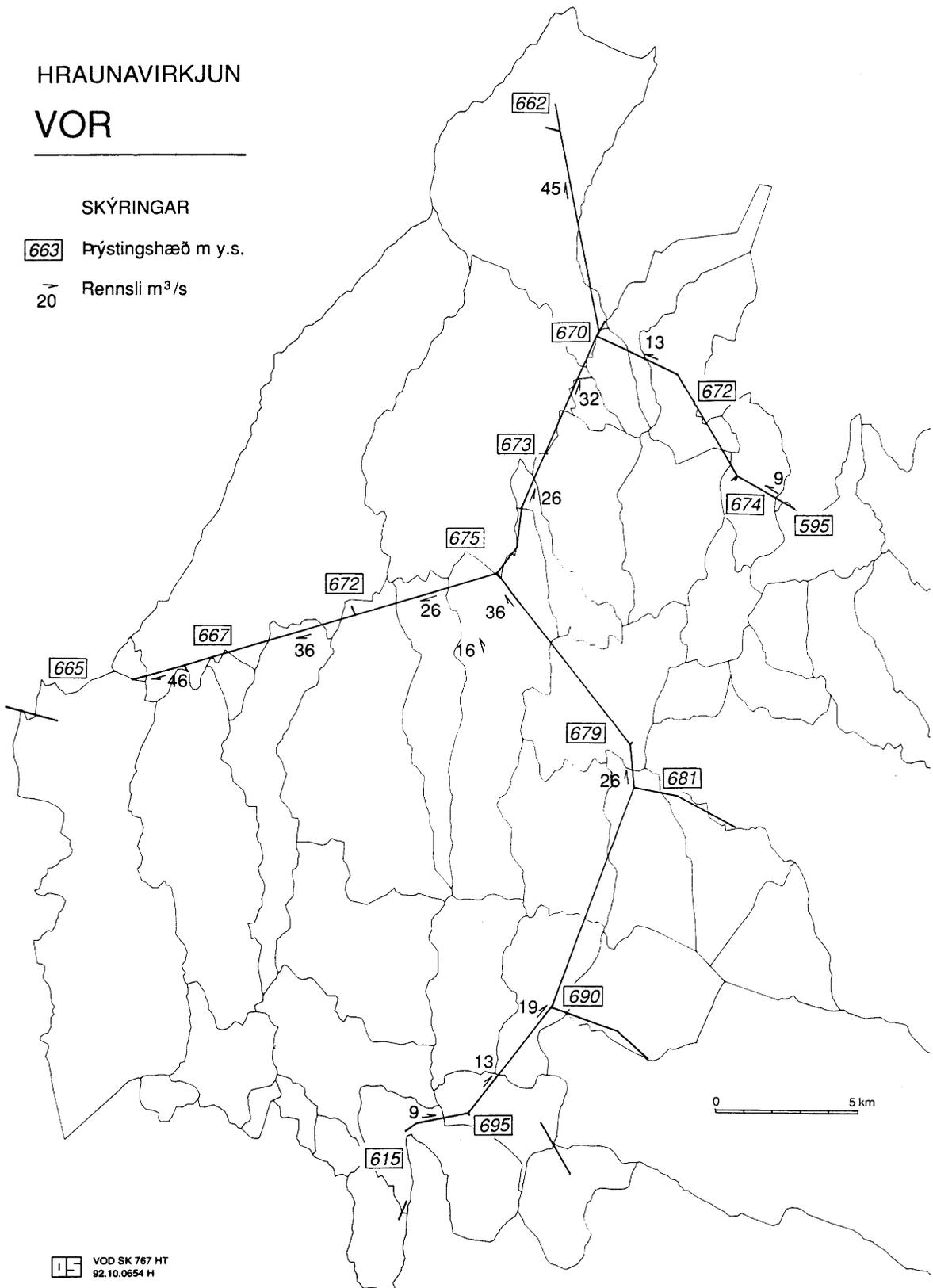
Mynd 4. 4: Rennsli til virkjunar eftir árstíðum - vetur, 3. hluti.

HRAUNAVIRKJUN VOR

SKÝRINGAR

663 Þrýstingshæð m y.s.

