

Faghópur IV

Orkulindir og virkjunarkostir

Guðni A Jóhannesson



Faghópur IV

- „að skilgreina þá kosti sem fyrir hendi kunna að vera til að nýta vatnsorku og jarðhita til raforkuvinnslu, meta afl, orkugetu og líklegan orkukostnað hvers þeirra og forgangsraða eftir hagkvæmni.“
- Guðni A. Jóhannesson, Orkumálastjóri, formaður
- Agnar Olsen, staðgengill forstjóra Landsvirkjunar
- Guðmundur Þóroddsson, framkvæmdastjóri Reykjavík Geothermal
- Jakob Sigurður Friðriksson, framkvæmdastjóri framleiðslu og sölu hjá Orkuveitu Reykjavíkur
- Ómar Örn Ingólfsson, sviðsstjóri vatnsaflssviðs verkfræðistofunnar Mannvits
- Edda Rós Karlsdóttir, hagfræðingur, sem dró sig í hlé í apríl 2009.



Virkjunarkostir

- Frá upphafi var ljóst að umfjöllun 2. áfanga rammaáætlunar myndi ná til fleiri virkjunarkosta en verið hafði raunin í 1. áfanga. Þar skipti mestu að auk nýrra vatnsaflskosta skyldi fjalla um kosti sem teknir höfðu verið með í 1. áfanga og einnig er nú lagt mat á jarðvarmakosti á háhitasvæðum sem 1, áfangi hafði lítil tók á að meta til fulls sökum gagnaskorts. Áhersla 1. áfanga hafði annars verið á virkjunarkostir í jökulám, einkum þeir sem kölluðu á miðlunarlón á hálendinu, og jarðvarmavirkjanir, sem voru nærri byggð.
- Rammaáætlun er aðeins ætlað að taka til mats **virkjunarkosti þar sem afl er meira en 10 MW. Minni kostir, allt niður í 5 MW, voru lauslega kannaðir** og ákveðið að bæta við einum kosti sem var aflminni en þetta viðmið (Skúfnavatnavirkjun við Ísafjarðardjúp, áætlað afl 8,5 MW).
- Þegar upp var staðið taldi listi faghópsins **40 vatnsaflskosti**, þar af fjóra veitukosti sem ekki kölluðu á byggingu nýrra virkjana. Af þeim höfðu 14 komið til kasta 1. áfanga en hönnun og útfærslu sumra hafði verið breytt. Í nokkrum tilfellum var um að ræða ólíka kosti í sama fallvatni þar sem einn útilokaði annan.
- Listi faghóps 4 tók einnig til **44 jarðvarmakosta á 20 háhitasvæðum** eða rúmlega helmingi fleiri kosta en skoðaðir höfðu verið í 1. áfanga (21 kostur).



Áætluð aflgeta háhitasvæða

Taflan stærð háviðnámskjarna og áætlaða aflgetu einstakra þekktra háhitasvæða miðað við 50 ára vinnslutíma.

Svæði	Stærð*** (km ²)	Hágildi	Miðgildi	Lággildi
		MW ₅₀		
Reykjanes*	9	81	45	27
Svartsengi-Eldvörp	30	270	150	90
Krýsuvík	89	801	445	267
Brennisteinsfjöll	5	45	25	15
Hengill	142	1278	710	426
Geysir*	5	45	25	15
Kerlingarfjöll	39	351	195	117
Hvervellir*	14	126	70	42
Torfajökull	253	2277	1265	759
Hágöngur	43	387	215	129
Vonarskarð	29	261	145	87
Kverkfjöll**	31	279	155	93
Askja	27	243	135	81
Hrúthálsar**	4	36	20	12
Fremrinámar	10	90	50	30
Krafla-Námafjall	62	558	310	186
Gjástykki	11	99	55	33
Þeistareykir	48	432	240	144
Samtals	851	7659	4255	2553



Samkeppnisumhverfi og hagkvæmnimat

- Árið 2003 voru samþykkt á Alþingi ný raforkulög (lög nr. 65/2003). Megininntak laganna var aðskilnaður framleiðslu, flutnings, dreifingar og sölu raforku og innleiðing samkeppni á raforkumarkaði en lögin tóku að fullu gildi í ársbyrjun 2006. Umhverfi íslensks raforkumarkaðar gerbreyttist með gildistöku þessara laga sem m.a. hafði veruleg áhrif á aðferðafræði 2. áfanga rammaáætlunar.



