



Skýrsla nr. C16:02

Rammaáætlun og þjóðhagsleg afkoma virkjana

Ágúst 2016

**HAGFRÆÐISTOFNUN**



HÁSKÓLI ÍSLANDS

Hagfræðistofnun Háskóla Íslands

Odda v/Sturlugötu

Sími: 525-5284

Heimasíða: [www.hhi.hi.is](http://www.hhi.hi.is)

Tölvufang: [ioes@hi.is](mailto:ioes@hi.is)

Skýrsla nr. C16:02

Rammaáætlun og þjóðhagsleg afkoma virkjana

ágúst 2016

## Formáli

Þessi skýrsla er unnin að beiðni Landsvirkjunar. Í henni er fjallað um efnahagsleg áhrif virkjanaframkvæmda og dæmi tekin af því hvernig leyfisveitingum vegna virkjana er háttað í öðrum löndum. Umfjöllunin er í þremur hlutum. Í fyrsta hluta er fjallað um áfanga rammaáætlunar. Í öðrum hluta er farið yfir efnahagsleg áhrif virkjana og í síðasta hlutanum er rætt um það hvernig staðið er að því að veita leyfi fyrir virkjunum í öðrum löndum. Skýrslan er byggð á opinberum gögnum.

Við gerð skýrslunnar hef ég notið aðstoðar Sigurðar Björnssonar, meistaranema í hagfræði.

Reykjavík, 2.8. 2106,

Sigurður Jóhannesson,

forstöðumaður Hagfræðistofnunar Háskóla Íslands.

## Inngangur

Í drögum að lokaskýrslu verkefnisstjórnar þriðja áfanga rammaáætlunar, sem birt var í maí 2016, er 18 virkjunarkostum skipað í orkunýtingarflokk, 26 í verndarflokk og 38 í biðflokk. Í þriðja áfanga hafa starfað 4 faghópar. Faghópur I fjallaði um náttúru- og menningarminjar, faghópur II ræddi um önnur not af auðlindum en virkjanir, faghópur III skoðaði samfélagsleg áhrif virkjana og faghópur IV efnahagsleg áhrif. Mat faghópa III og IV var að ekki lægju fyrir forsendur til þess að raða virkjunarkostum eftir áhrifum þeirra á samfélagið eða efnahagslegum áhrifum. Aðeins faghópar I og II röðuðu virkjanakostum og eru tillögur verkefnisstjórnar eingöngu reistar á niðurstöðum þeirra.

## Áfangar rammaáætlunar

Árið 2011 samþykkti alþingi lög um verndar- og orkunýtingaráætlun. Rammaáætlun um nýtingu vatnsafls og jarðvarma hafði þá verið undirbúin í áratug.<sup>1</sup> Markmið laganna er að tryggja að nýting lands ráðist af langtímasjónarmiðum og heildstæðu hagsmunamati þar sem horft sé til verndargildis og hagkvæmni. Meta á efnahagsleg, umhverfisleg og samfélagsleg áhrif hvers kyns nýtingar, þar með talinnar verndunar. Farið er fram á að tillaga sé gerð um aðferðafræði við að meta verðgildi náttúrunnar. Virkjunarkostum skal raða í þrjá flokka, orkunýtingarflokk, biðflokk og verndarflokk. Stjórnvöld geta leyft rannsóknir og vinnslu á orku vegna virkjunarkosta í orkunýtingarflokki, en þeim ber ekki skylda til þess að veita slíkt leyfi. Á hinn bóginn má ekki leyfa orkuvinnslu vegna kosta í biðflokki eða verndarflokki. Í biðflokk falla þeir kostir sem talið er að afla þurfi meiri upplýsinga um áður en kveðið er á um vernd eða orkunýtingu. Eftir að verndar- og orkunýtingaráætlun hefur verið samþykkt skal hefja undirbúning að því að friðlýsa landsvæði í verndarflokki fyrir orkuvinnslu. Tillaga um flokkun virkjunarkosta skal lögð fyrir alþingi eigi sjaldnar en á fjögurra ára fresti. Þar skulu ekki tekin fyrir landsvæði sem hafa verið friðuð fyrir orkuvinnslu.<sup>2</sup>