20 Rennsli m³/s



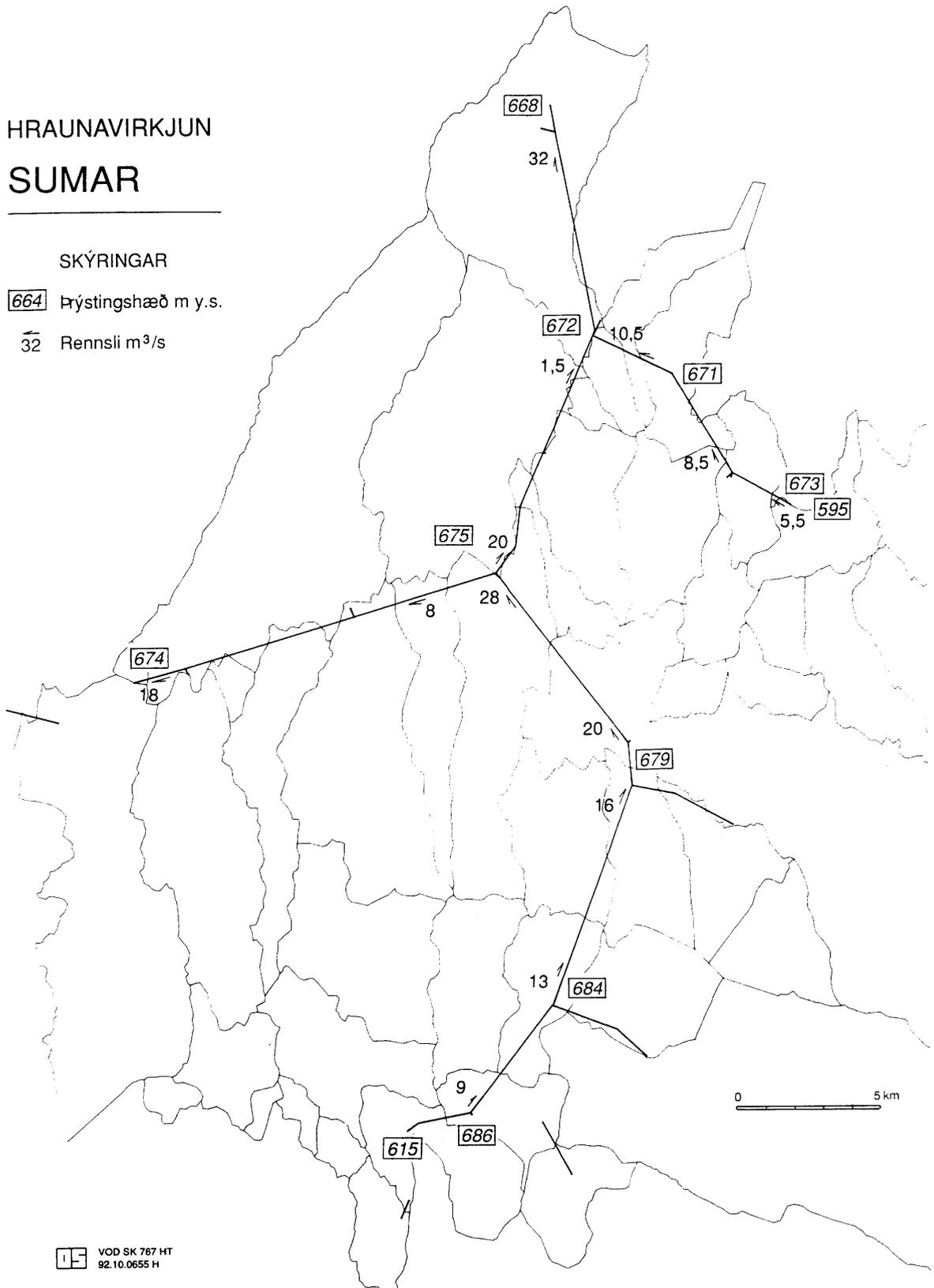
Mynd 4. 5: Rennsli til virkjunar eftir árstíðum - vor.

HRAUNAVIRKJUN SUMAR

SKÝRINGAR

664 Þrýstingshæð m y.s.

32 Rennsli m³/s



VOD SK 767 HT
92.10.0655 H

Mynd 4. 6: Rennsli til virkjunar eftir árstíðum - sumar.