Hagkvæmniflokkun faghóps IV

- Faghópurinn skilgreindi sex hagkvæmniflokka og lagt var fyrir orkufyrirtækin að reikna út virkjunarkosti sem þau höfðu beint sjónum að og raða þeim í hagkvæmniflokk. Óháður sérfræðingur Orkustofnunar gati kallað eftir nákvæmum upplýsingum um einstaka hagkvæmniútreikninga.
- Orkustofnun reiknaði út hagkvæmni þeirra kosta sem ekki voru á forræði einstakra orkufyrirtækja og naut til þess aðstoðar verkfræðistofunnar Mannvits.
- Útreikningar miðuðust við verðlag og gengisskráningu í janúar 2009. Jafnframt féllust orkufyrirtækin á að leggja fram frekari gögn um útreikninga sem faghópurinn teldi orka tvímælis. Slík tilfelli komu ekki upp. Að tilhlutan faghópsins tók Mannvit að sér að meta kostnað við byggingu nýrra virkjana til að hafa til viðmiðunar við innsendar kostnaðartölur .



Hagkvæmniflokkar faghóps IV

- Stofnkostnaður virkjana í íslenskum krónum á hverja framleidda orkueiningu:
- Undir 27 kr. á hverja kílóvattstund (kWh) á ári
- 27-33 kr. á hverja kílóvattstund (kWh) á ári
- 33-40 kr/. á hverja kílóvattstund (kWh) á ári
- 40-53 kr. á hverja kílóvattstund (kWh) á ári
- 53-66 kr. á hverja kílóvattstund (kWh) á ári
- Yfir 66 kr. á hverja kílóvattstund (kWh) á ári



Tengikostnaður

- Skv áætlunum Landsnets ef til voru – annars:
- Mæld var bein loftlína frá áætluðum virkjunarstað að því tengivirki sem næst stóð óháð landsháttum eða náttúrufari að undanskildum augljósum hindrunum, s.s.erfiðu fjallendi, að viðbættu 30% fráviki til að gera ráð fyrir líklegum krókaleiðum vegna landshátta, viðkvæmra svæða og landslagsheilda.
- Tengikostnaður var síðan reiknaður samkvæmt neðangreindri töflu sem verkfræðistofan Mannvit setti upp.

Mannvirki	Spenna kV	Mesti flutningur MW	Strengur/ loftlína Mkr/km	Tenging í tengivirki Mkr	Athugasemd við strengi og línur	Athugasemd við tengivirki*
Jarðstrengur	66 kV	50	15	100	Strengur er 800 mm ² (3 einleiðarar)	M.v. AIS innandyra (útdraganlegt)
Loftlína	132 kV	150	30	200	1/3 stálmöstur, 2/3 trémöstur, simplex	M.v. GIS tengivirki
Loftlína	220 kV	500	50	300	M-möstur, simplex	M.v. GIS tengivirki
Loftlína	(400 kV)	1.300	75	600	V-möstur, duplex	M.v. GIS tengivirki

Lýsingar á einstökum virkjunarkostum

- Að beiðni faghópsins tók Sveinbjörn Björnsson, formaður verkefnisstjórnar 1. áfanga rammaáætlunar, að sér að semja lýsingar á einstökum virkjunarkostum sem byggðar voru á skýrslum frá orkufyrirtækjum, Ísor og Orkustofnun. Um suma virkjunarkosti lágu fyrir afar takmarkaðar upplýsingar. Mat annarra faghópa byggðu á þessum lýsingum sem liggja frammi á heimasíðu rammaáætlunar (www.rammaaetlun.is)