Niðurstöður fyrsta áfanga rammaáætlunar voru lagðar fram 2003. Þar voru 35 virkjunarhugmyndir flokkaðar eftir umhverfisáhrifum, heildarhagnaði og arðsemi.<sup>3</sup> Ekki voru dregnar ályktanir um heildarröðun virkjunarkosta. Lög höfðu ekki verið samþykkt um rammaáætlun og ekki var ljóst til hvers niðurstöðurnar yrðu notaðar.<sup>4</sup> Um mitt ár 2011 skilaði verkefnisstjórn annars áfanga rammaáætlunar skýrslu með heildarmati og röðun á 84 virkjunarhugmyndum. Flokkunin var reist á vinnu fjögurra faghópa. Faghópur I fjallaði um

---

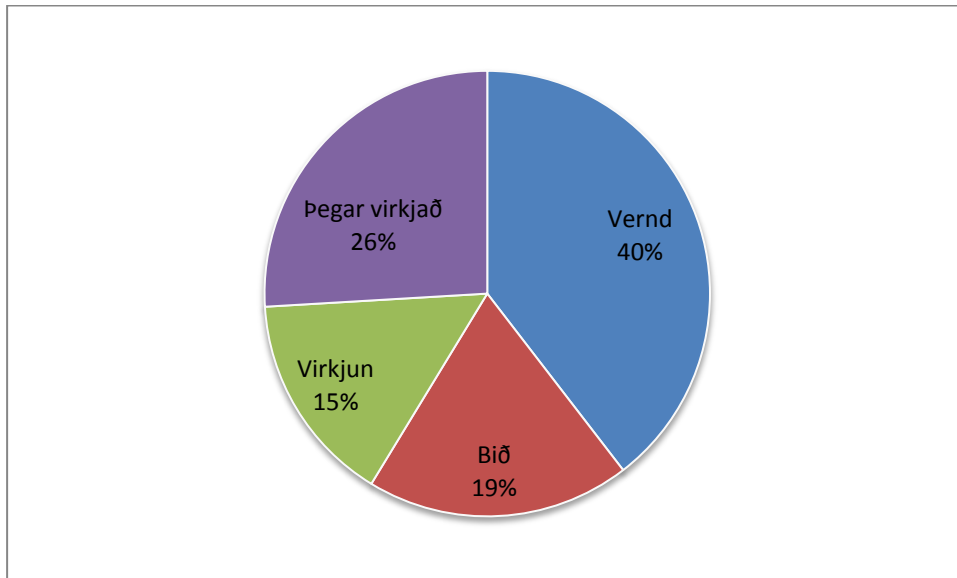
1 Frumvarp til laga um verndar og nýtingaráætlun vegna virkjunar fallvatna og háhitasvæða, lagt fram af iðnaðarráðherra 2010-2011, greinargerð.

2 Lög um verndar- og orkunýtingaráætlun, nr. 48 2011.

3 Verkefnisstjórn um gerð rammaáætlunar um nýtingu vatnsafls og jarðvarma, 2003, Niðurstöður 1. áfanga rammaáætlunar, bls. 3.

