

Smávirkjanir

Mat á rennsli, afli og orkugetu



Júní
2019

Smávirkjanir

Mat á rennsli, afli og orkugetu

Orkustofnun

Júní

2019

Útgefandi:
Orkustofnun, Grensásvegi 9, 108 Reykjavík
Sími: 569 6000, Fax, 568 8896
Tölvupóstur: os@os.is
Heimasíða: <http://www.os.is/>
Hönnun og uppsetning: Baldur Pétursson, Orkustofnun
Yfirllestur: Þórunn Erla Sighvats og Kristinn Einarsson, Orkustofnun

Ritstjórn:
Erla Björk Þorgeirsdóttir

Þessi skýrsla er gefin út á vef Orkustofnunar
OS-2019-08
ISBN 978-9979-68-514-2
Efni skýrslunnar má nota, en þess er óskað að heimildar sé getið.

Júní 2019

Efnisyfirlit

| | | |
|---|---|---|
| 1 | INNGANGUR..... | 4 |
| 2 | NIÐURSTÖÐUR | 4 |
| 3 | ÚTREIKNINGAR Á AFLI VATNSAFLSVIRKJANA | 5 |
| 4 | HEIMILDASKRÁ..... | 7 |

Myndaskrá

| | | |
|---------|--|---|
| TAFLA 1 | SAMRÆMDAR NIÐURSTÖÐUR UM RENNSLI, UPPSETT AFL OG ORKUGETU SMÁVIRKJUNARKOSTA..... | 5 |
|---------|--|---|

1 Inngangur

Smávirkjanaverkefni Orkustofnunar fékk í fjárlögum 2018 fjárveitingu til fjögurra ára. Hluta þess fjár var árið 2018 varið í kjölfar útboðs til að láta Verkfræðistofuna Vatnaskil meta langæislinur fyrir 32 smávirkjunarkosti í vatnsföllum víða um vestan- og norðanvert landið. Um var að ræða tvær hugmyndir að virkjunarkostum sem höfðu borist stofnuninni í gegnum vefgátt, auk hugmynda úr nokkrum svæðisbundnum skýrslum sveitarfélaga, um möguleika þeirra í vatnsafli.

Tilgangurinn með að gera nýtt mat á rennsli virkjunarkosta í áður útkomnum skýrslum var meðal annars að bera saman mismunandi mat og fá heildstæða mynd af þeim möguleikum sem skoðaðir hafa verið. Í framtíðinni verður síðan hægt að bera þetta mat saman við raunverulegar mælingar, til þess að sjá hversu áreiðanleg þau líkön eru, sem notuð eru til að meta lágmarksrennsli.

Allt er þetta liður í því að kortleggja möguleika til virkjunar á smærri vatnsaflskostum sem er eitt af meginmarkmiðum smávirkjanaverkefnisins.

Eins og fram kemur í skýrslu Vatnaskila voru reiknaðar út tvær langæislinur fyrir hvert vatnsfall þar sem í ljós kom að á sumum svæðum var þörf á aukinni úrkomu í líkaninu til þess að ná ásættanlegu meðalrennsli samanborið við fyrirbyggjandi mælingar.

2 Niðurstöður

Í Snæfellsbæ voru 5 virkjunarhugmyndir skoðaðar, þeir eru Stóra-Fura, Barnalækur fyrir neðan fossa, Kamsá, Hamraendalækur og Stafabergsá. Þar var fyrri athugun unnin af Eflu 2016.

Á Vestfjörðum voru teknir til skoðunar tveir kostir, annars vegar Hattardalsvirkjun í Álftafirði og hins vegar Þverárvirkjun í Bjarnafirði. Báðir kostir hafa áður verið teknir til skoðunar að einhverju leyti.

Á Eyjafjarðarsvæðinu voru teknir til skoðunar 25 vænlegustu kostirnir úr skýrslum Eflu frá 2018 og Mannvits frá 2015.

