



RANNSÓKNA- OG ÞRÓUNARMÍÐSTÖÐ
HÁSKÓLANS Á AKUREYRI

Borgum við Norðurslóð, 600 Akureyri
Sími 460-8900, Fax 460-8919
Netfang: rha@unak.is
Veffang: <http://www.rha.is>

Verkfræðistofnun
Háskóla Íslands
Vatnaverfræðistofa

Hjarðarhaga 2-6, 107 Reykjavík
Sími 525-4700, Fax 525-4632

JÖKULSÁ Á FJÖLLUM

HÓFLEG NÝTING

MEÐ VEITU Í HÁLSLÓN

Júlí 2011



HÁSKÓLI ÍSLANDS



Háskólinn
á Akureyri

Birgir Jónsson HÍ

Jón Þorvaldur Heiðarsson HA

Verkefnið fékk styrk frá
Orkurannsóknasjóði Landsvirkjunar 2008

RHA-S-06-2011

L-ISSN 1670-8873

Verknúmer R07052VIR

Efnisyfirlit

HELSTU NIÐURSTÖÐUR	6
INNGANGUR	7
1 HELSTU FORSENDUR	8
1.1 ORKUVINNSLUGETA KÁRAHNJÚKAVIRKJUNAR	8
1.2 VETRARRENNSLI JÖKULSÁR Á FJÖLLUM.....	12
2 NÝTING JÖKULSÁR Á FJÖLLUM, VEITA Í HÁLSLÓN	13
2.1 VEITA ÚR JÖKULSÁ Á FJÖLLUM Í HÁLSLÓN (KREPPULÓNSLEIÐ), LEIÐ 1.....	13
2.2 VEITA ÚR JÖKULSÁ Á FJÖLLUM OG AUKA GÖNG FRÁ HÁLSLÓNI, LEIÐ 2.....	26
2.3 VEITA, ÖNNUR AÐRENNSLISGÖNG, ÞRÍÐJU FALLGÖNG OG EIN AUKA VÉLASAMSTÆÐA, LEIÐ 3.....	34
2.4 VEITA, ÖNNUR AÐRENNSLISGÖNG, ÞRÍÐJU FALLGÖNG OG TVÆR AUKA VÉLASAMSTÆÐUR, LEIÐ 4.....	39
3 ÝMIS VIÐBÓTARATRÍÐI	42
3.1 FLEIRI FORSENDUR FYRIR ORKUÚTREIKNINGUM	42
3.2 JARÐFRÆÐIADSTÆÐUR FYRIR VEITU ÚR JÖKULSÁ Á FJÖLLUM VIÐ UPPTYPPINGA TIL HÁLSLÓNS.....	44
3.3 STÆKKUN LAGARFOSSVIRKJUNAR.....	50
3.4 AFLAUKNING MEÐ AUKA GÖNGUM ÚR HÁLSLÓNI	50
3.5 MIKILVÆGI FALLHÆÐAR TIL AÐ NÝTA SEM BEST ÞAÐ VATN SEM TEKIÐ ER	51
3.6 VERÐUR REKSTRI VEITUNNAR BREYTT ÞANNIG AÐ HÚN SÉ Í GANGI ALLT ÁRIÐ?.	51
3.7 BETRI NÝTING Á ÞVÍ VATNI SEM NÚ ÞEGAR RENNUR TIL HÁLSLÓNS.....	52
3.8 JÖKULSÁ Á FJÖLLUM, NORÐLENSK EÐA AUSTLENSK Á?	52
3.9 HVERT ER HÆGT AÐ FLYTJA ORKUNA?.....	53
3.10 MÖGULEIKAR Á ANNARRI NOTKUN VEITUNNAR	54
3.11 AURBURÐUR Í JÖKULSÁ	54
3.12 VATNAJÖKULSÞJÓÐGARÐUR	55
4 UMHVERFISÁHRIF OG AFTURKRÆFNI	57
4.1 ÁHRIF Á RENNSLI DETTIFOSS	57
4.2 MEIRA VATN TIL LAGARFLJÓTS OG HÉRAÐSFLÓA.....	58
4.3 TÆRARA VATN TIL LAGARFLJÓTS	59
4.4 AFTURKRÆFNI	59

5	MAT Á KOSTNAÐL.....	61
5.1	VEITA ÚR JÖKULSÁ Á FJÖLLUM Í HÁLSLÓN, LEIÐ 1	62
5.2	VEITA ÚR JÖKULSÁ Á FJÖLLUM OG AUKA GÖNG FRÁ HÁLSLÓNI, LEIÐ 2.....	62
5.3	VEITA, ÖNNUR AÐRENNSLISGÖNG, ÞRÍÐJU FALLGÖNG OG EIN AUKA VÉLASAMSTÆÐA, LEIÐ 3.....	63
5.4	VEITA, ÖNNUR AÐRENNSLISGÖNG, ÞRÍÐJU FALLGÖNG OG TVÆR AUKA VÉLASAMSTÆÐUR, LEIÐ 4.....	63
5.5	SAMANTEKT LEIÐA MEÐ VEITU ÚR JÖKULSÁ Á FJÖLLUM	64
6	FLEIRI LEIÐIR TIL AÐ NÝTA JÖKUSÁ Á FJÖLLUM.....	66
6.1	KREPPULÓNSLEIÐ MEÐ INNTAKI VIÐ ÆTTARTÖFLU	66
6.2	VEITA NEÐAN LÓNSHNÚKS	68
6.3	VEITA ÚR JÖKULSÁ Á FJÖLLUM ÁN KREPPU	75
6.4	VEITING KVERKÁR AÐ HLUTA EÐA ÖLLU LEYTI Í HÁLSLÓN	77
6.5	VEITING KREPPU Í HÁLSLÓN.....	79
6.6	VEITA ÚR JÖKULSÁ Á FJÖLLUM NEÐAN ÚPPTYPPINGA	80
	HEIMILDIR	83
	VIÐMÆLENDALISTI (MUNNLEG SAMTÖL OG TÖLVUPÓSTSAMSKIPTI)	84
	VIÐAUKI 1	85

Myndir og töflur

	Bls.
Mynd 1. Staða vatnsborðs í Háslóni miðað við uppfært rennsli frá 1950.	9
Mynd 2. Nýtni vélasamstæðu í Kárahnjúkavirkjun.....	10
Mynd 3. Afl Kárahnjúkavirkjunar við stöðugt rennsli í samanburði við sveiflu á raforkumarkaði.	11
Mynd 4. Yfirlitsmynd af veitu úr Jökulsá á Fjöllum yfir í Háslón.	15
Mynd 5. Inntak úr Jökulsá á Fjöllum fyrir ofan brú (einnig er sýnt annað inntak hægra megin á myndinni).....	16
Mynd 6. Rás í bergi (hvítt) og RCC-garður við inntak í Jökulsá á Fjöllum fyrir ofan brú.....	17
Mynd 7. Yfirlitsmynd yfir inntakslón og inntaksþró ofan brúar. Brotalínan lengst til hægri á myndinni er 100m.....	18
Mynd 8. Veitugöng úr Jökulsá á Fjöllum undir Krepputungu til Kreppulóns, lengri línan. ..	19
Mynd 9. RCC-garður í Kreppu. Hlið (loka) er táknað sem dökkur bútur í garðinum nálægt inntaksþrónni. Brotalínan til hægri á myndinni er 100m.....	20
Mynd 10. Inntakslón í Kreppu. Brotalínan neðst á myndinni er 1.000 m.	21
Mynd 11. Afl Kárahnjúkavirkjunar dæmigert ár við 141,2 m ³ /s stöðugt rennsli með 6 vélum.	23
Mynd 12. Afl Kárahnjúkavirkjunar á dæmigerðu ári við 144 m ³ /s stöðugt rennsli með 6 vélum nema 132 m ³ /s rennsli með 5 vélum í 84 daga frá 1. ágúst.	24
Mynd 13. Staða vatnsborðs í Háslóni miðað við uppreiknað rennsli og veitu frá Jökulsá á Fjöllum	25
Mynd 14. Ein tillaga að legu nýrra ganga frá Háslóni, rauð lína (syðra inntak í Háslóni). Blá brotalína táknar núverandi göng.....	27
Mynd 15. Ein tillaga að dýpi nýrra ganga frá Háslóni (óbrotin lína), krossar sýna hvar ný göng fara undir núverandi göng.....	28
Mynd 16. Þekkt leið til að sprengja síðasta haftið úr bergi yfir í vatn.	28
Mynd 17. Hugsanleg tenging nýrra aðrennslisganga við önnur af núverandi fallgöngum.....	29
Mynd 18. Ein leið til að tengjast núverandi fallröri. Vinstra megin er núverandi lokahellir og beygja á fallröri áður en það liggur lóðrétt niður. Hægra megin er ný beygja inn á núverandi fallrör og nýr lokahellir 50 m frá beygjunni.	30

Mynd 19. Afl Kárahnjúkavirkjunar á dæmigerðu ári við 158,4 m ³ /s stöðugt rennsli með 6 vélum nema 132 m ³ /s rennsli með 5 vélum í 84 daga frá 1. ágúst	32
Mynd 20. Staða vatnsborðs í Háslóni miðað við uppreiknað rennsli, veitu og önnur aðrennslisgöng frá Háslóni	33
Mynd 21. Hugsanleg tenging nýrra aðrennslisganga og nýrra fallganga.	35
Mynd 22. Hugsanlegt fyrirkomulag nýs stöðvarhúss í Fljótsdalsstöð með einni vél	36
Mynd 23. Afl Kárahnjúkavirkjunar með veitu, öðrum aðrennslisgöngum, þriðju fallgöngum og sjöundu vélasamstæðu.	37
Mynd 24. Staða vatnsborðs í Háslóni miðað við uppreiknað rennsli, veitu, önnur aðrennslisgöng, þriðju fallgöng og sjöundu vélasamstæðu.	38
Mynd 25. Hugsanlegt fyrirkomulag nýs stöðvarhúss í Fljótsdalsstöð með tveimur vélum ...	40
Mynd 26. Vatnsborð og vöntun í Háslón	43
Mynd 27. Yfirlitsmynd um jarðfræði norðan Vatnajökuls, rammur sýna svæðin sem myndir 28 og 29 ná yfir.....	45
Mynd 28. Landakort með sniðunum sem eru skoðuð jarðfræðilega.	46
Mynd 29. Jarðfræðikort af veitusvæði (ath. norður er ekki beint upp úr myndinni, sjá norðurpílu).....	47
Mynd 30. Jarðfræðilegur langskurður af sniði A með lykkju um farveg Kreppu	48
Mynd 31. Jarðfræðilegur langskurður af sniði A.	50
Mynd 32. Rafmagnsflutningur (dagsmeðaltöl) um Byggðalínu milli Kröflu og Fljótsdalsstöðvar (Kröflulínu 2) árið 2010	53
Mynd 33. Áætlun VST á aurburði í Jökulsá á Fjöllum og þverá hennar Kreppu.....	55
Mynd 34. Mörk Vatnajökulspjóðgarðs og veita úr Jökulsá á Fjöllum.	56
Mynd 35. Rennsli í Dettifossi með og án veitu.	57
Mynd 36. Dettifoss að vetrarlagi.	58
Mynd 37. RCC-garður neðan ættartöflu rissaður inn á mynd. Ættartaflan sést á hamraveggnum hægra megin á myndinni.	67
Mynd 38. Yfirlitsmynd yfir inntakslón og inntaksþró við ættartöflu. Brotalínan á myndinni er 100m.....	68
Mynd 39. Yfirlitsmynd af veitu úr Jökulsá á Fjöllum neðan Lónshnúks yfir í Háslón	69

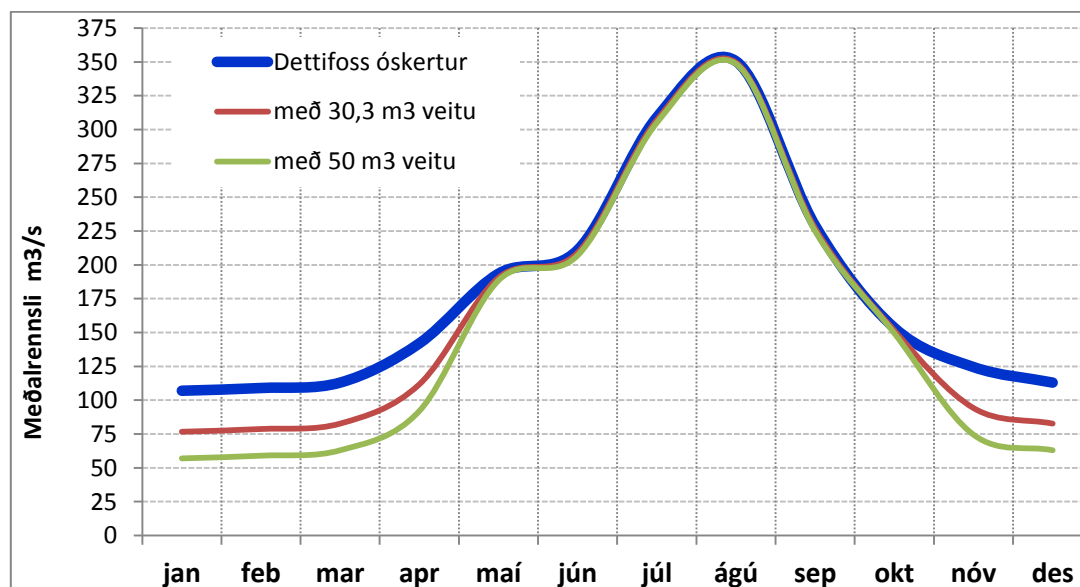
Mynd 40. Yfirlitsmynd af inntökum í Jökulsá og Kreppu. Á innfelldu myndinni sést stíflustæðið í Jökulsá betur.	70
Mynd 41. RCC-garður í Kreppu. Hlið (loka) er táknað sem dökkur bútur í garðinum. Brotalínan efst í horninu er 100,2m.	73
Mynd 42. Jarðfræðilegur langskurður af sniði B.	75
Mynd 43. Veita úr Jökulsá á Fjöllum án Kreppu.	76
Mynd 44. Tvær mögulegar veitur úr Kverká til Háslóns.	77
Mynd 45. Mögulegar veitur úr Kreppu til Háslóns.	79
Mynd 46. Veita upp í Háslón með inntaksmannvirkjum svipuðum og í Helmingsvirkjun... 81	
Mynd 47. Veita yfir í Fljótsdal með inntaksmannvirkjum svipuðum og í Helmingsvirkjun en einnig tenging upp í Háslón.....	82
Tafla 1. Tölulegar upplýsingar um Kárahnjúkavirkjun eins og hún er nú.....	12
Tafla 2. Tölulegar upplýsingar um Kárahnjúkavirkjun með veitu frá Jökulsá á Fjöllum.....	26
Tafla 3. Tölulegar upplýsingar um Kárahnjúkavirkjun með veitu frá Jökulsá á Fjöllum auk annarra aðrennslisganga frá Háslóni.	34
Tafla 4. Tölulegar upplýsingar um Kárahnjúkavirkjun með veitu, öðrum aðrennslisgöngum, þriðju fallgöngum og sjöundu vélasamstæðu	39
Tafla 5. Tölulegar upplýsingar um Kárahnjúkavirkjun með veitu, öðrum aðrennslisgöngum, þriðju fallgöngum og tveimur auka vélasamstæðum.....	41
Tafla 6. Samantekt á orkugetu og kostnaði leiða 1 til 4.	64
Tafla 7. Áætlun á rennsli Kverkár sem hlutfall af rennsli Jökulsár á Dal í Háslón.	78
Tafla 8. Áætlun á rennsli Kreppu sem hlutfall af rennsli Jökulsár á Dal í Háslón.	80

HELSTU NIÐURSTÖÐUR

Hægt er að vinna mikla orku með því að nýta Jökulsá á Fjöllum á hóflegri hátt en í fyrri áætlunum. Hægt er að vinna um 1.800 GWh á ári (samsvarar 200 MW) án þess að skerða rennsli árinna nokkuð yfir sumartímann frá 15. maí til 1. október. Þessi orkuvinnsla byggist á því að veita vatni úr Jökulsá á Fjöllum yfir vetrartímann yfir í Háslón. Tilhögunin hefur ekki í för með sé nein ný miðlunarlón en felur í sér mikla jarðgangagerð. Hægt er að áfangaskipta verkinu í þrjá áfanga sem gefa nokkur hundruð GWh hver. Í töflunni sjást helstu tölulegar upplýsingar um orku og grófaætlaðan kostnað við þennan virkjunarkost á verðlagi í janúar 2008.

Leið	Tilhögunar-kostur	Veitu-magn úr Jökulsá að vetri m ³ /s	Orka GWh	Kostn-aður (Mkr)	Kostn-aður á orku-einingu kr/kWh	Mis-muna-orka GWh	Mis-muna-kostn-aður (Mkr)	Mismuna-kostnaður á orku-einingu kr/kWh
1	Eingöngu veita í Háslón	30,3	691	17.000	25			
2	Veita og önnur göng	45,3	1.288	30.600	24	597	13.600	23
3	Veita, göng og ein vél	50	1.716	37.600	22	428	7.000	16
4	Veita, göng og tvær vélar	50	1.818	42.500	23	102	4.900	48

Veiting úr Jökulsá á Fjöllum í Háslón yfir vetrartímann hefur áhrif á rennsli Dettifoss en einungis á vetrarrennsli hans. Breytt rennsli í Dettifossi má sjá á myndinni fyrir neðan.



INNGANGUR

Nýting Jökulsár á Fjöllum hefur alltaf verið viðkvæmt mál. Það er fyrst og fremst vegna áhrifa á Dettifoss, aflmesta foss Evrópu. Dettifoss er einn stórkostlegasti foss Íslands og Evrópu og því er mjög eðlilegt að skoðanir séu skiptar um nýtingu árinna.

Þetta verkefni á sér margra ára forsögu. Tveir menn fóru að hugsa um möguleika á nýtingu Jökulsár á Fjöllum hvor í sínu lagi. Annars vegar Birgir Jónsson dósent við Háskóla Íslands og hins vegar Jón Þorvaldur Heiðarsson sérfræðingur á RHA (síðar einnig lektor við Háskólann á Akureyri). Báðir veltu fyrir sér hvort ekki væri hægt að nýta Jökulsá á Fjöllum í tengslum við Háslón og Fljótsdalsstöð. Jón Þorvaldur reyndi að fá styrki til að rannsaka þennan möguleika, m.a. hjá Landsvirkjun, en fékk dræmar undirtektir. Í september 2007 barst þessi hugmynd í tal milli höfunda og kom þá í ljós að þeir voru að hugsa það sama í stórum dráttum. Saman sóttu höfundar um styrk til Rannís 2008. Umsókninni var hafnað. Fljótlega eftir það auglýsti Landsvirkjun eftir umsóknum um styrki í nýjan sjóð, Orkurannsóknasjóð Landsvirkjunar. Höfundar sóttu um styrk í sjóðinn og fengu og fór verkefnið af stað í ársbyrjun 2009. Verkefnið er unnið út frá þeirri sýn höfunda að nýta vatnsafl á þann hátt að það hafi sem allra minnst áhrif á umhverfið.

Birgir Jónsson er jarðfræðingur frá Manchesterháskóla og jarðverkfræðingur frá Durhamháskóla. Hann starfaði á Orkustofnun á árunum 1971-1997 við rannsóknir á virkjunum en 1999 var hann ráðinn til Háskóla Íslands. Birgir Jónsson er verkefnisstjóri rannsóknarinnar. Jón Þorvaldur Heiðarsson er eðlisfræðingur og hagfræðingur frá HÍ og hefur starfað hjá Háskólanum á Akureyri síðan 2004. Hann hefur skrifað um virkjunarkosti auk þess að koma að fjölda skýrsla um arðsemi jarðganga, samgöngur og fleira.

Í þessari skýrslu er lýst möguleikum á nýtingu Jökulsár á Fjöllum sem ekki er víst að verði nokkurn tímann hrint í framkvæmd. Því er viðtengingarháttur notaður í meira mæli en áður hefur sést í skýrslum sem þessari.

Höfundar fengu upplýsingar frá ýmsum áttum og þakka þeir kærlega öllum þeim sem veittu hjálp til að gera rannsóknina mögulega. Höfundar þakka Loftmyndum ehf sértaklega fyrir að fá að nota myndir fyrirtækisins.

1 HELSTU FORSENDUR

Í þessum kafla er fjallað um helstu forsendur verkefnisins svo sem hvernig orkugeta Kárahnjúkavirkjunar er nú. Þ.e. miðað við það rennsli sem virkjunin hefur nú úr að moða. Inn í orkugetu tvinnast atriði eins og nýtni og fleira. Enn fremur er rætt um vetrarrennsli Jökulsá á Fjöllum sem er mikilvæg forsenda.

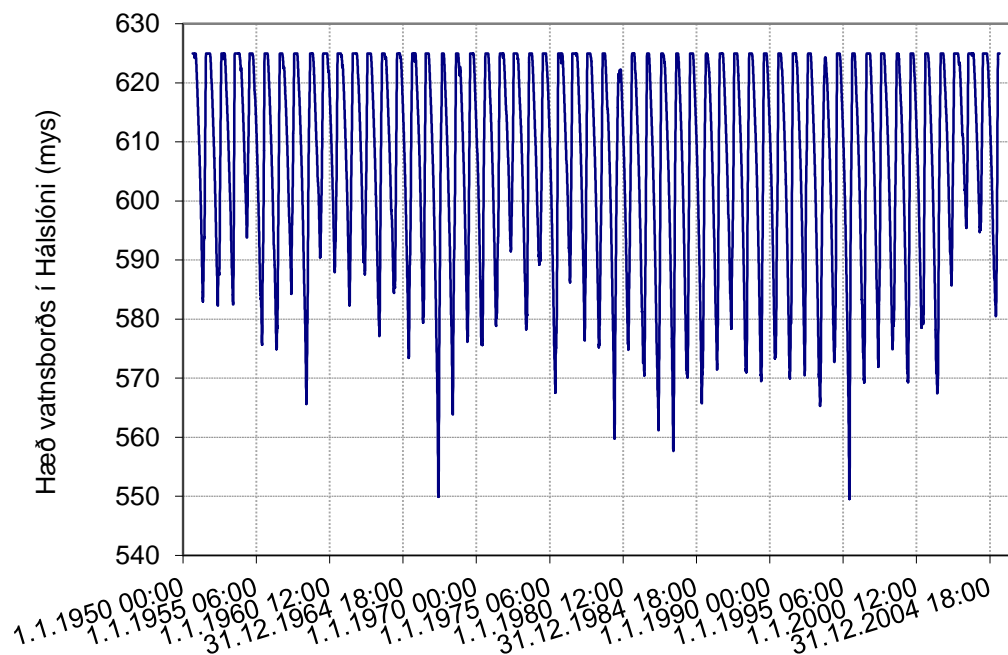
1.1 Orkuvinnslugeta Kárahnjúkavirkjunar

Kárahnjúkavirkjun framleiðir rafmagn úr vatni sem rennur í Háslón, Ufsarlón og einnig Kelduárlón. Virkjunin nýtir því efsta hluta vatnasviðs Jökulsár á Dal, Jökulsár á Fljótssdal og Kelduár. Til eru gögn um þetta rennsli dag hvern frá 1950 en söguleg gögn hafa þann galla að þá var veðurfarannað og kaldara. Veðurfar hefur farið hlýnandi og áætlað hefur verið að rennsli jökulánna verði af þeim sökum meira næstu 100 til 200 ár en það var á síðustu öld. Landsvirkjun hefur áætlað hvert rennslið hefði verið í fortíð ef þá hefði verið hlýrra, svipað hlýtt og nú. Það uppfærða rennsli frá 1. september 1950 til 31. ágúst 2005 er lagt til grundvallar á öllum útreikningum höfunda í þessari rannsókn. Það er sem sagt gert ráð fyrir að lofthiti verði svipaður og um þessar mundir.

Til að virkja flestar jökulár verður að vera hægt að miðla vatni milli sumars og vetrar. Háslón er aðal miðlunin fyrir Kárahnjúkavirkjun og er miðlunargetan þar um 2.088 GJ (2.088 milljónir rúmmetra af vatni) og fer þá vatnsborðið úr 625 metrum yfir sjávarmáli (hér eftir skammstafað mys) niður í 550 mys ef öll miðlun er nýtt. Einnig er 60 GJ miðlun í Kelduárlóni en ekki er miðað við í þessari rannsókn að sú miðlun verði notuð. Forðinn þar (sem dugar í um 5 daga) er þá einhverskonar vara-varaforði en hann er hins vegar hægt að nota til að auka orkuframleiðslu endrum og sinnum. Meira um það síðar.

Að mörgu leyti er eðlilegast að reka virkjun sem Kárahnjúkavirkjun með það að markmiði að hafa rennslið sem stöðugast allan tímann. Þannig eru falltöp minni að meðaltali en ef rennsli er breytilegt. Þá verður aflið hinsvegar ekki það sama yfir árið vegna þess að vatnsborðið í Háslóni er breytilegt og þar með fallhæðin og ekki sjálfgefið að aflsveiflan í virkjuninni henti sveiflunni í notkun á raforku, þ.e. raforkumarkaðinum. Reiknað var hver orkugeta Kárahnjúkavirkjunar væri miðað við stöðugt rennsli í gegnum virkjunina. Stöðugt $116,8 \text{ m}^3/\text{s}$ rennsli í gegnum virkjunina gefur miðlunarþörf að hámarki 2.087 GJ miðað við uppfært fortíðarrennsli en þetta magn hefði vantað í Háslón 7. júní 1995.

Áætlað vatnsborð í Háslóni í fortíð miðað við uppfært rennsli í Háslón og stöðugt 116,8 m³/s rennsli í gegnum virkjun má sjá á næstu mynd.

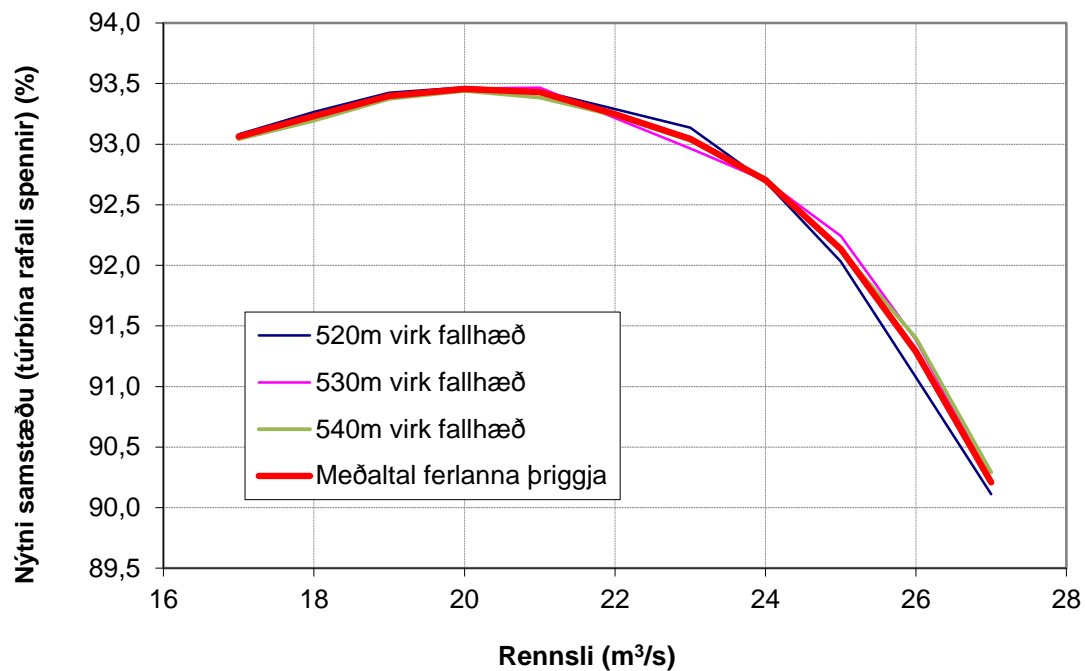


Reikningar JPH með rennislögnum LV

Mynd 1. Staða vatnsborðs í Háslóni miðað við uppfært rennsli frá 1950.

Af myndinni má sjá að Háslón hefði ekki fyllst tvö ár þó litlu muni seinna árið. Þetta stöðuga rennsli upp á 116,8 m³/s gefur meðalorkuna **5.055 GWh** á ári. Það eru **577 MW** að meðaltali.

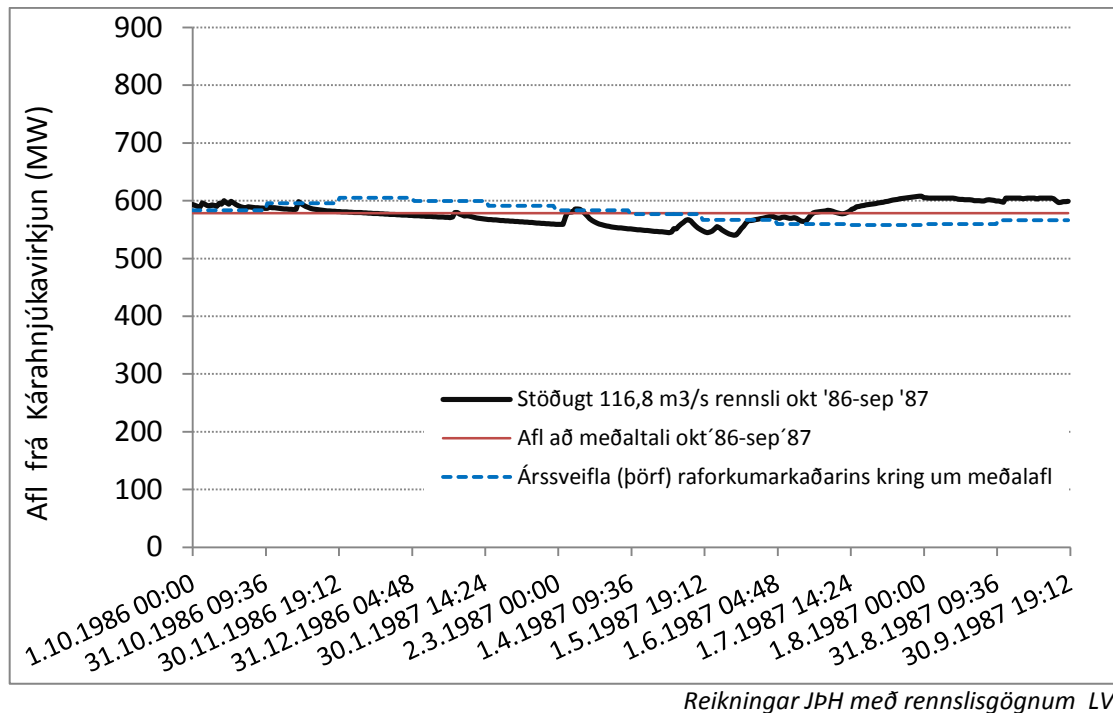
Endrum og sinnum þarf Kárahnjúkavirkjun að ganga á 5 vélum en ekki 6 vegna viðhalds þeirra. Nýtni virkjunarinnar minnkar lítið þegar rennsli á hvern hverfil eykst úr 19,5 m³/s í 23,4 m³/s. Nýtni hverfils, rafala og spennis þegar virk fallhæð er á bilinu 520-540m er eins og næsta mynd sýnir.



Reikningar JPH. Gögn LV (sjá viðauka)

Mynd 2. Nýtni vélasamstæðu í Kárahnjúkavirkjun.

En hver er árssveiflan í orkuframleiðslu Kárahnjúkavirkjunar (aflsveiflan) ef rennslið er stöðugt $116,8 \text{ m}^3/\text{s}$? Ef skoðað er dæmigert ár þar sem vatnsborðið í Háslóni hefði farið niður í 580 mys þá lítur sveiflan út eins og næsta mynd sýnir. Hún er af tímabilinu október 1986 til september 1987. Á myndina er einnig teiknað meðalaflið frá virkjuninni yfir tímabilið sem slétt lína sem og sveifla á raforkumarkaði þar sem stóriðja tekur 80% en almenni markaðurinn 20% (stölluð lína). Sveiflan á almenna markaðnum (sem hefur ekki nema 20% vægi) er fengin frá Norðurorku (forgangsafl í hverjum mánuði).



Mynd 3. Afl Kárahnjúkavirkjunar við stöðugt rennsli í samanburði við sveiflu á raforkumarkaði.

Af myndinni má sjá að virkjunin framleiðir ekki í samræmi við orkumarkaðinn ef rennslið í gegnum hana er stöðugt. Ferlarnir eru þó ekki algjörlega úr fasa við hvorn annan. Minnkandi afl virkjunarinnar eftir því sem líður nær vori er í takt við minni orkuþörf markaðarins eftir því sem sól hækkar á lofti. Hins vegar er mun meira rafmagn í boði síðsumars en þörf er fyrir. Sveiflan sem verður í framleiddri raforku með því að taka stöðugt rennsli í gegnum virkjunina er því ekki sú heppilegasta en ekki heldur alslæm. Það er því alls ekki slæmur kostur að miða við stöðugt rennsli. Í raunveruleikanum yrði virkjunin aldrei rekin nákvæmlega svona en stöðugt rennsli er hér notað til að bera saman orkugetu mismunandi kosta. Þessi kostur, Kárahnjúkavirkjun eins og hún er nú, gefur orkuna **5.055 GWh** á ári að meðaltali með þessum forsendum. Fleiri tölulegar upplýsingar um Kárahnjúkavirkjun við svona rekstur má sjá í næstu töflu. Tekið skal fram að allar útreiknaðar stærðir eru útreikningar höfunda en ekki Landsvirkjunar. Þeir eru byggðir á daglegu uppfærðu rennsli frá 1950 til 2005 eins og áður sagði.

