



ORKUSTOFNUN  
Vatnsorkudeild

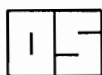
---

## **Þjósárveita**

Hugmyndir um veitu með dælingu

Haukur Tómasson

Greinargerð HT-96/01      Nóvember 1996



**ORKUSTOFNUN**

Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

## **Þjósárveita**

**Hugmyndir um veitu með dælingu**

Haukur Tómasson

Greinargerð HT-96/01      Nóvember 1996

## Þjórsárveita

### 1. Inngangur

Þessi skýrsla fjallar um hugmyndir að veitu Þjórsár við Norðlingaöldu með dælingu til Þórisvatns og aukna miðlun þar. Mannvirkin sem tengjast þessu eru skurðir og göng til veitunnar, dælustöðin og hugsanlega viðbótarvirkjun. Gert er ráð fyrir að vatni vestan Þjórsár sé veitt til Norðlingaöldu og er sá kostnaður endurreiknaður. Samkvæmt reikningum frá verkfræðistofunni Streng gefur þessi tilhögun ásamt Hágöngumiðlun og aukningu Þórisvatnsmiðlunar, bæði hækkun stíflu og sérstaklega dýpkun Vatnsfellsskurðar, 700 GWh/ári fram yfir beina veitu án dælu og án Hágöngumiðlunar. Við áætlunargerðina er notað virkjunarlíkan Orkustofnunar og virkjunarlíkan NVE í Noregi en það tekur til fleiri atriða en okkar líkan og meiri möguleika á sundurliðun kostnaðarþátta. Dæluverð samkvæmt NVE er lægra en birt var í skýrslu Orkustofnunar fyrir 2 árum.

### 2. Veituaðferðir

Þjórsárveita var fyrst reiknuð fyrir tvær mismunandi tilhaganir. Í fyrsta lagi var reiknað með dælingu vatns upp í Illugaver í núverandi hæð þess. Lyftuhæðin er þá 6-17 m. Þessi lausn var borin saman við að dæla upp í skurð í gegnum Illugaver. Með þessari tilhögun væri dæluhæðin frá 0-12 m. Skurðurinn skiptist í þrjá hluta. Byrjun á skurði næst stöð væri blandað lausefni og klöpp og reiknaður samkvæmt virkjunarlíkani OS. Miðhlutinn og sá lengsti væri að mestu grafinn í fín-an sand, sem grafa mætti með dælupramma Landsvirkjunar og er reiknað með að sá skurður væri á hálfu verði virkjunarlíkans, en neðsti hlutinn væri í klapparhafti í og við Köldukvísl og reiknast samkvæmt virkjunarlíkani OS. Að dæla upp í skurðinn kom greinilega betur út og er sú tilhögun reiknað í áframhaldinu.

Orku til dælingar er hægt að fá með tveimur aðferðum. Í fyrsta lagi með orku frá núverandi raforkukerfi. Til þess þarf að leggja 35 km langa raflínu frá Hrauneyjafossi. Orkunotkun væri um 50 GWh/ári fyrir dælingu upp í skurð en hefði þurft rúmlega helmingi meira til dælingar upp í Illugaver. Hin aðferðin er að fá orkuna til dælingar úr Kvíslaveitu með því að virkja fallið niður í veitugöng en það er um 25 m. Fyrir utan orku til dælingar væri hægt að virkja Köldukvísl í sama stöðvarhúsi með því að veita henni um sinn gamla farveg til Kvíslarveitu. Úr því fengjust um 50 GWh/ári.

Þessir reikningar eru bornir saman við áætlanir unnar af Verkfræðistofunni Hönnun fyrir Landsvirkjun, um veitu án dælingar eða með dælingu upp í Kvíslaveitu með 23-30 m dælingarhæð. Áætlanir Hönnunar gera ekki ráð fyrir að veita vatninu vestan Þjórsár til Norðlingaöldulóns. Einnig ná þær lægra hlutfalli rennslis til Þórisvatns en þær aðferðirnar sem hér er stungið upp á. Veita Hönnunar nær 1250 Gl á ári án dælingar til Þórisvatns en dælu tilhögunin gefur mismunandi eftir stærð dælu og þvermáli ganga. Með minnstu dælu Q 50 gefur veitan svipað og sjálfrennslíð, en fyrir stærstu dælu Q 100 gefur hún 1500 Gl/ári. Þessar tölur eru samkvæmt upplýsingum frá verkfræðistofunni Landssteinar. Samsvarandi tala fyrir veitur samkvæmt hugmynd Orkustofnunar er 2230 Gl/á ári.

Kostnaður af dælum er reiknaður samkvæmt kostnaðarlíkani NVE um dælur. Þær dælur eru á láréttum ási og telja Norðmenn það betri lausn en að hafa dælur á lóðréttum ási. Ástæðan er sú að auðveldara er að komast að dælunum til viðgerðar þegar þær eru á láréttum ási. Stærstu dælurnar eru frekar afkastalítlar, svo að þær þurfa að vera margar. Í fyrri athugunum okkar á dæluverði voru aflmestu dælur mun stærri og á lóðréttum ási. Þær voru einnig nokkuð dýrari á afleiðingu.