Í töflu 1 er gefið yfirlit um samræmdar niðurstöður um rennsli, uppsett afl og orkugetu viðkomandi smávirkjunarkosta. Rétt er að áréttta að þessar niðurstöður eru á forathugunarstigi. Fram þurfa að fara nánari mælingar og rannsóknir áður en komið er á hönnunarstig. Um nánari forsendur og skýringar vísast til skýrslu Vatnaskila, sem aðgengileg er á vef Orkustofnunar með öðrum skýrslum ársins 2018.

| | Rennsli [m3/s] | Munur á minnsta og mesta rennsli í [%] | Uppsett afl [kW] | Munur á hæsta og lægsta uppsettu afli í [%] | Orkugeta [GWh] |
|------------------------------|----------------|--|------------------|---|----------------|
| Dalvíkurbyggð | | | | | |
| Brimnesá | 0,21 – 0,39 | 86% | 193 – 358 | 85% | 1,4 – 2,5 |
| Hálsá | 0,26 – 0,40 | 54% | 180 – 294 | 63% | 1,3 – 2,1 |
| Hofsá - efra inntak | 0,11 – 0,20 | 82% | 202 – 340 | 68% | 1,4 – 2,4 |
| Hofsá - neðra inntak | 0,15 – 0,25 | 67% | 176 – 294 | 67% | 1,2 – 2,1 |
| Karlsá – efra inntak | 0,09 – 0,20 | 122% | 86 – 180 | 109% | 0,6 – 1,3 |
| Karlsá – neðra inntak | 0,11 – 0,20 | 82% | 73 – 132 | 81% | 0,5 – 0,9 |
| Skeiðsvatn | 0,18 – 0,36 | 100% | 218 – 400 | 83% | 1,5 – 3,0 |
| Sæluá | 0,04 – 0,10 | 150% | 93 – 220 | 137% | 0,7 – 1,6 |
| Þverá Skíðadal | 0,31 – 0,54 | 77% | 205 – 357 | 74% | 1,4 – 2,5 |
| Þverá Svarfaðardal | 0,11 – 0,26 | 136% | 137 – 300 | 119% | 1,0 – 2,2 |
| Eyjafjörður | | | | | |
| Burstabrekkuá | 0,05 – 0,18 | 260% | 70 – 250 | 257% | 0,5 – 1,8 |
| Garðsá í Ólafsfirði | 0,25 – 0,42 | 68% | 129 – 216 | 67% | 0,9 – 1,5 |
| Djúpadalsá III | 0,22 – 1,30 | 491% | 210 – 1200 | 471% | 1,5 – 8,4 |
| Þverá í Ólafsfirði | 0,20 – 0,60 | 200% | 147 – 450 | 206% | 1,0 – 3,2 |
| Eyjafjarðará | 1,15 – 2,80 | 143% | 423 – 1000 | 136% | 3,0 – 8,0 |
| Núpá | 1,49 – 3,90 | 162% | 548 – 1400 | 155% | 3,8 – 10,0 |
| Reistará | 0,03 – 0,09 | 200% | 82 – 250 | 205% | 1,1 – 1,8 |
| Skjöldalsá | 0,34 – 0,90 | 165% | 300 – 800 | 167% | 2,1 – 5,6 |
| Þverá ytri | 1,19 – 2,10 | 76% | 525 – 900 | 71% | 3,7 – 6,3 |
| Grenjá | 0,04 – 0,11 | 175% | 68 – 190 | 179% | 0,5 – 1,3 |
| Hrauná | 0,10 – 0,30 | 200% | 132 – 400 | 203% | 0,9 – 2,8 |
| Hagá | 0,13 – 0,35 | 169% | 172 – 450 | 162% | 1,2 – 3,2 |
| Ytri – Tunguá neðri | 0,26 – 0,60 | 131% | 229 – 550 | 140% | 1,6 – 3,9 |
| Ytri – Tunguá efri | 0,22 – 0,55 | 150% | 372 – 950 | 155% | 2,6 – 6,7 |
| Skarðsá | 0,07 – 0,20 | 186% | 67 – 190 | 184% | 0,5 – 1,3 |
| Snæfellsbær | | | | | |
| Stóra-Fura | 0,17 – 0,27 | 59% | 175 – 278 | 59% | 1,2 – 1,9 |
| Barnalækur | 0,05 – 0,13 | 160% | 48 – 110 | 129% | 0,3 – 0,8 |
| Kamsá | 0,013 – 0,020 | 54% | 10 – 15 | 50% | 0,1 |
| Hamraendalækur samanlagt | 0,055 – 0,069 | 25% | 52 – 76 | 46% | 0,4 – 0,5 |
| Stafabergsá | 0,108 – 0,160 | 48% | 143 – 212 | 48% | 1,0 – 1,5 |
| Vestfirðir | | | | | |
| Hattardalsvirkjun | 0,04 – 0,06 | 50% | 35 – 100 | 186% | 245 – 700 |
| Þverárvirkjun í Bjarnarfirði | 0,009 – 0,010 | 11% | 24 – 26 | 8% | 168 – 182 |