Þegar aflferilinn er skoðaður sjást toppar á annars nokkuð sléttum ferli yfir vetrartímann. Hvað er þarna á seiði? Svárið liggur í því að alla jafna er lítið rennsli yfir veturinn frá Ufsarlóni (Jökulsá á Fljótsdal). Hins vegar verða yfirleitt nokkrar hlákur yfir veturinn, sérstaklega þegar fer að draga að vori. Þá geta komið rennslisgusur ofan úr Ufsarlóni.

Tafla 1. Tölulegar upplýsingar um Kárahnjúkavirkjun eins og hún er nú.

Viðmiðunartímabil í rennsli, uppfært vegna hlýrra veðurfars	1. sept 1950 til 31. ágúst 2005
Stöðugt rennsli til virkjunar sem fullnýtir miðlun á viðmiðunartímabili	116,8 m ³ /s
Meðalorkugeta á ári	5.055 GWh
Meðalafli	577 MW
Vöntun vatns í Háslón að meðaltali	733 Gl
Hæð vatnsborðs í Háslóni meðaltal	607,0 mys
Heildar falltap meðaltal	42 m
Virk fallhæð meðaltal	539 m
Minnsta afl á viðmiðunartímabili	508 MW
Mesta afl á viðmiðunartímabili	608 MW

Það þýðir jafnframt að minna rennur úr Háslóni og þar með verður viðnám minna í göngunum frá Háslóni og niður að þeim stað sem göngin sameinast göngum frá Ufsarlóni. Þetta gerir það að verkum að virk fallhæð eykst þegar það koma rennslisgusur frá Ufsarlóni. Ef virka fallhæðin eykst, eykst aflið einnig ef rennslið er stöðugt. Topparnir í aflinu yfir veturinn koma því til þegar rennsli eykst frá Ufsarlóni, líklega í kjölfar tímabundinnar hláku.

1.2 Vetrarrennsli Jökulsár á Fjöllum

Jökulsá á Fjöllum er mjög frábrugðin systur sinni Jökulsá á Dal hvað varðar vetrarrennsli. Vetrarrennsli í Jökulsá á Dal er lítið og getur farið niður í eins stafs tölu en vetrarrennsli í Jökulsá á Fjöllum er nokkuð mikið. Í skýrslunni „Virkjun grunnrennslis Jökulsá á Fjöllum – Helmingsvirkjun“ (VST – Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen, 2005:12) er fjallað nokkuð ítarlega um rennslið í Jökulsá og Kreppu. Þar kemur fram að rennsli Jökulsár á Fjöllum í mælinum við Upptyppinga fari rétt niður fyrir 50 m³/s þegar það er minnst. Það hafi þó ekki farið niður fyrir 50 m³/s fyrstu ár þessarar aldar. Ennfremur kemur fram að rennsli Kreppu við Lónshnúk fari sjaldan undir 5 m³/s. Samanlagt rennsli Jökulsára Fjöllum og Kreppu er því sjaldan mikið minna en 55 m³/s á þessum slóðum. Mælirinn við Upptyppinga er töluvert neðan við þann stað þar sem inntakið yrði úr Jökulsá á Fjöllum. Sama á við um mælinn í Kreppu og inntakið þar. Rennslið sem næðist inn í Háslón er því eitthvað aðeins minna en samanlagt í gegnum mælana tvo. Í þessari skýrslu er gert ráð fyrir að hægt sé að taka allt upp í 50 m³/s stöðugt rennsli úr Jökulsá á Fjöllum og Kreppu til Háslóns.

2 NÝTING JÖKULSÁR Á FJÖLLUM, VEITA Í HÁLSLÓN

Það hefur lengi verið til skoðunar að nýta Jökulsá á Fjöllum til raforkuframleiðslu. Í fyrstu voru hugmyndirnar í þá veru að virkja Dettifoss sjálfan en síðustu áratugi hefur enginn ljáð máls á því. Flestar hugmyndir hafa snúið að alvirkjun árinna. Þ.e.a.s. virkja á þann hátt að reyna að fá eins mikla orku og mögulegt er úr ánni eða allt að 4.200 GWh. Sjá má hugmyndir um virkjun árinna í skýrslunum „Innlendar orkulindir til vinnslu raforku“ (Iðnaðarráðuneytið, 1994a) og „Virkjanir norðan Vatnajökuls – upplýsingar til undirbúnings stefnumótun“ (Iðnaðarráðuneytið, 1994b) sem og í rammaáætlun I (Verkefnisstjórn um gerð rammaáætlunar um nýtingu vatnsafls og jarðvarma, 2003). Á síðustu árum hefur þó verið sett fram virkjunartilhögun sem byggir á nýtingu grunnrennslis árinna (70 m³/s) með sér virkjun til Fljótsdals. Virkjunin hefur verið nefnd Helmingsvirkjun og hefði framleiðslugetu um 2.100 GWh (VST – Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen, 2005). Í Helmingsvirkjun er gert ráð fyrir 7,75 ferkílómetra inntakslóni þrátt fyrir að um rennslisvirkjun sé að ræða og virkjunin myndi minnka rennslis Dettifoss um 70 m³/s allan ársins hring.

Í þessari rannsókn er útgangspunkturinn ekki að reyna að framleiða eins mikla orku og hægt er heldur að nýta ána á hagkvæman hátt með sem minnstum umhverfisháhrifum. Ekki síst með tilliti til afturkræfni og rennslis í Dettifossi. Fyrirfram er því undir hælinn lagt hversu mikil orkuframleiðslan verður en útkoman kemur á óvart.

2.1 Veita úr Jökulsá á Fjöllum í Háslón (Kreppulónsleið), leið 1

Virkjunarhugmyndin sem fjallað er um í þessari rannsókn snýst um það að veita vatni frá Jökulsá á Fjöllum yfir í Háslón. Það hefur hins vegar áhrif á Dettifoss.

Dettifoss er aflmesti foss Evrópu og hann verður að umgangast af virðingu. Fossinn er þannig verðmæt auðlind einn og sér, hann er ómetanlegt náttúrufyrirbæri sem dregur að ferðamenn. Þessi auðlind hefur þó ekki verið nýtt vel hingað til, fossinn er lítt markaðssettur í útlöndum sem ferðamannastaður og aðgengi að honum hefur verið slæmt. Lagður hefur verið nýr vegur að Dettifossi eftir áralangt japl, jaml og fuður og er hann nýlega kominn í notkun. Má því vænta þess að vægi fossins í ferðaþjónustu aukist.

Til þess að veita úr Jökulsá á Fjöllum hafi sem minnst áhrif á ferðamannaauðlindina Dettifoss er hér gert ráð fyrir að engu vatni yrði veitt á þeim tímum sem fólk kemur helst

að sjá fossinn, þ.e.a.s. á sumrin. Einungis yrði veitt úr Jökulsá á Fjöllum á veturna. Enda er lítil sem engin þörf á að veita úr ánni á sumrin, það gefur litla viðbótarorku yfir allt árið. Sjá nánar kafla 3.6. Rennslið í Dettifossi yrði því algjörlega óskert á sumrin. Sjá nánar kafla 4.1.

Með því að veita vatni úr Jökulsá á Fjöllum á veturna í Háslón væri hægt að framleiða meira rafmagn í Kárahnjúkavirkjun. Hluti Jökulsár á Fjöllum yrði þá virkjaður með Kárahnjúkavirkjun.

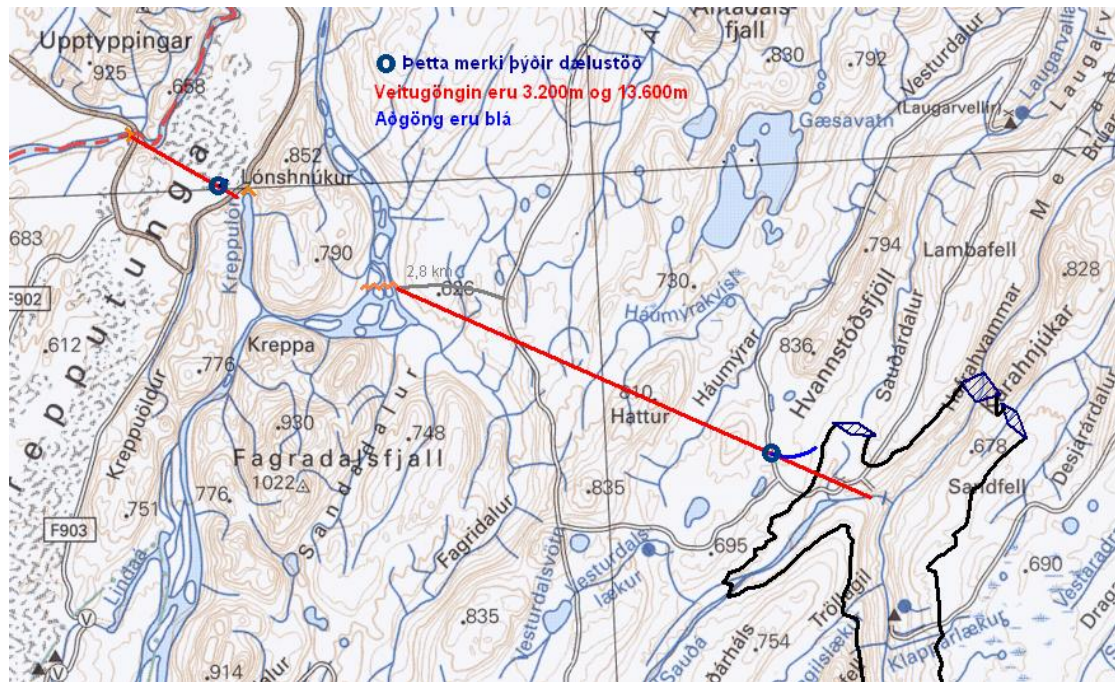
Best væri að veita úr Jökulsá á Fjöllum á þann hátt að gera löng veitugöng frá ánni þar sem hún stendur hærra en Háslón í hæstu stöðu, þ.e. yfir 625 mys. Þá yrði veitan sjálfrennandi frá Jökulsá yfir í Háslón. Það virðist því miður ekki vera raunhæfur kostur þar sem jarðgangagerð á þessu svæði er óhemju erfið vegna jarðfræðiaðstæðna og löng göng við þessar aðstæður yrðu allt of dýr. Sjá nánar um jarðfæði svæðisins í kafla 3.2. Af þessum sökum er farin önnur leið.

Sú leið sem hér á eftir er lýst er sú sem virðist eftir nokkra yfirlegu vera sú heppilegasta ekki síst út frá hagkvæmni og er hún því notuð sem aðalleiðin og útreikningar miðaðir við hana. Er hún hér kölluð Kreppulónsleiðin þar sem Kreppulónið hefur hlutverk í þeirri leið. Í kafla 6.2 er annarri leið, veitu neðan Lónshnúks, lýst jafn ýtarlega. Sú leið virðist óhagkvæmari en það gæti verið að jarðfræðiaðstæður séu hagstæðari þar en í Kreppulónsleiðinni. Með ýtarlegri skoðun, m.a. á jarðfræðiaðstæðum gæti komið í ljós að sú leið sé sú hagkvæmasta en ekki Kreppulónsleiðin, eða jafnvel einhver enn önnur leið sem höfundum þessarar skýrslu yfirsést.

2.1.1 Tilhögun veitu í stuttu máli

Hugmyndin er að veita vatni úr Jökulsá á Fjöllum yfir í Háslón með því að koma því fyrst yfir í Kreppulón með stuttum jarðgöngum. Þessi tilhögun er af þeim sökum kölluð Kreppulónsleið. Við inntakið í Jökulsá yrði gerður lágur RCC-garður til að veita vatninu inn í göngin. Síðan yrði að dæla vatninu með dælustöð upp í Kreppulón sem er í um 610 mys. Hæðarmismunur er um 10m. Loka þyrfti fyrir Kreppulón til norðurs og þá rynni vatnið yfir í Kreppu. Í Kreppu þyrfti að koma annar RCC-garður og fyrir ofan hann inntak fyrir 13,6 km jarðgöng sem lægju yfir í Háslón. Vatnsborð í Kreppu yrði um 597 mys. Þar yrði einnig að dæla því hæðarmismunur er nokkur þegar Háslón stendur hátt, en þessi hluti veitunnar er sjálfrennandi þegar Háslón stendur lágt. Vatnsborð Háslóns

getur sveiflast frá 550 mys upp í 625 mys. Úr Háslóni rynni vatnið um aðrennslisgöngin að Fljótsdalsstöð þar sem það yki orkuvinnslugetu stöðvarinnar. Næsta mynd sýnir veituna í stórum dráttum.



Mynd: Teikning JPH inn á kort frá LMÍ

Mynd 4. Yfirlitsmynd af veitu úr Jökulsá á Fjöllum yfir í Háslón.

2.1.2 Inntak úr Jökulsá á Fjöllum

Hér er gert ráð fyrir að inntak verði „fyrir ofan brú“, þ.e fyrir ofan brúna yfir Jökulsá á Fjöllum við Upptýppinga. Önnur útfærsla á þessari leið er að hafa inntakið „við ættartöflu“ en í kafla 6 er þeirri útfærslu lýst sem og annarri heildarleið sem byggir á inntaki neðar í ánni, fyrir neðan Lónshnúk. Báðir staðirnir „fyrir ofan brú“ og „við ættartöflu“ eru sunnan við Upptýppinga. Þessir staðir báðir sjást á næstu loftmynd þar sem inntakið „fyrir ofan brú“ er vinstra megin. Brúin sést greinilega þar rétt fyrir neðan.

Inntaksmannvirki þyrfti að hanna af til þess bærnum aðilum. Hér er það ekki gert heldur einungis settar fram hugsanlegar lausnir. Almennt er hér gert ráð fyrir að inntaksmannvirki yrðu einföld í byrjun og reynslan látin leiða í ljós hvort og þá hvernig þyrfti að breyta þeim. Í byrjun er því viðbúið að nota þyrfti vinnuvélar í einhverjum mæli til að eiga við aurburð.

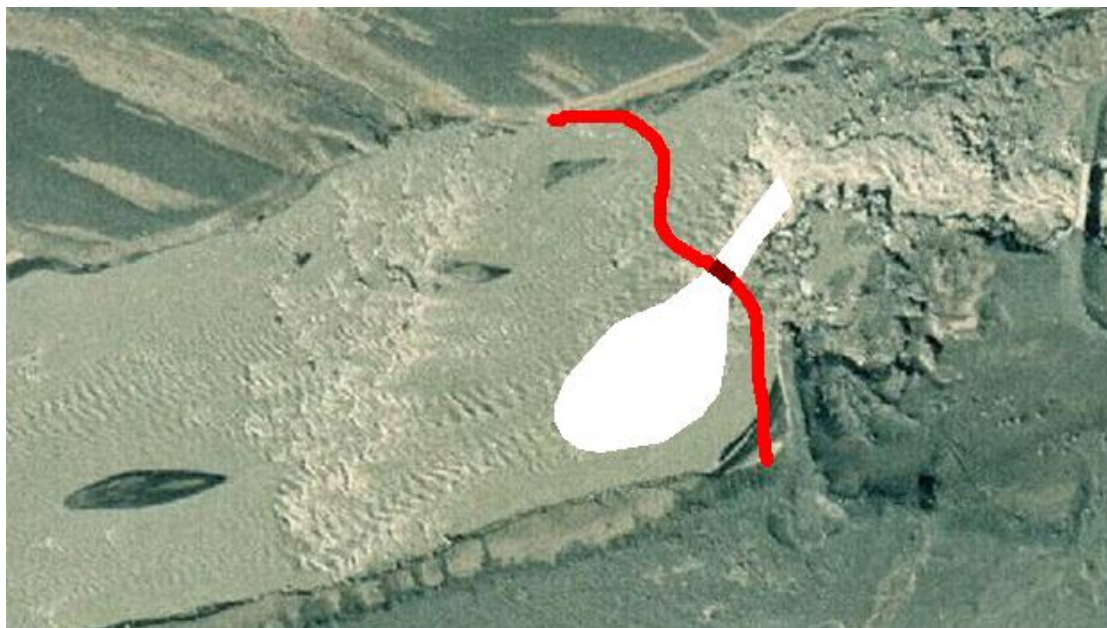
Fyrir ofan brúna yfir Jökulsá á Fjöllum við Upptyppinga eru aðstæður fyrir inntak og inntakspró á margan hátt góðar. Aðstæður til að fást við aurburð ættu að vera frekar góðar. Þarna er flúð í ánni og yrði RCC-garðurinn gerður rétt ofan flúðarinnar. RCC-garðurinn yrði úr RCC-hnoðsteypu og á að vera hæfilega hlykkjóttur, vatnið á að renna yfir hann á svipaðan hátt og vatn fellur yfir hraunbrún. Einnig ætti að vera hægt að gera rás í bergið upp flúðina og þar fyrir innan glompu til að taka við aurburði.



Mynd: Teikning JPH inn á loftmynd frá Loftmyndum ehf af vef Fasteignaskrár

Mynd 5. Inntak úr Jökulsá á Fjöllum fyrir ofan brú (einnig er sýnt annað inntak hægra megin á myndinni).

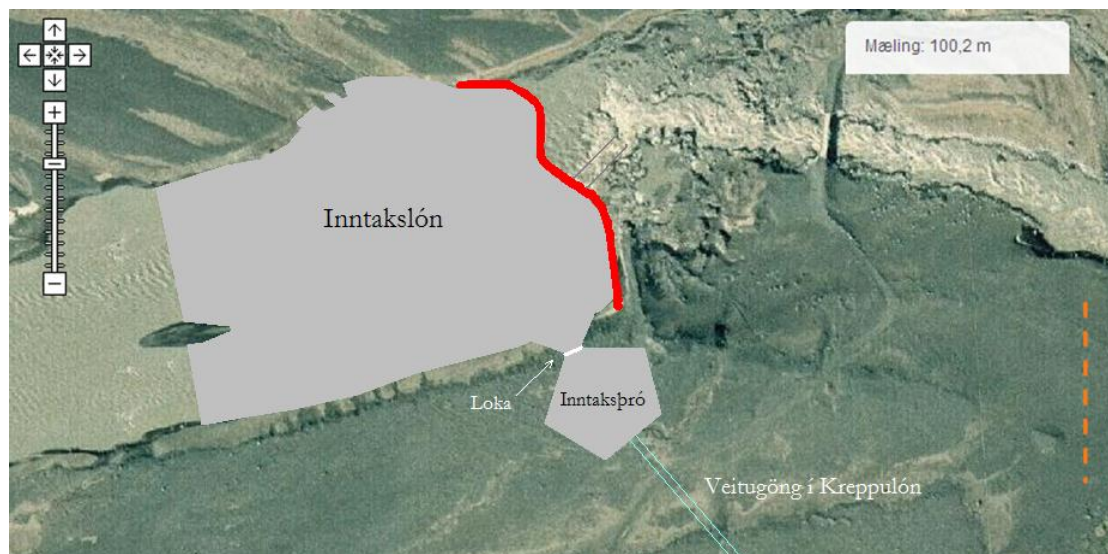
Hlið á RCC-garðinum yrðu þá í rásinni og aur sem safnaðist í glompuna yfir veturinn myndi skolast að einhverju leyti út á sumrin þegar hliðið (eða lokan) væri opið. Með þessu móti ætti að berast minni aur inn í inntakspróna en ella. Á næstu mynd má sjá riss af mögulegri rás og glompu (hvítt). Á myndina eru einnig teiknaður RCC-garður (rautt) hæfilega hlykkjóttur og er staðsetning hliðsins (eða lokunnar) táknuð með dekkri lit.



Mynd: Teikning JPH inn á loftmynd frá Loftmyndum ehf af vef Fasteignaskrár

Mynd 6. Rás í bergi (hvítt) og RCC-garður við inntak í Jökulsá á Fjöllum fyrir ofan brú.

RCC-garður sem þessi er hátt í 200m langur en óvíst er hversu langt upp með ánni á vesturbakkanum hann þyrfti að fara. Á sumrin þegar veitan yrði ekki notuð rynni áin í gegnum hliðið (lokuna) sem og yfir garðinn. Á veturna yrði hliðið lokað og það vatn sem ekki rynni inn í inntakspróna færi yfir garðinn. Miðað er við að taka ekki það mikið vatn úr ánni að oftast rynni yfir RCC-garðinn á veturna. RCC-garðurinn er til að veita vatninu inn í inntakspró sem yrði staðsett á svipuðum stað og sést á næstu mynd. Fyrir innan garðinn myndaðist lítið inntakslón og er slíkt lón einnig sýnt á myndinni þó óvíst sé að stærð þess yrði nákvæmlega þessi.



Mynd: Teikning JPH inn á loftmynd frá Loftmyndum ehf af vef Fasteignaskrár

Mynd 7. Yfirlitsmynd yfir inntakslón og inntaksþró ofan brúar. Brotalínan lengst til hægri á myndinni er 100m.

Það er mikill kostur að auðvelt er að athafna sig á þessum stað, landið er flatt, vegurinn er rétt hjá þrónni og brúin auðveldar auðvitað alla vinnu frá báðum bökkum. Það gæti borgað sig að hafa sneiðing niður í þróna. Á sumrin væri hægt að dæla úr þrónni og tæma hana af lausum efnum sem óhjákvæmilega myndu setjast þar til í einhverjum mæli. Mjög auðvelt er að losna við þetta efni, stutt er í ána fyrir neðan garðinn. Hæðarmunur úr inntaksþró yfir í Kreppulón er líklega um 10m, inntaksþró í um 600 mys en Kreppulón í um 610 mys.

2.1.3 Veitugöng í Kreppulón

Úr inntaksþró kæmu veitugöng til Kreppulóns. Við austurenda ganganna þyrfti væntanlega að grafa og sprengja niður í fast berg til að búa til gangastafn. Við það yrði til nokkuð djúp og víð gryfja. Með dælingu um göngin myndi vatnið koma inn í gryfjuna og flæða upp úr henni í Kreppulón. Ekki er ljóst hvar þessi austurendi ganganna yrði. Ljóst er að hægt væri að hafa göngin eitthvað styttri en leiða vatnið í staðinn í skurði síðasta spölinn. Hér er miðað við að það yrði ekki gert heldur öll mannvirki falin eins og kostur er. Á næstu mynd má sjá veitugöng sem lengri línuna en þau eru 3.200m lögn. Einnig eru sýnd göng frá inntaki „við ættartöflu“ sem áður hafa verið nefnd en er betur lýst í kafla 6.



Mynd: Teikning JPH inn á loftmynd frá Loftmyndum ehf af vef Fasteignaskrár

Mynd 8. Veitugöng úr Jökulsá á Fjöllum undir Krepputungu til Kreppulóns, lengri línan.

Á myndina er teiknaður vegurinn um Krepputungu (hvít lína). Vegurinn er mjög nálægt austurenda ganganna og auðvelt að komast frá veginum þangað sem og inn í Kreppulón. Á myndina er teiknaður sá staður þar sem dælustöð yrði um það bil. Mikið grunnvatnsrennsli er niður hraunlagastaflann í Krepputungu og getur það skapað vandamál. Tilhögun dælustöðvar tekur nokkurt mið af dælustöð sem var fyrirhuguð í Norðlingaölduveitu. Hins vegar þyrfti að skoða vel hvort staðlaðar dæluveiningar séu ekki til á alþjóðamarkaði sem hægt væri að nota í stöðinni, jafnvel þó þær yrðu nokkuð margar. Það gæti lækkað stofnkostnað við dælustöðina. Niður í dælustöðina þyrftu að vera aðgöng kannski 250m löng eða svo en gert er ráð fyrir að dælustöð yrði neðanjarðar í móbergi sem er framhald af móbergshryggnum vestan Kreppulóns (Kreppuháls). Aðgöngin yrðu einnig í móbergi. Dælustöðin þyrfti að vera nokkuð aflmikil, nokkur MW, fer eftir útfærslu. Aðgöngin yrðu notuð sem inngangurinn inn í dælustöðina þegar hún er í rekstri. Það er heppilegt hvað þau eru nálægt veginum.

Síðan 2001 hefur runnið í gegnum Kreppulón til norðurs en í áratugi eða aldir þar á undan var sú leið lokuð. Loka þyrfti fyrir það rennsli og koma Kreppulóni í „upprunalegt“ horf. Til þess nægði að ýta upp einföldu hafti við norðurenda lónsins og eru tvö slík höft

sýnd á myndinni (ljósblátt). Þegar lónið er lokað til norðurs rennur allt vatn sem kemur í það til suðurs í Kreppu.

Jarðgangagerð er mjög erfið á þessum slóðum þar sem berg er mjög erfitt til jarðgangagerðar. Því er gert ráð fyrir að kostnaður við jarðgangagerðina verði mikill, margfalt meiri en við góðar aðstæður eins og t.d. í aðrennslisgöngum Kárahnjúkavirkjunar.

2.1.4 Inntak úr Kreppu

Úr Kreppulóni rynni vatnið í Kreppu sem veitt yrði úr Jökulsá á Fjöllum. Í Kreppu þyrfti síðan að búa til annað inntak til að ná vatninu inn í göng sem lægju til Háslóns. Það yrði gert með bugðóttum RCC-garði eins og áður sem áin rynni yfir. Hér þyrfti garðurinn hins vegar að vera nokkuð langur eða líklega um 1.000 m. Á næstu mynd má sjá riss af veitugarðinum.

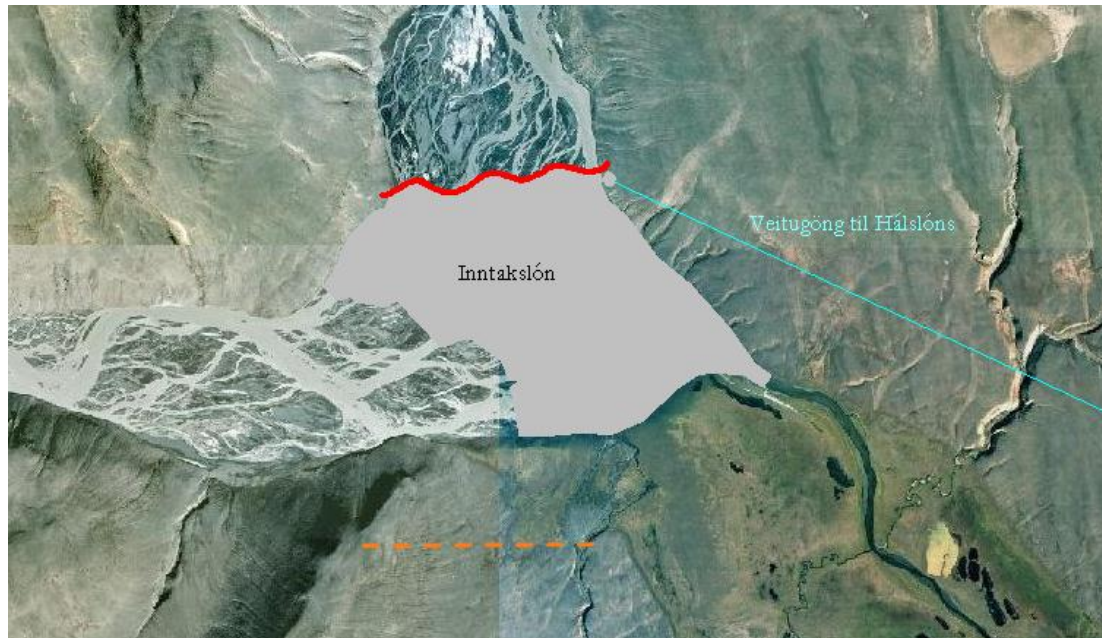


Mynd: Teikning JPH inn á loftmynd frá Loftmyndum ehf af vef Fasteignaskrár

Mynd 9. RCC-garður í Kreppu. Hlið (loka) er táknað sem dökkur bútur í garðinum nálægt inntaksprónni. Brotalínan til hægri á myndinni er 100m.

Á veturna þegar hliðið væri lokað færi allt vatn yfir garðinn sem ekki yrði veitt til Háslóns. Þá mun aur og möl setjast til í inntakslóninu. Á sumrin, eða í öllu falli síðsumars, yrði hliðið haft opið og hluti rennslisins færi í gegn um það. Þá myndi skolast nokkuð út úr lóninu fyrir ofan hliðið þegar botnskrið kæmist í gegn. Það ætti því ekki allt að fyllast af aur og möl fyrir framan inntakið í inntakspróna. Á næstu mynd má sjá inntakspró og lón sem myndaðist innan við garðinn. Ekki er víst að stærð þess yrði nákvæmlega sú sem sýnd er en gert er ráð fyrir að yfirboð þess verði í um 597 mys. Einnig er mikilvægt að hafa í huga að lónið minnkar ár frá ári ofan frá þegar aur og möl

sest smám saman til í lóninu. Að lokum myndi það algjörlega fyllast og líta þá svipað út og núverandi sandeyrar. Vegna hliðsins (lokunnar) ætti nokkurt svæði ofan þess að hreinsast af aur og möl á hverju sumri. Hvað það svæði yrði stórt er ekki gott að segja en það yrði ekki nema brot af lóninu sem sýnt er á myndinni.



Mynd: Teikning JPH inn á loftmynd frá Loftmyndum ehf af vef Fasteignaskrár

Mynd 10. Inntakslón í Kreppu. Brotalínan neðst á myndinni er 1.000 m.

Inntakspróin í Kreppu þyrfti að vera svipuð og í Jökulsá á Fjöllum þó hún virki lítil á þessum myndum. Það þyrfti að vera hægt að fara ofan í hana og dæla burtu lausum efnum. Mjög auðvelt er að losna við þetta efni úr inntaksprónni, einfaldlega losa það í Kreppu fyrir neðan garðinn.

2.1.5 Veitugöng í Háslón

Veitugöngin frá inntaksprónni í Kreppu yfir í Háslón þurfa að vera nokkuð löng eða um 13.600m. Auk þess yrðu aðgöng um 1.200m. Þegar Háslón er fullt er nokkur hæðarmunur upp í það, úr 597 mys upp í 625 mys. Það þyrfti því að dæla til að koma vatninu upp í Háslón. Reyndar yrði aldrei dælt þegar vatnsborðið yrði 625 mys heldur hæfist dæling þegar vatnsborð lónsins væri byrjað að lækka að hausti. Gert er ráð fyrir að dæling hæfist þegar hæð Háslóns færi undir 624,5 m. Þegar vatnsborð Háslóns fer niður fyrir 597 mys verður sjálfrennandi rennsli til Háslóns en þó þarf enn að dæla til að vega upp á móti viðnámi í göngunum ef um verulegt rennsli er að ræða. Ef vatnsborðið

fer hins vegar enn neðar, eða í um 580-590 mys verður rennsli upp í 50 m³/s sjálfrennandi. Veitugöngin má sjá á yfirlitsmyndinni, mynd 4.

Það fer eftir jarðfræðiaðstæðum hvort hægt er að bora þessi göng (TBM) eða hvort verður að sprengja þau upp á gamla móðinn (D&B). Vonandi er hægt að bora þau og er lega þeirra teiknuð í samræmi við það. Því fylgja ýmsir kostir svo sem sléttir veggir. Á þessu stigi er þó ekki varlegt annað en að gera ráð fyrir því að sprengja þyrfti þessi göng og er það gert í þessari rannsókn. Það er bestunarvandamál að finna út hvað göngin ættu að vera víð þar sem gefa verður sér forsendur um orkuverð og vexti til núvirðingar. Hér er gert ráð fyrir þvermálinu 6,8m. Vinna yrði göngin frá báðum endum og eru aðgöng á miðri leið æskileg. Það er þó enginn hentugur staður fyrir slík aðgöng og er það reikningsdæmi hvort það borgar sig að gera þau. Þau eru því ekki sýnd á yfirlitsmyndinni en gert er ráð fyrir aukalegum kostnaði vegna þessa. Ef göngin yrðu boruð má gera ráð fyrir að það yrði gert frá austri til vesturs, byrjað yrði að bora í 630-635 mys hæð við Háslón nálægt Sauðárdalsstíflu. Þaðan í sveig niður og til vesturs niður á um 560-570 mys dýpi. Þessi kafli yrði um 1.200 m langur með halla um 6% og myndi síðar verða notaður sem aðkomugöngin að dælustöðinni. Síðan yrði borað í nánast beina stefnu vestnorðvestur að inntaki við Kreppu, úr 560-570 mys upp í 590 mys. Það fer eftir jarðfræðiaðstæðum hvort göngin geta verið þráðbein á þessum kafla en það er æskilegt að halli þeirra verði jafn alla leið, þá er hægt að tæma þau af vatni. Þvermál með borun yrði líklega um 6m. Frá lægsta punkti þessara ganga, þar sem dælustöðin yrði, yrðu sprengd göng yfir í gljúfur Sauðár þar sem göngin kæmu út í Háslón. Best væri ef þessi hluti hallaði örlítið til austurs, þá væri hægt að fara inn í þessi göng þegar Háslón er í al lægstu stöðu.