Í eftirfarandi töflu er áætlun um kostnað á veitu með rafmagnsdælum upp í skurð í Illugaveri. Rafmagnskostnaður er reiknaður á sama hátt og í skýrslu Hönnunar um dæluveitu. Raflögnin er samkvæmt virkjanalíkani NVE. Allar kostnaðartölur eru í miljónum króna.

Sundurliðuð kostnaðaráætlun								
Mannvirki	Q	L	H	D	V	S	verkk	ATH
	[m <sup>3</sup> /s]	[km]	[m]	[m]	[MI]	[o/oo]	[Mkr]	
<b>Aðalvatnsvegur</b>								
Skurður (459)	90.0	1.3	570.0		149.1	4.5	125.9	
Aðrennslisgöng	140.0	6.2	574.0	7.9	303.2	1.1	1,488.1	vélboruð
Frárennslisgöng	140.0	0.3	574.0		12.2	1.1	71.0	vélboruð
Skurður (532)	140.0	0.4	580.0		78.2	3.3	49.6	
Skurður (530)	5.5		579.0		2,051.4		323.2	sanddæla
Skurður (531)	140.0	1.5	576.0		206.1	2.8	146.6	
<b>Samtals</b>							<b>2,204.4</b>	
<b>Stöðvarmannvirki</b>								
Aðkeyrslugöng		0.1				12.5	73.0	
Dælustöð	140.0		10.0				140.1	17*1 MW
Dælur	140.0		10.0				402.9	17*1 MW
Rör og lokar							154.9	
Raflínur og búnaður		32.0					221.3	
Afíkostnaður							331.9	
<b>Samtals</b>							<b>1,324.1</b>	
<b>Vesturveita</b>								
Dalsá								
R.C.C. (474)		0.2	620.0		6.0		36.5	
Botnrás (474)	102.0		12.0				13.4	
Skurður (529)	16.1	1.9	620.0		130.7	0.2	105.6	
<b>Samtals</b>							<b>155.5</b>	
<b>Fellaveita</b>								
Jarðstífla (476)		1.5	704.0		361.8		294.7	
Grjótvarið yf. (476)	143.0	0.0	700.0				5.4	
Botnrás (476)	298.0		33.0				135.4	
R.C.C. (606)		0.2	615.0		2.6		17.5	
Botnrás (606)	57.0		11.0				9.5	
Skurður (420)	25.1	1.4	614.0		104.7	0.4	67.4	
R.C.C. (607)		0.3	605.0		3.2		21.7	
Botnrás (607)	5.0		7.5				2.2	
Skurður (421)	25.1	2.7	602.0		662.3	0.7	227.6	
<b>Samtals</b>							<b>781.4</b>	
<b>Kisuveita</b>								
R.C.C. (486)		0.5	590.0		20.2		112.0	
Botnrás (486)	664.0		22.0				56.5	
Skurður (408)	72.8	0.5	589.0		99.5	0.1	90.1	
Sprengd göng	72.8	2.5	589.0	5.7	63.1	3.2	402.2	
<b>Samtals</b>							<b>660.8</b>	
<b>Samtals Vesturveita</b>							<b>1,597.7</b>	
<b>Ýmiss kostnaður</b>								
Aðstaða							356.9	
Vegagerð							70.7	
<b>Samtals</b>							<b>427.0</b>	
<b>Verkkostnaður</b>							<b>5,553.2</b>	
<b>Stofnkostnaður 12.92</b>							<b>8,829.6</b>	
<b>Stofnkostnaður 12.94</b>							<b>9,577.0</b>	
<b>Dælt vatn</b>	<b>71.0</b>				<b>2,230.0</b>		<b>4.4</b>	<b>kr/[m<sup>3</sup>]</b>

Kostnaður á hvern rúmmetra til Þórisvatns er 4.4 kr/m<sup>3</sup>.

Kostnaður veitu með tengdri dælu og hverfli er hvað vélbúnað og stöðvarhús snertir áætlaður samkvæmt virkjanalíkani NVE. Annað samkvæmt virkjanalíkani OS. Í eftirfarandi töflu er kostnaður við dælingu með beintengingu dælu og hverfils. Hverflarnir og dælurnar eru hugsaðir 2 af hvoru af kaplan gerð eða öllu frekar sem rörhverflar og með gír.