6. KOSTNAÐARÁÆTLUN

Kostnaðaráætlun þessi er gerð í virkjanalíkani Orkustofnunar, sem í eru jöfnur um kostnað flestra gerða mannvirkja vatnsaflsvirkjana. Hugsunin að baki þessum kostnaðarjöfnum er að þær gildi við meðalaðstæður. Stundum er hægt að koma að þekkingu um frávik frá meðalaðstæðum. Kostnaðarjöfnurnar eru unnar á Verkfræðistofu Sigurðar Thoroddsen og miðast við reynslutölur við áætlunargerð fyrir Landsvirkjun. Kostnaðarformúlur fyrir sum mannvirki er ekki þekktur og hefur þar verið reynt að geta í eyðurnar með lestri á eldri skýrslum og fyrirspurnum til manna, innlendra og erlendra um atriði sem hjálpað geta við að fá mat á þessum kostnaði. Að sjálfsögðu er þessi kostnaðaráætlun ekki nákvæm en getur verið góð til samanburðar. Fljótsdalsvirkjun hefur verið áætluð í virkjanalíkaninu og fékkst sama niðurstaða og verktakakostnaður í líkaninu og í hönnunarskýrslu Landsvirkjunar frá 1991.

Jöfnur virkjanalíkansins byggja á ýmiskonar sambandi mældra eða metinna stærða við kostnað. Þessar stærðir eru til dæmis: rennsli, rúmmál, og vegalengd í lárétta eða lóðrétta stefnu. Einnig eru stærðir leiddar af þessum. Mörg matsatriði koma fram í sambandi við notkun líkansins og verður hér á eftir farið í þessi matsatriði svo og hverjar breytilegu stærðir jafnanna eru.

Stíflur eru reiknaðar út frá mældu stíflupversniði og áætluðu dýpi á fast á stíflustæði. Reiknað er með jarðstíflum og flutningsvegalengd stífluefna 3 km. Þetta er stöðluð vegalengd þegar ekki er til betra mat byggt á þekkingu. Varðandi Eyjabakkastífluna er vitað að þessi flutningsvegalengd fyrir jarðstíflur er töluvert lengri og var því horfið frá staðlaðri jarðstífluhönnun og önnur valin, sem er ódýrari miðað við aðstæður. Yfirhæð stífla er 4 m fyrir stórar stíflur, 3 m fyrir flestar veitustíflur og 2 m fyrir stíflur meðfram skurðum.

Botnrásir eru tvenns konar. Annars vegar eru vandaðar botnrásir með stýranlegum lokum og varalokum. Þær eru notaðar í stórum stíflum þar sem stýra á rennsli í gegnum þær vegna stýringar á miðlunum. Hinsvegar eru smábotnrásir með einfaldan lokubúnað, sem er annaðhvort alveg opin eða lokaður. Botnrásir eru fall af rennsli og stífluhæð. Uppgefið rennsli er fall af flóði á byggingartíma, þegar um stórar stíflur er að ræða. Rennsli getur í smámiðlunum verið miðað við rekstrarsjónarmið, svo sem rennsli í lægstu stöðu lóns og möguleika að lækka í lónum við venjulegt sumarrennsli.

Yfirföll eru fall af reiknuðu hámarksflóði. Í flestum tilfellum er hæð vatnsborðs yfir yfirfallshæð 1 m, enda oftast auðvelt að hafa löng yfirföll og lág. Önnur og meiri flóðhæð er höfð þar sem það er hagkvæmt með tilliti til yfirhæðar jarðstíflu. Flestar yfirfallstíflur eru 1 m að hæð og er það í samræmi við reynslu af yfirföllum til dæmis á Vestfjörðum og við Ódáðavötn. Yfirföll við stærstu stíflurnar eru 2 m á hæð.

Skurðir eru reiknaðir samkvæmt langsníði eftir skurðleið. Kostnaður þeirra er fall af rúmmáli skurð- og stíflumassa. Á endum veitna er sumstaðar gert ráð fyrir smáum veitum. Í hallandi landi í straumstefnu er gert ráð fyrir að vatninu sé veitt með blöndu af skurðum og smástíflum, sem kosta ákveðið á km óháð rennsli. Þar sem rennsli er meira eða halli þvert á straumstefnu er reiknað með pípuskurðum. Hann er reiknaður sem skurður með 4 m meðalyfirhæð og steiptum holræsarörum í botnin, sem taka eiga vetrarrennsli og tryggja þannig að skurðurinn opnist á vorin þegar vorflóðin koma. Í verulegum hliðarhalla fer allt vatnið um pípur sem standa á hjalla sprengdum í bergið eða uppfyllingu. Kostnaðarjöfnur fyrir pípuskurði eru annarsvegar gerðir samkvæmt upplýsingum frá Pípugerð Reykjavíkur að viðbættum flutnings og útlagningarkostnaði, en hinsvegar skurðajöfnu virkjanalíkansins.