Tafla 1 Samræmdar niðurstöður um rennsli, uppsett afl og orkugetu smávirðjunarkosta

3 Útreikningar á afli vatnsaflsvirkjana

Í vatnsaflsvirkjunum er hreyfiorka vatnsfalls beisluð og henni breytt í raforku. Útfærslur geta verið mismunandi en í aðalatriðum er um nokkra sameiginlega grunnþætti að ræða. Þessir þættir eru til dæmis stífla til að hækka vatnsborð og mynda inntaks- eða miðlunarlón og mannvirki til þess að hleypa umfram

vatni framhjá virkjuninni. Þessi mannvirki geta verið yfirföll, botnrásir eða lokuvirki. Inntaksmannvirki fyrir vatn að virkjuninni eru gjarnan í stíflunni og er hlutverk þeirra að beina vatninu að aðrennslisvirkjum. Aðrennslisvirkin geta síðan verið skurðir, pípur eða göng. Aðrennslisvirkin flytja vatnið að þrýstivatnspípu sem liggur að snigli vatnsvélar í stöðvarhúsinu. Vélar geta verið fleiri en ein og hefur hver um sig einn hverfil eða vatnshjól sem vatnsstraumurinn snýr. Hverfillinn er tengdur við rafala sem breytir fallorku vatnsins í raforku. Orkan sem framleidd er í virkjunum er í réttu hlutfalli við nýtanlega fallhæð og vatnsmagnið sem streymir um hverfillinn.

Nýtanlegt vatnsafl (P) er mælt í vöttum og þá gjarnan tilgreint í kW (1000 vött) eða MW (1.000.000 vött). Afl virkjunar er margfeldi af fallhæðinni (h mælt í metrum m) og rennslinu (Q mælt í rúmmetrum á sekúndu m^3/s), þyngdarhröðuninni g (9,81 metrar á sekúndu í öðru veldi m/s^2), nýtni (η ávallt minni en 1) og eðlisþyngd vatns (ρ í kg/m^3) eða 1000 kg/m^3 . Þ.e.a.s.:

$$P = \eta \cdot g \cdot \rho \cdot Q \cdot h \text{ (m/s}^2 \cdot \text{kg/m}^3 \cdot \text{m}^3/\text{s} \cdot \text{m} = \text{m} \cdot \text{kg/ s}^3 = (\text{kg} \cdot \text{m/s}^2)/\text{s} = \text{J/s} = \text{W})$$

Ástæða þess að nýtnin er minni en 1 er sú að það verða töp á leið vatnsins í gegnum virkjunina. Töpin verða vegna þrýstifalls í vatnsvegum, nýtni hverfilsins er ekki 100%, það verða töp í yfirfærslu á orku frá hverfli til rafala og síðan einnig á milli rafala og spennu.

Orkan sem virkjun framleiðir á ársgrundvelli er síðan reiknuð sem margfeldi af uppsettu afli virkjunarinnar og tíma. Í venjulegu ári (ekki hlaupári) eru 8760 klukkustundir. Ef ætlaðar eru 260 stundir á ári í viðhald, verður orkuframleiðsla virkjunar á ársgrundvelli margfeldi af afli virkjunar og 8500 klukkustundum. 100 MW virkjun sem keyrð er á fullum afköstum í heilt ár getur því að hámarki framleitt 850 000 MWh/ári eða 850 GWh á ári. Framleiðsla vatnsaflsvirkjana á Íslandi takmarkast ekki aðeins af mögulegu viðhaldi heldu einnig veðurfari og eftirspurn eftir raforku (raforkunotkun). Þessi gerð virkjana er hentugust til þess að mæta sveiflum í eftirspurn og er framleiðsla þeirra stýrt til þess að mæta notkun hverju sinni. Það var því ákveðið að miða við sama nýtingartíma og gert var í skýrslu Eflu (Ásbjörn Egilsson og Árni Sveinn Sigurðsson, 2018) eða 7000 klukkustundir á ári.