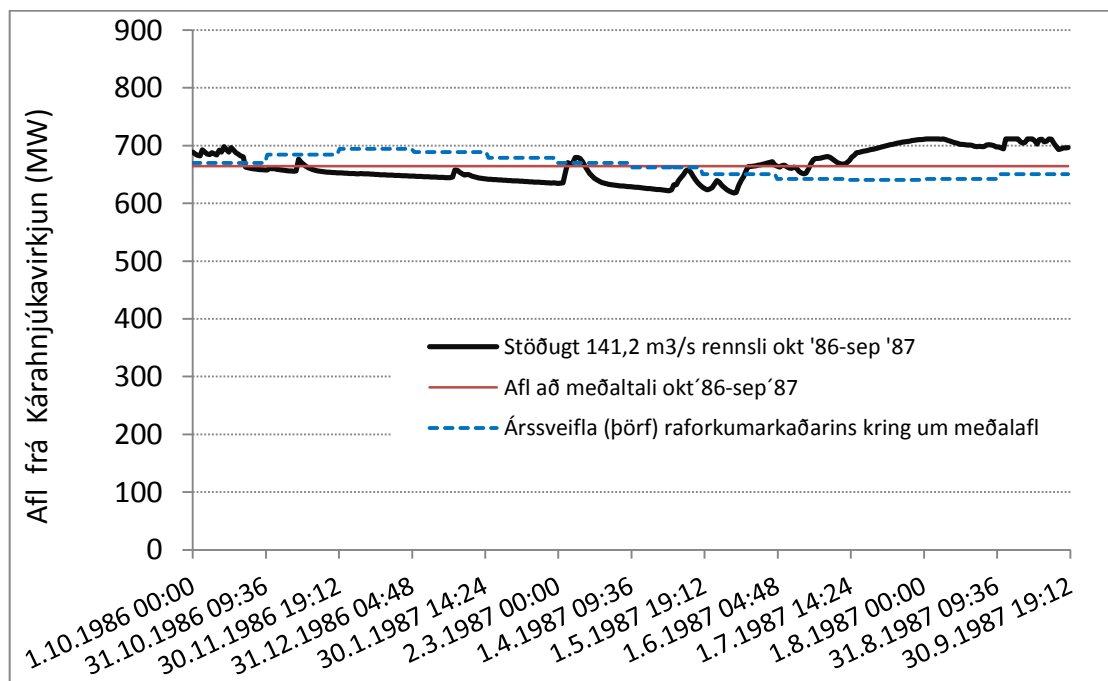
Allt fer það eftir jarðfræðiaðstæðum hvort hægt er að hafa þessi veitugöng eins og hér er lýst, hvort verður að sprengja þau eða jafnvel hægt að bora. Töluvert önnur lega gæti orðið niðurstaðan.

2.1.6 Aukin orkugeta Kárahnjúkavirkjunar með veitu úr Jökulsá á Fjöllum

Með því að veita aukalega vatni inn í Háslón úr Jökulsá á Fjöllum eins og hér að framan hefur verið lýst er hægt að auka orkugetu Fljótsdalsstöðvar töluvert. Hér þarf að miða við sömu forsendur og í kafla 1.1 þ.e. miða við stöðugt rennsli og skoða hver orkugetan er ef það er aukið. Aðrennslisgöngin eru hönnuð fyrir hámarksrennsli 144 m³/s. Það er

því best að snúa spurningunni við. Ef 144 m³/s færu ávallt í gegnum virkjunina, hversu miklu þyrfti að veita í Háslón til að það væri hægt, og hver væri orkugetan? Niðurstaða úr útreikningum, þar sem notað var uppfært rennsli, er sú að ef veitt væri í Háslón 30,3 m³/s frá 1. október til 15. maí þá væri hægt að halda stöðugu 144 m³/s rennsli í gegnum virkjunina. Þó yrði aldrei dælt úr Jökulsá á Fjöllum nema þegar vatnsborð færi undir 624,5 mys í Háslóni þannig að oft hæfist dæling ekki 1. október heldur eitthvað síðar.

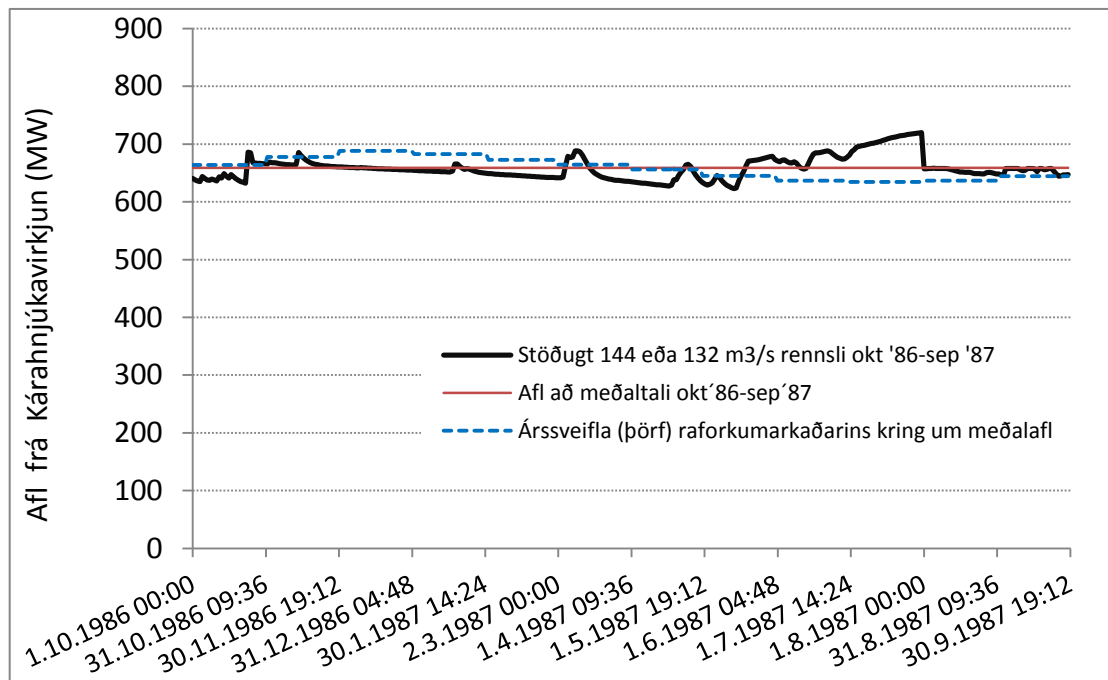
En nú koma nýjar hindranir til sögunnar. Önnur er sú að hver vél getur ekki tekið í gegnum sig nema 26,4 m³/s þannig að þegar ein vélin væri tekin út vegna viðhalds gætu hinar 5 ekki afkastað nema 132 m³/s. Nokkuð óljóst er hvað túrbínurnar þurfa langt viðhald á hverju ári en eftir samskipti við sérfræðinga Landsvirkjunar um það atriði var ákveðið að miða við að hver vél yrði ekki í gangi í 2 vikur á ári. Viðhald allra véla tæki þá 84 daga á ári. Meðalrennsli yfir árið yrði þá 141,2 m³/s. Hin hindrunin er sú að nýtnin í vélunum versnar töluvert þegar rennslið nálgast hámarkið. Þetta sést vel á mynd 2. Afl virkjunarinnar myndi því detta töluvert niður þegar ein vélin væri í viðhaldi. Það skiptir því máli hvenær ársins viðhald færi fram. Á næstu mynd má sjá hvernig aflsveiflan yrði fyrir dæmigert ár við stöðugt 141,2 m³/s rennsli og 6 vélar í gangi.



Reikningar JPH með rennslisgögnum LV

Mynd 11. Afl Kárahnjúkavirkjunar dæmigert ár við 141,2 m³/s stöðugt rennsli með 6 vélum.

Af myndinni má sjá að afl virkjunarinnar er fyrir ofan þörf raforkumarkaðarins seinni hluta sumars og fram á haust. Það er því eðlilegt að viðhald færi fram á þessum tíma. Ef viðhald hæfist 1. ágúst og stæði samfelld í 84 daga, þ.e. 5 vélar væru í gangi í stað 6 þennan tíma, þá yrði aflið frá virkjuninni á dæmigerðu ári eins og næsta mynd sýnir. Og hér er miðað við að rennslið sé $144 \text{ m}^3/\text{s}$ þegar 6 vélar eru í gangi en $132 \text{ m}^3/\text{s}$ þegar 5 vélar eru í gangi.

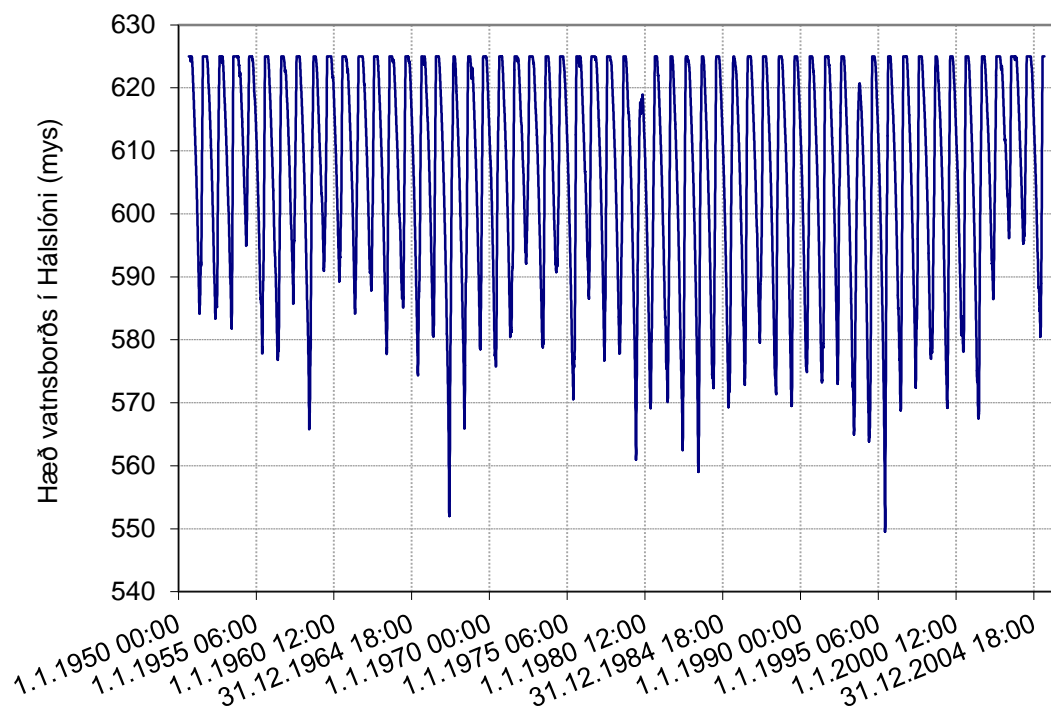


Reikningar JPH með rennslisgögnum LV

Mynd 12. Afl Kárahnjúkavirkjunar á dæmigerðu ári við $144 \text{ m}^3/\text{s}$ stöðugt rennsli með 6 vélum nema $132 \text{ m}^3/\text{s}$ rennsli með 5 vélum í 84 daga frá 1. ágúst.

Af myndinni má greinilega sjá hvar viðhaldið hefst í ágústbyrjun, þar dettur aflið niður. Eftir 84 daga fer það síðan upp aftur í seinni hluta október og sést það greinilega. Hins vegar líða ekki nema tveir dagar þar til dæling hefst og þá sést að aflið dettur aðeins niður (vatnsborð Háslóns fer undir 624,5 mys 25. október þetta árið). Hér er rétt að taka fram að ferilinn sýnir ekki aflið sem Fljótsdalsstöð framleiðir heldur aflið sem kemur frá virkjuninni þegar búið er að draga frá aflið sem fer í dælingu. Aflið til dælingar minnkar eftir því sem lækkar í Háslóni en 16. maí er fyrsti dagur án dælingar og stekkur þá aflið aðeins upp þó það hverfi nánast í aflaukningunni sem verður vegna þess að um þetta leyti fer að hækka í lóninu sem sjálfkrafa eykur aflið á ný.

Stöðuna á vatnsborðinu við svona rekstur má sjá á næstu mynd.



Reikningar JPH með rennslisgögnum LV

Mynd 13. Staða vatnsborðs í Háslóni miðað við uppreiknað rennsli og veitu frá Jökulsá á Fjöllum

Þessi mynd er ákaflega lík mynd 1 enda er veitumagnið stillt þannig að vatnsborð fari einhvern tímann niður í 550 mys en ekki neðar.

Orkugetan við þessar aðstæður, $30,3 \text{ m}^3/\text{s}$ veitu frá Jökulsá á Fjöllum frá 1. okt til 15. maí og stöðugt rennsli $144 \text{ m}^3/\text{s}$ í gegnum 6 vélar nema í 84 daga þegar rennslið er $132 \text{ m}^3/\text{s}$ í gegnum 5 vélar er **5.746 GWh** sem er meðalafli **656 MW**. Aukningin frá núverandi virkjun er **691 GWh**. Orkuaukningin er því um ein Blönduvirkjun en orkugeta hennar er um 720GWh. Þessi orkugeta er miðuð við að ávallt sé dælt til og með 15. maí. Hins vegar er hægt að hætta dælingu fyrr ef staðan í Háslóni er góð. Þá getur orkugetan verið örlítið meiri þar sem ekki þarf að eyða orku í að dæla.

En málið er ekki svona einfalt varðandi viðhald vélanna. Hér hefur verið gert ráð fyrir að það sé einungis einu sinni á ári og taki samtals 14 daga á hverja vél. Staðreyndin er að á 4-6 vikna fresti verður að stöðva hverja vél í um 4 klst. vegna reglubundins viðhalds. Samtals um 40 klst á ári fara í slíkt viðhald á hverri vél eða um 2 sólarhringar af áætluðum 14 sem fara í viðhald á ári. Aflliferillinn getur því aldrei orðið eins sléttur og sýnt var á mynd 14. Hann mun óhjákvæmilega detta niður af og til meðan vélar eru í þessu stutta viðhaldi. Er það í lagi? Getur raforkukerfið framleitt inn á Austurland næga

raforku á meðan? Hér verður því ekki svarað en bent á tvær leiðir til að deyfa þessa aflminnkun sem verður af og til allt árið. Önnur leiðin er að slökkva á dælingunni á meðan 4 tíma viðhaldið fer fram og dæla þess í stað örlitlu meira þegar dælur eru í gangi. Aflminnkunin verður þá nokkrum MW minni en ella. Hin leiðin er að auka rennslið frá Ufsarlóni tímabundið m.a. með því að nota miðlunina í Kelduárlóni til þess. Við það eykst virk fallhæð og þar með minnkar aflið ekki eins mikið þegar ein vélin er tekin úr umferð á meðan. Einnig þyrfti að nota tækifærin sem best þegar rennslistoppur kemur frá Ufsarlóni á veturna til að framkvæma 4 tíma viðhaldið á sem flestum vélum.

Tafla 2. Tölulegar upplýsingar um Kárahnjúkavirkjun með veitu frá Jökulsá á Fjöllum

Viðmiðunartímabil í rennsli, uppfært vegna hlýrra veðurfars	1. sept 1950 til 31. ágúst 2005
Stöðugt rennsli til virkjunar þegar keyrt með 6 vélum	144 m ³ /s
Meðalorkugeta (dæliorka dregin frá framleiðslu í Fljótsdalsstöð)	5.746 GWh
Aukning orkugetu frá núverandi Kárahnjúkavirkjun	691 GWh
Meðalafli	656 MW
Aukning meðalafis frá núverandi Kárahnjúkavirkjun	79 MW
Rennsli (dæling) í Háslón frá Jökulsá á Fjöllum frá 1. okt. til 15. maí sem fullnýtir miðlun á viðmiðunartímabili	30,3 m ³ /s
Keyrsla á 5 vélum og þá rennsli 132 m ³ /s	84 dagar
Meðalársrennsli frá Jökulsá á Fjöllum (alltaf dæling til og með 15. maí)	17,3 m ³ /s
Meðalrennsli til virkjunar	141,2 m ³ /s
Vöntun vatns í Háslón að meðaltali	741 Gl
Hæð vatnsborðs í Háslóni meðaltal	606,9 mys
Falltap meðaltal	64 m
Virk fallhæð meðaltal	518 m
Minnsta afl á viðmiðunartímabili	586 MW
Mesta afl á viðmiðunartímabili	722 MW
Afl til dælingar upp í Kreppulón, hámark	4,5 MW
Dæliorka á ári til dælingar upp í Kreppulón meðaltal	22,3 GWh
Afl til dælingar upp í Háslón þegar það er í 624,5 mys	12,0 MW
Dæliorka á ári til dælingar upp í Háslón meðaltal	27,7 GWh
Orka framleidd í Fljótsdalsstöð (dæliorka ekki dregin frá)	5.796 GWh

2.2 Veita úr Jökulsá á Fjöllum og auka göng frá Háslóni, leið 2

Í þessari leið yrði veita úr Jökulsá á Fjöllum alveg eins og lýst var í kafla 2.1. Auk þess yrðu gerð önnur göng frá Háslóni til fallganganna ofan við Fljótsdalsstöð. Önnur göng gerðu það að verkum að rennslið gæti verið meira en 144 m³/s, alveg upp í 158,4 m³/s

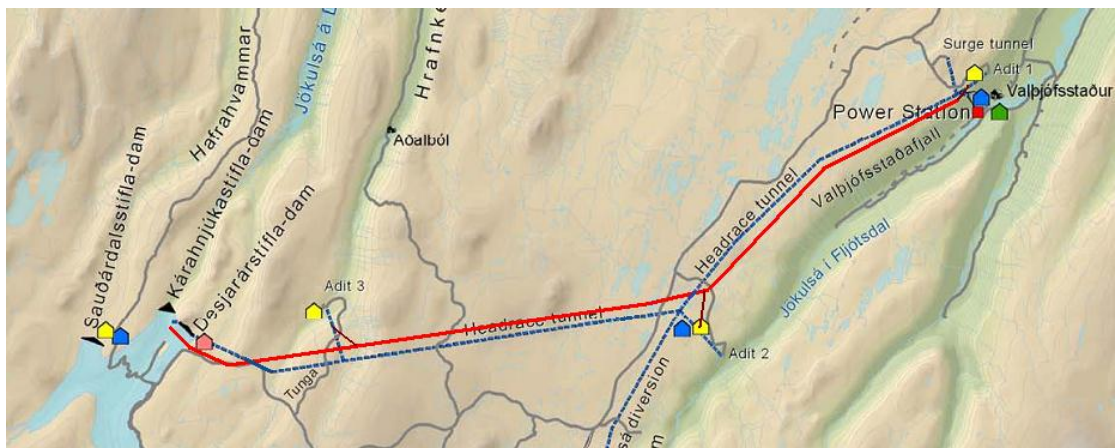
en hver vél getur að hámarki tekið í gegnum sig $26,4 \text{ m}^3/\text{s}$. Með öðrum göngum myndi viðnámið á leiðinni frá Háslóni til stöðvarhúss minnka sem þýðir að virk fallhæð virkjunarinnar ykist og afl hennar þar með.

2.2.1 Tilhögun nýrra aðrennslisganga

Það eru nokkur ljón í veginum að búa til ný göng frá Háslóni til fallganganna. Þau felast fyrst og fremst í því að ekki má stöðva núverandi virkjun til að gera ný göng. Göngin yrði að gera á meðan virkjunin væri í rekstri.

Ný göng yrðu líklega 6m í þvermál eða þar um bil og um 39.700 m löng. Hvar lega þeirra ætti að vera krefst góðrar skoðunar þar sem margir þættir spila inn í það svo sem: Jarðfræðiaðstæður, núverandi aðgöng, fjöldi véla sem notaðar yrðu við heilborun, möguleikar á að tæma vatn úr göngum ef þeim yrði lokað, tenging við sinn hvorn endann og lágmarksfjarlægð milli ganga. Hér verður ekki staldrað lengi við flest þessara atriða heldur einfaldlega gert ráð fyrir að hægt sé að gera göngin. Tengingu við hvorn enda ganganna verður þó gerð nokkur skil.

Ein fyrsta spurningin varðandi ný göng er hvoru megin við núverandi inntak úr Háslóni nýtt inntak ætti að koma út í lónið. Ef gert er ráð fyrir að það yrði fyrir sunnan núverandi inntak þá er ein tillaga að legu nýrra ganga eins og næsta mynd sýnir:

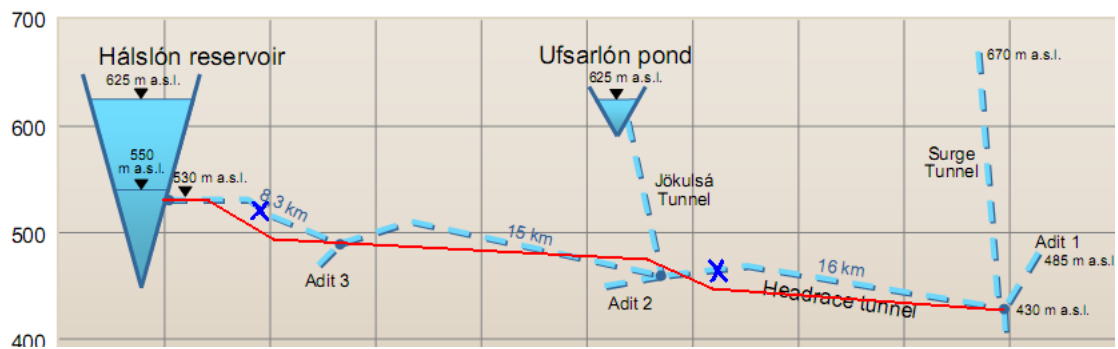


Mynd: Teikning JBH inn á mynd frá LV

Mynd 14. Ein tillaga að legu nýrra ganga frá Háslóni, rauð lína (syðra inntak í Háslóni). Blá brotalína táknar núverandi göng.

Ný útskot úr núverandi aðgöngum (nema aðgöngum 4) inn í ný aðrennslisgöng eru einnig teiknuð á myndina en ekki er víst að þetta sé besta útfærslan. Dýpi ganganna, miðað við leguna sem sést á síðustu mynd gæti verið eins og næsta mynd sýnir. Ný aðrennslisgöng

færu tvisvar undir núverandi göng og er sá staður táknaður með krossi á núverandi göngum.

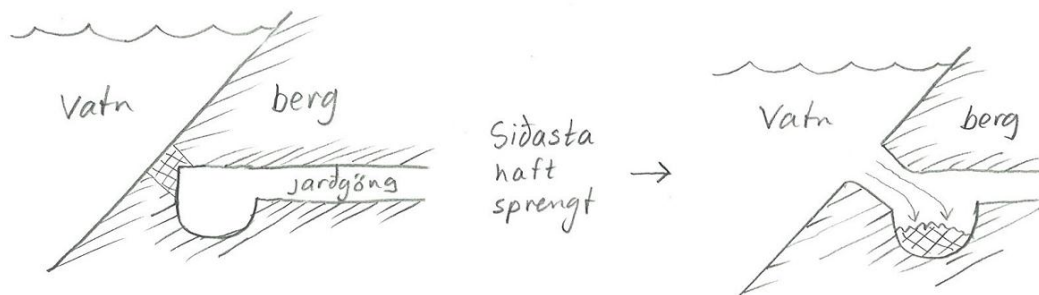


Mynd: Teikning JbH inn á mynd frá LV

Mynd 15. Ein tillaga að dýpi nýrra ganga frá Háslóni (óbrotin lína), krossar sýna hvar ný göng fara undir núverandi göng.

Það ættu ekki að vera sérstök vandamál við að gera göngin en það er ekki hlaupið að því að gera síðasta spölinn út í Háslón. Það yrði að gerast án þess að rafmagnsframleiðsla stöðvist í Fljótsdalsstöð. Hér eru nefndar nokkrar leiðir til að gera þetta:

- Þekkt aðferð er að sprengja síðasta haftið og hafa fyrir innan það stóra glompu í göngunum sem útsprengt efni lendir í.



Mynd: Teikning JbH

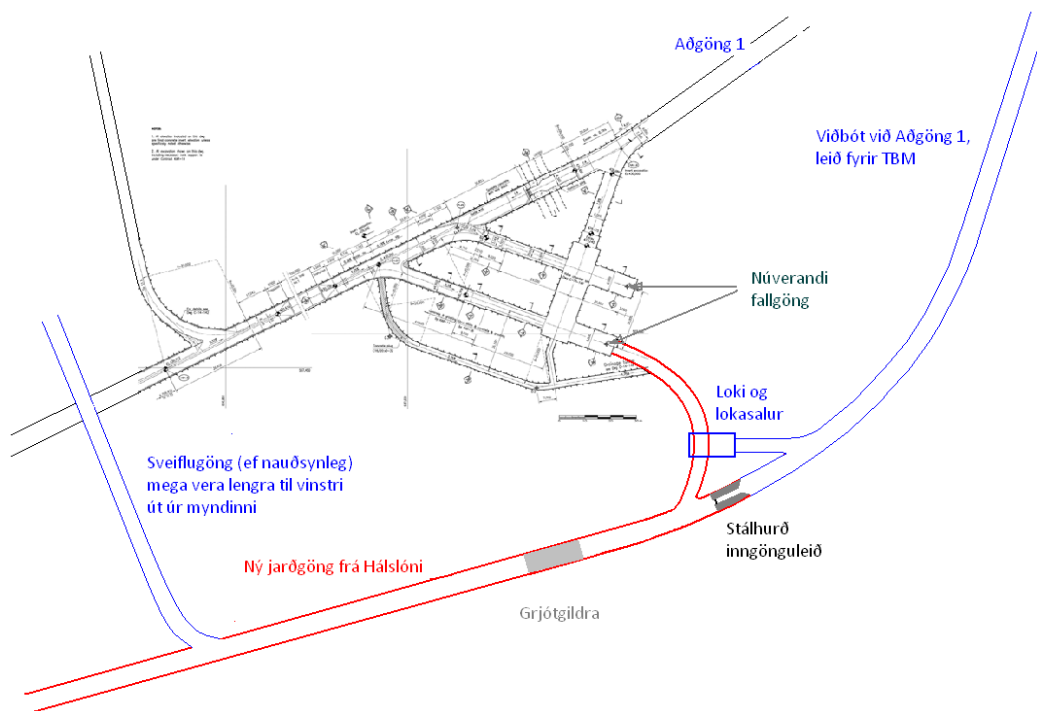
Mynd 16. Þekkt leið til að sprengja síðasta haftið úr bergi yfir í vatn.

Ef það er mikið af lausum efnum vatnsmeigin yrði þetta líklega erfitt. Þá er spurning hvort hægt yrði skafa upp það efni af berginu neðan vatnsborðs og sprengja svo.

- Reka niður stálþil kringum inntakið, dæla vatninu út og klára þannig inntakið. Á meðan þyrfti líklega að halda vatnsborðinu í allra lágstu stöðu í Háslóni. Það myndi líklega þýða minni afkastagetu virkjunarinnar það sumarið, færi eftir hvaða tíma þetta tæki.

- Að vori loka fyrir inntak úr Háslóni, hleypa úr Háslóni þannig að vatnsborð færi niður fyrir nýtt inntak og á meðan væri virkjunin eingöngu rekin á vatni úr Jökulsárveitu með aðstoð miðlunarinnar í Kelduárlóni. Afköst virkunarinnar hlytu að minnka töluvert á meðan þessu stæði.

Það yrðu svipuð vandamál við tengingu nýrra aðrennslisganga hinum megin, fyrir ofan fallgöng Fljótsdalsstöðvar. Ekki er hægt að tengja inn á núverandi aðrennslisgöng hafandi þau í rekstri á sama tíma. Enda myndi það þýða of mikið rennsli í síðasta speli ganganna en þau eru ekki hönnuð fyrir nema $144 \text{ m}^3/\text{s}$ rennsli. Lokar eru fyrir ofan fallgöngin og það er erfitt að sjá fyrir sér aðra leið en að tenging inn á fallrörin kæmi fallgangamegin við annan þessara loka. Þegar tengt yrði inn á annað núverandi fallrör yrði lokað fyrir rennslið inn á það og virkjunin rekin einungis á hinu en þannig er hægt að framleiða a.m.k. 375 MW ef vatnsborð í Háslóni er yfir 595 mys. Tengingin fyrir ofan fallgöngin gæti litið út eitthvað í líkingu við næstu mynd.



Mynd: Teikning JPH til viðbótar við mynd frá LV

Mynd 17. Hugsanleg tenging nýrra aðrennslisganga við önnur af núverandi fallgöngum.

Það yrði ekki auðvelt að tengja ný aðrennslisgöng inn á annað fallrörið. Þar yrði að setja inn greiningu (T) þannig að það geti runnið úr tveimur áttum ofan í það fallrör. Það þyrfti

með öðrum orðum að taka núverandi rör í sundur neðst á efri beygjuni og tengja við nýtt stálrör með beygju. Það yrði nokkuð erfitt þar sem utan um núverandi beygju er steypuklumpur. Ný tenging inn á annað fallrörið gæti hugsanlega litið út eins og næsta mynd sýnir.



Mynd: Teikning JPH ofan í mynd frá LV

Mynd 18. Ein leið til að tengjast núverandi fallröri. Vinstra megin er núverandi lokahellir og beygja á fallröri áður en það liggur lóðrétt niður. Hægra megin er ný beygja inn á núverandi fallrör og nýr lokahellir 50 m frá beygjuni.

Ekki mætti sprengja af fullum krafti við núverandi mannvirki og því gæti þurft að nota mun minni sprengihleðslur og/eða aðrar aðferðir, fleyga síðustu metrana í versta falli. Nýja stálrörið er hér teiknað lárétt nokkra vegalengd frá beygjuni, um 50 m. Það er einungis til þess að sprengingar sem þyrfti til að búa til nýjan lokahelli yrðu lengra frá núverandi loka. Óvíst er hver fjarlægðin þyrfti að vera.

Um nýju aðrennslisgöngin færi gróflega um þriðjungur af rennslinu til virkjunarinnar. Inn á fallgöngin sem tengdust nýju aðrennslisgöngunum kæmu þá tveir þriðju vatnsins um nýju göngin en þriðjungur um gömlu göngin. Inn á hin fallgöngin kæmi eingöngu vatn frá gömlu göngunum.

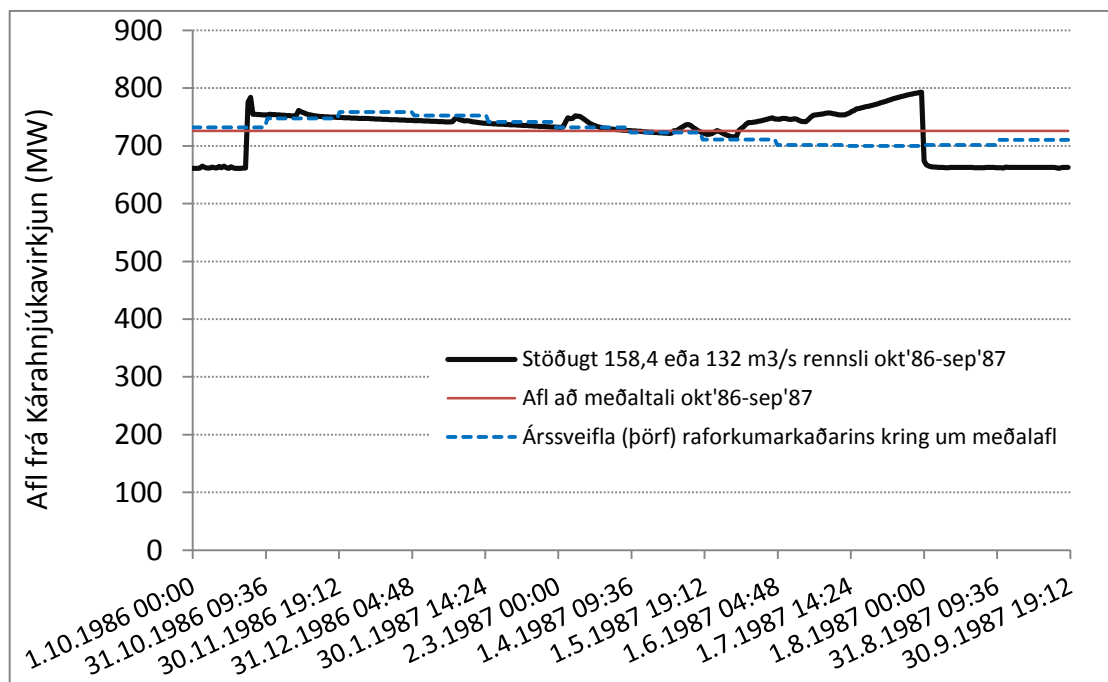
Fyrir nýju aðrennslisgöngin þyrfti ýmsan búnað svipaðan og er í núverandi göngum. Þar má nefna:

- Loka við inntak
- Rist við inntak (sem í þessu tilfalli þarf að vera inni í göngunum en ekki fyrir frama inntakið).
- Loftúttök á leiðinni.
- Stálhurðir í aðgöngum auk framhjáhlaupsloka

- Loka fyrir ofan fallgöng (sést á síðustu mynd).
- Grjótgildirur inni í göngum
- Viðbætur við aðgöng og líklega einnig ný sveiflugöng.