Röðun Faghóps IV

<i>Vatnsfall/-svæði</i>	<i>Staðsetning</i>	<i>Nr.</i>	<i>Hagi-</i>	<i>Tengi-</i>
			<i>kvæmni</i>	<i>kostnaður</i>
			<i>flokkun</i>	<i>Kr/kWh/a</i>
Skaftárveita án miðlunar í Langasjó ¹	Úr Skaftárjökli; veita til Tungnaár utan Langasjávar	17	1	-
Tungnarlón ¹	Vatnasvæði Þjórsár, Tungnaá	24	1	-
Norðlingaölduveita ¹ - 566-567,5 m y.s.	Vatnasvæði Þjórsár:: Sunnan Þjórsárvera	27	1	-
Urriðafossvirkjun	Neðri-Þjórsá	31	2	0,40
Þeistareykir			2	0,41
Arnardalsvirkjun	Jökulsá á Fjöllum yfir í Jökuldal/Fljótsdal	12	2	0,60
Krafla I- stækkun	NA-Mývatns	98	2	0,63
Bjarnarflag	Austan Mývatns	97	2	0,70
Krafla II, 2. áfangi			2	0,81
Búlandsvirkjun	Skaftá í Skaftárdal	40	2	1,50
Krafla II, 1. áfangi		99	2	1,63
Sveifluháls	Krísuvíkursvæði	66	2	1,79
Þeistareykir-Vestursvæði	Há-N Mývatns og V Gjástykkis	101	2	1,95
Austurengjar	Krísuvíkursvæði	67	2	2,32
Hágönguvirkjun, 2. áfangi			2	3,00
Skaftárveita með miðlun í Langasjó ¹	Úr Skaftárjökli; veita til Tungnaár um Langasjó	16	2	-
Reykjanes	Yst á sunnanverðum Reykjaneskaga	61	2,5	0,74
Ölfusdalur	Ofan Hveragerðis	76	2,5	0,97
Stóra Sandvík	N við Reykjanestá	62	2,5	1,39
Hellisheiði	Nálægt Kolviðarhóli	72	3	0,38
Innstidalur	Í suðaustanverðum Hengli	73	3	0,44
Þverárdalur (Ölfusvatnslundur)	Við NA-jaðar háhitasvæðisins	75	3	0,48
Grændalur	N frá Hveragerði	77	3	0,48

Selfossvirkjun	Ölfusá	38	3	0,53
Hverahlíð	Sunnan vegar á há-Hellisheiði	71	3	0,54
Bitra	Austan Hengils	74	3	0,62
Meitillinn	S Gráuhnúka	69	3	0,85
Eldvörp (Svartsengi)	Líklega samtengd svæði	63	3	0,91
Gráuhnúkar	S vegar í Hveradalsbrekku	70	3	0,92
Skatastaðavirkjun B	Austari Jökulsá í Austurdal, innst í Skagafirði	6	3	1,24
Bjallavirkjun	Vatnasvæði Þjórsár: neðan Tungnaárlóns	25	3	1,35
Búðarhálsvirkjun	Þjórsá: Milli Hrauneyjafoss og Sultartangalóns	28	3	1,45
Trölladyngja	Milli Kleifarvatns og Keilis	65	3	1,46
Landmannalaugar	N Torfajökuls	90	3	1,51
Blautakvísl	A Rauðfossafjalla, SV Reykjadala	84	3	1,52
Vestur-Reykjadalir	V Landmannalauga, V Hrafninnuhrauns	85	3	1,64
Austur-Reykjadalir	V Landmannalauga, V Hrafninnuhrauns	86	3	1,67
Gjástykki	Norðan Kröflu	100	3	1,71
Hrafnabjargavirkjun A	Skjálfandafljót (ofan Bárðardals)	10	3	1,72
Skaftárvirkjun	Skaftá yfir í Tungufljót	18	3	1,78
Sandfell	Lengra SV við Kleifarvatn	64	3	1,92
Kaldaklof	V Torfajökuls	89	3	2,00
Ljósártungur	V Torfajökuls	87	3	2,01
Jökultungur	Sunnan Jökulgils, Vestan Kaldaklofsfjalla	88	3	2,10
Geysir		78	3	2,55
Askja	Dyngjufjöll	94	3	2,81
Hólmsárvirkjun - miðlun í Hólmsárlóni	Austan Torfajökuls	20	3	3,20
Brennisteinsfjöll	Milli Kleifarvatns og Heiðarinnar háu	68	3	3,63
Hólmsárvirkjun - án miðlunar	Austan Torfajökuls	19	3	3,74
Hólmsárvirkjun neðri	Við Atley, efst í Skaftártungum	21	3	4,18
Vonarskarð	Milli Vatnajökuls og Tungnafellsjökuls	92	3	4,67
Hveravellir	Kjölur	83	3	4,72
Kverkfjöll	Norðan Vatnajökuls	93	3	5,03