Flest jarðgöng eru reiknuð sem boruð. Kostnaður þeirra er fall af lengd og rennsli í gegnum þau. Lágmarks þversnið boraðra ganga er 3.5 m, 3 m fyrir sprengd. Til að reikna kostnað jarðganga þarf að gera sér grein fyrir að virkjanalíkaníð reiknar kostnað fyrir sköffun og uppsetningu vélar fyrir hver göng. Þegar mörg samskonar göng eru á sama svæði mundi þessi kostnaður verða mjög ýktur ef þau eru tekin beint eftir virkjanalíkani, hver göng fyrir sig. Mörg göng með sama þversnið reiknast sem 20 km löng göng með 0.25 km auka aðkomugöngum fyrir hver viðbótargöng. Í þá útkomu er deilt með 20 til þess að fá meðalkostnað á km. Bergæðastuðull er 0.9 fyrir virkjanagöng en 1.0 fyrir öll veitugöng. Nokkur stutt göng eru reiknuð sprengd.

Inntök inn í göng eru fall af rennsli og dýpi frá yfirborði niður í göng. Enginn innlend reynsla er af svona niðurföllum og eru inntökin hér áætluð samkvæmt ráðleggingum norskrar nefndar um útfærslu á lækjarinntökum inn í jarðgöng. Algengast er að inntakið sé steipt stífla í farveginum með kassa að neðan sem vatnið fellur niður í gegnum skarð í steypuveggnum. Á kassanum eru ristar og inn í hann liggja hallandi göng. Botnrás er á steypuveggnum og yfirfallsvatn rennur yfir öll steypumannvirkin. Stærri inntök eru með inntakskassann vatnsmegin og þarf ekki að vera í farveginum. Ristar eru nokkurnvegin lóðréttar og vatnið fellur yfir yfirfallstíflu niður í göngin. Svipaður er frágangur þar sem aðkeyrslugöng eru notuð fyrir veitu. Auk þess er smá botnrás og yfirfall í þessari gerð og stundum jarðstífla. Kostnaðartölur fyrir steypu og togborun er fengin úr áætlun um Fljótsdalsvirkjun.

Dælustöðvar eru ekki þekktar í sambandi við virkjanir hér á landi. Erlendis er þetta mjög algengt í virkjunum hvort heldur tvívirkar dælur og túrbínur eða einungis dælur. Kostnaðarjöfnur fyrir þær hljóta að draga mjög dóm af jöfnum fyrir vélar og rafbúnað. Þessir liðir eru fall af stærð véla í MW og af fallhæð. Vélubúnaður rafstöðvar skiptist í nokkurnvegin 3 jafndýra hluta. Þeir eru túrbína, rafall og annar rafbúnaður. Samkvæmt upplýsingum frá Kværner í Norgegi má reikna með að túrbína og dæla fyrir sama vatn og fall kosti það sama. Rafall fyrir dælu er sambærilegur í kostnaði og fyrir virkjun en hann er stærri fyrir dæluna. Annar rafbúnaður er væntanlega mikið ódýrari í dælustöð en rafstöð. Á Hraunum verður línukerfi vegna borvélanna notað fyrir dælustöðvarnar. Í áætlunum er hér reiknað með að dælustöð kosti 85% af virkjun. Í upplýsingum frá Kværner kom fram að smáar dælur, eins og hér er um að ræða, væru ekki fengnar hjá túrbínuframleiðendum. Þær væru keyptar af dæluframleiðendum og væru þar miklu ódýrari en jafnframt með töluvert verri nýtni.

Stöðvarhús eru fall af afli og fallhæð. Þau eru reiknuð á sama hátt fyrir dælustöðvar og virkjanir. Líklega er þar um yfirhönnun að ræða í sambandi við dælustöðvar.

Ekki er reiknað með fallgöngum í þessum reikningum. Í staðinn er reiknað með jafnt hallandi göngum að stöðvarhúsi og stálfóðruðum steypuþöppum í þrýstigöng og aðkeyrslugöng. Kostnaður þeirra er nánast ágiskun. Einnig er giskað á kostnað við loftpúða sveiflujöfnun. Ekki er vitað á þessu stigi hvort hans sé yfirleitt þörf samkvæmt nýjustu hönnun svona virkjana.

Kostnaðaráætlun þessi er á desemberverðlagi 1990 og miðast afl virkjunar við 6600 stunda nýtingartíma. Reiknað er með að Fljótsdalsvirkjun hafi verið byggð á undan og hún hafi verið byggð þannig að Kelduá hafi verið veitt á neðri veitustað, en það inniber að búið er að byggja Kelduárstíflu í sömu hæð og Eyjabakkastíflu. Stíflukostnaður er reiknaður sem mismunur á stíflu eins og þarf fyrir Hraunavirkjun og þeirrar stíflu sem þarf vegna Fljótsdalsvirkjunar.