4 Verkefnisstjórn 3. áfanga verndar- og orkunýtingaráætlunar, 2016, Drög að lokaskýrslu, bls. 10-11.

náttúru og menningarminjar, hópur II um útivist, ferðaþjónustu og hlunnindi, hópur III um efnahagsleg og félagsleg áhrif virkjana og hópur IV fjallaði um virkjunarhugmyndir og hagkvæmni þeirra.<sup>5</sup> Á grundvelli þessarar vinnu var lögð fram þingsályktunartillaga um flokkun virkjunarkosta í orkunýtingarflokk, biðflokk og nýtingarflokk og ályktun samþykkt á alþingi í ársbyrjun 2013.<sup>6</sup>



*Mynd 1. Flokkun virkjanakosta á Íslandi samkvæmt drögum að lokaskýrslu 3. áfanga rammaáætlunar 2016. Í verndarflokki eru auk þeirra kosta sem koma fram þar virkjanir í Gullfossi, Jökulsá á Fjöllum og víðar, þar sem land hefur verið friðað. Samtals eru virkjunarkostirnir um 70 TWst á ári. Heimildir: Hagstofa Íslands, heimasíða (um það sem hefur verið virkjað), Verkefnisstjórn 3. áfanga verndar- og orkunýtingaráætlunar, 2016, Drög að lokaskýrslu, bls. 206-208, Verkefnisstjórn um gerð rammaáætlunar um nýtingu vatnsafls og jarðvarma, 2003, Niðurstöður 1. áfanga rammaáætlunar, bls. 62 (um virkjanir í Jökulsá á Fjöllum), Jón Ingimarsson, Landsvirkjun, tölvupóstur (virkjanir á friðuðum svæðum), eigin útreikningar.*

Í maí síðastliðnum skilaði verkefnisstjórn þriðja áfanga verndar- og orkunýtingaráætlunar drögum að lokaskýrslu. Í skýrsludrögum er 82 virkjunarkostum skipað í orkunýtingarflokk, biðflokk og verndarflokk. Flokkunin er reist á vinnu tveggja faghópa. Faghópur I fjallaði um náttúru- og menningarminjar og faghópur II fjallaði um önnur not af auðlindum en virkjanir. Báðir röðuðu virkjunarkostum eftir áhrifum þeirra. Tveir hópar horfðu á önnur áhrif virkjunarkosta. Faghópur III fjallaði um samfélagsleg áhrif og faghópur IV fjallaði um

5 Verkefnisstjórn um gerð rammaáætlunar um vernd og nýtingu náttúrusvæða með áherslu á vatnsafl og jarðhitasvæði, 2011, Niðurstöður 2. áfanga rammaáætlunar.

6 Verkefnisstjórn 3. áfanga, bls. 14.

efnahagsáhrif. Hvorugur þessara hópa taldi sig hafa forsendur til þess að leggja mat á einstaka virkjunarkosti. Meðal annars kom fram í álitsgerðum hópanna að ekki væri hægt að meta hagkvæmni virkjunarkosta án þess að vita hvernig aðrir yrðu nýttir. Í skýrsludrögum verkefnisstjórnar ráða samfélagsleg og efnahagsleg áhrif því engu um röðun í flokka, nema að því leyti sem verndun náttúru hefur áhrif á þessi atriði.

Í skýrslu faghóps III er rætt hvernig haga beri mati á samfélagslegum áhrifum virkjunarkosta og í skýrslu faghóps IV kemur fram hvernig standa beri að mati á efnahagsáhrifum virkjana. Faghópur IV lýsir meðal annars aðferðum til þess að virða rask á náttúrunni til fjár, en hugmynd löggjafans var að slíkum aðferðum yrði beitt við mat á virkjunarkostum. Í bráðabirgðaákvæðum laga um verndar- og orkunýtingaráætlun segir að móta skuli aðferðir til þess að meta verðgildi náttúrunnar.<sup>7</sup>

Sveitarstjórnir gefa leyfi fyrir virkjunarframkvæmdum. Áður en leyfi er veitt þarf að meta umhverfisáhrif virkjana ef þau eru talin geta verið umtalsverð.<sup>8</sup> Skipulagsstofnun leggur mat á skýrslu um umhverfisáhrif frá fjárfesti. Ekki má gefa út leyfi til framkvæmda nema álit Skipulagsstofnunar liggi fyrir, en ekki verður séð að sveitarstjórnirnar þurfi að taka mið af álitinu.