Hægt er að virkja vatnsföll án miðlunarlóna sem safnað er vatni í þegar rennslið er meira en virkjað rennsli. Þá er yfirleitt aðeins um lítið inntakslón að ræða með yfirfalli fyrir umfram vatn, slíkar virkjanir kallast rennslisvirkjanir. Rennslisvirkjanir er ekki hægt að nýta til að framleiða orku eftir breytilegum þörfum þar sem ekki er hægt að treysta því að framleiðsla virkjunarinnar verði meiri en sem nemur lágmarksrennsli í farvegi.

Öll gildi fyrir útreikninga á uppsettu afli og orkugetu eru valin varfærnislega þannig að ekki sé verið að ofátta þessi gildi. Miðað er við nýtnistuðul 75% = 0,75. Nýtingartími upp á 7000 klukkustundir samsvarar um það bil 80% af heilu ári. Lágmarksrennsli sem útreikningar á uppsettu afli og orku byggja á er metið vera það rennsli sem varir að minnsta kosti 80% af árinu.

Ef hægt er að koma við einhverri miðlun er hugsanlega eðlilegt að miða við 70% af tímanum á langæislinunni sem val á mati á lágmarksrennsli. Því var jafnframt skoðað hver lágmarksrennslið er miðað við 70% af tímanum.

Endanlegt mat á virkjanlegu rennsli getur hins vegar ekki átt sér stað fyrr en að loknum rennslismælingum og skölun langæislinunnar út frá niðurstöðum slíkra mælinga ásamt mati á möguleikum til miðlunar á rennsli. Útreikningar í þessari skýrslu gefa því aðeins hugmynd um stærðargráðu á mögulegu uppsettu afli, enda um forathuganir að ræða en ekki hönnun.

4 Heimildaskrá

Ásbjörn Egilsson og Árni Sveinn Sigurðsson. 2018. *Smávirkjanakostir í Eyjafirði – Frumúttekt valkosta*. Aðgengileg frá desember 2018 á slóðinni:
https://orkustofnun.is/gogn/Skyrslur/EFLA-7192-001-sky-001-v03_smavirkjunarkostir-i-eyjafirdi.pdf

Efla, 2016. *Forathugun vatnsaflsvirkjunarkosta. Endurskoðun aðalskipulags Snæfellsbæjar*. Skjalalykill 2107-006.

Hjalti Sigurjónsson, Ágúst Guðmundsson og Sveinn Óli Pálmarsson. Nóvember 2018. *Smávirkjunarkostir í Eyjafirði, Snæfellsnesi, Álftafirði og Bjarnarfirði. Mat á langæislinum rennslis*. Verkfræðistofan Vatnaskil. Aðgengileg frá desember 2018 á slóðinni:
https://orkustofnun.is/gogn/Skyrslur/OS-2018/Vatnaskil-S1809_Smavirkjanir_langaeislinur.pdf

Mannvit. 2010. *Litlar vatnsaflsvirkjanir. Kynningar og leiðbeiningar um undirbúning*. Unnið fyrir lðnaðar- og viðskiptaráðuneytið. Aðgengileg á slóðinni:
<https://orkustofnun.is/gogn/Skyrslur/OS-2010/Litlar-vatnsaflsvirkjanir-2-utgafa.pdf>

Mannvit. 2015. *Smávirkjanir í Dalvíkurbyggð, úttekt á valkostum*. Unnið fyrir Dalvíkurbyggð. Aðgengilegt á slóðinni:
<http://teikningar.dalvikurbyggd.is/smavirkjanir/smavirkjanir.pdf>