Í töflunni hér á eftir eru helstu mannvirki listuð og gefin upp sú eining sem helst stýrir kostnaði þeirra, þá fjöldi þessara eininga og að lokum kostnaður. Þær stærðir sem gefnar eru upp eru: R rúmmál; L lengd; Q rennsli; og MW afl.

SUNDURLIÐUÐ KOSTNAÐARÁÆTLUN

Mannvirki	Eining	Fjöldi	Kostnaður
VIÐ EYJABAKKA			
Eyjabakkastífla	R	1542.3	943.2
Botnrás	Q	958	34.0
Yfirfall	Q	85	3.9
Kelduárstífla	R	442.2	278.5
Botnrás	Q	350	22.7
Yfirfall	Q	38	2.0
Göng Ey.-Ke.	L	1.9	219.3
Skurðir við göng	R	105.8	70.8
Kelduárskurður	R	28.4	20.7
Stöðvarinntak	Q	30	100.0
SAMTALS:			1695.1
AÐALVATNSVEGUR			
Kelduá-Sultarrani:			
Göng	L	13.3	1534.8
Útvíkkun að Grjótá	R	16.0	32.0
Grjótárstífla	R	63.6	64.6
Botnrás	Q	48	26.4
Yfirfall	Q	231	18.7
Niðurföll	Q	67	28.4
Smástífla og pípus.	L	2.9	34.9
Samtals:			1739.8
Sultarrani-Gilsá:			
Göng	L	9.0	1038.6
Niðurföll	Q	14	21.2
Pípuskurðir og st.	L	3.8	52.4
Samtals:			1112.2
Gilsá-Suðurdalur:			
Göng	L	8.2	1076.3
Víkkun frárennslis	R	24.5	49.0
Stálfóðrun	L	0.06	60.4
Frárennslisskurður	R	686.9	175.2
Samtals:			1360.9
SAMTALS:			4212.9

Mannvirki	Eining	Fjöldi	Kostnaður
STÖÐVARMANNVIRKI			
Aðkeyrsla	L	0.5	150.0
Þrýstijöfnun			150.0
Stöðvarhús	MW	295	843.9
Vélar og rafbúnaður	MW	295	3515.5
SAMTALS			4659.4
VEITUR OG SMÁMIÐLANIR			
Vatnadæld:			
Stíflur	R	35.3	41.0
Yfirföll	Q	82	6.6
Göng	L	0.9	93.4
Skurðir	R	106.3	63.2
Samtals:			204.2
Sauðarmiðlanir:			
Sauðárvatn	R	125.9	125.9
Botnrás	Q	12	21.9
Yfirfall	Q	29	2.4
Skurður	R	100.1	40.1
Samtals kr:			190.3
Sauðáreyrar	R	107.7	109.1
Botnrás	Q	17	18.4
Yfirfall	Q	49	4.0
Samtals kr:			131.5
Samtals:			321.8
Víðidalur Neðri:			
Múlþverá	R	67.8	68.9
Botnrás	Q	8.5	19.8
Yfirfall	Q	0.7	
Skurðir	R	50.6	24.3
Göng	L	0.7	68.1
Pípuskurður	L	1.5	36.0
Samtals kr:			217.8
Víðidalsstífla	R	17.0	13.9

Mannvirki	Eining	Fjöldi	Kostnaður
Botnrás smá	Q	19.0	7.0
Yfirfall	Q	216	6.1
Pípuskurðir	L	3.6	76.5
Stíflur	R	20.0	17.0
Botnrás smá	Q	10.0	3.4
Yfirfall	Q	61	4.9
Niðurföll	Q	5.0	1.6
Samtals kr:			130.4
Samtals:			348.2
Dælustöð:			
Dæluinntak	Q	4.4	14.2
Stöðvarhús	MW	4.0	47.8
Vélar og rafb.	MW	4.0	145.9
Samtals			207.9
Víðidalur Efri:			
Inntak Víðidal	Q	3.0	0.5
Pípuskurður	L	2.3	59.9
Inntak í göng	Q	2.7	7.0
Samtals kr:			67.4
V. Þverðalsst.	R	348.9	230.4
Botnrás smá	Q	12.5	21.8
Yfirfall	Q	26.6	3.6
Inntak	Q	4.7	15.0
Samtals kr:			270.8
Hofsárstífla	R	22.3	24.8
Yfirfall	Q	72	5.9
Inntak yfirr.	Q	1.7	4.0
Pípuskurðir	L	0.5	4.8
Göng Hofsá-Víð.	L	2.3	196.4
Samtals kr:			235.9
Göng Víðid. Þv.	L	2.3	205.4
Göng til Geith.	L	3.9	348.3
Samtals kr:			553.7
Samtals:			1147.8