2.2.2 Aukin orkugeta Kárahnjúkavirkjunar með veitu og nýjum göngum

Eins áður er hér gert ráð fyrir stöðugu rennsli í gegnum virkjunina til að bera orkugetuna saman við aðra kosti. Í þessu tilfalli yrðu ekki takmörk á rennsli um aðrennslisgöngin þar sem komin væru önnur göng aukalega við núverandi aðrennslisgöng. Takmörkin á rennsli yrðu annars vegar þau að í gegnum hverja vél geta að hámarki runnið $26,4 \text{ m}^3/\text{s}$. En auk þess má úttekið afl úr hverri túrbínu ekki fara yfir 134,85 MW. Það þýðir að 132,5 MW mega að hámarki fara út af hverjum spennu. Hámarksrennslið með 6 vélum yrði því $158,4 \text{ m}^3/\text{s}$ en eftir sem áður aðeins $132 \text{ m}^3/\text{s}$ með 5 vélum. Meðalrennsli í gegnum virkjunina yrði $151,5 \text{ m}^3/\text{s}$ sé miðað við að keyrt sé á 5 vélum í 84 daga. Nýtni vélanna þegar þær eru keyrðar svona í botni er heldur slök og kæmi það niður á framleiðslugetunni. Til þess að geta tekið að meðaltali $151,5 \text{ m}^3/\text{s}$ í gegnum virkjunina þarf að veita enn meira vatni í Háslón frá Jökulsá á Fjöllum. Nauðsynlegt veitumagn fer nokkuð eftir hvar ársins viðhald véla færi fram en eins og áður er gert ráð fyrir að viðhald byrjaði 1. ágúst og stæði til og með 23. október. Þá þyrfti að veita $45,3 \text{ m}^3/\text{s}$ til Háslóns frá Jökulsá á Fjöllum yfir veturinn frá 1. október til 15. maí. Þó yrði aldrei dælt nema þegar vatnsborð færi undir einhver mörk, t.d. 624,5 mys, þannig að stundum hæfist dæling síðar en 1. október. Orkugeta virkjunarinnar á dæmigerðu ári yrði þá eins og næsta mynd sýnir.

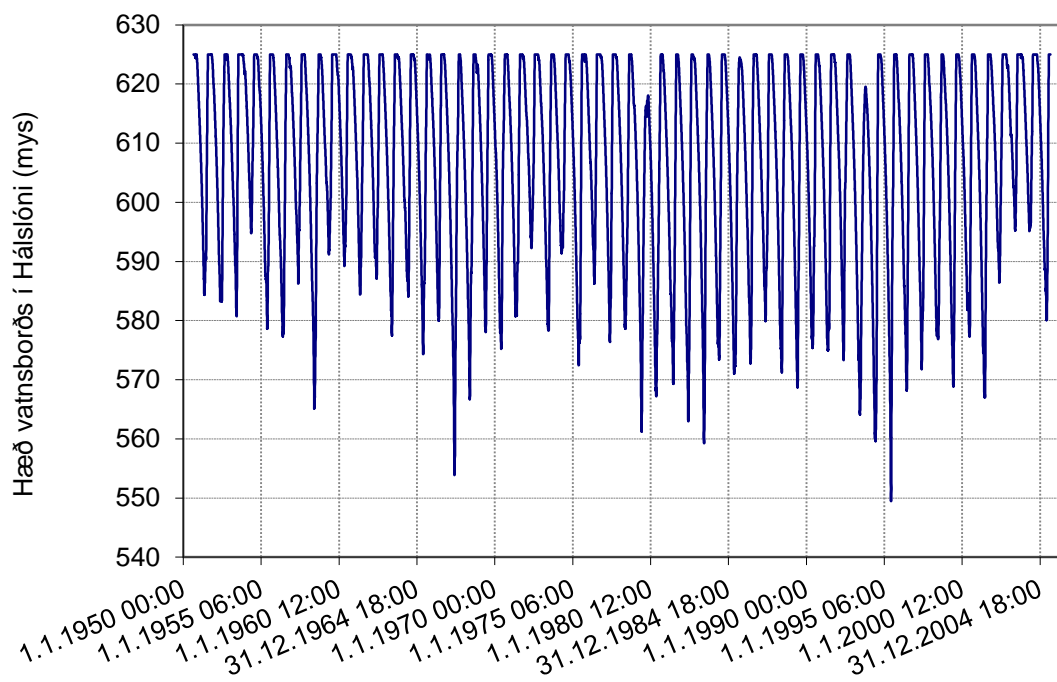


Reikningar JPH með rennislögnum LV

Mynd 19. Afl Kárahnjúkavirkjunar á dæmigerðu ári við 158,4 m³/s stöðugt rennsli með 6 vélum nema 132 m³/s rennsli með 5 vélum í 84 daga frá 1. ágúst

Eins og sjá má af myndinni dettur framleiðslan hressilega niður þegar ein vél fer úr rekstri. Það þarf að vera töluvert mikill sveigjanleiki í orkukerfinu til að geta framleitt inn á Austurlandi, sem og að leiða rafmagn frá Austurlandi við þetta mikið frávik frá notkun raforku. En notkunin er í líkingu við stölluðu línuna (80% stóriðja, 20% almennur raforkumarkaður). Meirihluta ársins er framleiðslan þó í góðu samræmi við notkunina. Auk þess kemur fall í afli við reglulegt viðhald sem fer fram á 4-6 vikna fresti. Sjá nánar aftast í kafla 2.1.6. Þessi leið er því nokkrum vandkvæðum háð rekstrarlega en gæti þó verið í lagi, sérstaklega ef búið væri að reisa 220kV línu milli Fljótsdalsstöðvar og jarðhitavirkjana í Þingeyjarsýslu.

Við þetta rennsli í gegnum Fljótsdalsstöð og nefnt veitumagn frá Jökulsá á Fjöllum hefði vatnshæð í Háslóni verið eins og næsta mynd sýnir m.v. uppreiknað rennsli.



Reikningar JPH með rennislögnum LV

Mynd 20. Staða vatnsborðs í Háslóni miðað við uppreiknað rennsli, veitu og önnur aðrennislögging frá Háslóni

Eins og sjá má er þetta meira og minna sama myndin sem birtist aftur og aftur fyrir mismunandi orkukosti. Þó sést greinilegar en áður að lónið fyllist ekki tvö ár.

Orkugeta þessarar útfærslu, þ.e. $45,3 \text{ m}^3/\text{s}$ veitu frá Jökulsá á Fjöllum frá 1. október til 15. maí og stöðugt rennsli $158,4 \text{ m}^3/\text{s}$ í gegnum 6 vélar nema í 84 daga þegar rennslið er $132 \text{ m}^3/\text{s}$ í gegnum 5 vélar er **6.343 GWh** sem er meðalafli **724 MW**. Aukningin frá núverandi virkjun er **1.288 GWh**. Orkuaukningin er því svipuð og ein Blönduvirkjun og ein Kröfluvirkjun en orkugeta þessara virkjana samtals er um 1.200GWh (720+480). Reyndar er það svo að ef litið er á aukninguna sem sérstaka virkjun þá yrði hún þriðja stærsta virkjun landsins, einungis Kárahnjúkavirkjun og Búrfellsvirkjun eru stærri. Aukningin á orkugetu umfram það að gera eingöngu veituna er um 597 GWh. Þessi orkugeta er miðuð við að ávallt sé dælt til og með 15. maí. Hins vegar er hægt að hætta dælingu fyrr ef staðan í Háslóni er góð. Þá getur orkugetan verið örlítið meiri þar sem ekki þarf að eyða orku í að dæla.

Tafla 3. Tölulegar upplýsingar um Kárahnjúkavirkjun með veitu frá Jökulsá á Fjöllum auk annarra aðrennslisganga frá Háslóni.

Viðmiðunartímabil í rennsli, uppfært vegna hlýrra veðurfars	1. sept 1950 til 31. ágúst 2005
Stöðugt rennsli til virkjunar þegar keyrt með 6 vélum	158,4 m ³ /s
Meðalorkugeta (dæliorka dregin frá framleiðslu í Fljótsdalsstöð)	6.343 GWh
Aukning orkugetu frá núverandi Kárahnjúkavirkjun	1.288 GWh
Meðalafli	724 MW
Aukning meðalafli frá núverandi Kárahnjúkavirkjun	147 MW
Rennsli (dæling) í Háslón frá Jökulsá á Fjöllum frá 1. okt. til 15. maí sem fullnýtir miðlun á viðmiðunartímabili	45,3 m ³ /s
Keyrsla á 5 vélum og þá rennsli 132 m ³ /s	84 dagar
Meðalársrennsli frá Jökulsá á Fjöllum (alltaf dæling til og með 15. maí)	25,8 m ³ /s
Meðalrennsli til virkjunar	151,5 m ³ /s
Vöntun vatns í Háslón að meðaltali	746 Gl
Hæð vatnsborðs í Háslóni meðaltal	606,8 mys
Heildarfalltap meðaltal	37 m
Virk fallhæð meðaltal	544 m
Minnsta afl á viðmiðunartímabili	632 MW
Mesta afl á viðmiðunartímabili	795 MW
Afl til dælingar upp í Kreppulón hámark	8,1 MW
Dæliorka á ári til dælingar upp í Kreppulón meðaltal	40,3 GWh
Afl til dælingar upp í Háslón þegar það er í 624,5 mys	21,2 MW
Dæliorka á ári til dælingar upp í Háslón meðaltal	55,1 GWh
Orka framleidd í Fljótsdalsstöð (dæliorka ekki dregin frá)	6.439 GWh

2.3 Veita, önnur aðrennslisgöng, þriðju fallgöng og ein auka vélasamstæða, leið 3

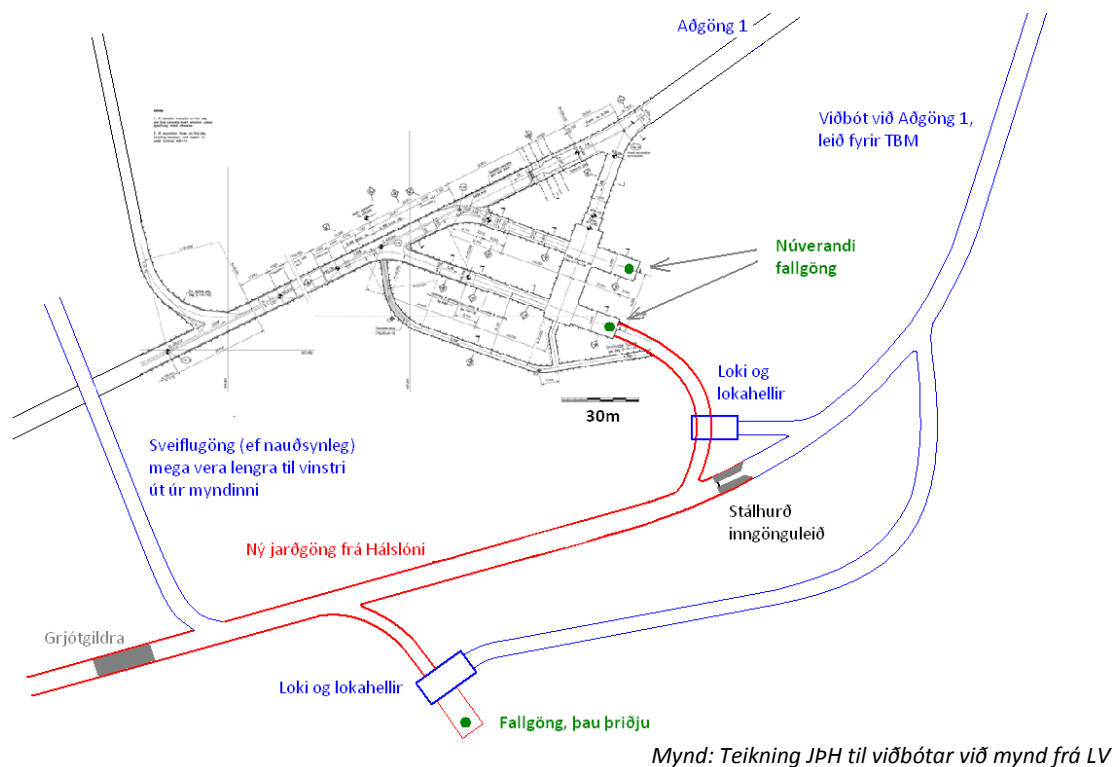
Í þessari leið yrði veita úr Jökulsá á Fjöllum alveg eins og lýst var í kafla 2.1. Einnig yrðu auka aðrennslisgöng eins og lýst er í kafla 2.2. En auk þess yrðu gerð auka fallgöng, þau þriðju, og fyrir neðan þau sett ein vélasamstæða. Gert er ráð fyrir að sú vélasamstæða yrði eins og núverandi samstæður í Fljótsdalsstöð. Með sjö vélasamstæðum myndi mögulegt hámarksrennsli gegnum virkjunina hækka upp í 184,8 m³/s. Nýtni myndi batna og viðhald véla hefði ekki eins mikil áhrif á orkugetuna.

2.3.1 Tilhögun orkukosts

Það eru margir möguleikar í boði hvernig bæta mætti við 7. vélinni í Fljótsdalsstöð. Í fyrsta lagi að lengja núverandi stöðvarhús, koma 7. vélinni þar fyrir og hafa þriðju fallgöngin nálægt núverandi mannvirkjum. Það hefur augljósa kosti varðandi samnýtingu á ýmsum þáttum en felur þó í sér ýmis vandamál líka. Eitt það stærsta er að þá þarf að fara mjög varlega í sprengingum til að skemma ekki núverandi mannvirki og búnað. Í öðru lagi má hugsa sér að gert yrði sér stöðvarhús fyrir nýja vél en aðgöng og fleira sé samnýtt með núverandi stöð. Þá þyrfti ekki að fara jafn varlega í sprengingum. Í þriðja lagi er hægt að hugsa sér að 7. vélin yrði alls ekki í Fljótsdalsstöð heldur í nýju stöðvarhúsi ofar í dalnum með sín eigin aðgöng, kaplagöng, frárennslisgöng og fleira.

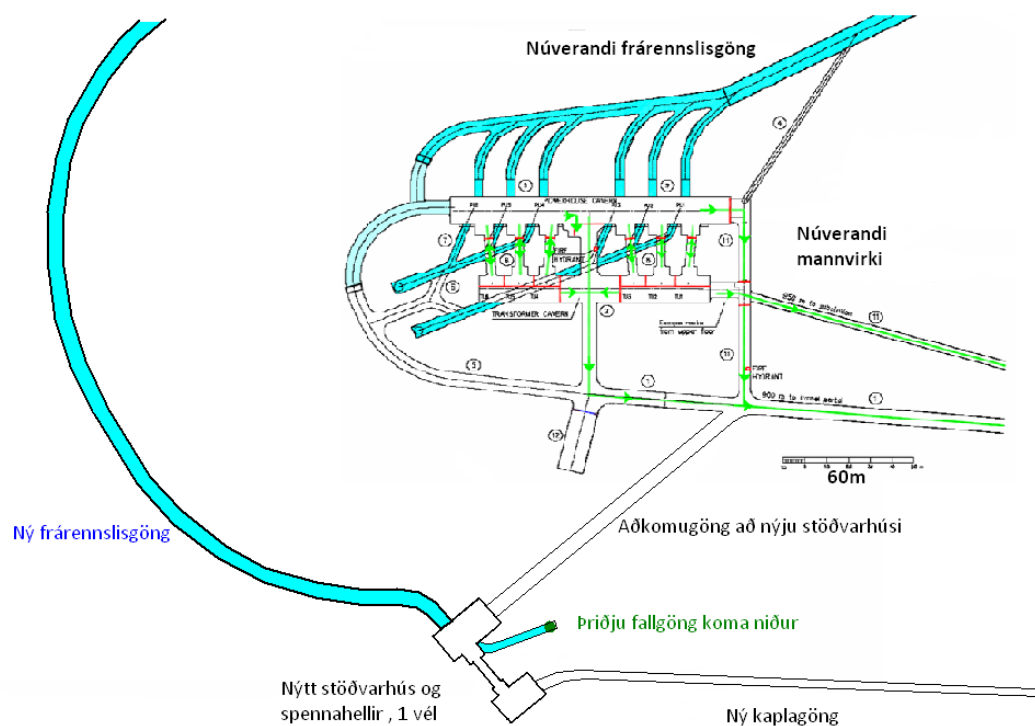
Hér er settur fram möguleikinn í miðjunni, sér stöðvarhúshvelfing sem tengist núverandi Fljótsdalsstöð. Aðrir möguleikar ættu að gefa svipaða niðurstöðu í orkugetu og kostnaði.

Miðað er við að ný fallgöng yrðu gerð 160m frá núverandi fallgöngum. Þau yrðu jafnframt í 160m fjarlægð frá núverandi spennahelli þar sem hún er minnst. Fyrirkomulag við inntak fallganganna gæti litið út eitthvað í líkingu við næstu mynd.



Mynd 21. Hugsanleg tenging nýrra aðrennslisganga og nýrra fallganga.

Þvermál þriðja fallrörsins yrði um 2,2m en þá er falltap í því svipað og í núverandi rörum en hvort þeirra leiðir þrefalt meira vatnsmagn en þetta nýja rör enda eru þau töluvert sverari eða 3,4m í þvermál. Fallgöngin þar sem fallrörið yrði steipt fast yrðu um 3,3m í þvermál. Fyrir neðan nýju fallgöngin kæmi nýtt stöðvarhús með einni vélasamstæðu. Þetta stöðvarhús samnýtti aðkomugöngin að núverandi virkjun og möguleiki væri á að samnýta einnig kaplagöng og frárennslisgöng. Ekki þarf að minnst á að mikil samnýting yrði í rekstri þessarar nýju vélar og þeirra eldri, sami mannskapur og vakir yfir núverandi sex vélum myndi vaka yfir þessari sjöundu vél. Fyrirkomulag á stöðvarhúsi gæti lítið eitthvað svipað út og næsta mynd sýnir.



Mynd: Teikning JPH til viðbótar við mynd frá LV

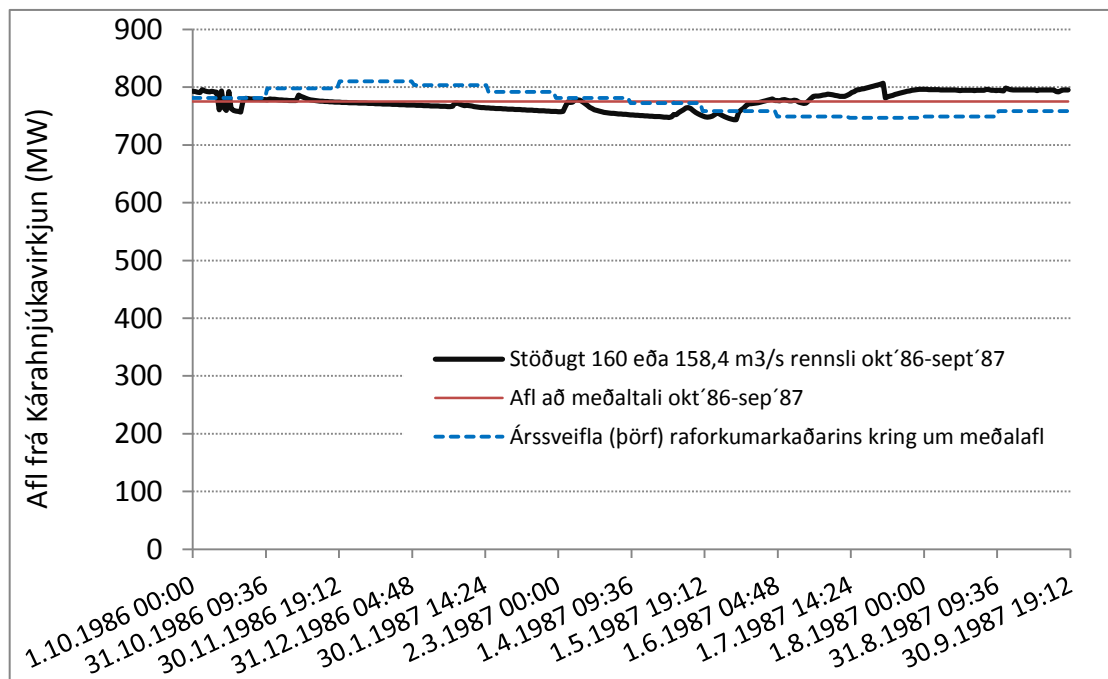
Mynd 22. Hugsanlegt fyrirkomulag nýs stöðvarhúss í Fljótsdalsstöð með einni vél

Ný kaplagöng og ný frárennslisgöng gætu tengst inn á núverandi göng fyrir utan myndina. Ef núverandi frárennslisgöng anna ekki svo miklu rennsli sem hér er um að ræða lægju nýju frárennslisgöngin alla leið út. Það gerði að verkum minna viðnám en ef allt rennsli færi um núverandi göng. Tenging milli nýrra og núverandi frárennslisganga væri þá æskileg. Vonandi yrði í öllum tilfellum hægt að nota núverandi skurð fyrir allt frárennsli. Sama gildir um kaplagöngin, ekki er víst að auðvelt sé að koma sjöunda

kaplasettinu fyrir í núverandi göngum, þá gæti verið best að ný kaplagöng næðu alla leið út. Það eykur einnig öryggi að ekki fari allir kaplarnir um sömu göngin.

2.3.2 Aukin orkugeta Kárahnjúkavirkjunar með veitu, nýjum göngum og einni auka vélasamstæðu

Með þessari útfærslu yrðu takmörkin fyrst og fremst veitan frá Jökulsá á Fjöllum. Hvað mætti taka þaðan mikið vatn. Hér er miðað við að ekki verði tekið meira rennsli en 50 m³/s að jafnaði yfir það tímabil sem veitan er í gangi. Spurningin er því hvað stöðuga rennslið þyrfti að vera mikið til að fullnýta miðlunina ef veitt yrði 50 m³/s frá 1. október til 15. maí í Háslón. Svarið er 160,0 m³/s. Orkugeta virkjunarinnar á dæmigerðu ári yrði þá eins og næsta mynd sýnir.

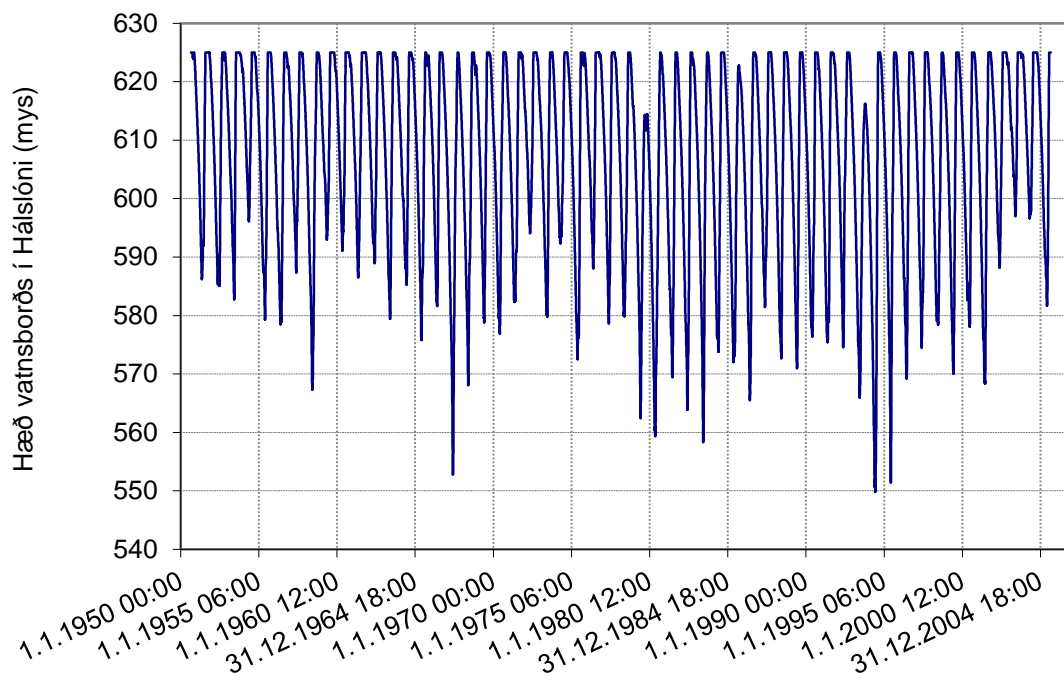


Reikningar JPH með rennslisgöngum LV

Mynd 23. Afl Kárahnjúkavirkjunar með veitu, öðrum aðrennslisgöngum, þriðju fallgöngum og sjöundu vélasamstæðu.

Eins og sjá má af myndinni yrði aflið nokkuð jafnt með þessu móti, það dytti ekki ýkja mikið niður þegar viðhald hæfist, en gert er ráð fyrir að það hæfist 16. júlí í þessu tilfalli. Aflsveiflan er ekki alveg í samræmi við raforkunotkun en þokkalega nálægt henni í flestum tilfellum.

Miðað við þetta rennsli í gegnum Fljótsdalsstöð og nefnt veitumagn frá Jökulsá á Fjöllum hefði vatnshæð í Háslóni verið eins og næsta mynd sýnir m.v. uppreiknað rennsli:



Reikningar JPH með rennislögnum LV

Mynd 24. Staða vatnsborðs í Háslóni miðað við uppreiknað rennsli, veitu, önnur aðrennislög, þriðju fallgöng og sjöundu vélasamstæðu.

Hér sést breyting frá fyrri myndum. Það er ekki lengur árið 1995 sem vatnsborðið nær lágmarki heldur er það árið á undan 1994. Einnig sést að lónið fyllist ekki í þrjú ár þannig að með meiru veitumagni yfir vetrartímann fer lónið í auknum mæli að geta miðlað milli ára en ekki eingöngu milli árstíða.

Orkugeta þessarar útfærslu, þ.e. 50 m³/s veitu frá Jökulsá á Fjöllum frá 1. október til 15. maí og stöðugt rennsli 160,0 m³/s í gegnum 7 vélar nema í 98 daga þegar rennslið er 158,4 m³/s (eða minna) í gegnum 6 vélar er **6.771 GWh** sem er meðalafli **773 MW**. Aukningin frá núverandi virkjun er **1.716 GWh**. Orkuaukningin er því svipuð og allar virkjanir á Norður- og Austurlandi utan Kárahnjúkavirkjunar. Hér er verið að tala um orkugetu allra eftirtalinna virkjana (í stærðarröð): Blönduvirkjun, Kröfluvirkjun, Lagarfossvirkjun, Laxárvirkjun, Skeiðsfossvirkjun, Grímsárvirkjun auk allra minni virkjana. Lesendur geta síðan hugleitt hvort hefur meiri umhverfisáhrif í för með sér, þessi aukning í getu Kárahnjúkavirkjunar eða áhrifin af öllum öðrum virkjunum sem reistar hafa verið á Norður- og Austurlandi. Aukningin á orkugetu með því að bæta við þriðju

fallgöngunum og sjöundu vélasamstæðunni er um 428 GWh. Allir orkugetureikningar miða við að ávallt sé dælt til og með 15. maí. Hins vegar er hægt að hætta dælingu fyrr ef staðan í Háslóni er góð. Þá getur orkugetan verið örlítið meiri þar sem ekki þarf að eyða orku í að dæla.

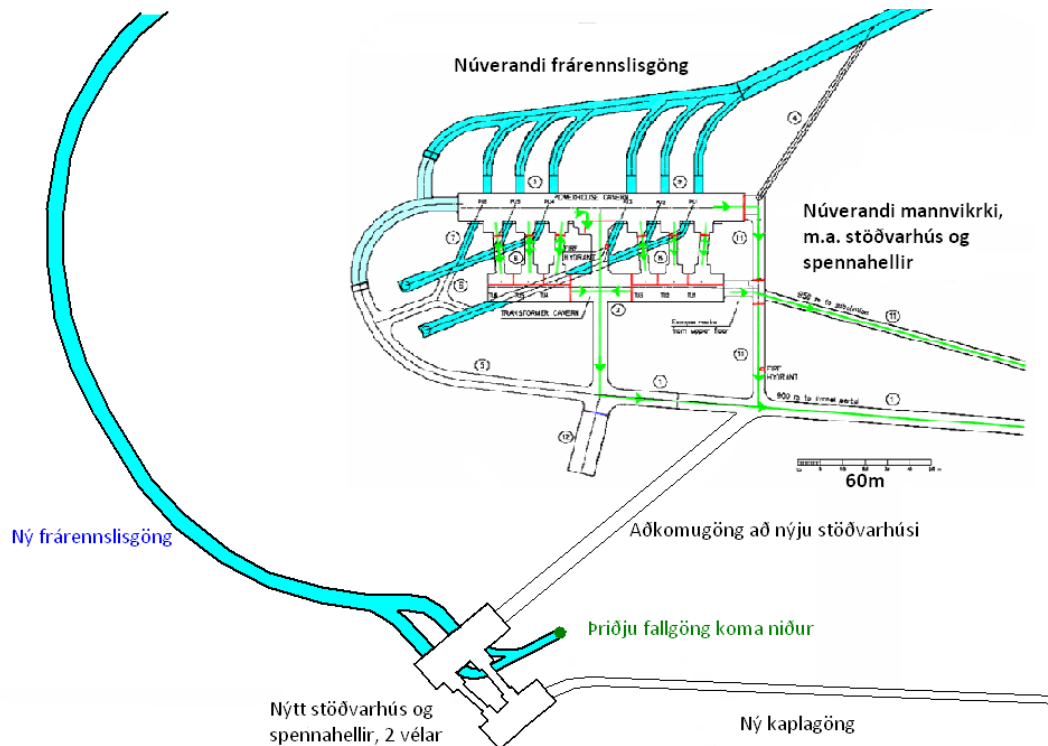
Tafla 4. Tölulegar upplýsingar um Kárahnjúkavirkjun með veitu, öðrum aðrennslisgöngum, þriðju fallgöngum og sjöundu vélasamstæðu

Viðmiðunartímabil í rennsli, uppfært vegna hlýrra veðurfars	1. sept 1950 til 31. ágúst 2005
Stöðugt rennsli til virkjunar þegar keyrt með 7 vélum	160 m ³ /s
Meðalorkugeta (dæliorka dregin frá framleiðslu í Fljótsdalsstöð)	6.771 GWh
Aukning orkugetu frá núverandi Kárahnjúkavirkjun	1.716 GWh
Meðalafli	773 MW
Aukning meðalafli frá núverandi Kárahnjúkavirkjun	196 MW
Rennsli (dæling) í Háslón frá Jökulsá á Fjöllum frá 1. okt. til 15. maí sem fullnýtir miðlun á viðmiðunartímabili	50,0 m ³ /s
Keyrsla á 6 vélum og þá rennsli 158,4 m ³ /s að hámarki	98 dagar
Meðalrennsli til virkjunar	159,3 m ³ /s
Meðalársrennsli frá Jökulsá á Fjöllum (alltaf dæling til og með 15. maí)	29,1 m ³ /s
Vöntun vatns í Háslón að meðaltali	749 Gl
Hæð vatnsborðs í Háslóni meðaltal	606,8 mys
Heildaralltap meðaltal	38 m
Virk fallhæð meðaltal	543 m
Minnsta afl á viðmiðunartímabili	709 MW
Mesta afl á viðmiðunartímabili	828 MW
Afl til dælingar upp í Kreppulón hámark	9,5 MW
Dæliorka á ári til dælingar upp í Kreppulón meðaltal	48,6 GWh
Afl til dælingar upp í Háslón þegar það er í 624,5 mys	24,7 MW
Dæliorka á ári til dælingar upp í Háslón meðaltal	69,6 GWh
Orka framleidd í Fljótsdalsstöð (dæliorka ekki dregin frá)	6.889 GWh

2.4 Veita, önnur aðrennslisgöng, þriðju fallgöng og tvær auka vélasamstæður, leið 4

Þessi leið er nánast eins og sú með einni vélasamstæðu nema nú yrði fallrörið aðeins víðara eða 2,9 m enda gert ráð fyrir að rennslið um það færi í tvær vélar en ekki eina. Gert er ráð fyrir að fallgöngin fyrir fallrörið yrðu 4m í þvermál. Sem fyrr er miðað við að vélarnar yrðu eins og núverandi vélar Fljótsdalsstöðvar. Stöðvarhús þyrfti auðvitað einnig að vera stærra sem og frárennslisgöng. Með áttundu vélinni næðist betri nýtni á

allar vélar og sveigjanleiki vegna viðhalds yrði mjög mikill þar sem afkastageta 7 véla er meiri en meðalrennslið. Það þarf með öðrum orðum ekki að takmarka rennsli þegar ein vél er í viðhaldi. Fyrirkomulag á stöðvarhúsi gæti litið eitthvað svipað út og næsta mynd sýnir.



Mynd: Teikning JPH til viðbótar við mynd frá LV

Mynd 25. Hugsanlegt fyrirkomulag nýs stöðvarhúss í Fljótisdalsstöð með tveimur vélum

2.4.1 Aukin orkugeta leiðar 4

Orkugeta þessarar útfærslu er **6.873 GWh** sem er meðalafli **785 MW**. Útfærslan er 50 m³/s veita frá Jökulsá á Fjöllum frá 1. október til 15. maí og stöðugt rennsli 159,7 m³/s í gegnum 8 vélar nema í 112 daga þegar keyrt er á 7 vélum en rennslið er jafn mikið. Aukningin frá núverandi virkjun er **1.818 GWh**. Aukningin á orkugetu með því að bæta við áttundu vélasamstæðunni er um 102 GWh. Allir orkugetureikningar miða við að ávallt sé dælt til og með 15. maí. Hins vegar er hægt að hætta dælingu fyrr ef staðan í Háslóni er góð. Þá getur orkugetan verið örlítið meiri þar sem ekki þarf að eyða orku í að dæla.