Selfossvirkjun	Ölfusá	38	3	0,53
Hverahlíð	Sunnan vegar á há-Hellisheiði	71	3	0,54
Bitra	Austan Hengils	74	3	0,62
Meitillinn	S Gráuhnúka	69	3	0,85
Eldvörp (Svartsengi)	Líklega samtengd svæði	63	3	0,91
Gráuhnúkar	S vegar í Hveradalsbrekku	70	3	0,92
Skatastaðavirkjun B	Austari Jökulsá í Austurdal, innst í Skagafirði	6	3	1,24
Bjallavirkjun	Vatnasvæði Þjórsár: neðan Tungnaárlóns	25	3	1,35
Búðarhálsvirkjun	Þjórsá: Milli Hrauneyjafoss og Sultartangalóns	28	3	1,45
Trölladyngja	Milli Kleifarvatns og Keilis	65	3	1,46
Landmannalaugar	N Torfajökuls	90	3	1,51
Blautakvísl	A Rauðfossafjalla, SV Reykjadala	84	3	1,52
Vestur-Reykjadalir	V Landmannalauga, V Hrafninnuhrauns	85	3	1,64
Austur-Reykjadalir	V Landmannalauga, V Hrafninnuhrauns	86	3	1,67
Gjástykki	Norðan Kröflu	100	3	1,71
Hrafnabjargavirkjun A	Skjálfafljót (ofan Bárðardals)	10	3	1,72
Skaftárvirkjun	Skaftá yfir í Tungufljót	18	3	1,78
Sandfell	Lengra SV við Kleifarvatn	64	3	1,92
Kaldaklof	V Torfajökuls	89	3	2,00
Ljósártungur	V Torfajökuls	87	3	2,01
Jökultungur	Sunnan Jökulgils, Vestan Kaldaklofsfjalla	88	3	2,10
Geysir		78	3	2,55
Askja	Dyngjufjöll	94	3	2,81
Hólmsárvirkjun - miðlun í Hólmsárlóni	Austan Torfajökuls	20	3	3,20
Brennisteinsfjöll	Milli Kleifarvatns og Heiðarinnar háu	68	3	3,63
Hólmsárvirkjun - án miðlunar	Austan Torfajökuls	19	3	3,74
Hólmsárvirkjun neðri	Við Atley, efst í Skaftártungum	21	3	4,18
Vonarskarð	Milli Vatnajökuls og Tungnafellsjökuls	92	3	4,67
Hveravellir	Kjölur	83	3	4,72
Kverkfjöll	Norðan Vatnajökuls	93	3	5,03