Mannvirki	Eining	Fjöldi	Kostnaður
Geithellnaá:			
Pípuskurðir	L	2.0	22.4
Niðurföll	Q	15	17.8
Göng Prándarj.	L	3.9	348.3
Samtals kr:			388.5
Geithellnavatn			
Botnrás	R	22.0	22.2
Yfirfall	Q	8.7	13.3
Samtals kr:		80	6.5
Göng Hamarsá	L	9.1	42.0
Inntak í göng	Q	24	907.3
Samtals kr:			4.8
			912.1
Samtals:			1342.6
Hamarsá:			
Prándarjökull norðan:			
Leirárskurðir	R	12.7	7.1
Ytri Prándarárst.	R	17.3	18.4
Skurður Y. Þ.	R	16.4	9.1
Pípuskurður	L	1.7	54.6
Stífla Y. og I. Þ.	R	24.0	28.0
Yfirföll	Q	67.1	20.5
Smábotnrás	Q	22	4.0
Inntök	Q	12.5	8.6
Göng til Þverár	L	3.8	339.3
Samtals kr:			489.6
Aðalveita:			
Þverárstífla	R	5.7	5.7
Smábotnrás	Q	56	8.8
Yfirfall	Q	161	13.2
Göng frá Þverá	L	1.5	149.6
Víkkun ganga	R	5.0	10.0
Samtals kr:			187.3
Hamarsárstíflur	R	15.0	7.1
Smábotnrásir	Q	121 og 5.5	10.0
Yfirföll	Q	81 og 20	8.5
Pípuskurðir	L	3.1	63.3
Samtals kr:			88.9

Mannvirki	Eining	Fjöldi	Kostnaður
Hamarsárvatnsst.	R	115.0	100.8
Skurður	R	10.5	6.3
Botnrás	Q	3.5	13.9
Yfirfall	Q	16	1.3
Pípuskurður	L	0.5	4.8
Samtals kr:			122.3
Inntak	Q	45	13.9
Göng	L	7.4	948.7
Samtals kr:			916.0
Samtals:			1365.9
Hamarsá samtals:			1855.5
Líkárvatnsveita:			
Neðri veita:			
Pípuskurðir	L	0.5	5.7
Stífla Bótarhnúk	R	2.8	2.7
Yfirfall	Q	6	0.6
Líkárvatn	R	35.3	44.4
Yfirfall	Q	21.8	3.8
Skurður	R	58.8	28.3
Samtals kr:			85.5
Ódádavatnastífla	R	154.4	164.6
Botnrás	Q	7	9.5
Samtals kr:			174.1
Geitadalsá	R	57.0	62.5
Smábotnrás	Q	17.0	6.6
Yfirfall	Q	30.6	2.6
Samtals kr:			71.7
Hrútárstífla	R	11.0	9.4
Skurður	R	16.5	4.1
Pípuskurðir	L	1.0	8.0
Samtals kr:			21.5
Samtals:			352.8
Dælustöð:			
Stöðvarinntak	Q	8.6	28.5
Stöðvarhús	MW	7.8	67.0
Vélar og rafb.	MW	7.8	237.3
Samtals:			332.8

Mannvirki	Eining	Fjöldi	Kostnaður
Efri veita:			
Bratthálsstífla	R	18.1	13.7
Skurður	R	20.1	12.5
Leirudalsstífla	R	267.7	214.4
Botnrás	Q	12	26.1
Yfirfall	Q	15	1.3
Skurður	R	16.6	13.5
Inntak	Q	8	9.2
Samtals kr:			290.7
Hornbrynjustl.	R	12.3	15.4
Yfirfall	Q	81	6.5
Niðurföll	Q	4.4	20.9
Samtal kr:			42.8
Skurður	R	7.1	5.1
Veitugöng	L	9.5	848.4
Samtals kr.			853.5
Samtals:			1187.0
Líkársv. samtals			1872.6
SAMTALS VEITUR			
ANNÆÐ			
Vegagerð	L	150	670.0
Stöðvarbyggð	MW	295	112.9
SAMTALS ANNÆÐ			772.9
VERKKOSTNAÐUR ALLS			18 620.6
STOFNKOSTNAÐUR ALLS			30 611.3