Tafla 5. Tölulegar upplýsingar um Kárahnjúkavirkjun með veitu, öðrum aðrennslisgöngum, þriðju fallgöngum og tveimur auka vélasamstæðum

Viðmiðunartímabil í rennsli, uppfært vegna hlýrra veðurfars	1. sept 1950 til 31. ágúst 2005
Stöðugt rennsli til virkjunar þegar keyrt með 8 vélum	159,7 m ³ /s
Meðalorkugeta (dæliorka dregin frá framleiðslu í Fljótsdalsstöð)	6.873 GWh
Aukning orkugetu frá núverandi Kárahnjúkavirkjun	1.818 GWh
Meðalafli	785 MW
Aukning meðalafis frá núverandi Kárahnjúkavirkjun	208 MW
Rennsli (dæling) í Háslón frá Jökulsá á Fjöllum frá 1. okt. til 15. maí sem fullnýtir miðlun á viðmiðunartímabili	50,0 m ³ /s
Keyrsla á 7 vélum en rennsli það sama	112 dagar
Meðalársrennsli frá Jökulsá á Fjöllum (alltaf dæling til og með 15. maí)	29,2 m ³ /s
Meðalrennsli til virkjunar	159,7 m ³ /s
Vöntun vatns í Háslón að meðaltali	747 Gl
Hæð vatnsborðs í Háslóni meðaltal	606,9 mys
Falltap meðaltal	36 m
Virk fallhæð meðaltal	545 m
Minnsta afl á viðmiðunartímabili	714 MW
Mesta afl á viðmiðunartímabili	833 MW
Afl til dælingar upp í Kreppulón hámark	9,5 MW
Dæliorka á ári til dælingar upp í Kreppulón meðaltal	48,7 GWh
Afl til dælingar upp í Háslón þegar það er í 624,5 mys	24,6 MW
Dæliorka á ári til dælingar upp í Háslón meðaltal	69,9 GWh
Orka framleidd í Fljótsdalsstöð (dæliorka ekki dregin frá)	6.992 GWh

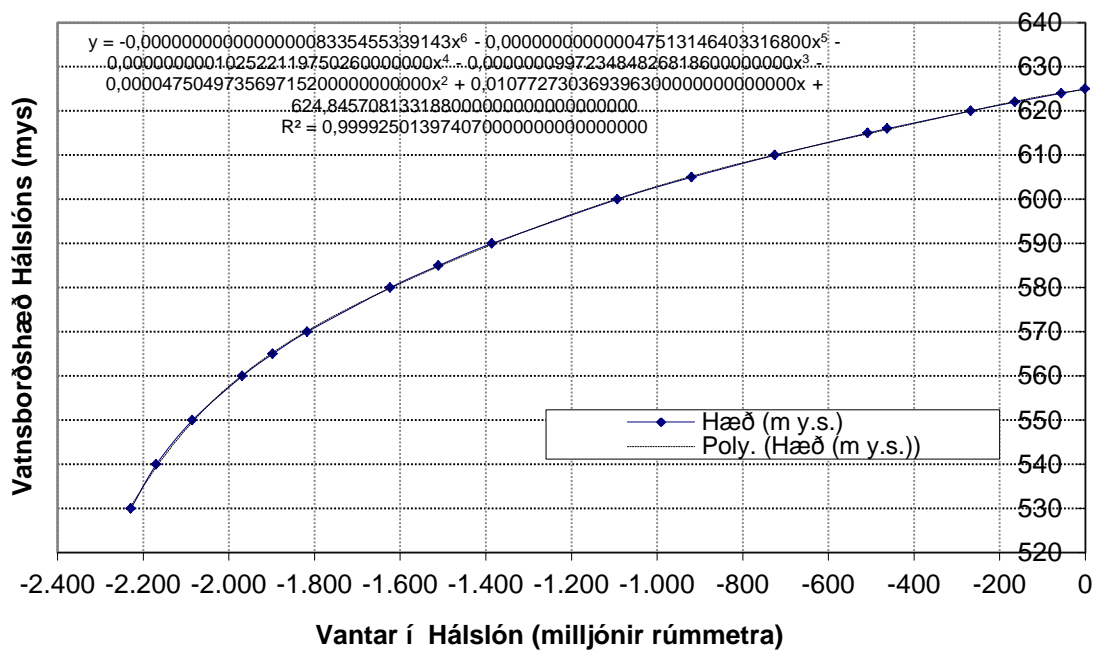
3 ÝMIS VIÐBÓTARATRÍÐI

3.1 Fleiri forsendur fyrir orkuútreikningum

Aflið sem fæst úr virkjun er í hlutfalli við margfeldi rennslis og virkrar fallhæðar (fallhæðar að frádregnum falltöpum). Báðar þessar stærðir eru nokkuð margslungnar í Fljótsdalsstöð. Rennsli til Fljótsdalsstöðvar kemur úr tveimur áttum. Annars vegar úr Ufsarlóni og hins vegar úr Háslóni. Það skiptir miklu máli hversu mikið kemur á hverjum tíma frá Ufsarlóni því það hefur áhrif á falltöp og virka fallhæð. Reikna þarf hversu mikið rennur frá Ufsarlóni til virkjunarinnar en þetta rennsli er fall af heildarrensli til virkjunarinnar og vatnshæð í Háslóni. Rennsli frá Ufsarlóni hefur hins vegar tvenns konar önnur takmörk. Það getur ekki orðið meira en $90 \text{ m}^3/\text{s}$ en það er hámarksrennsli í göngum frá Ufsarlóni að göngunum sem liggja frá Háslóni. Það getur heldur ekki orðið meira en innrennslið í Ufsarlón (þetta er forsendan í útreikningum en reyndar er örlítill miðlun þarna, sérstaklega í Kelduárlóni, sem hægt er að grípa til eins og minnst hefur verið á). Það rennsli sem tiltækt er fyrir virkjunina er þá þetta rennsli frá Ufsarlóni með öllum sínum takmörkunum auk rennslis inn í Háslón að frádregnum leka úr lóninu. Inn í þessa reikninga kemur síðan að hægt er að geyma 2.088 GJ forða í Háslóni (2.088 milljónir rúmmetra).

Nýtni vélasamstæðu (túrbína, rafali og spennir) er háð rennsli og virkri fallhæð. Sjá má þessa nýtni á mynd 2 fyrir þrennskona virka fallhæð. Mynd 2 byggir á upplýsingum sem sjá má í viðauka 1.

Búið var til fall til að lýsa sambandi vatnshæðar í Háslóni og vöntun vatns til að lónið væri fullt. Upplýsingar fengust um vöntun við nokkrar vatnshæðir og sjást þessi gögn sem punktar á næstu mynd. Fallið er sýnt og gefið upp á myndinni. Þó ferillinn nái niður í 530 mys er ekki gert ráð fyrir að vatnsborðið fari niður fyrir 550 mys.



Reikningar JPH með gögnum LV

Mynd 26. Vatnsborð og vöntun í Háslón

Viðnám í göngum er reiknað með jöfnu Darcy og Weisbach. Hún er eftirfarandi:

$$\Delta h = f \cdot 0,0825 \cdot \frac{LQ^2}{D^5}$$

L: lengd ganga í m, Q: rennsli í m³/s, D: þvermál ganga í m, Δh: hæðarmunur á gangaendum (eða falltap) í m. Talan 0,0825 kemur út úr $8:g \cdot \pi^2$. Viðnámsstuðullinn f er breytilegur eftir aðstæðum, fyrst og fremst hrýfi gangaveggja og þvermáli (tengist Moody-chart). Gert er ráð fyrir að viðnámsstuðullinn sé 0,065 í sprengdum göngum. Þetta er nokkuð hátt gildi á f og miklar líkur á að viðnámið yrði minna. Gert er ráð fyrir að bæði veitugöng yfir í Kreppulón sem og yfir í Háslón yrðu sprengd. Nokkur von er þó til að hægt sé að bora veitugöngin frá Kreppu yfir í Háslón. Gert er ráð fyrir að þessi viðnámsstuðull sé 0,021 fyrir heilboruð göng sem hafa þvermál 6m eða meira.

Gert er ráð fyrir að þvermál veituganga í Kreppulón yrði 6m. Gert er ráð fyrir að lengd ganganna yrði 3.200m. Gert er ráð fyrir að þvermál veituganga í Háslón úr Kreppu yrði 6,8 m og lengd þeirra 13.600 m. Gert er ráð fyrir að þvermál nýrra boraðra aðrennslisganga frá Háslóni yrði 6m og lengd þeirra yrði 39.700 m.

Í dælingu er miðað við að nýtni dæla sé 80%. Það er heldur lágt og vonandi er hægt að hafa hana mun betri.

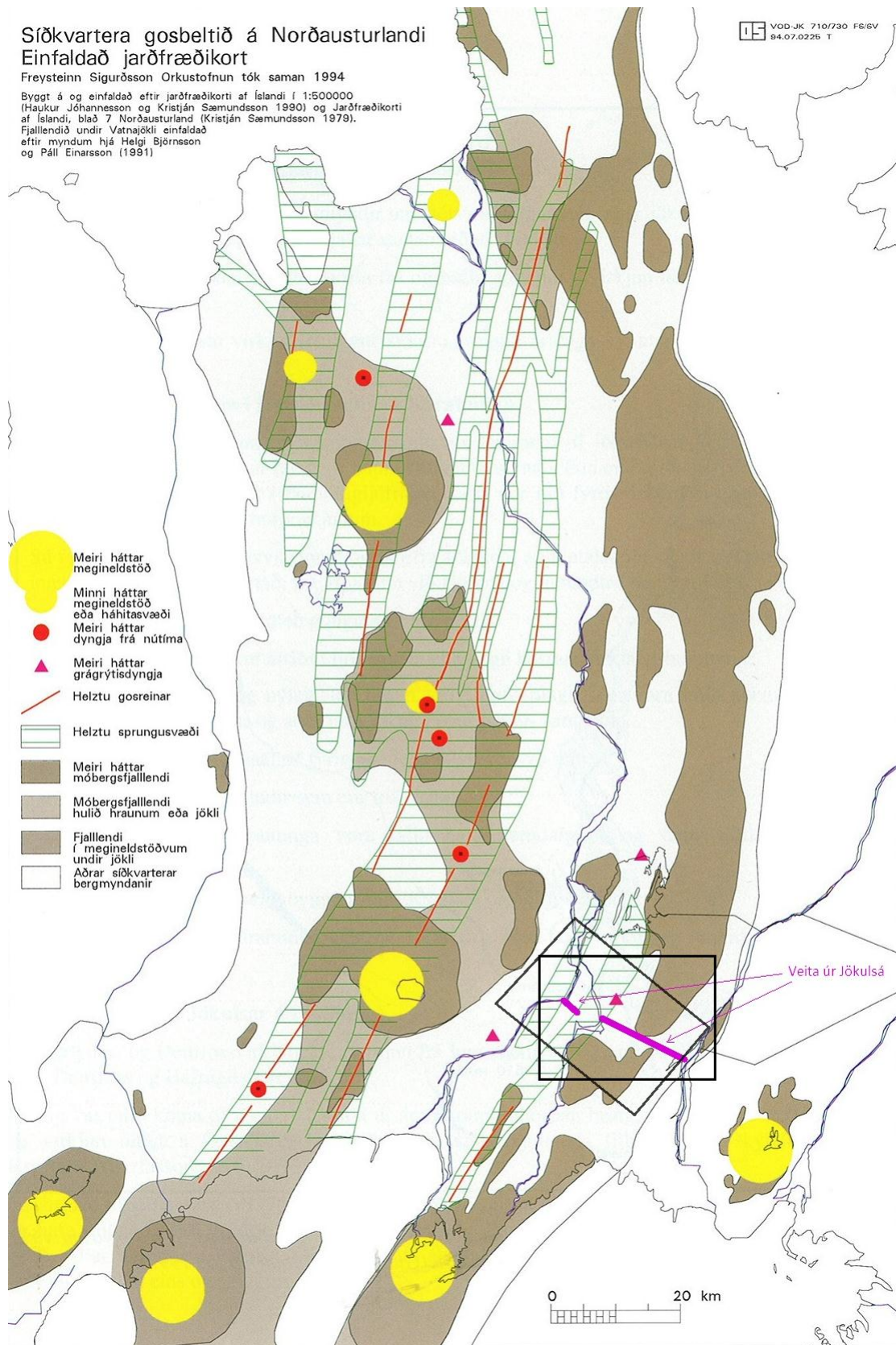
3.2 Jarðfræðiaðstæður fyrir veitu úr Jökulsá á Fjöllum við Upptýppinga til Háslóns

Þessi kafli er byggður á eldri jarðfræðivinnu á þessu svæði og þar byggt á skýrslu Guttorms Sigbjarnarsonar (1988) um „Krepputungu og Brúardali“, og eins á kafla um Jarðfræði og umhverfismál eftir Freysteinn Sigurðsson í skýrslu Orkustofnunar frá 2005 um „Helmingsvirkjun Jökulsár á Fjöllum“ (VST – Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen, 2005).

Skoðuð er jarðfræðin á langsniði A-A' frá Jökulsá við Upptýppinga austur til Háslóns. Þetta langsnið er ekki nákvæmlega á sama stað og þar sem gert hefur verið ráð fyrir jarðgöngum í útfærslunni hér að framan. Það er ástæðan fyrir því að lengdir á jarðgöngum eru ekki þær sömu. Helsti munurinn er að vesturendi sniðsins (A) er eilítið ofar í ánni.

Í kafla 6.2 er lýst öðrum möguleika á veitu úr Jökulsá á Fjöllum sem yrði neðan við Lónshnúk. Snið B-B' á við þann veitumöguleika og má lesa um jarðfræðina á þessari leið í kafla 6.2.6.

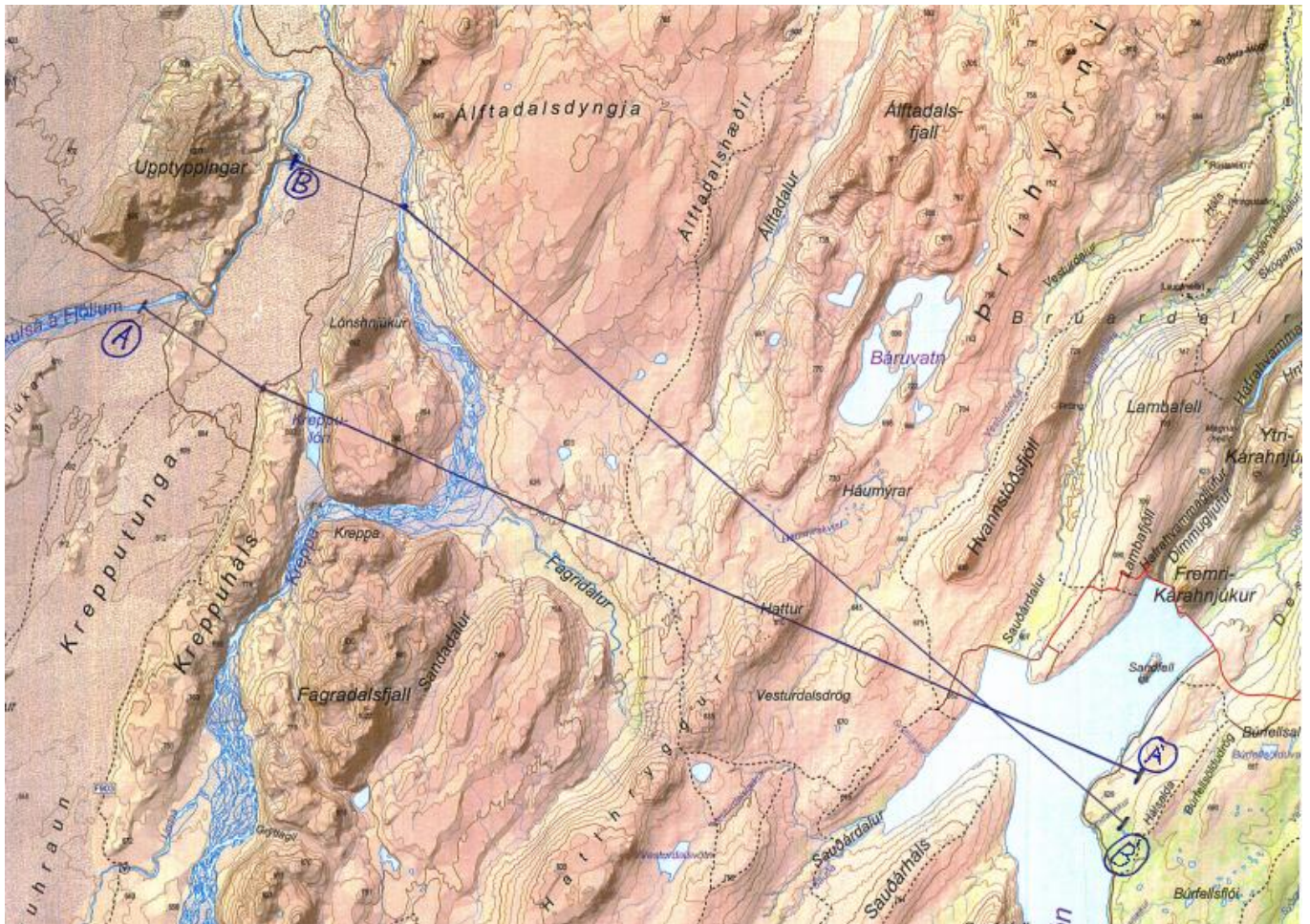
Fyrst er hér sett fram jarðfræðikort sem er í skýrslunni „VIRKJANIR NORÐAN VATNAJÖKULS - Upplýsingar til undirbúnings stefnumótun“ (Iðnaðarráðuneytið, 1994b). Inn á kortið er búið að teikna og merkja veituna úr Jökulsá á Fjöllum. Jafnframt er búið að teikna inn þá ramma sem sýna nánari myndir hér í framhaldinu.



Mynd: teiknað inn á mynd Orkustofnunar

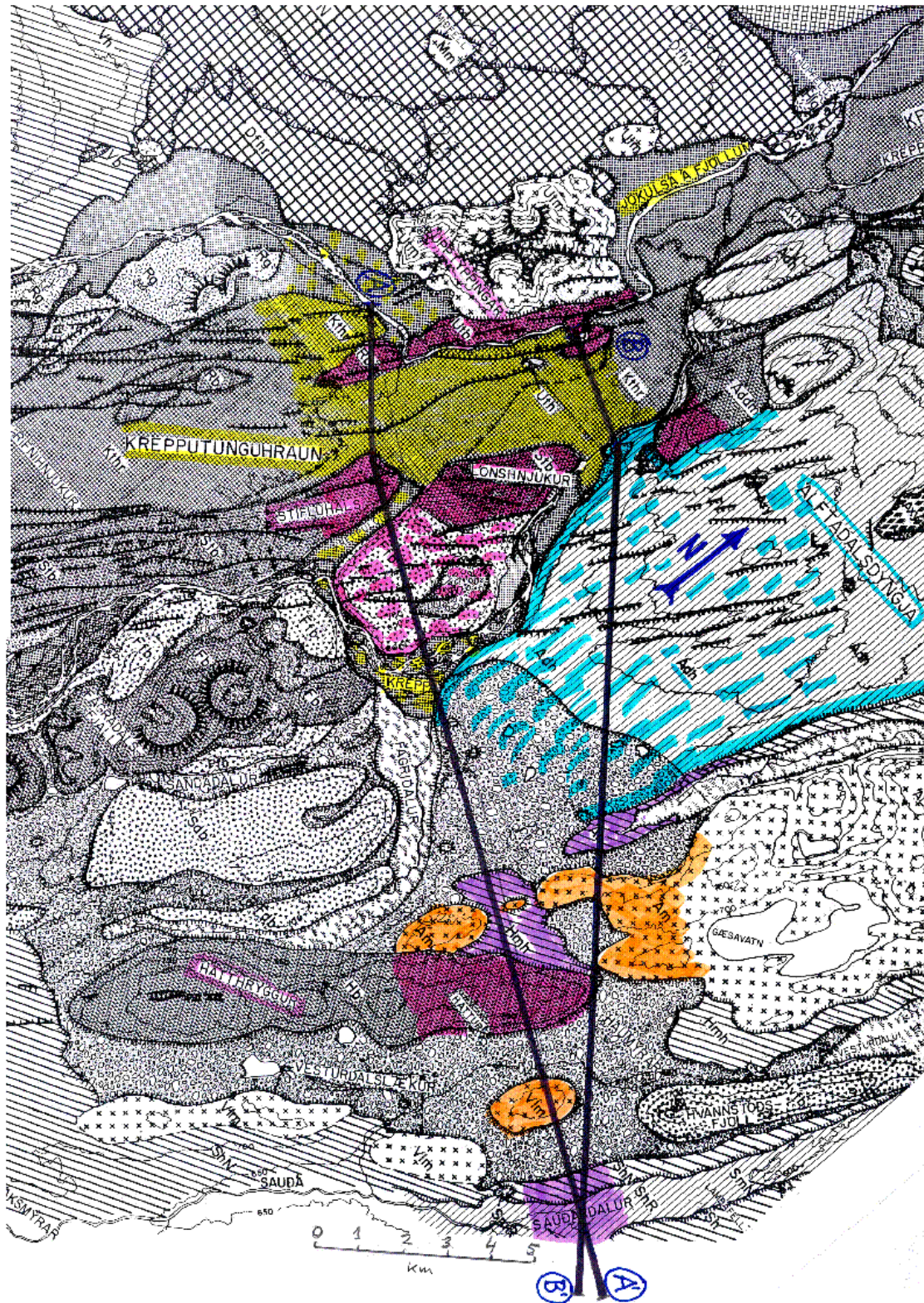
Mynd 27. Yfirlitsmynd um jarðfræði norðan Vatnajökuls, rammar sýna svæðin sem myndir 28 og 29 ná yfir.

Snið A-A' er frá Jökulsá hásuður af Upptýppingum; sniðið byrjar um 800m ofan við núverandi brú á Jökulsá. Sniðið er merkt inn á næstu mynd (landakort), í kjölfarið fylgir jarðfræðikort og mynd af jarðfræðilegum langskurði af leiðinni.



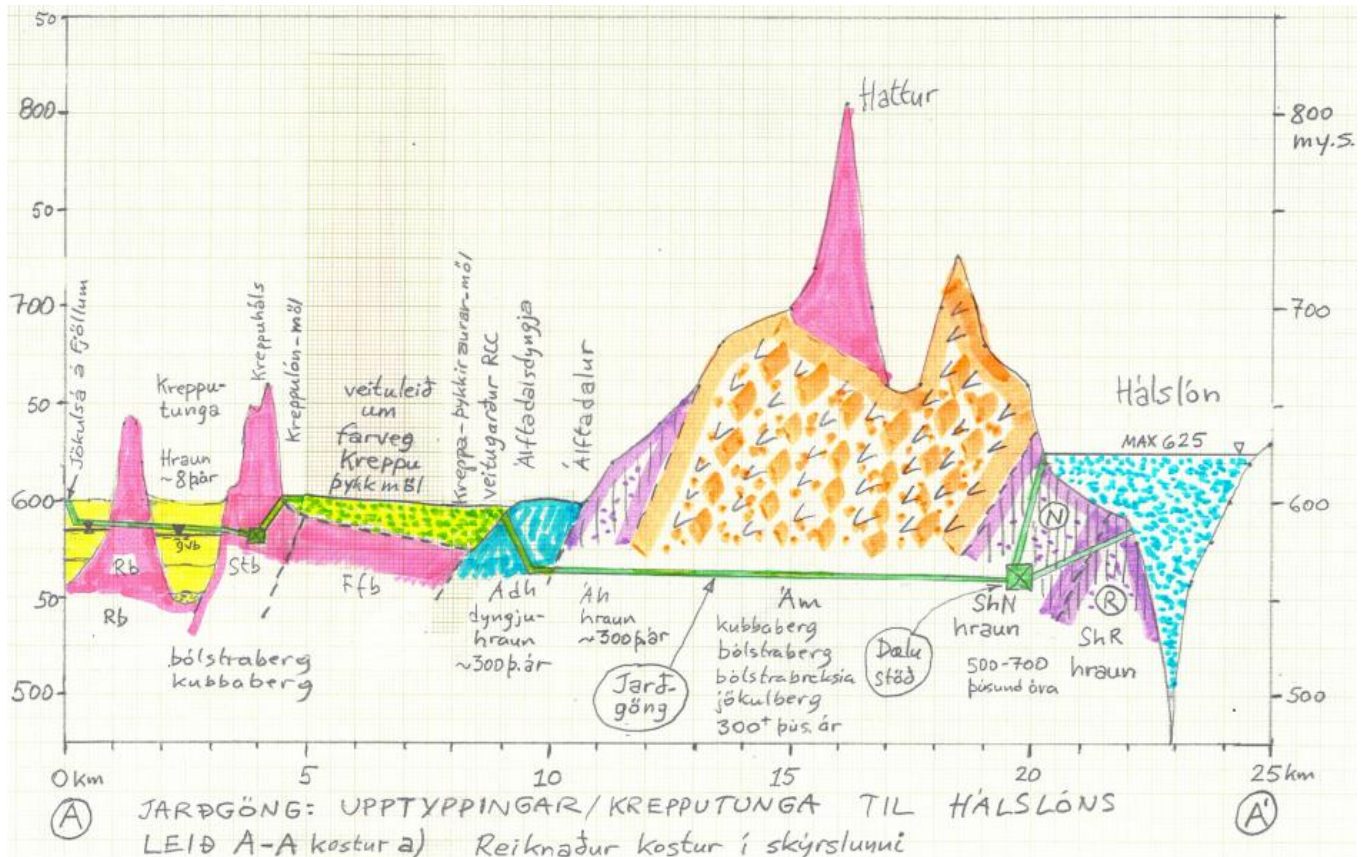
Mynd: Teikning BJ inn á kort frá Máli og Menningu

Mynd 28. Landakort með sniðunum sem eru skoðuð jarðfræðilega.



Mynd: Teikning BJ inn á kort úr skýrslu Guttorms Sigbjarnarsonar 1988

Mynd 29. Jarðfræðikort af veitusvæði (ath. norður er ekki beint upp úr myndinni, sjá norðurpílu).



Mynd: Teikning BJ

Mynd 30. Jarðfræðilegur langskurður af sniði A með lykku um farveg Kreppu

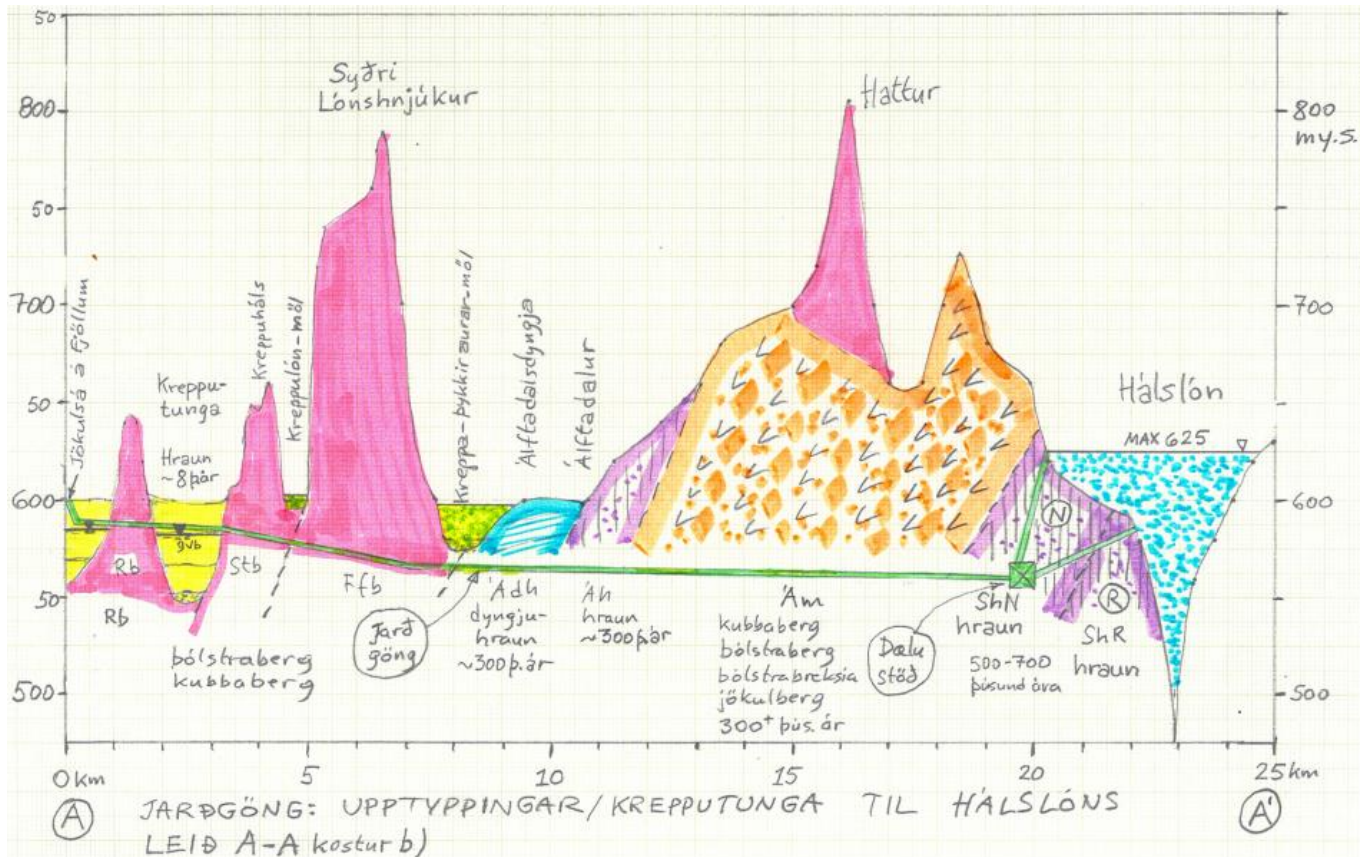
Fyrst er tæplega 1 km (stöð 0 til 0,9 km) jarðgöng í Krepputunguhrauni (Kthr) rétt ofan grunnvatnsborðs ef það er mögulegt. Þar næst er aftur tæplega 1 km (stöð 0,9-1,8 km) jarðgöng í gegnum bólstra- og kubbabergshrygg (Rifnahnjúksbólstrabergs, Rb). Þar næst aftur tæplega 1,5 km jarðgöng (stöð 1,8-3,3 km) í gegnum Krepputunguhraunið. Þar næst er bólstra- og kubbabergsháls (Stífluhálsbólstraberg, Stb) að nafni Stífluháls (eða Kreppuháls) og í honum yrðu 1,2 km jarðgöng (stöð 3,3-4,5 km), og neðanjarðardælustöð sem dælir vatninu upp í Kreppulón, þaðan sem það rynni suður í farveg Kreppu og svo til austurs, sunnan Syðri Lónshnúks að veitugarði úr RCC steypu (stöð 4,5-9,0 km). Á milli þessara stöðva (4,5-9,0) er á myndinni vikið frá sniðinu sem sýnt er á mynd 28 og 29 og þess í stað sýnt þversnið af árfarveginum, leið vatnsins. Frá 9,0 km yrðu samfelld jarðgöng allt að Háslóni, með neðanjarðar dælustöð í grennd við Háslón. Á þessari leið eru 1,2 km (stöð 9,0-10,2 km) í um 300 þús ára gömlu dyngjuhrauni (Áftadalsdyngja, Ádh), síðan um 1,3 km (stöð 10,2-11,5 km) í um 300 þús ára gamalli hraunasyrpu (Áftadalshraun, Áh). Síðan koma um 6,7 km (stöð 11,5-18,2 km) í rúmlega 300 þús ára gamalli, blandaðri móbergsmýndum (Áftadalsfjallsmóberg,

Ám), þ.e. blanda af kubbabergi, bólstrabergi, bólstrabreksíu og jökulbergi. Jarðgöngunum lýkur svo með um 4 km (stöð 18,2-22,2 km) kafla í 500-700 þús ára gamalli hraunasyrpu, (Sauðárhraun, rétt og öfugt segulmögnuð syrpa, ShN og ShR). Nálægt stöð 20 km yrði neðanjarðardælustöð í hraunasyrpunni í um 560 mys (metrum yfir sjávarmáli).

Kostnaður: Gera má ráð fyrir að kostnaður við jarðgangagerðina á bilinu frá stöð 9,0 km til 22,2 km (kallaðar jarðmyndanir E) verði svipaður á rúmmetra og í vestustu 5 km (næst Háslóni) í aðrennslisgöngum Kárahnjúkavirkjunar. Á bilinu stöð 0,9 til 1,8 km sem og stöð 3,3 til 4,5km (kallaðar jarðmyndanir F) eru jarðgangakaflar þar sem kostnaður gæti verið 40% hærri á rúmmetra en í kaflanum hér að ofan, jarðmyndunum E. Í Krepputunguhraunum eru samtals um 2,4 km kaflar í Nútímahrauni (kallaðar jarðmyndanir G), stöð 0 til 0,9 km og stöð 1,8 til 3,3 km, þar sem kostnaður á rúmmetra gæti verið tvöfalt hærri en í kafla E.

Á næstu mynd er þversnið af sniði A sýnt án þess að víkja frá því með lykkju eftir farvegi Kreppu. Þversniðsmyndin er því nákvæmlega af sniði A eins og það er sýnt á myndum 28 og 29. Á þversniðsmyndinni eru sýnd jarðgöng alla leið en hægt er að hugsa sér að veitan yrði gerð á þann hátt, sjá kafla 6.3. Þetta er kölluð útfærsla b. Þá væri farið með jarðgöng undir Stífluháls (Kreppuháls) og Syðri Lónshnúk, sem samanstendur af blandaðri móbergsmýndun (Fagrsdalsfjallsbólstrabergs eldra, Ffb).

Grunnvatnsstaða á svæðinu er ekki þekkt en líklegt er að göngin næðu niður í grunnvatnsborð sem þýddi að töluverður kostnaður færi í dælukerfi á meðan jarðgangagerðinni stæði. Það þýðir jafnframt að haga þyrfti legu ganganna þannig að alltaf hallaði frá gangastafninum.



Mynd 31. Jarðfræðilegur langskurður af sniði A.