Samanlögð röðun Faghóps III og IV

Hagkvæmniflokkar (virkjanakostnaður) ráðandi
Línutengingar ekki vegnar inn
Röðun innan hagkvæmniflokka ávarðast af
faghóp III



<i>Virkjunarl Nr.</i>	<i>Hagi- kvæmni flokkun</i>	<i>Röðun FH3</i>	<i>Samanlögð röðun</i>	
Norðlinga	27	1	33	1
Skaftárvei	17	1	50	2
Tungnárló	24	1	72	3
Arnardals	12	2	1	4
Peistareyl	102	2	5	5
Urriðafoss	31	2	17	6
Búlandsvi	40	2	18	7
Peistareyl	101	2	20	8
Krafla II, 2	103	2	22	9
Bjarnarfla	97	2	23	10
Hágönguv	104	2	26	11
Krafla II, 1	99	2	49	12
Krafla I- s	98	2	54	13
Skaftárvei	16	2	67	14
Sveifluhál	66	2	68	15
Austureng	67	2	70	16
Reykjanes	61	2,5	38	17
Stóra Sanc	62	2,5	63	18
Ölfusdalur	76	2,5	84	19
Skatastað	6	3	3	20

<i>Virkjunarl Nr.</i>	<i>Hagi- kvæmni flokkun</i>	<i>Röðun FH3</i>	<i>Samanlögð röðun</i>	
Landmanr	90	3	6	21
Kaldaklof	89	3	7	22
Kverkfjöll	93	3	8	23
Jökultung	88	3	9	24
Blautakvís	84	3	10	25
Askja	94	3	11	26
Austur-Re	86	3	12	27
Ljósártung	87	3	13	28
Vestur-Re	85	3	14	29
Vonarskar	92	3	15	30
Skaftárvirl	18	3	21	31
Hrafnabja	10	3	24	32
Grændalu	77	3	29	33
Búðarháls	28	3	31	34
Hveravelli	83	3	32	35
Hólmsárvi	20	3	34	36
Hólmsárvi	19	3	35	37
Hverárdal	75	3	36	38
Bitra	74	3	37	39
Gjástykki	100	3	39	40

<i>Virkjunarl Nr.</i>	<i>Hagi- kvæmni flokkun</i>	<i>Röðun FH3</i>	<i>Samantöl röðun</i>
Hellisheið	72	3	40
Hverahlíð	71	3	41
Fremrinár	96	3	43
Þverfell	82	3	45
Kisubotna	81	3	46
Neðri-Hve	80	3	48
Hverabotr	79	3	51
Hágönguv	91	3	52
Hólmsárvi	21	3	56
Þjallavirkj	25	3	58
Eldvörp (S	63	3	59
Trölladyng	65	3	62
Innstidalu	73	3	65
Gráuhnúk	70	3	66
Meitillinn	69	3	69
Hrúthálsa	95	3	74
Selfossvir	38	3	75
Sandfell	64	3	76
Geysir	78	3	78
Brennistei	68	3	80

<i>Virkjunarl Nr.</i>	<i>Hagi- kvæmni flokkun</i>	<i>Röðun FH3</i>	<i>Samantöl röðun</i>
Helmingsv	13	4	2
Skatastaða	7	4	4
Markarflj	23	4	19
Hvammsvi	29	4	27
Djúpá	14	4	28
Bláfellsvir	33	4	30
Holtavirkj	30	4	42
Haukholt	35	4	47
Búðartung	34	4	53
Villingane	8	4	55
Hestvatns	37	4	60
Hverfisflj	15	4	61
Skrokköld	26	4	64
Blönduvei	5	4	73
Glámuvirki	2	5	16
Hvalá	4	5	44
Hagavatns	39	5	77
Markarflj	22	5	79
Hvítá í Bor	1	5	81
Eyjadalsár	11	5	83
Fljótshnú	9	6	25
Vörðufell	36	6	57
Gígjarfoss	32	6	71
Skúfnavat	3	6	82