7. JAÐARKOSTNAÐUR VEITNA

Í veitunum eru tvennskonar mannvirki, þ. e. vatnsvegir og miðlanir. Miðlanirnar þjóna þeim tvöfalda tilgangi að minnka rennlistopp í flóðum og miðla vatni frá sumri til vetrar. Heildarmiðlun á þessu svæði þarf helst að nálgast 50% af ársrennsli. Ekki er neitt nálægt því að það náist í veitunum. Í eftirfarandi töflu eru listaðir hlutar vatnsvegjar, innrennsli í þá, og miðlun í Gl og sem prósentu af innrennsli.

Tafla 4. Miðlanir í vatnsvegum.

Hluti ganga	Innrennsli Gl/ári	Miðlun Gl	% af innr.
Grjótá-Fellsá	320	45	14.2
Sultarranaá-Gilsá	164	0	0
Líkárvatnsveita	266	55	20.8
Víðidalsá	225	27	12.0
Geithellnaá	202	5	2.4
Hamarsá	304	22	7.4
Hamarsárveita	731	54	7.4
Samtals	1481	154	10.4

Að meðaltali eru því um 10% miðlun í vatnsvegakerfinu en á milli 30 og 40% af rennsli þarf að komast til aðalmiðlunar í Kelduá og á Eyjabökkum. Eins og sjá má á mynd 2 eru smámiðlanirnar töluvert dýrari á miðlað rými en miðlunin á Eyjabökkum.

Verkkostnaður ódýrra virkjana er nálægt 10 kr/kWh/ári. Þetta er því sá kostnaður, sem miðað er við sem jaðarkostnaður þessarar virkjunar. Fyrir hverja árs kWh í veitu eru helstu verkkostnaðarliðir í Hraunavirkjun eftirfarandi: Stöð með vélum og rafbúnaði 2 kr; viðbót við vatnsvegi 1 kr og viðbót við miðlun 1.3 kr. Beinn veitukostnaður má því vera yfir 5 kr á árs kWh án þess að það hækki meðalverð virkjunarinnar upp fyrir þessi mörk. Í töflu 5 er samantekt á kostnaði við veitur reiknað frá enda þeirra inn að meginvatnsvegi. Miðlanir á veituleiðum eru reiknaðar að hálfu sem veitukostnaður og að hálfu sem miðlunarkostnaður. Orkugeta er reiknuð sem 89% rennslisorku veitunnar miðað við rekstrarfallhæð virkjunar, nema fyrir dælt vatn er ákveðin ný rekstrarfallhæð miðað við undirvatn veitu. Það hlutfall af rennslisorkunni sem nýtist í veitum er talið það sama og fyrir virkjunina í heild.

Samkvæmt þessu eru veiturnar í heild hagkvæmar og lækka meðalorkukostnað virkjunarinnar. Ef litið er á einstaka leggi í Hamarsár- og Líkárvatnsveitum og tekið tillit til hugsanlegs sparnaðar í veitum sem niðurfelling eftirfylgjandi leggja, kemur út kostnaður eins og sýnt er í töflu 6.

Tafla 5. Kostnaður við veitur, reiknað frá enda.

Veita	Rennsli m ³ /s	Orkugeta kWh/á	Kostnaður Mkr	Kostnaður kr/kWh/á
Vatnadæld	1.64	68	204.2	3.02
Víðidalur neðri	2.95	112	511.7	4.56
Hofsá	1.34	62	231.5	3.73
Víðidalur efri	2.85	118	408.0	3.45
Víðidalur alls	7.14	292	1479.6	5.07
Geithellnaá	6.42	265	1321.6	4.99
Hamarsá	9.64	398	1747.7	4.39
Hamarsárveita	23.2	955	4548.7	4.76
Geitadalsá	5.72	203	514.5	2.53
Leirudalur	2.74	113	218.3	1.93
Lfkárvatnsveita	8.46	316	1642.2	5.19
Veitur alls	33.3	1339	6394.1	4.78

Tafla 6. Kostnaður við veitur, reiknað frá aðalvatnsvegi.