Sundurliðuð kostnaðaráætlun								
Mannvirki	Q [m <sup>3</sup> /s]	L [km]	H [m]	D <sub>1</sub> [m]	V [M]	S [o/oo]	verkk [Mkr]	ATH
<b>Aðalvatnsvegur</b>							<b>2204.4</b>	
<b>Efri vatnsvegur</b>								
Grjótárstífla (535)		0.9	15.0	110.0			119.0	
Botnrás	100.0		15.0				35.0	
Yfirfall	140.0						6.0	
Skurður (412)	64.0		605.0		74.0	0.1	58.4	
Stöðvarinntak	64		605.0				161.0	
<b>Samtals</b>							<b>379.4</b>	
<b>Stöðvarmannvirki</b>								
Aðkeyrslugöng		0.1				12.5	73.0	
Stöðvarhús	140.0		10.0		0.1		140.1	13.4 MW
Dælur	140.0		10.0				247.1	2*6.7 MW
Hverflar	62.0		24.0				225.0	2*6.7 MW
Rör lokar og annað							103.0	
<b>Samtals</b>							<b>788.2</b>	
<b>Vesturveita</b>								
Dalsá							155.5	
Fellaveita							781.4	
Kisuveita							660.8	
<b>Samtals Vesturveita</b>							<b>1,597.7</b>	
<b>Ýmiss kostnaður</b>								
Aðstaða							356.9	
Vegagerð							70.7	
<b>Samtals</b>							<b>427.0</b>	
<b>Verkkostnaður</b>							<b>5,396.0</b>	
<b>Stofnkostnaður 12.92</b>							<b>8,579.6</b>	
<b>Stofnkostnaður 12.94</b>							<b>9,305.9</b>	
<b>Dælt vatn</b>	<b>71.0</b>				<b>2,230.0</b>		<b>4.2</b>	<b>kr/[m<sup>3</sup>]</b>

Kostnaður á hvern rúmmeta er 4.2 kr á m<sup>3</sup>. Þetta er því augljóslega betri kostur en að dæla með rafmagni. Auk þess að kosta minna á hvern veittan m<sup>3</sup> gefur það af sér orku miðað við dælu-tilhögunina upp á um 50 GWh/ári. Þessi orka er nánast ókeypis.

### 3. Virkjun Köldukvíslarvatnsins

Að virkja rennsli Köldukvíslar með því að bæta við þriðja hverflinum í dæluhúsið virðist einnig mjög hagkvæmt. Þessi hverfill yrði stærri en dæluhverflarnir. Auk véla (hverfils og rafalls) þyrfti að stækka aðrennsfisskurð, inntak, fallgöng, stöðvarhús og bæta þyrfti við annan kostnað. Í eftirfarandi töflu er áætlun um þessa framkvæmd. Kostnaður er að mestu reiknaður samkvæmt virkjanalíkani NVE í Noregi.

*Sundurliðuð kostnaðaráætlun*

Mannvirki	Lýsing	Kostnaður
Skurðir	stækkun	34 000
Inntak	stækkun	80 000
Fallgöng	stækkun	40 000
Hverfill	8.4 MW með gír	140 000
Rafall	8.4 MW 750sn	90 000
Annað		50 000
Samtals	verkkostnaður	394 000
Samtals	allur kostnaður	627 000

Miðað við 50 GWh/ári orkuvinnslu er kostnaður **12.5 kr/kWh/ári** sem hlýtur að teljast gott verð. Tenging virkjunar við orkukerfið er ekki innifalinn í þessum kostnaði. Stærðargráða þess kostnaðar er sú sama og tenging dæluvirkjunar með rafmagni. Sá kostnaður getur verð innifalinn í kostnaði dælustöðvar með vatnsafl, sem raflögn til borvélar og sanddælingar.

**4. Samanburður veituaðferða**

Í eftirfarandi er borinn saman stofnkostnaður á mismunandi aðferðum til veitu vatns frá Þjórsá við Norðlingaöldu til Þórisvatns. Verðlag er desember 1994. Stífla við Norðlingaöldu er eins í öllum þessum útfærslum og er henni því sleppt í þessum útreikningum. Niðurstaðan sýnir kostnað í kr. á rúmmeter, sem hægt er að veita að meðaltali á hverju ári.

Veita	Kostnaður kkr	Vatnsmagn Gl	kostn./vatnsm. kr/m <sup>3</sup>
Hönnun sjálfrennsli	5847 000	1250	4.9
Hönnun dæling lágmark	5338 000	1250	4.3
Hönnun dæling hámark	7532 000	1500	5.0
Orkustofnun rafmagn	9577 000	2230	4.4
Orkustofnun vatnsafl	9306 000	2230	4.2

Eins og sést í þessari töflu eru lágmarksveitan með dælingu hjá Hönnun og Orkustofnunar veitunar svipaðar í verði á veittan rúmmetra en dæla knúin vatnsorku kemur þó best út. Miklu dýrari eru veitur með sjálfrennsli og hámarks dælingu. Sjálfrennslið gefur mikið minna vatn en dælurnar í tillögu Orkustofnunar. Orkuvinnslan vex væntanlega í einhverju hlutfalli við það vatnsmagn sem veitt er. Mikið meira vatn, eins og gert er ráð fyrir í þessum tillögum, getur kallað á frekari aðgerðir til miðlunar í Þórisvatni. Samkvæmt reikningum Verkfræðistofunnar Strengs er unnt að ná 700 GWh/á ári með aðgerðum á þessu svæði. Það munar um minna.

Haukur Tómasson