3.3 Stækkun Lagarfossvirkjunar

Með auknu rennsli í gegnum Fljótsdalsstöð ykist vitaskuld rennslið um Lagarfljót. Lagarfossvirkjun er í Lagarfljóti. Hún hefur einhverja ónýttu getu sem hægt yrði að nýta með auknu rennsli. Þar yrði því einnig aukin orkuframleiðsla. Hugsanlega borgaði sig að stækka virkjunina enn frekar en hún var stækkuð um 130 GWh árið 2007 og með uppsett afl 26,7 MW.

3.4 Aflaukning með auka göngum úr Háslóni

Reifaður var sá orkukostur að gera veitu úr Jökulsá á Fjöllum og gera síðan önnur göng frá Háslóni. Hins vegar var ekki sett fram hvað það yki orkugetuna mikið að gera eingöngu önnur göng frá Háslóni en enga veitu. Svárið er að önnur göng frá Háslóni, 6m í þvermál, myndu auka orkugetuna um 195 GWh á viðmiðunartímabilinu. Hún færi úr 5.055 GWh upp í 5.250 GWh.

3.5 Mikilvægi fallhæðar til að nýta sem best það vatn sem tekið er

Aflið sem fæst úr virkjun er í hlutfalli við margfeldi rennslis og fallhæðar. Ef það er á annað borð tekið eitthvert vatn úr Jökulsá á Fjöllum, og rennsli í Dettifossi þar með minnkað, er lykilatriði að það vatn sé sett yfir eins mikla fallhæð og mögulegt er til að nýta það sem best. Rennsli sem er $100 \text{ m}^3/\text{s}$ og fellur um 44 m virka fallhæð (fallhæð að frádregnum falltöpum) gefur sömu orku og $10 \text{ m}^3/\text{s}$ rennsli sem fellum um 440 m virka fallhæð. Eða þá $8,1 \text{ m}^3/\text{s}$ rennsli sem fellur um 540 m virka fallhæð en það er virka fallhæðin alla jafna í þessum útfærslum. Í eina tíð voru uppi áform um að virkja Dettifoss. Dæmið um $100 \text{ m}^3/\text{s}$ rennslið og 44m fallhæðina á við Dettifoss. Virkjun Dettifoss hefði því gefið svipaða orku og að veita $8,1 \text{ m}^3/\text{s}$ úr Jökulsá á Fjöllum um fallhæðina í Fljótsdalsstöð.

3.6 Verður rekstri veitunnar breytt þannig að hún sé í gangi allt árið?

Nú kann einhver að halda því fram að nýting eingöngu yfir veturinn sé bara yfirvarp til að fegra framkvæmdina. Ef í hana yrði farið væri mjög líklegt að krafa kæmi fljótlega frá rekstraraðilum um að nýta rennslið allt árið frá Jökulsá á Fjöllum. Rekstraraðilar myndu alltaf þrýsta á að veita allt árið úr ánni í Háslón. Þeir myndu rökstyðja það með arðsemi og þjóðarheill. Þeir myndu segja að þannig fengist meiri orka sem hægt væri að selja og svo frv. Hætta sé á að á þessar kröfur yrði fallist og þar með Dettifoss gerður vatnsminni allt árið. Er hætta á þessu? Skoðum málið.

Miðað við eingöngu veitu þá minnkar orkugetan um 4 GWh á ári með veitu allt árið. Miðað við veitu og auka göng þá minnkar orkugetan um 11 GWh á ári með veitu allt árið. Miðað við veitu, göng og eina vél þá eykst orkugetan um 118 GWh á ári með veitu allt árið. Miðað við veitu, göng og tvær vélar þá eykst orkugetan um 159 GWh á ári með veitu allt árið. Það eykur með öðrum orðum orkugetuna lítið eða ekkert að veita allt árið. Aukningin er trauðla næg til að nokkur geti haldið því fram að hún sé þess virði að skerða rennsli Dettifoss um $50 \text{ m}^3/\text{s}$ yfir sumarið einnig (en í útfærslunum með auka vélum er miðað við $50 \text{ m}^3/\text{s}$ rennsli í gegnum veitu). Hver er skýringin á þetta lítilli breytingu þó auka vatn komi allt sumarið? Svarið felst í því að lítið gagn er í því að dæla í lónið á sumrin þegar mjög mikið rennsli er inn í það hvort sem er, þá tapast jafnvel meiri orka í dælingu en fæst til baka. Getan yfir veturinn ræðst af forðanum í lóninu að hausti og vetrarrennslinu og það breytist lítið þó veitt sé yfir sumarið.

Hins vegar ber að geta þess að ef sumarrafmagn yrði meira virði en það er nú, t.d. ef sæstrengur væri frá Íslandi til Evrópu, þá þarf ekki að eltast við að virkjun framleiði svipað mikið sumar og vetur. Þá mætti framleiða meira á sumrin en veturna. Veita úr Jökulsá á Fjöllum yfir allt sumarið gerði það mögulegt að framleiða mun meira yfir sumartímenn þó það hefði lítil áhrif á orkugetuna yfir veturinn.

3.7 Betri nýting á því vatni sem nú þegar rennur til Háslóns

Vatn sem tekið er úr Jökulsá á Fjöllum nýtist ekki bara vel ef það er sett yfir mikla fallhæð. Lítri sem tekinn er úr ánni að vetri gerir það að verkum að meira en lítri getur runnið í gegnum Fljótdalsstöð ef hann er nýttur með núverandi rennsli til stöðvarinnar. Þannig nýtist hann mun betur en ef rennsli úr Jökulsá á Fjöllum er sett í gegnum sér virkjun, en hugmyndir um nýtingu árinna hafa mestmegnis snúist um það hingað til. Ef lítið er á útfærsluna þar sem eingöngu er um veitu að ræða (5.746 GWh) þá er þar gert ráð fyrir að meðalrennslið yfir árið frá Jökulsá á Fjöllum sé 17,3 m³/s. Það leiðir af sér að hægt er að auka meðalrennslið um Fljótdalsstöð um 24,4 m³/s. Má því segja að í því tilfalli verði einn lítri úr Jökulsá á Fjöllum að 1,41 lítra í gegnum Fljótdalsstöð. Þetta hlutfall fyrir allar leiðirnar sem hér eru útlistaðar er á bilinu 1,34 til 1,47. Hvernig má þetta vera? Skýringin er sú að með auknu rennsli inn í lónið á veturna minnkar þörf fyrir miðlunarrými. En miðlunarrýmið er samt sem áður til staðar og ef það er nýtt til fullnustu nýtist sumarrennslið enn betur, minna rennur á yfirfallinu.

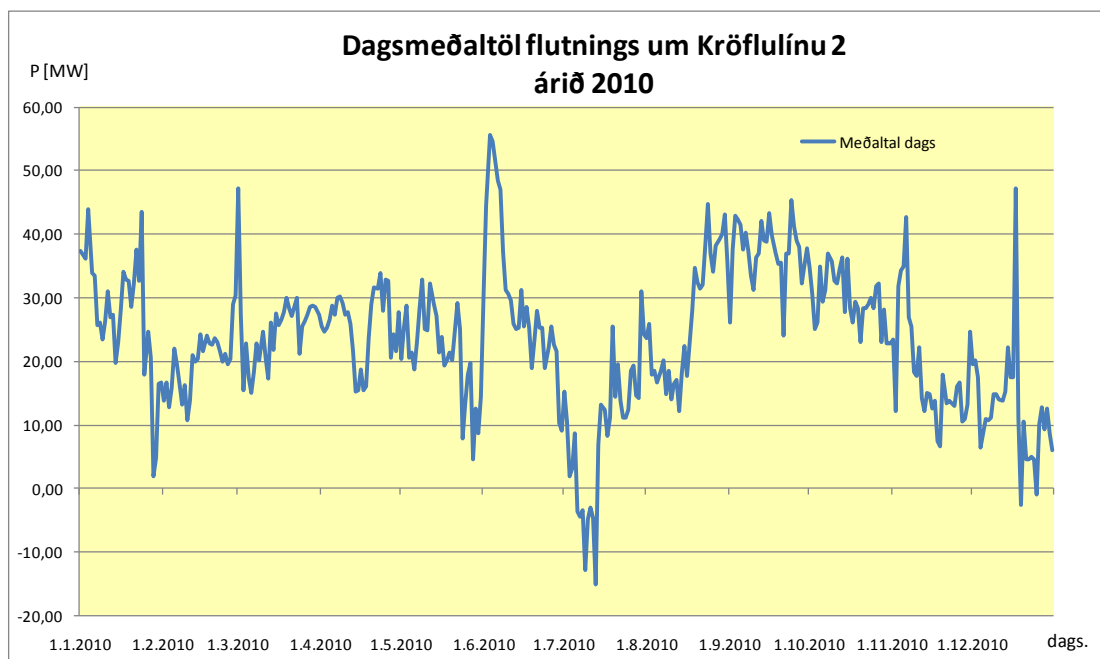
3.8 Jökulsá á Fjöllum, norðlensk eða austlensk á?

Það hefur verið vaxandi krafa að nýta orku til atvinnuuppbyggingar í heimabyggð. Það er að mörgu leyti eðlileg krafa og sanngjörn. En hver er heimabyggð orkunnar sem fengist með nýtingu Jökulsár á Fjöllum? Um helming leiðarinnar frá jökli niður til sjávar rennur áin á landshlutamörkum, hún skilur að Norðurland og Austurland þar sem Þingeyjarsýsla er á vesturbakkanum en Múlasýsla á austurbakkanum. Þetta breytist 16 km fyrir ofan brúna þar sem Hringvegurinn liggur yfir Jökulsá við Grímsstaði. Þar fyrir neðan er áin eingöngu í Þingeyjarsýslu. Því er ekki ósanngjarnt að segja að norðlenski hluti Jökulsár á Fjöllum sé stærri. Ekki er ólíklegt að Þingeyingar gerðu tilkall til orkunnar sem Jökulsá á Fjöllum skapaði, ekki síst vegna þess að nýting árinna hefði áhrif á Dettifoss sem óumdeilanlega er í Þingeyjarsýslu. Ef orkuna úr Jökulsá á Fjöllum ætti að nota í

heimabyggð má því segja að sú nýting ætti fyrst og fremst að vera í Þingeyjarsýslu en í öðru lagi á Austurlandi.

3.9 Hvert er hægt að flytja orkuna?

Hvert væri hægt að flytja aukalega raforku sem kæmi út á netið við Fljótsdalsstöð? Í fyrsta lagi væri auðvelt að flytja hana til Reyðarfjarðar um 220 kV línurnar sem nú liggja þangað. Einnig væri hægt að flytja töluverða orku með núverandi Byggðalínu til Kröflu. Samkvæmt upplýsingum frá Landsneti rennur nú rafmagn til austurs um Kröflulínu 2 (sá kafli Byggðalínunnar sem liggur milli Kröflu og Fljótsdalsstöðvar). Á næstu mynd má sjá dagsmeðaltöl á þessu rennsli árið 2010.



Mynd: Landsnet

Mynd 32. Rafmagnsflutningur (dagsmeðaltöl) um Byggðalínu milli Kröflu og Fljótsdalsstöðvar (Kröflulínu 2) árið 2010

Að meðaltali yfir árið 2010 runnu 24 MW til austurs. Ef 24 MW kæmu inn á Kröflulínu 2 við Fljótsdalsstöð og væru tekin út við Kröflu færi meðalrennslið um línuna því niður í núll. Við það spöruðust flutningstöp. Ef um væri að ræða 50 MW yrði rennslið um línuna svipað nema í gagnstæða átt. Flutningstöp yrðu þá svipuð og nú. Flutningsgeta línunnar er þó mun meiri enda var orkuflutningur um hana meiri áður fyrr. Árið 2008 runnu um línuna að meðaltali 39 MW til austurs. Dínámísk mörk eru um 60 MW (tækniorð frá Landsneti, tengist sveiflum í raforkukerfinu) og 100 MW eru í lagi ef

raforkukerfið er stöðugt. Það er því mögulegt að setja 80-120 MW inn við Fljótsdalsstöð og taka út við Kröflu með núverandi Kröflulínu 2 miðað við notkun línunnar 2010.

3.10 Möguleikar á annarri notkun veitunnar

Það eru möguleikar á að nota veituna til að gera fleira en einungis koma vatni yfir í Háslón. Hér verða þrír möguleikar nefndir.

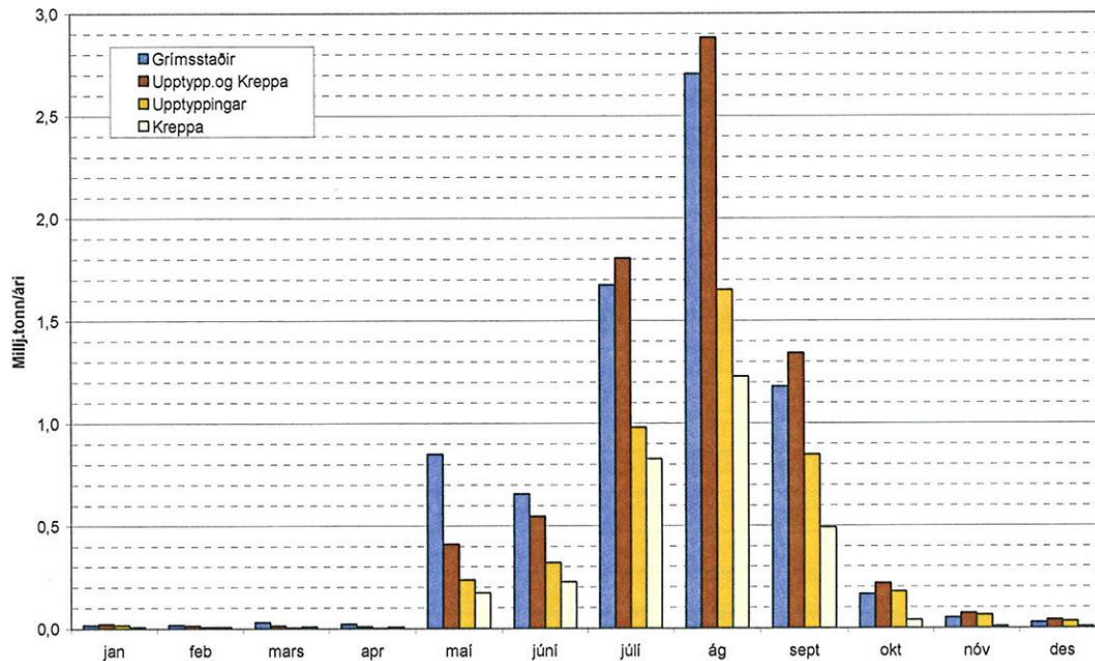
Göngin milli Kreppu og Háslóns væri hægt að nota sem yfirfall úr Háslóni. Í stað þess að allt umframvatn færi um yfirfallið í Dimmugljúfur væri hægt að leyfa því að renna að hluta til í Kreppu ef það þjónaði einhverjum tilgangi. Það gæti verið heppilegt til að vernda laxveiði í Jökulsá á Dal síðari hluta sumars. Einnig má segja að heildarrennsli Jökulsár á Fjöllum í Öxarfjörð minnkaði þá minna en ella. Það væri minna á veturna en meira á haustin. Það þýddi hins vegar meira rennsli í Dettifossi á haustin, er það jákvætt eða neikvætt?

Hægt væri að virkja rennslið úr Kreppu yfir í Háslón þegar vatnsborð Háslóns færi neðarlega síðari hluta vetrar. Þá verður fallhæð úr Kreppu niður í Lónið. Fyrir neðan einhver mörk, sem ráðast m.a. af þvermáli ganganna, yfirvinnur þessi fallhæð falltöp og það veður virk fallhæð frá Kreppu til Háslóns. Dælustöðin þyrfti þá að geta framleitt rafmagn auk þess að dæla. Mörg ár er þetta ekki mögulegt þar sem vatnsborðið fer sjaldan verulega neðarlega. Ólíklegt er því að það svari kostnaði að hafa þennan möguleika í dælustöðinni.

Sama gildir um göngin milli Jökulsár á Fjöllum og Kreppulóns. Þar er fallhæð til vesturs þó lítil sé (virk fallhæð örfáir metrar). Það væri með öðrum orðum hægt að virkja rennsli frá Kreppu til Jökulsár á meðan veitan væri ekki í notkun. Það hefur engin áhrif á rennsli Jökulsár til sjávar. Orkugetan þarna er ákaflega lítil og eingöngu yfir sumartímam þegar auðveldast er að framleiða rafmagn almennt á Íslandi. Svarar því líklega ekki kostnaði.

3.11 Aurburður í Jökulsá

Lítill sem enginn aurburður er í Jökulsá á Fjöllum á þeim tíma sem veitan yrði notuð. Á næstu mynd má sjá aurburð í ánni sem og Kreppu milli mánaða samkvæmt áætlun VST (VST – Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen, 2005).



Mynd: VST

Mynd 33. Áætlun VST á aurburði í Jökulsá á Fjöllum og þverá hennar Kreppu.

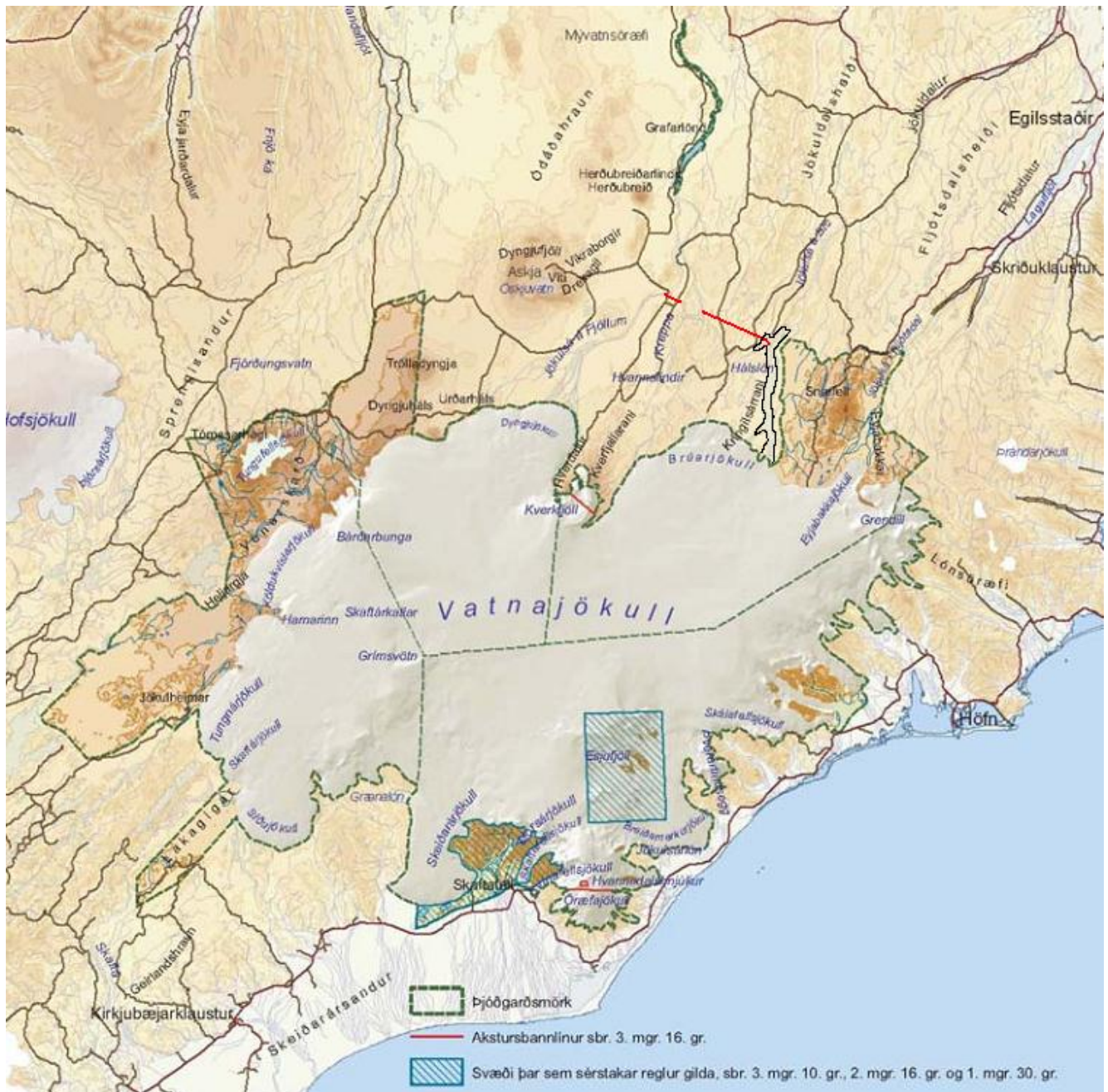
Þetta þýðir að það sem færi um veituna yrði meira og minna tært vatn. Aurburður til sjávar í Öxarfirði yrði að lang mestu leyti sá sami hvort sem veitan væri starfrækt eða ekki. Þetta er einn af kostum þess að veita eingöngu á veturna.

Hér þarf einnig að gera sér grein fyrir að ekki yrði byrjað að dæla á haustin fyrr en vatnsborð Háslóns væri farið að lækka örllítið. Í þessari rannsókn hefur verið miðað við að ekki yrði dælt ef vatnsborð Háslóns væri fyrir ofan 624,5 mys. Það sýtnar ekki í Háslóni fyrr en það er orðið svo kalt í veðri að bráðnun á jöklum hættir. Þá fyrst yrði dæling hafin og þá, eðli málsins samkvæmt, væri vatnið í Jökulsá á Fjöllum orðið því sem næst tært. Sama má segja um lok dælingar að vori. Það er mál að hætta dælingunni um leið og rennslið eykst og aurburður byrjar ef það gerist fyrir 15. maí.

3.12 Vatnajökulspjóðgarður

Þann 7. júní 2008 var gefin út reglugerð Nr. 608 um Vatnajökulspjóðgarð. Á næstu mynd má sjá mörk þjóðgarðsins eins og þau voru í reglugerðinni og inn á myndina er teiknuð veitan og Háslón. Með reglugerð 755/2009 var fyrri reglugerð breytt og mörk þjóðgarðsins víkkuð til norðurs fyrir vestan Jökulsá á Fjöllum þannig að Askja er nú innan þjóðgarðsins. Mörk þjóðgarðsins liggja nú um Jökulsá á Fjöllum alveg niður fyrir

Upptýpinga. Því miður er kortið í nýrri reglugerðinni í lélegri upplausn og því er kortið úr eldri reglugerðinni notað sem grunnur myndarinnar.



Mynd: Úr reglugerð Umhverfissráðuneytis

Mynd 34. Mörk Vatnajökulsþjóðgarðs og veita úr Jökulsá á Fjöllum.

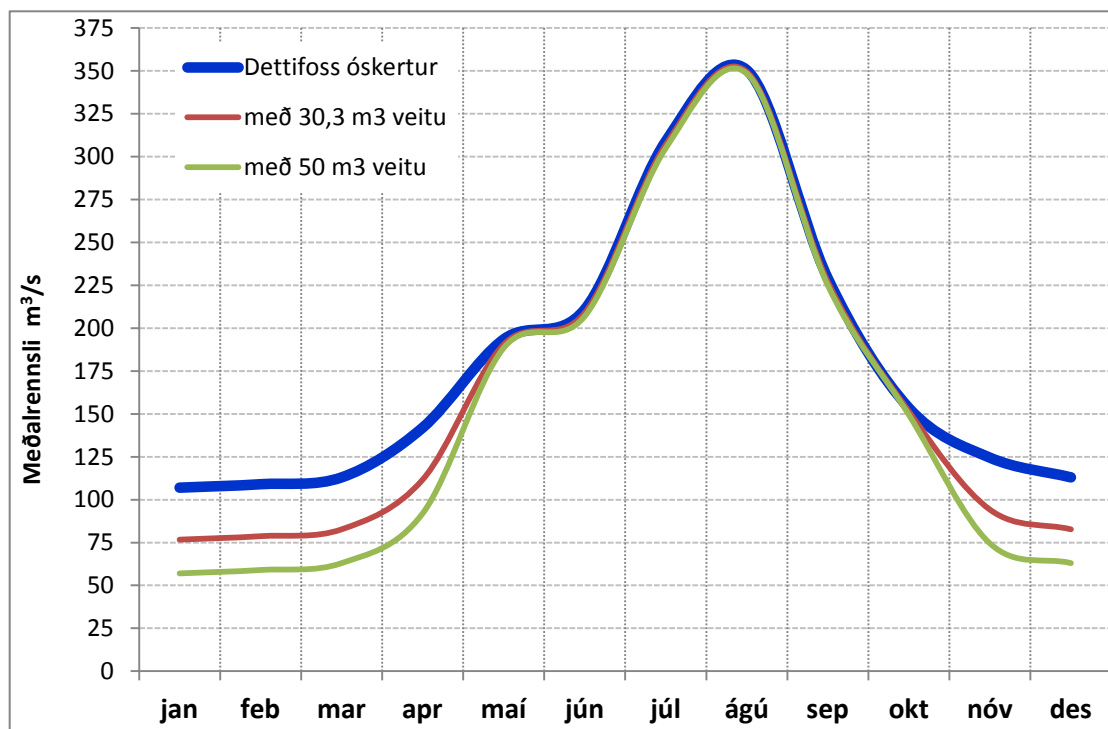
Veitan er teiknuð með rauðu og má ekki rugla henni við akstursbannslínur. Eins og sjá má á myndinni er veitan ekki innan þjóðgarðsins. Nýrri reglugerðin breytir því ekki.

4 UMHVERFISÁHRIF OG AFTURKRÆFNI

Í þessum kafla er fjallað um helstu umhverfisáhrif af veitunni sem og hversu afturkræf áhrif af henni eru.

4.1 Áhrif á rennsli Dettifoss

Ef nefnt er að nýta Jökulsá á Fjöllum til raforkuframleiðslu er fyrsta spurning ávallt sú hver áhrifin yrðu á Dettifoss. Í þeirri tilhögun sem hér er til umfjöllunar eru þau í stuttu máli engin yfir sumarið frá júní til og með september, lítil í maí og október en nokkur yfir vetrarmánuðina þar fyrir utan. Á næstu mynd má sjá áætlað rennsli um Dettifoss. Myndin sýnir rennsli sem er mitt á milli rennslis í mælum V20 og V102 (yfir árabilið 1939-1991 í mæli V20 en yfir árabilið 1971-1986 auk 1998-2005 í mæli V102). Mælir V20 er niðri við Ásbyrgi en mælir V102 er á móts við Grímsstaði en Dettifoss er einmitt þar nánast mitt á milli.



Reikningar JPH með rennslisgögnum Orkustofnunar

Mynd 35. Rennsli í Dettifossi með og án veitu.

Ef gert er ráð fyrir að sú hlýnun í veðurfari sem verið hefur fyrstu ár aldarinnar sé varanleg næstu áratugi þá er rennslið á myndinni líklega vanmat. Ef um vanmat er að ræða ættu allir ferlarnir að hækka eilítið.

Hingað til hefur Dettifoss verið lítt aðgengilegur á veturna. Íslendingar eru því lítið kunnugir vetrarútliti hans. Það á eftir að koma í ljós hversu mikið aðdráttarafl hans verður á veturna en Dettifoss er allt annað fyrirbæri á veturna en á sumrin. Má í því sambandi benda á margfalt meira rennsli á sumrin en veturna, tært vatn á veturna og jökulvatn á sumrin. Mesta breytingin er þó líklega ís, klakabrynjur, grýlukerti og fleiri ísfyrirbæri á veturna. Á næstu mynd má sjá mynd af Dettifossi að vetrarlagi.



Mynd: Bragi Benediktsson á Grímsstöðum

Mynd 36. Dettifoss að vetrarlagi.

Það er ekki augljóst hvernig ísveröldin Dettifoss að vetri verður öðruvísi ef rennslið minnkar eins og sýnt er á mynd 35. Líkur eru á því að ísinn og allar hans myndir verði svipaður en minna vatn muni sjást falla fram af brúninni. Hvort minna rennsli gæti gert það að verkum að fossinn færi í meiri klakabönd er ekki auðvelt að fullyrða.

4.2 Meira vatn til Lagarfljóts og Héraðsflóa

Með veitu og auknu vatni í gegnum Fljótisdalsstöð ykist vitaskuld rennslið í Lagarfljóti. Hæð Lagarins er stjórnað og því ætti vatnsborð hans ekki að þurfa að verða hærra en

það er nú. Í versta falli er alltaf sá möguleiki að auðvelda rennsli að lokuvirkjum við Lagarfoss.

Með veitunni ykist rennsli um Lagarfljót en rennsli Jökulsár á Dal myndi minnka. Aukningin í Lagarfljóti er þó meiri en minnkunin í Jökulsá á Dal. Rennslið til Héraðsflóa ykist um 17 til 30 m³/s eða jafn mikið og ársmeðaltal á rennslinu um veituna frá Jökulsá á Fjöllum. Rennsli til Öxarfjarðar minnkaði um sömu stærð. Þessu væri hægt að breyta með því að nota veituna sem yfirfall úr Háslóni eins og áður hefur verið nefnt, sjá kafla 3.10.

4.3 Tærara vatn til Lagarfljóts

Um veituna frá Jökulsá á Fjöllum kæmi alla jafna tært vatn inn í Háslón eða því sem næst. Það gerði það að verkum að vatnið sem rynni í gegnum Fljótsdalsstöð yrði að meðaltali eitthvað tærara en ella. Í hverjum lítra yrði minni aur. Ef leið 4 væri farin þá yrði meðalrennsli til virkjunarinnar 159,7 m³/s og þar af 29,2 m³/s tært vatn frá Jökulsá á Fjöllum eða 18,3%. Í hverjum lítra væri því 81,7% þess aurs sem er í hverjum lítra af núverandi vatni sem fer í gegnum virkjunina. Ljósgeisli kæmist um 21% lengra í vatninu sem hefði 18,3% minni aur áður en hann rækist á eins margar gruggagnir og í núverandi vatni. Auk áhrifa á ljóstillifun í vatninu hefði það áhrif á lit þess. Lögurinn lýstist eitthvað örlítið á ný með veitu úr Jökulsá á Fjöllum en vatnið í honum dökknaði töluvert þegar Kárahnjúkavirkjun tók til starfa.

4.4 Afturkræfni

Eitt stærsta atriðið varðandi þessa tilhögun í nýtingu Jökulsár á Fjöllum er að framkvæmdin er nánast algjörlega afturkræf. Framkvæmdin þarf að borga sig upp, en eftir þann tíma væri hægt að taka ákvörðun um að hætta að nota hana og lítil sjáanleg spjöll hefðu verið unnin, stærsti hluti framkvæmdarinnar eru jarðgöng og þar af leiðandi neðanjarðar. Næsta kynslóð gæti einfaldlega ákveðið að hætta að nota veituna. Næsta kynslóð þar á eftir gæti ákveðið að fara að nota hana á ný. Enginn getur séð hvaða viðhorf verða uppi um veitu sem þessa áratugum og öldum eftir að hún yrði gerð.

Ef sú ákvörðun yrði tekin að hætta að nota veituna einhverjum áratugum eftir að hún væri fyrst notuð yrði það mjög auðvelt. Hægt væri að hylja inntaksþró og fleiri sýnileg mannvirki ofanjarðar. RCC-garðarnir mættu annað hvort standa áfram og molna smám

saman niður eða þeir yrði brotnir niður og fjarlægðir. Þó þeir stæðu áfram hefðu þeir lítil sjónræn áhrif, fyrir innan þá hefði fyrir löngu myndast sandeyrar sem væru svipaðar útlits og annarsstaðar í ánni. Vatnið rynni um þessar sandeyrar og síðan yfir brúnina á garðinum.

5 MAT Á KOSTNAÐI

Gert var frummat á kostnaði við alla orkukostina, leiðir 1 til 4. Kostnaður er miðaður við verðlag í janúar 2008, en ráðgert var að miða kostnað við það verðlag í Rammaáætlun 2. Það breyttist hins vegar og er stofnkostnaður í Rammaáætlun 2 á verðlagi janúar 2009. Kostnaðarmat byggir að mestu á kostnaðartölum frá LV og VST (nú Verkís eftir sameiningu nokkurra verkfræðistofa).

Helstu forsendur kostnaðar eru að kostnaður við jarðgangagerð með vél sé 5.500 kr/m³ milli Háslóns og Fljótsdalsstöðvar. Einn erfiðasti kaflinn var þó næst Háslóni og er gert ráð fyrir að þar hafi kostnaður á rúmmetra verið töluvert hærri. Milli Kreppu og Háslóns, þar sem gert er ráð fyrir að jarðfræðiaðstæður séu svipaðar og rétt austur af Háslóni (sjá kafla 3.2) er því gert ráð fyrir að kostnaður á rúmmetra sé 100% hærri eða 11.000 kr/m³. Bæði vegna verri jarðfræðiaðstæðna sem og vegna þess að þá þurfi að bora og sprengja í stað þess að nota vél. Milli Jökulsár á Fjöllum og Kreppulóns er gert ráð fyrir 40% meiri kostnaði í jarðmyndunum F en milli Kreppu og Háslóns eða 15.400 kr/m³. Í jarðmyndunum G er gert ráð fyrir tvöfalt meiri kostnaði eða 22.000 kr/m³ (sjá kafla 3.2). Gert er ráð fyrir að þessi göng verði 6m í þvermál en göngin milli Kreppu og Háslóns verði 6,8m í þvermál. Þrátt fyrir að veitugöng gætu verið grennri ef einungis væri farin leið 1 þá er ekkert vit í því að gera göngin þannig. Það gæti orðið hindrun í að breyta veitunni í samræmi við leiðir 2 til 4 sem allt eru mjög umhverfisvænir áfangar.