Veita	Orkugeta kWh/á	Mkr	Kostnaður kr/kWh/á í veitu	kr/kWh/á samtals
Hamarsárveita	398	1551	3.90	3.90
Geithellnaveita	265	1312	5.06	4.31
Víðidalsveita	292	1676	5.74	4.74
Samtals	955	4568.7	-	4.78
Leirudalsveita	113	673	5.96	5.96
Geitadalsveita	203	969	4.77	5.20
Samtals	316	1642	-	5.20

Samkvæmt þessu er Víðidalsveita við efri mörk þess kostnaðar, sem vera má við veitur án þess að meðalverð virkjunar hækki. Skoðað í stærra samhengi sem kostnaður við virkjanir í landsinu er það varla vafamál að hér er um hagkvæman virkjunarkost að ræða. Leirudalsveita virðist nokkuð dýr, en viðbótarveita úr Geitadal lækkar kostnaðinn við Lfkárvatnsveitu niður undir viðmiðunarmörk ódýrrar veitu.

8. NIÐURSTÖÐUR

Helstu niðurstöður eru að virkjunin kostar 30.6 miljarða króna á verðlagi í desember 1990 miðað við 6600 stunda nýtingartíma. Þetta verður 15.7-16.0 kr á kWh á ári eftir því hvernig dæling er metin í þessu sambandi. Ef orkunotkun í dælingu er dregin frá orkuvinnslu fæst hærri talan en ef henni er sleppt sú lægri. Dæluorkan er að meira en 60 hundradshlutum tekin í vorflóði og sumarrennsli og því nokkuð álitamál hvernig eigi að meðhöndla hana. Hún breytir afgangsortku í forgangsortku og ætti því ekki nema hluti dæluorku að dragast frá reiknaðri forgangsortku virkjunarinnar.

Annar nýtingartími, en hér er reiknað með, hefur fyrst og fremst áhrif á kostnað af stöðvarhúsi, vélum, rafbúnaði og meginvatnsvegi, en áhrif á veitur og miðlanir er enginn. Í eftirfarandi töflu er listaður kostnaður við þessa virkjun fyrir mismunandi nýtingartíma, allt frá 6600 nýtingastundum, sem er nýtingartími Fljótsdalsvirkjunar í áætlun frá Landsvirkjun 1991, niður í 5200 nýtingarstundir, sem er það lægsta sem um hefur verið rætt.

Tafla 7. Kostnaður eftir nýtingartíma.

Afl virkjunar	Nýtingarstundir	Kostnaður Mkr.	Kostnaður kr/kWh/á
295	6600	30 600	15.7-16.0
321	6060	31 200	16.0-16.3
348	5600	32 000	16.4-16.7
375	5200	32 800	16.8-17.2

Virkjun sú, sem hér hefur verið lýst, er að minnsta kosti 10% ódýrari en hin minni Hraunavirkjun, sem reiknuð var 1991. Orkukostnaður frá henni var reiknaður 17.6 kr/kWh/á. Þetta bendir eindregið til þess að þessar viðbótarveitur séu hagkvæmar. Dýrasta viðbótarveitan, úr Viðidal, hækkar sennilega aðeins meðalkostnað virkjunar, en er samt mjög ódýr virkjun.

Hafa verður í huga að þekking á rennsli er ekki mikil enn sem komið er. Þess vegna hefur verið athugað hvaða áhrif breytt rennsli hefur á virkjunarkostnað. Hér er reiknað frávik frá grunnvirkjuninni fyrir 5 og 10 prósent minna vatn og 5 prósent meira og auk þess er reiknuð heildarvirkjun fyrir allt Hraunavatn og aðrennsli Eyjabakka. Niðurstaðan er í töflu 8.

Tafla 8. Virkjunarkostnaður sem fall af rennsli.

Rennsli	Afl MW	Orka GWh/a	Kostnaður Mkr	Kostnaður kr/kWh/a
10% minna	264	1745	29237	16.76
5% minna	279	1845	29940	16.23
Viðmiðun	295	1950	30600	15.69
5% meira	309	2030	31238	15.29
Heildarvirkjun	480	3170	38432	12.12

Enn eru ýmsir kostir óskoðaðir á þessu svæði. Einn kostur er að virkja niður í Berufjörð. Að-
eins hefur verið litið á það af byggingaverkfræðinimum. Ljóst er að sá kostur er ekki ódýrari
en sá sem hér er kynntur en sennilega er ekki á þeim mikill munur. Annar kostur er að virkja
vatn Fljótsdalsvirkjunar að austanverðu með Hraunavirkjun. Í þá hugmynd, ef tími ynnist til, er
mikið að sækja. Sú virkjun mundi hafa orkuverð um 12 kr/kWh/á. Það væri einn allra ódýrasti
virkjunarkostur landsins.