Einnig er miðað við kostnaðarmat á dælustöð í Norðlingaölduveitu til að meta kostnað við dælustöðvar. Gert er ráð fyrir 119 Mkr/MW stofnkostnaði miðað við hámarksafl sem þarf til dælingar (m.v. afl út af spennu, nýtni dæla 80%). Jarðgöng og dælustöðvar eru 2/3 til ¾ af kostnaði við orkukostina þannig að forsendur þar skipta meginmáli við kostnaðarmatið.

Í öllum tilfellum er gert ráð fyrir ófyrirséðum kostnaði 20%, hönnun, eftirliti og umsjón 15% og vaxtakostnaði á framkvæmdatíma rúmlega 7%. Samtals um 48% ofan á verkkostnað. Auk þess er gert ráð fyrir 200-250 Mkr kostnaði vegna vatnsréttinda og mats á umhverfisáhrifum.

5.1 Veita úr Jökulsá á Fjöllum í Háslón, leið 1

Kostnaðarliðir:

- RCC-garður í Jökulsá á Fjöllum
- Hlið (loka) á RCC-garði
- Rás inn í inntakspró og botnrás í Jökulsá á Fjöllum
- Loka inn í inntakspró í Jökulsá á Fjöllum
- Inntakspró í Jökulsá á Fjöllum
- Rist fyrir framan inntak úr pró
- Jarðgöng í Kreppulón 6 m í þvermál, 3.200 m löng.
- Dælustöð í Kreppulón 4,5 MW
- Rafstrengur í dælustöðvar
- Lokun Kreppulóns
- RCC-garður í Kreppu
- Hlið (loka) á RCC-garði
- Loka inn í inntakspró Kreppu
- Inntakspró Kreppa
- Rist fyrir framan inntak úr pró
- Jarðgöng í Háslón 6,8 m í þvermál, 13.600 m löng
- Dælustöð í Háslón 12,0 MW
- Vegagerð

Frummat á kostnaði 17.000 Mkr. Orkugeta 691 GWh sem gerir 25 kr/kWh í stofnkostnaði.

5.2 Veita úr Jökulsá á Fjöllum og auka göng frá Háslóni, leið 2

Kostnaðarliðir:

- Sama og í 5.1 nema stærri dælustöðvar
- Jarðgöng frá Háslóni til Fljótsdalsstöðvar 6 m í þvermál 39.500 m að lengd
- Rist og loka við inntak í Háslóni
- Loftúttök
- Stálhurðir í aðgöngum og vatnstæmingarbúnaður

- Sveifflugöng
- Loki fyrir ofan fallgöng og kostnaður við að komast að núverandi fallröri

Frummat á kostnaði 30.600 Mkr. Orkugeta 1.288 GWh sem gerir 24 kr/kWh í stofnkostnaði. Mismunakostnaður við að bæta öðrum aðrennslisgöngum við er svipaður eða um 23 kr/kWh.

5.3 Veita, önnur aðrennslisgöng, þriðju fallgöng og ein auka vélasamstæða, leið 3

Kostnaðarliðir:

- Sama og í 5.2 nema enn stærri dælustöðvar og aðeins stærri inntaksþrær
- Borun þriðju fallganga, stækkun stöðvarhúss, og fl
- Túrbína og rafali, sömu gerðar og nú í Fljótsdalsstöð
- Spennir
- Rafstrengir frá spennu
- Fallrör í fallgöng 2,2 m í þvermál
- Loki fyrir ofan þriðja fallrör

Frummat á kostnaði 37.600 Mkr. Orkugeta 1.716 GWh sem gerir 22 kr/kWh í stofnkostnaði. Mismunakostnaður við að bæta við þriðju fallgöngum og 7. vélasamstæðu er frekar lágur eða líklega um 16 kr/kWh.

5.4 Veita, önnur aðrennslisgöng, þriðju fallgöng og tvær auka vélasamstæður, leið 4

Kostnaðarliðir:

- Sama og í 5.2 nema enn stærri dælustöðvar og aðeins stærri inntaksþrær.
- Stækkun stöðvarhúss, borun þriðju fallganga og fl
- Tvær túrbínur og rafalar, sömu gerðar og nú í Fljótsdalsstöð
- Tveir spennar
- Rafstrengir frá spennu
- Fallrör í fallgöng 2,9 m í þvermál
- Loki fyrir ofan þriðju fallgöng

Frummat á kostnaði 42.500 Mkr. Orkugeta 1.818 GWh sem gerir 23 kr/kWh í stofnkostnaði. Mismunakostnaður við að bæta við áttundu vélasamstæðu er nokkuð hár eða líklega um 48 kr/kWh.

5.5 Samantekt leiða með veitu úr Jökulsá á Fjöllum

Í eftirfarandi töflu er yfirlit yfir orkugetu og kostnað fyrir þær fjórar leiðir sem hér hafa hafa verið settar fram en byggja á veitu úr Jökulsá á Fjöllum. Eins og áður var sagt er miðað við verðlag í janúar 2008.

Tafla 6. Samantekt á orkugetu og kostnaði leiða 1 til 4.

Leið	Tilhögunar- kostur	Veitu- magn úr Jökulsá að vetri m ³ /s	Orka GWh	Kostn- aður (Mkr)	Kostn- aður á orku- einingu kr/kWh	Mis- muna- orka GWh	Mis- muna- kostn- aður (Mkr)	Mismuna- kostnaður á orku- einingu kr/kWh
1	Eingöngu veita í Háslón úr Jökulsá á F.	30,3	691	17.000	25			
2	Veita og önnur göng úr Háslóni	45,3	1.288	30.600	24	597	13.600	23
3	Veita, önnur göng og ein vél í viðbót	50	1.716	37.600	22	428	7.000	16
4	Veita, önnur göng og tvær vélar í viðbót	50	1.818	42.500	23	102	4.900	48

Þetta eru grófar tölur en til samanburðar má geta þess að skv. „Skýrslu iðnaðarráðherra um kostnað við Kárahnjúkavirkjun, samkvæmt beiðni,, (Alþingi, 2008) var heildarkostnaður við Kárahnjúkavirkjun 133.300 Mkr á verðlagi í september 2007. Ef þessi kostnaður er uppfærður í samræmi við byggingarvísitölu til janúar 2008 þá er hann 134.300 Mkr. Það gerir kostnað á orkueiningu 26,6 kr/kWh þegar miðað er við orkugetuna 5.055 GWh.

Ef bera á stofnkostnaðinn í þessari skýrslu saman við virkjunarkosti í Rammaáætlun 2 þarf að taka tillit til þess að í þessari skýrslu er allur stofnkostnaður á verðlagi í janúar

2008 en stofnkostnaður í Rammaáætlun 2 er á verðlagi í janúar 2009. Almennt verðlag, vísitala neysluverðs, hækkaði um 19% á þessum 12 mánuðum en byggingarvísitala hækkaði um 30%. Ef miðað er við 30% hækkun á virkjunarkostnaði á þessum 12 mánuðum þá er stofnkostnaður (kr/kWh) leiða 1 til 4 eftirfarandi: 32, 31, 28 og 30. Í Rammaáætlun 2 eru virkjunarkostir jafnframt flokkaðir í sex hagkvæmniflokka þar sem stofnkostnaður í fyrsta flokki er undir 27 kr/kWh en stofnkostnaður í öðrum flokki er 27-33 kr/kWh (Verkefnisstjórn um gerð rammaáætlunar um vernd og nýtingu náttúrusvæða með áherslu á vatnsafl og jarðhitasvæði, 2011). Því er líklegt að nýting Jökulsár á Fjöllum með veitu í Háslón sé í hagkvæmniflokki 2 en aftur skal tekið fram að kostnaðartölur hér eru grófar.

6 FLEIRI LEIÐIR TIL AÐ NÝTA JÖKUSÁ Á FJÖLLUM

Í köflunum hér að framan er lýst einum möguleika á nýtingu Jökulsár á Fjöllum. Það er sá möguleiki sem rannsóknin sýndi að væri hvað raunhæfastur. Þessi útfærsla á nýtingu Jökulsár á Fjöllum er kölluð Kreppulónsleið. Frekari rannsóknir gætu þó leitt til þeirrar niðurstöðu að aðrir kostir væru betri. Í þessari rannsókn enduðu höfundar með tvo kosti sem þóttu raunhæfastir og voru þeir báðir skoðaðir á hliðstæðan hátt. Höfundar völdu síðan á milli þeirra tveggja til að setja fram sem aðalkostinn í allri umföllum og varð Kreppulónsleiðin niðurstaðan. Hinum kostinum, sem byggir á veitu fyrir neðan Lónshnúk, er lýst í kafla 6.2. Það eru hins vegar margir aðrir möguleikar til en þessir tveir. Höfundar skoðuðu flesta þá möguleika sem þeim datt í hug. Í þessum kafla er farið í gegnum þessa möguleika en ekki á eins ýtarlegan hátt og í tilfelli kostanna tveggja sem áður er getið.

Fyrst er lýst annarri útfærslu á Kreppulónsleiðinni, síðan er lýst veitu fyrir neðan Lónshnúk og þar á eftir öðrum hugsanlegum kostum.

6.1 *Kreppulónsleið með inntaki við ættartöflu*

Um tvo staði er fyrst og fremst að ræða varðandi inntak úr Jökulsá á Fjöllum í Kreppulónsleið. Í þessari skýrslu hefur verið miðað við að inntakið væri „fyrir ofan brú“. Það er þó líka möguleiki að hafa inntakið „við ættartöflu“. Þessir staðir báðir sjást á mynd 5 þar sem inntakið við ættartöflu er hægra megin niðri. Þessi staður er við hliðina á ættartöflu Völsunga sem máluð var á bergvegginn fyrir einhverjum áratugum síðan og olli sá gjörningur nokkru fjaðrafoki. Ef inntakið yrði við ættartöflu yrði gerður lágur RCC-garður neðan við ættartöfluna til að lyfta vatnsboðinu og koma ró á vatnið áður en því væri veitt inn í inntaksþró sunnan við ættartöfluna. RCC-garðurinn yrði úr RCC-hnoðsteypu og á að vera hæfilega hlykkjóttur, vatnið á að renna yfir hann á svipaðan hátt og vatn fellur yfir hraunbrún. Á garðinum þyrfti að vera einhverskonar hlið eða loka sem hægt væri að opna. Þegar hliðið (eða lokan) væri opið færi hluti rennslisins þar um en miðað er við að hluti rennslisins færi alltaf yfir garðinn. Sjá riss af garði á næstu mynd.



Mynd: Teikning JPH inn á mynd frá JPH

Mynd 37. RCC-garður neðan ættartöflu rissaður inn á mynd. Ættartaflan sést á hamravegnum hægra megin á myndinni.

Á sumrin þegar engu væri veitt úr Jökulsá rynni vatnið yfir hinn bugðotta garð sem og í gegnum hliðið (lokuna). Það tryggði að botnskrið kæmist að einhverju leyti í gegnum garðinn í stað þess að fyrir innan hann fylltist allt af aur, sandi og möl. Á veturna yrði hliðið lokað þannig að allt það vatn sem ekki færi í veituna rynni yfir garðinn. Þrátt fyrir þetta fyrirkomulag gæti aursöfnun orðið vandamál á þessum stað, hann hefur víska galla hvað það varðar. Felst það í því að sandur og möl sest til efst í því litla lóni sem myndast fyrir ofan RCC-garðinn og þó hliðið tryggi að þetta efni skolist út á sumrin neðst við garðinn er alls ekki víst að það sé nægjanlegt til að koma í veg fyrir að sandeyrar myndist fyrir framan inntakið í inntakspróna og komi þannig í veg fyrir að vatnið renni þangað inn. Ef það gerðist gæti þurft að nota vinnuvélar til að beina straumnum að inntakinu. Á næstu mynd má sjá riss af mögulegri vatnsstöðu fyrir innan RCC-garðinn. Heppilegasta stærðin á litla inntakslóninu gæti þó verið önnur, meiri eða minni, þ.e. RCC-garðurinn hærri eða lægri.



Mynd: Teikning JPH inn á loftmynd frá Loftmyndum ehf af vef Fasteignaskrár

Mynd 38. Yfirlitsmynd yfir inntakslón og inntaksþró við ættartöflu. Brotalínan á myndinni er 100m.

Það gæti borgað sig að hafa sneiðing ofan í inntaksþróna þannig að hægt væri að keyra vélar niður í hana þegar hún væri tóm. Á sumrin þegar veitan væri ekki í notkun væri hægt að tæma þróna af vatni og losa úr henni laus efni sem óhjákvæmilega myndu berast þar inn. Líklegast er að það yrði gert með dælingu.

Þessi veita hefur kosti og galla. Það er t.d. galli að gera þyrfti auka veg að þessum stað ef þar yrði gert inntak og allar aðstæður krefjast meira rasks en á efri staðnum. Hæðarmismunur upp í Kreppulón er einnig um 10 m meiri á þessum stað en þeim efri og er það aðal ástæðan fyrir því að efri staðurinn er talinn betri. Við ættartöflu er Jökulsá líklega í um 590 mys en Kreppulón er líklega í um 610 mys.

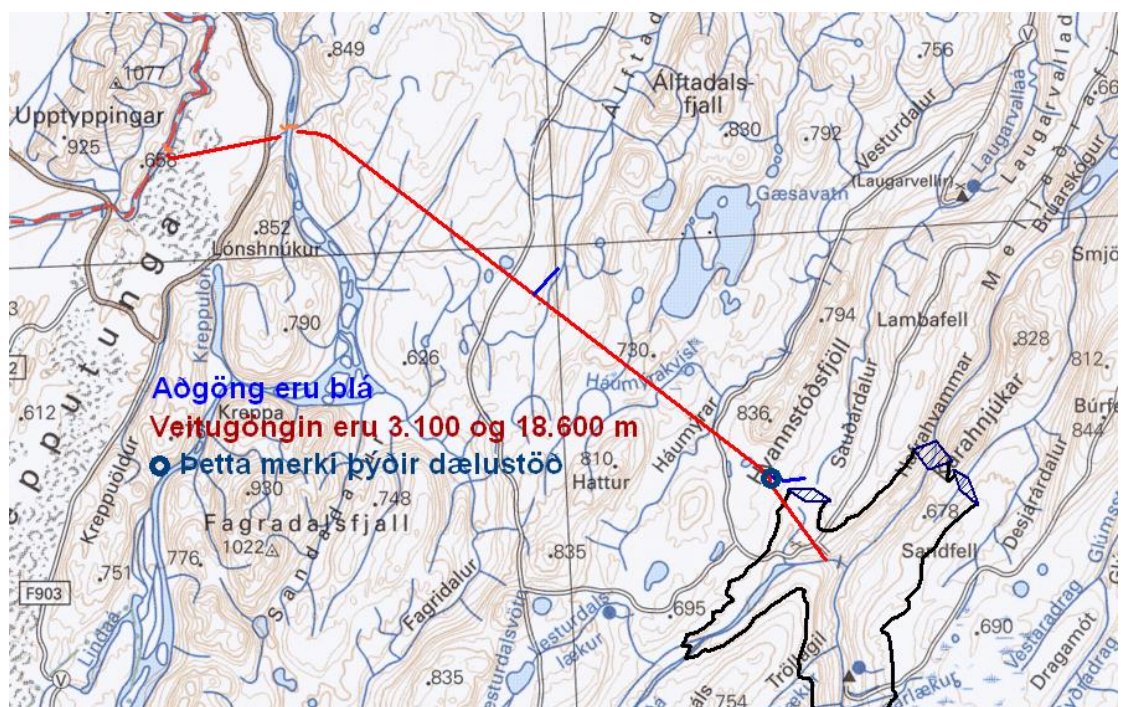
Kostirnir við inntak á þessum stað eru að jarðgöngin yrðu styttri en frá inntaki fyrir ofan brú. Jarðfræðiaðstæður fyrir jarðgangagerð kunna einnig að vera betri en á efri staðnum.

6.2 Veita neðan Lónshnúks

6.2.1 Tilhögun veitu í stuttu máli

Þessi leið er hliðstæð Kreppulónsleiðinni, báðar byggja á því að veita vatni úr Jökulsá á Fjöllum yfir í Háslón með því fyrst að veita vatni til austurs úr Jökulsá á Fjöllum við Upptýppinga yfir til Kreppu. Í þessu tilfelli yrði það gert á þann hátt að gera steinsteypta stíflu eða RCC stíflu í gljúfri Jökulsár. Með stíflunni myndaðist lítið inntakslón í gljúfrinu

og þá væri hægt að veita vatninu inn í jarðgöng sem lægju til austurs yfir í Kreppu neðan Lónshnúks. Vatnsborð í inntakslóni yrði um 590 mys. Í Kreppu yrði gerður RCC-garður í 590 mys hæð og vatnið úr Jökulsá kæmi úr jarðgöngunum yfir í Kreppu fyrir ofan þennan RCC-garð. Fyrir ofan garðinn kæmi einnig inntak fyrir 18,6 km löng jarðgöng sem lægju til austurs yfir í Háslón. Vatnsborð við inntak í Kreppu yrði 590 mys eða nokkrum metrum lægra. Dæla þyrfti vatninu upp í Háslón því hæðarmismunur er nokkur þegar Háslón stendur hátt, en þessi hluti veitunnar er sjálfrennandi þegar Háslón stendur mjög lágt. Vatnsborð Háslóns getur sveiflast frá 550 mys upp í 625 mys. Úr Háslóni rynni vatnið um aðrennslisgöngin að Fljótsdalsstöð þar sem það yki orkuvinnslugetu stöðvarinnar. Inntaksmannvirki þyrfti að hanna út frá straumfræði, aurburði og fleiru. Það sem hér fer á eftir er ekki endanleg hönnun heldur ein tillaga. Næsta mynd sýnir veituna í stórum dráttum.



Mynd: Teikning JPH inn á kort frá LMÍ

Mynd 39. Yfirlitsmynd af veitu úr Jökulsá á Fjöllum neðan Lónshnúks yfir í Háslón

6.2.2 Inntak úr Jökulsá á Fjöllum

Til að veita vatni úr Jökulsá á Fjöllum í jarðgöng til Kreppu þyrfti að gera um 20m háa stíflu í gljúfri Jökulsár austan við Upptyppinga. Stíflan þyrfti að vera steinsteypt eða úr RCC-hnoðsteypu þannig að hún yrði jafnframt yfirfall. Stíflan næði ekki upp að börmum

gljúfursins. Fyrir innan stífluna myndaðist lítið inntakslón sem teygði sig upp gljúfrið en ekki upp fyrir barma þess. Með inntakslóninu næðist nægjanlegt dýpi fyrir inntak inn í göngin en það þarf að vera á nokkurra metra dýpi til að koma sem mest í veg fyrir að ís komist inn í göngin. Allt umframvatn sem ekki rynni inn í göngin félli yfir stífluna þannig að um einhvers konar flúð eða foss yrði að ræða.



Mynd: Teikning JPH inn á loftmynd frá Loftmyndum ehf af vef Fasteignaskrár

Mynd 40. Yfirlitsmynd af inntökum í Jökulsá og Kreppu. Á innfelldu myndinni sést stíflustæðið í Jökulsá betur.

Langt inntakslón sem þetta hefur mikla kosti varðandi aurburð. Aurburður yrði reyndar lítill sem enginn á þeim árstíma sem veitan yrði í notkun en sá aurburður og botnskrið sem á sér stað myndi stöðvast að mestu efst í inntakslóninu og skolast síðan út á sumrin. Á stíflunni þyrftu að vera botnlokur sem yrðu opnar á sumrin. Líklega er best að lokurnar yrðu það víðar að venjulegt sumarrennsli kæmist nokkuð auðveldlega í gegn um þær. Það gerði það að verkum að allt inntakslónið skolaðist af framburði yfir sumartímenn. Það hefur þó þann galla að stíflan sést yfir sumarið. Ef lokurnar yrðu þrengri þannig að ekki kæmist allt sumarrennslið í gegn um þær þá rynni áin einnig yfir stífluna og það gerði það að verkum að hún sæist ekki, hún væri nánast falin undir vatninu. Aurskolun yrði líklega bærileg þrátt fyrir útfærslu sem þessa. Í þessari rannsókn er miðað við víðar botnlokur í þessari stíflu sem anna venjulegu sumarrennsli þannig að lítill munur yrði á vatnsborði beggja vegna stíflunnar þegar lokur væru opnar. Engin þörf er hins vegar á að

hafa lokur það víðar að allt sumarrennsli komist í gegn um þær. Það er allt í lagi að endrum og sinnum yfir sumarið hafi botnlokurnar ekki undan og vatn falli yfir stífluna.

6.2.3 Veitugöng til Kreppu

Úr inntakslóni í Jökulsá kæmu veitugöng til Kreppu. Op veituganganna yrði haft neðarlega í inntakslóninu en þó aðeins fyrir ofan ána þegar hún rynni gegnum botnlokur. Þá væri hægt að fara inn í veitugöngin svo framarlega sem þau væru lokuð hinum megin og m.a. sinna viðhaldi. Í þessu tilliti er líklega betra að til taks sé einfaldur hleri sem hægt yrði að setja fyrir inntaksopið ef vinna færi fram í göngunum. Þá þyrfti ekki að óttast vatnavexti sem leiddu til þess að vatn rynni inn í göngin. Ekki ætti að vera þörf á rist fyrir inntakinu.

Göngin yrðu gerð í gegnum hraunið í Krepputungu um 3.100m leið til austurs til Kreppu (sjá síðustu mynd). Þvermál ganganna yrði í kringum 6m og yrðu þau sprengd. Við austurenda ganganna þyrfti væntanlega að grafa og sprengja niður í fast berg til að búa til gangastafn. Við það yrði til nokkuð djúp og víð gryfja. Vatn frá Jökulsá myndi renna um göngin og inn í gryfjuna sem yrði undir inntakslóninu í Kreppu. Loka þyrfti að vera á göngunum þarna að austan svo ekki rynni til vesturs þegar lokur væru opnar í stíflunni í Jökulsá. Ljóst er að hægt væri að hafa göngin eitthvað styttri en leiða vatnið í staðinn í skurði síðasta spölinn. Sá skurður sæist jafnvel ekki þar sem hann væri undir lóninu þegar það væri í fullri hæð. Það yrði mun ódýrara. Hér er miðað við að einungis mjög stuttur skurður yrði gerður (sjá næstu mynd) en öll mannvirki falin eins og kostur er að öðru leyti.

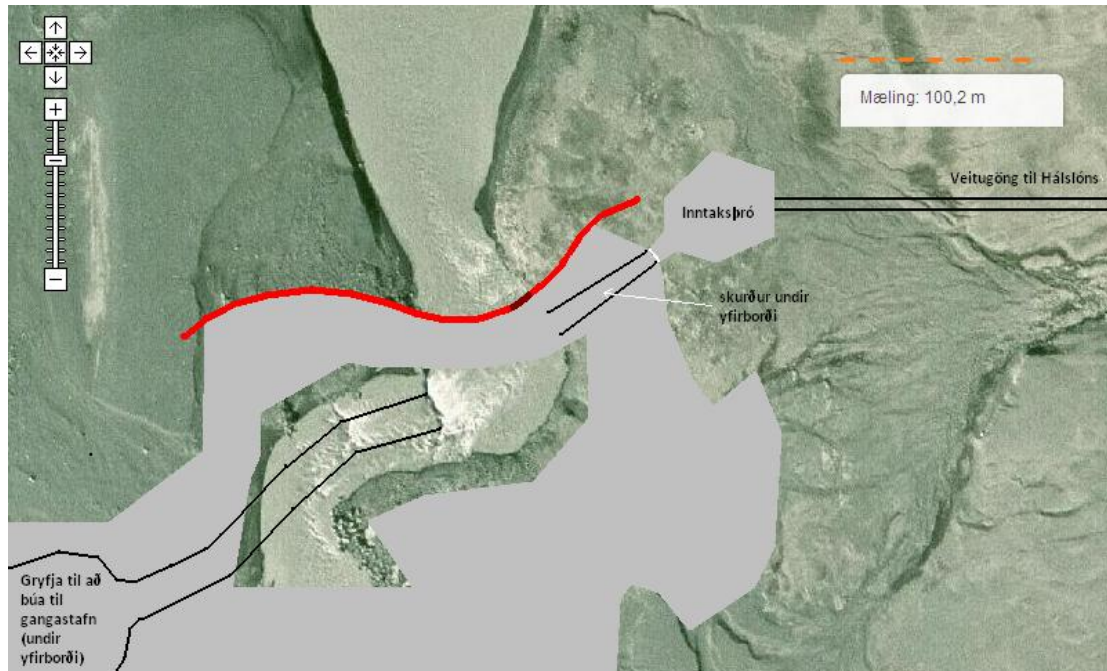
6.2.4 Inntak úr Kreppu

Í Kreppu þyrfti einnig að gera fyrirstöðu til að veita vatni í önnur göng sem leiddu það til Háslóns. Hér er miðað við að gerður yrði RCC-garður úr RCC-hnoðsteypu þvert yfir ána. Hann á að vera hæfilega hlykkjóttur, vatnið á að renna yfir hann á svipaðan hátt og vatn fellur yfir hraunbrún. Garðurinn þarf að vera nokkuð hár því vatnsborð yrði breytilegt um nokkra metra í þessu inntakslóni. Eftir því sem minna er í Kreppu því meira vatn þarf að koma um göngin úr Jökulsá. Viðnám í göngunum, en það er meira eftir því sem rennslið í þeim er meira, gerir það að verkum að vatnsborð í inntakslóninu í Kreppu yrði nokkrum metrum lægra en í inntakslóninu í Jökulsá (590 mys). Þarna kemur upp

bestunarvandamál því betra gæti verið að hafa göngin víðari til að minnka viðnám og tryggja að vatnsborð yrði hærra, en víðari göng eru dýrari.

Á garðinum þyrfti að vera einhverskonar hlið eða botnloka sem hægt væri að opna á sumrin. Þegar hliðið (eða lokan) væri opið á sumrin þegar veitan væri ekki notuð rynni vatnið í gegnum hliðið (lokuna) sem og yfir hinn bugðotta garð þegar rennsli væri mikið. Það tryggði að botnskrið kæmist að einhverju leyti í gegnum garðinn í stað þess að fyrir innan hann fylltist allt af aur, sandi og mól. Á veturna yrði hliðið lokað þannig að allt það vatn sem ekki færi í veituna rynni yfir garðinn. Þrátt fyrir þetta fyrirkomulag gæti aursöfnun orðið vandamál við inntak í inntakspró. Felst það í því að sandur og mól sest til efst í lóninu og þó hliðið tryggi að þetta efni skolist út á sumrin næst hliðinu er ekki víst að það sé nægjanlegt til að koma í veg fyrir að sandeyrar myndist fyrir framan inntakið í inntakspróna og komi þannig í veg fyrir að vatnið renni þangað inn. Ef það gerðist gæti þurft að nota vinnuvélar til að beina straumnum að inntakinu. Það er því matsatriði hvort betra sé að hleypa alveg úr inntakslóninu á sumrin og láta garðinn vera sýnilegan.

Nálægt hliðinu í gegnum garðinn yrði inntak inn í inntakspró. Inntakspróin þarf að vera töluvert stór og djúp, í byrjun framkvæmda er hún sprengd og gangastafninn að göngunum til Háslóns gerður ofan í henni. Hér er gert ráð fyrir að botninn í inntaksprónni yrði í um 575 mys eða 15m neðar en brúnin á RCC-garðinum. Stuttur og djúpur skurður yrði gerður inn í inntakspróna og í honum yrði loka af einföldustu gerð. Lokað yrði inn í próna á sumrin, þá væri hægt að tæma hana og dæla eða moka upp úr henni framburði sem óhjákvæmilega myndi safnast eitthvað fyrir í prónni þó framburður í ánni sé lítill sem enginn þegar veitan er í notkun. Rist þarf að vera fyrir inntakinu inn í göngin til Háslóns. Á næstu mynd er búið að rissa upp hugsanlega útfærslu, árbotninn ofan í lóninu er látinn sjást að hluta til skýringar.



Mynd: Teikning JPH inn á loftmynd frá Loftmyndum ehf af vef Fasteignaskrár

Mynd 41. RCC-garður í Kreppu. Hlið (loka) er táknað sem dökkur bútur í garðinum. Brotalínan efst í horninu er 100,2m.

Þetta er ein tillaga að tilhögun, margar aðrar eru til. Ein tilhögunin sem hefur vissa kosti er að veitugöngin frá Jökulsá fari undir Kreppu og síðan áfram til Háslóns. Úr inntaksþrónni í Kreppu færi vatn inn á þessi göng. Enn ein útfærslan er að sleppa einfaldlega Kreppu og láta vatnið úr Jökulsá á Fjöllum duga. Það þýðir styttri göng og minni umhverfisáhrif en minna vatn á móti.

6.2.5 Veitugöng í Háslón

Veitugöngin frá inntaksþrónni í Kreppu yfir í Háslón þyrftu að vera löng eða um 18.600m. Auk þess yrðu tvenn aðgöng um 1.000m hvor. Þegar Háslón væri fullt væri nokkur hæðarmunur upp í það, úr 590 mys upp í 625 mys. Það þyrfti því að dæla til að koma vatninu upp í Háslón. Reyndar yrði aldrei dælt þegar vatnsborðið yrði 625 mys heldur hæfist dæling þegar vatnsborð lönsins væri byrjað að lækka aftur. Gert er ráð fyrir að dæling hæfist þegar hæð Háslóns færi undir 624,5 m. Þegar vatnsborð Háslóns færi niður fyrir 590 mys yrði sjálfrennandi rennsli til Háslóns en þó þarf enn að dæla til að vega upp á móti viðnámi í göngunum ef um verulegt rennsli er að ræða. Það yrði ekki fyrr en vatnsborðið í Háslóni yrði 30 m neðar en vatnsborðið í inntakslóni Kreppu sem 50 m³/s yrðu algjörlega sjálfrennandi um göngin og er þá miðað við 6,8 m þvermál á

göngum. Veitugöngin má sjá á yfirlitsmyndinni, mynd 39. Lega ganganna er miðuð við að þau yrðu heilboruð (TBM). Það er þó ekki víst að jarðfræðiaðstæður leyfi það. Þess vegna er hér gert ráð fyrir að sprengja þurfi öll göngin upp á gamla móðinn (D&B). Ef göngin yrðu boruð yrði það gert frá austri til vesturs, byrjað yrði að bora í um 610 mys í Sauðárdal rétt norðan við Sauðárdalsstíflu. Fyrsti kaflinn sem yrði boraður myndi síðar vera notaður sem aðkomugöng að dælustöðinni, þessi kafla yrði um 1.000 m langur eða tæplega það með halla 5-6% niður í 550-570 mys og í sveig til vesturs. Síðan yrði borað í beina stefnu vestnorðvestur að inntaki við Kreppu. Gert er ráð fyrir að önnur 1.000m aðgöng verði gerð inn í veitugöngin á miðri leið úr efsta hluta Álftadals. Jarðlög munu miklu ráða um legu ganganna en mjög æskilegt er að göngin halli örlítið frá vestri til austurs að dælustöðinni. Frá dælustöðinni yrðu sprengd göng yfir í gljúfur Sauðár og þar kæmi vatnið út sem kæmi frá Kreppu. Best væri ef þessi hluti hallaði örlítið til austurs, þá væri hægt að fara inn í þessi göng þegar Háslón yrði í al lágstu stöðu (550 mys) og veitan ekki í notkun.

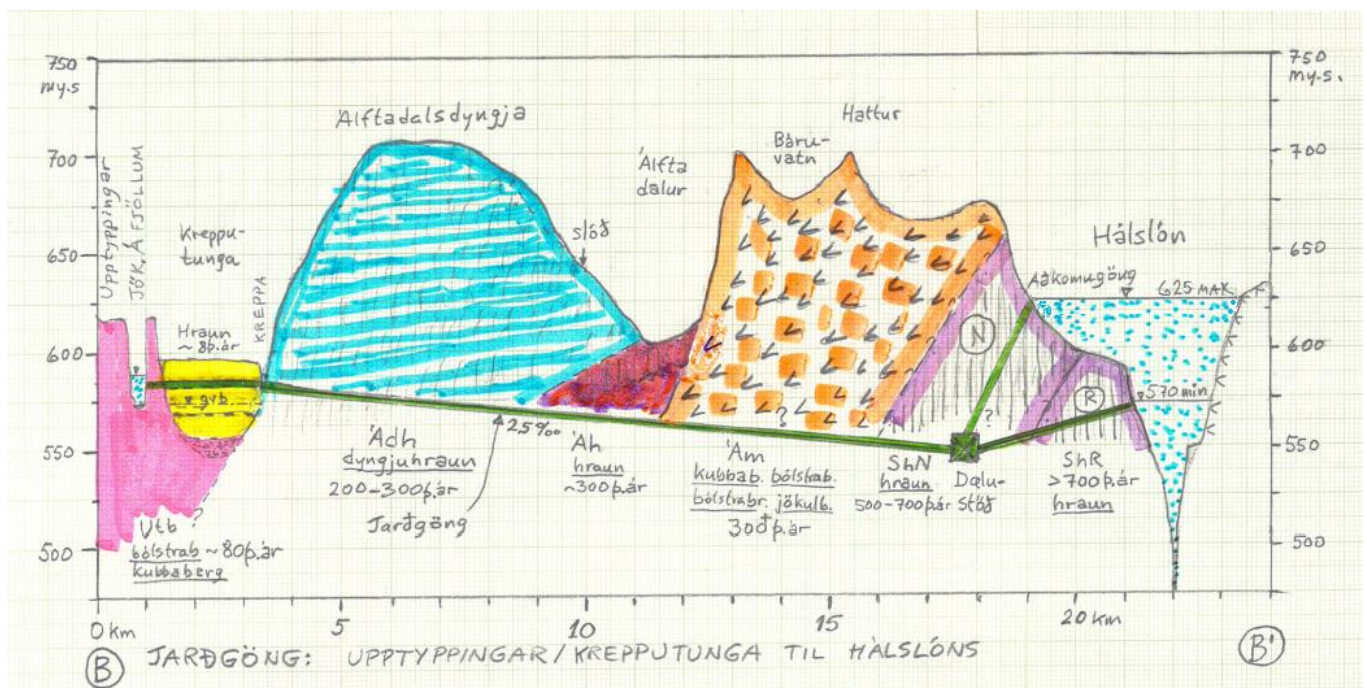
Allt fer það eftir jarðfræðiaðstæðum hvort hægt er að hafa þessi veitugöng nákvæmlega svona, hvort hægt er að bora þau eða ekki. Hér er gert ráð fyrir að það þurfi að sprengja en vonandi yrði hægt að nota borvél en allt bendir til að jarðfræðiaðstæður séu betri á þessari leið en í Kreppulónsleið (A-A'). Grunnvatn er óþekkt eins og í A-A'.

6.2.6 Jarðfræðiaðstæður í veitu neðan Lónshnúks

Snið B-B' (sjá myndir 28 og 29) er um 2 km norðar en snið A-A' í vesturenda, en endar á sama svæði í austurenda. Þetta langsníð er ekki nákvæmlega á sama stað og þar sem gert hefur verið ráð fyrir jarðgöngum í útfærslunni hér að framan. Það er ástæðan fyrir því að lengdir á jarðgöngum eru ekki þær sömu. Helsti munurinn er að inntakið í Jökulsá á Fjöllum þyrfti að vera ofar í ánni en vesturendi sniðs B til að ná nægum vatnshæðarmun til Kreppu.

Í sniði B-B' eru veitumannvirkin aðallega allt að 20 m há stífla í gljúfrum Jökulsár austan Upptyppinga á stað þar sem bólstrabergs- kubbabergshryggur (Upptyppingabólstraberg, Utb) er báðum megin ár og því besta stíflustæði sem völ er á í gljúfrinu. Jarðgöng í sniðinu hefjast með göngum í gegnum Krepputunguhraun (Kthr) yfir í farveg Kreppu (stöð 1 til 3,4 km). Frá Kreppu yrðu samfelld jarðgöng til Háslóns (stöð 3,5-21,2 km) með neðanjarðardælustöð nálægt Háslóni. Fyrstu (vestustu) 5 km (stöð 3,5-8,5 km) þessara

jarðganga væru í 200-300 þús ára gamalli dyngjuhraunssyrpu, (Álftadalsdyngja, Ádh). Næstu 3 km (stöð 8,5-11,5 km) væru í hraunasyrpu, um 300 þús ára, (Álftadalshraun, Áh). Þar fyrir austan kæmu 4,5 km (stöð 11,5-16 km) af göngum í um 300 þús ára gamalli blandaðri móbergssyrpu (Ám, sjá A-A' í kafla 3.2). Austast væri svo um 5,2 km (stöð 16-21,2 km) kafla ganganna í hinni 500-700 þús ára gömlu hraunasyrpu (Sauðárhraun, ShN og ShR, sjá enn fremur í A-A'). Nálægt stöð 18 km yrði neðanjarðardælustöð í u.þ.b. 560 m hæð yfir sjó.



Mynd: Teikning BJ

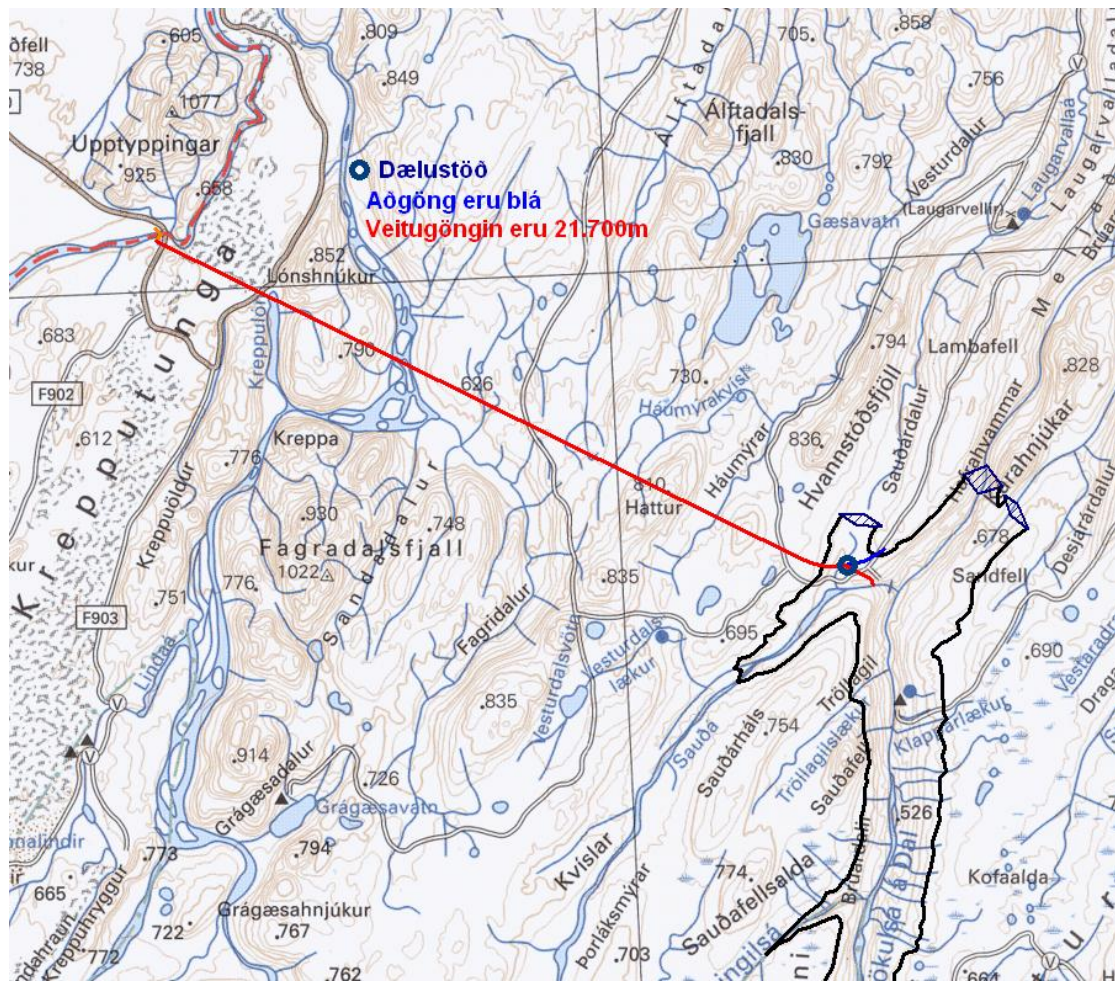
Mynd 42. Jarðfræðilegur langskurður af sniði B.

Kostnaður: Á leið B-B' yrðu aðeins jarðmyndanir E og G miðað við leið A-A'. Frá stöð 3,5 til 21,2 km, eða alls um 17,7 km (jarðmyndanir E) má gera ráð fyrir svipuðum kostnaði á rúmmetra og í aðrennslisgöngum Kárahnjúkavirkjunar næst Háslóni. Í vestasta 2,4 km jarðganganna, þ.e. stöð 1-3,4 km, að mestu gegnum Krepptunguhraunin (jarðmyndanir F) má búast við að kostnaður við hvern rúmmetra úr göngunum verði nálægt tvöfaldur miðað við stöð 3,5-21,2 km. Sbr einnig leið A-A', jarðmyndanir E og G.

6.3 Veita úr Jökulsá á Fjöllum án Kreppu

Vetrarrennslíð í Kreppu er lítið, milli 5 og 10 m³/s, og því má spyrja hvort það sé ekki hreinlega betra að sleppa veitu úr Kreppu og veita eingöngu úr Jökulsá á Fjöllum. Þá

þyrfti að gera jarðgöng undir Kreppu. Veitan gæti þá litið út eins og næsta mynd sýnir, jarðgöngin gætu þurft að taka einhvern sveig vegna jarðfræðiaðstæðna.



Mynd: Teikning JPH inn á kort frá LMI

Mynd 43. Veita úr Jökulsá á Fjöllum án Kreppu.

Það hefur kosti og galla að gera veituna á þennan hátt. Helstu kostir eru eftirfarandi í samanburði við Kreppulónsleið:

- Enginn kostnaður við RCC-garð í Kreppu og inntak
- Ekkert umhverfisrask í Kreppu
- Ein dælustöð í stað tveggja, sparar kostnað
- Sparar einnig kostnað á jarðstreng í vestari dælustöð.
- Minni hæðarmunur sem þarf að dæla upp um þar sem dælingin er gerð í einu þrepi en ekki tveimur. Með tveimur dælum er dælt upp um 10m (610-600 mys) og 28m (625-597 mys). Með einni dælu er dælt upp um 25m (625-600 mys).

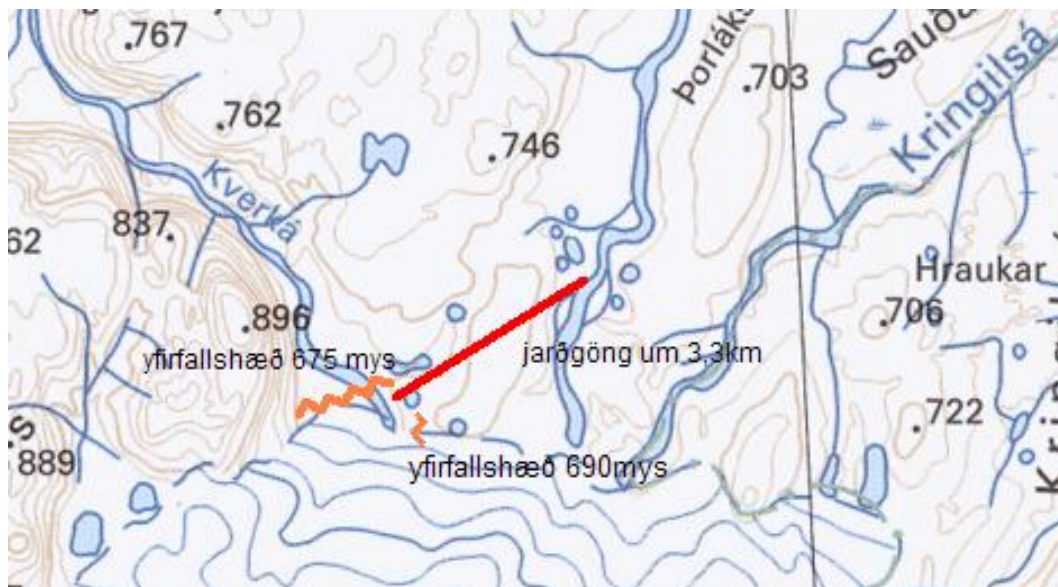
Helstu gallar við þessa útfærslu eru eftirfarandi:

- Jarðgöng lengjast um a.m.k. 5 km á stað þar sem jarðgangagerð er dýr.
- Þessi aukalega lengd á veitugöngunum eykur viðnám í þeim sem kostar meiri orku í dælingu, kemur á móti minni hæðarmun sem nefndur var sem kostur.
- Ef ætlunin er að dæla stöðugt 50 m³/s yfir veturinn eru meiri líkur á vatnsskorti ef eingöngu er veitt úr Jökulsá á Fjöllum þar sem 5-10 m³/s viðbótin úr Kreppu er ekki fyrir hendi.

Í þessu verkefni var megináherslan lögð á veitu sem innihélt einnig Kreppu. Hins vegar þyrfti að skoða einnig gaumgæfilega þennan kost, þar sem Kreppu er sleppt, ef í veituna yrði farið. Atriði svo sem ísamál gætu haft áhrif á þá niðurstöðu hvor útfærslan er betri.

6.4 Veiting Kverkár að hluta eða öllu leyti í Háslón

Kverká á upptök sín í Brúarjökli eins og nokkrar aðrar ár. Úr Brúarjökli renna (talið frá austri til vesturs) Jökulsá á Dal, Kringilsá (sem rennur í Jökulsá á Dal), Kverká (sem rennur í Kreppu sem rennur í Jökulsá á Fjöllum) og að endingu Kreppa. Veita úr Kverká til Háslóns skerðir því rennsli í Jökulsá á Fjöllum og þar með rennsli Dettifoss. Á næstu mynd má sjá tvær leiðir til að veita vatni úr Kverká í Háslón. Hlykkjótta línán (appelsínugul) sýnir óreglulegan yfirfallsgarð úr hnoðsteypu (RCC-steypu). Beina línán (rauð) sýnir jarðgöng sem eru um 3,3 km að lengd.



Mynd: Teikning JPH inn á kort frá LMÍ

Mynd 44. Tvær mögulegar veitur úr Kverká til Háslóns.

Önnur leiðin (sú vægari) felst í því að gera litla stíflu eða RCC-garð til að veita hluta (líklega minnihluta) af vatni Kverkár í Háslón. Styttri hlykkjóttá línar tákna þessa stíflu (yfirfallshæð 690 mys). Rennslið fyrir ofan stífluna lendir þá í Sauðá en ekki Kverká og endar þannig í Háslóni. Lónið sem myndast á þennan hátt er líklega í um 690 mys.

Hin leiðin er að gera lengri garð neðar í Kverká. Ef lengri garðurinn yrði gerður næðist nánast allt rennsli Kverkár til Háslóns en þá þyrfti að grafa rúmlega 3 km göng sem opnuðust að austan í u.þ.b. 670 mys. Yfirfallshæð RCC-garðsins yrði í um 675 mys. Hægt væri að loka fyrir rennslið í göngunum þegar þurfa þætti, svo sem þegar Háslón væri fullt. Þegar göngin væru lokað rynni Kverká sína gömlu leið.

Aukið rennsli verður í báðum tilvikum í Sauðá og hún verður aftur jökullituð eftir nokkurra áratuga hlé.

Gerð var áætlun á rennsli Kverkár. Til þess eru ekki mikil verkfæri þannig að slík áætlun er giska frumstæð. Til eru mælingar á rennsli Kverkár yfir fjóra einstaka mánuði, september 2004 og júní-ágúst 2005 (Vatnamælingar, 2008). Til eru mælingar á rennsli Kreppu og Jökulsár á Dal (innrennsli í Háslón) sömu mánuði (Veðurstofa Íslands, 2009). Ályktað var að árssveiflan í rennsli Kverkár sé svipuð og í Kreppu. Með því að nota hlutföll milli Kverkár og Jökulsár á Dal í þeim mánuðum sem tiltækir eru sem og hlutfallið milli Kverkár og Kreppu og síðan milli Kreppu og Jökulsár á Dal fyrir aðra mánuði var rennsli Kverkár áætlað eftirfarandi:

Tafla 7. Áætlun á rennsli Kverkár sem hlutfall af rennsli Jökulsár á Dal í Háslón.

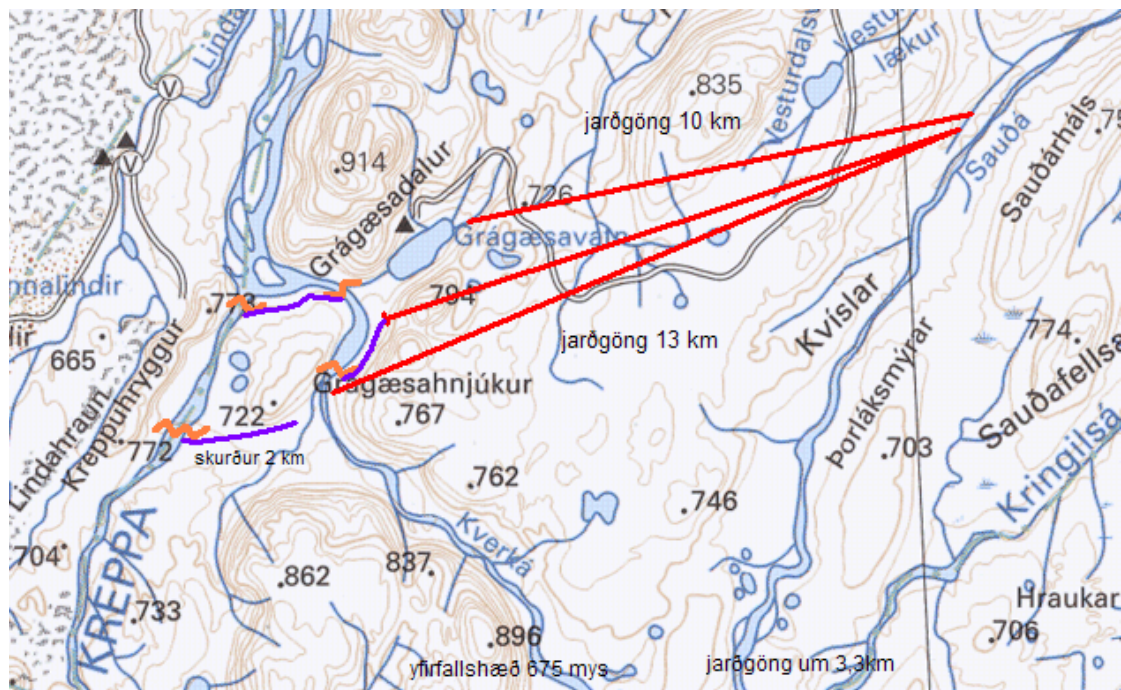
jan.	feb.	mars	apríl	maí	júní	júlí	ágúst	sept.	okt.	nóv.	des.
23%	17%	18%	19%	20%	16%	8%	6%	7%	4%	8%	15%

Ef rennsli inn í Háslón er aukið sem þessu nemur, þ.e. allri Kverká veitt til Háslóns, er hægt að auka jafnt rennsli til Fljótisdalsstöðvar allt árið um $2 \text{ m}^3/\text{s}$. Við það eykst orkuframleiðsla um 70 GWh á ári. Ef aðeins er veitt frá 1. okt til 15. maí er hægt að auka jafna rennslið allt árið um $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ og auka með því raforkuframleiðsluna um 50 GWh. Ef aðeins hluta rennslis Kverkár er veitt yfir í Háslón verður orkuaukningin jafnframt aðeins hluti af þessum 70 eða 50 GWh. Þessi orkuaukning er það lítil, hvort sem öll Kverká eða hluti hennar er notuð, að ekki er talið áhugavert að fara þessa leið. Hins

vegar ber þess að geta að ef skilyrðinu um jafnt rennsli allt árið er aflétt þá getur veita úr Kverká leitt af sér mun meiri orkuframleiðslu yfir sumarið. Það hefur engann tilgang ef ekki er markaður fyrir framleiðslutopp á sumrin. Dæmi um markað fyrir sumarrafmagn er tenging um sæstreng til Evrópu. Nú er enginn slíkur strengur og því enginn sjáanlegur markaður fyrir sumarrafmagn frekar en hefur verið síðustu ár.

6.5 Veiting Kreppu í Háslón

Margir möguleikar eru til þess að veita úr Kreppu til Háslóns. Á næstu mynd má sjá þrjár útgáfu á af slíkri veitu.



Mynd: Teikning JPH inn á kort frá LMÍ

Mynd 45. Mögulegar veitur úr Kreppu til Háslóns.

Gera þyrfti RCC-veitugarð bæði í Kverká og Kreppu og veita Kreppu með skurði yfir í Kverká. Síðan væri vatninu veitt í öllum tilfellum í gegnum jarðgöng sem þyrftu að vera 10-13 km löng.

Hægt væri að loka fyrir rennslið í göngunum þegar þurfa þætti, svo sem þegar Háslón væri fullt. Rennlisgetan í gegnum jarðgöngin væri takmörkuð þannig að í miklu rennsli í Kreppu kæmist ekki nema hluti vatnsins til Háslóns.

Veitugarðarnir eru með yfirfallshæð 665 eða 645 mys í Kreppu en 650 eða 644 mys í Kverká.

Til eru gögn um rennsli Kreppu. Ef rennsli Kreppu er borið saman við rennsli Jökulsár á Dal til Háslóns á sama tímabili fæst hlutfall milli ána tveggja. Borið var saman rennslið á tímabilinu 1997-2004. Meðaltalið yfir þessi ár gaf eftirfarandi hlutfall milli ána.

Tafla 8. Áætlun á rennsli Kreppu sem hlutfall af rennsli Jökulsár á Dal í Háslón.

jan.	feb.	mars	apríl	maí	júní	júlí	ágúst	sept.	okt.	nóv.	des.
84%	64%	68%	72%	73%	42%	37%	16%	10%	16%	30%	54%

Þar sem vatnshæðarmælirinn í Kreppu er aðeins neðar en mögulegar veitur yrðu staðsettar er gert ráð fyrir að 95% af rennslinu í töflunni myndi skila sér í Háslón. Ef rennsli inn í Háslón er aukið sem þessu nemur (þ.e. 95% af því sem fram kemur í töflunni) er hægt að auka jafnt rennsli til Fljótsdalsstöðvar allt árið um 6,5 m³/s. Við það eykst orkuframleiðsla um 240 GWh á ári. Ef aðeins er veitt frá 1. október til 15. maí er hægt að auka jafna rennslið allt árið um 5,5 m³/s og auka með því raforkuframleiðsluna um 200 GWh. Þessi orkuaukning er ekki mikil en kostnaður töluverður. Líklega er stofnkostnaðurinn um eða yfir 40 kr/kWh sem ekki telst mjög gróðavænlegt. Hins vegar ber þess að geta eins og áður að ef skilyrðinu um jafnt rennsli allt árið er aflétt þá getur veita úr Kreppu leitt af sér mun meiri orkuframleiðslu yfir sumarið. En það hefur mjög takmarkaðan tilgang þar sem ekki er markaður fyrir það rafmagn eins og er.

6.6 Veita úr Jökulsá á Fjöllum neðan Upptyppinga

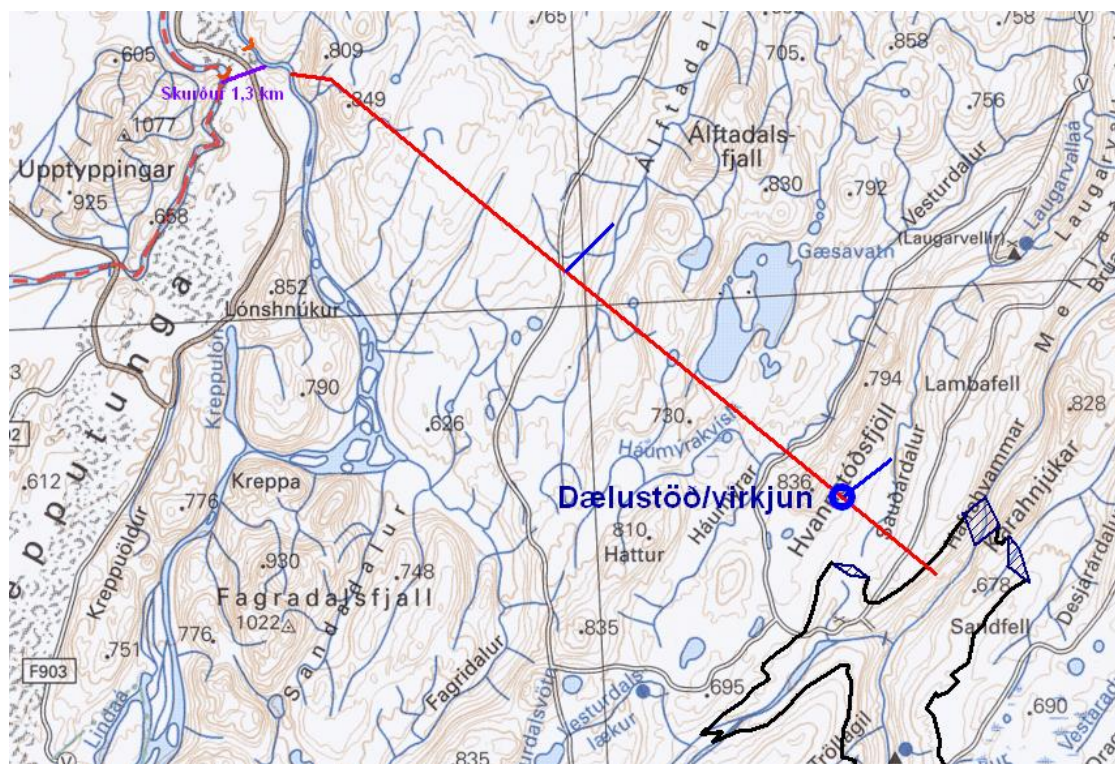
Eins og áður hefur verið nefnt hefur farið fram skoðun á virkjun grunnrennslis Jökulsár á Fjöllum og sett fram í skýrslunni: Virkjun grunnrennslis Jökulsár á Fjöllum – Helmingsvirkjun (VST – Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen, 2005). Í þeirri skoðun var miðað við að veitt yrði úr Jökulsá og Kreppu allt árið fyrir neðan Upptyppinga og vatnið tekið í sér gögnum til nýrrar virkjunar í Fljótsdal.

Þær virkjunarhugmyndir sem settar eru fram í þessum kafla eiga það sammerkt að miðað er við að veiting Jökulsár yfir í Kreppu og inntak úr Kreppu yrði svipuð og kemur fram í skýrslunni um Helmingsvirkjun. Að öðru leyti eru útfærslurnar mismunandi skyldar hugmyndinni um Helmingsvirkjun. Varðandi inntak er í stórum dráttum miðað við að í farvegi Jökulsár á Fjöllum og Kreppu yrðu steyptar 15-20 m háar stíflur með botnlökum. Stíflan í Jökulsá á Fjöllum yrði norðaustan við Upptyppinga rétt fyrir ofan þann stað þar

sem áin tekur 90° beygju til vesturs neðan Upptyppinga. Stíflan í Kreppu yrði á móts við stífluna í Jökulsá en mjög stutt er á milli ána á þessum stað. Fyrir ofan stífluna í Jökulsá myndaðist mjótt inntakslón í gílinu með yfirborð í 580 mys og næði það 4,1 km upp eftir ánni. Inntakslón í Kreppu yrði mun styttra en lengd þess fer eftir hvar steypa stíflan yrði staðsett. Á milli ána þyrfti að gera skurð eða jarðgöng sem yrðu um 1.300 m. Úr litla inntakslóninu í Kreppu yrði veitt til Fljótsdals. Veituna og virkjun vatnsins úr henni er hins vegar hægt að útfæra á marga vegu.

6.6.1 Göng beint til Háslóns

Hliðstætt og í Kreppulónsleið er hægt að veita vatninu frá Jökulsá á Fjöllum og Kreppu beint upp í Háslón með dælingu. Hér yrði að dælu um töluvert mikla hæð eða úr 580 mys upp í 625 mys þegar Háslón er fullt. Jarðgöngin yrðu um 21 km að lengd eða lengri en í Kreppulónsleið og veitu fyrir neðan Ljónshnjúk. Viðnámið í göngunum er því meira þar sem þau eru lengri.

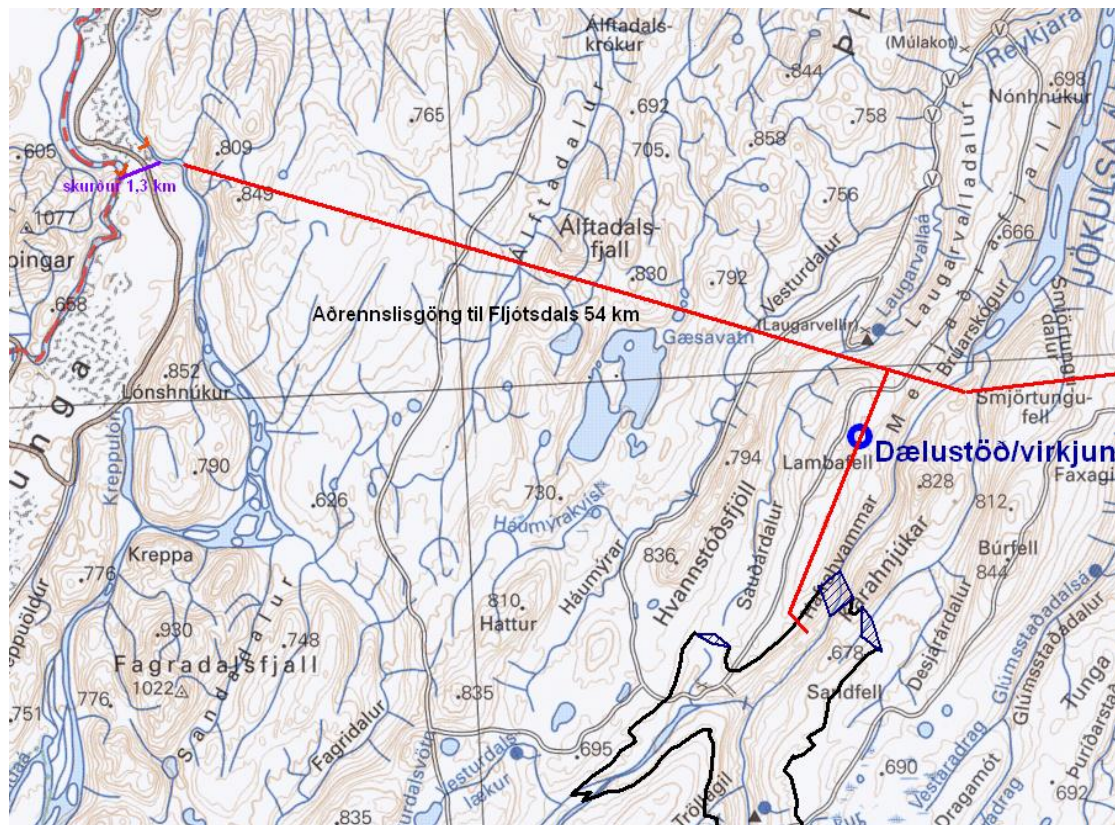


Mynd: Teikning JPH inn á kort frá LMÍ

Mynd 46. Veita upp í Háslón með inntaksmannvirkjum svipuðum og í Helmingsvirkjun.

6.6.2 Sér göng alla leið til Fljótsdals

Einnig má hugsa sér að göng lægju frá inntaksmannvirkjum alla leið í Fljótsdal en auk þess kæmi tenging við Háslón. Þá þyrfti ekki að nýta Jökulsá á Fjöllum þegar Háslón væri fullt, einnig gæti í vissum tilfellum verið heppilegt að dæla upp í Háslón.



Mynd 47. Veita yfir í Fljótsdal með inntaksmannvirkjum svipuðum og í Helmingsvirkjun en einnig tenging upp í Háslón.

HEIMILDIR

Alþingi (2008). *Skýrsla iðnaðarráðherra um kostnað við Kárahnjúkavirkjun, samkvæmt beiðni*. Lögð fyrir Alþingi á 135. löggjafarþingi 2007–2008

Guttormur Sigbjarnarson (1988). *Krepputunga og Brúardalir. Lýsingar á korteinungum jarðfræðikorts*. Reykjavík: Orkustofnun (OS-88038/VOD-06)

Iðnaðarráðuneytið (1994a). *Innlendar orkulindir til vinnslu raforku*. Reykjavík: Iðnaðarráðuneytið.

Iðnaðarráðuneytið (1994b). *VIRKJANIR NORÐAN VATNAJÖKULS Upplýsingar til undirbúnings stefnumótun*. Reykjavík: Iðnaðarráðuneytið.

Landmælingar Íslands (2002). *Íslandskort Landmælinga Íslands. Kortadiskur 1, útgáfa 1.0*. Akranes: Landmælingar Íslands.

Vatnamælingar (2008). Gagnabanki Vatnamælinga, afgreiðsla nr. 2008/25

Veðurstofa Íslands (2009). Gagnabanki Veðurstofu Íslands, afgreiðsla nr. 2009-03-18/01

Verkefnisstjórn um gerð rammaáætlunar um nýtingu vatnsafls og jarðvarma (2003). *Niðurstöður 1. áfanga rammaáætlunar*. Reykjavík: Iðnaðarráðuneytið.

Verkefnisstjórn um gerð rammaáætlunar um vernd og nýtingu náttúrusvæða með áherslu á vatnsafl og jarðhitasvæði (2011). *Niðurstöður 2. áfanga rammaáætlunar*. Reykjavík: Iðnaðarráðuneytið

VST – Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen (2005). *Virkjun grunnrennslis Jökulsár á Fjöllum - Helmingsvirkjun*. Reykjavík: Orkustofnun (OS-2005/035)

Viðmælendalisti (munnleg samtöl og tölvupóstsamskipti)

Árni Benediktsson, Landsvirkjun

Bragi Benediktsson Grímsstöðum

Eysteinn Hafberg, Landsvirkjun

Georg Pálsson, Landsvirkjun

Íris Baldursdóttir, Landsneti

Óðinn Þórarinsson, Vatnamælingum

Óli Grétar Blöndal Sveinsson, Landsvirkjun

Rán Jónsdóttir, Landsvirkjun

Sigurður Magnús Garðarsson, prófessor og deildarforseti við HÍ

Sigurður R. Jónsson, Smith & Norland

Stefán Arngrímsson, RARIK

Úlfar Linnet, Landsvirkjun

Pengill Ásgrímsson, Orkusölunni ehf

Þórhallur Þorsteinsson, formaður Ferðafélags Fljótsdalshéraðs

Örn Arnar Ingólfsson, Loftmyndum ehf

VIÐAUKI 1