Eins og komið hefur fram má meta umhverfisáhrif framkvæmda til peninga. Umhverfisáhrif eru því efnahagsáhrif. En nú lítur út fyrir að önnur efnahagsleg áhrif muni engu ráða um röðun orkunýtingarkosta í þriðja áfanga rammaáætlunar. Það miðar ekki að hagkvæmri niðurstöðu að líta aðeins á sum efnahagsáhrif, heldur aðeins þau sem komu til álita í umfjöllun faghópa I og II. Hætta er á að kostir sem í reynd yrðu taldir óhagkvæmir, þegar öll áhrif væru metin til fjár, verði teknir fram yfir hagkvæma kosti. Í orkunýtingarflokki gæti til dæmis verið virkjun sem lítill hagnaður er af ef aðeins er horft á peningalega liði. Gerum ráð fyrir að þessi virkjun hafi fremur lítill áhrif á umhverfið – þess vegna fer hún í nýtingarflokk – en umhverfiskostnaður vegi þó þyngra en peningalegur hagnaður. Kostnaður er því meiri en ávinningur þegar allt er talið. Í verndarflokki gæti á hinn bóginn verið virkjunarkostur sem mikill peningalegur hagnaður er af. Umhverfiskostnaður er einnig mikill – þess vegna er kosturinn í verndarflokki – en hann nær þó ekki að jafna út peningalegan hagnað. Efnahagsleg afkoma er yfir núlli, en kostinum er hafnað þegar aðeins er horft á umhverfisáhrifin.

## Efnahagsleg áhrif virkjana

Skoðum nú hvernig meta má efnahagslega afkomu virkjana. Henni má í stórum dráttum skipta í tvennt:

### 1. Einkaafkoma.

---

7 Lög um verndar- og orkunýtingaráætlun, 2011, ákvæði til bráðabirgða.

8 Lög um mat á umhverfisáhrifum, 2000, nr. 106, 6. grein.

## 2. Úthrif.

Einkaafkoma er tekjur umfram kostnað hjá þeim sem koma beint að virkjunum. Þetta eru fjárfestar, sem eiga frumkvæði að framkvæmdunum, lánardrottinnar, landeigendur, verktakar, verkamenn, iðnaðarmenn o.s.frv. Horft er á allan efnahagslegan kostnað, en hann er oftast meiri en bókhaldslegur kostnaður. Efnahagslegur kostnaður af fjármagni er ekki einungis bókfærðir vextir af lánsfé heldur einnig sú ávöxtun af eigin fé sem búast má við að aðrir álíkaáhættusamir fjárfestingarkostir gefi af sér. Á sama hátt er ábati starfsmanna aðeins tekjur umfram laun, sem má fá annars staðar fyrir jafnerfiða vinnu. Oft er erfitt að meta einkaafkomu af virkjun án tillits til annarra framkvæmda. Til dæmis nýttist miðlun í Þjórsá mörgum virkjunum í ánni. Sama má segja um vegi og flutningsmannvirki. Stundum eru aðrar fjárfestingar svo nátengdar virkjun, að skynsamlegt er að gera þjóðhagsleg áhrif þeirra og virkjunar upp í einu. Vel launuð störf í álverum eru oft talin til ábata af virkjunum. Þessi störf hafa oft verið eftirsótt. Álver kaupa vinnuáfl á markaði eins og önnur fyrirtæki, en stéttarfélag kunna að hafa betri tök á þeim en mörgum öðrum fyrirtækjum vegna þess að þar eru dýrar vélar og tæki, sem nýta þarf sem best, auk þess sem starfsemin er viðkvæm. Verkalýðsbarátta getur þrýst launum í slíkum fyrirtækjum upp fyrir það sem venjulega er í boði á markaði. Eins eru byggðaáhrif iðulega talin virkjunum til tekna, eins og rætt verður hér á eftir.

Úthrif eru áhrif af fjárfestingum sem snerta aðra en þá sem koma beint að þeim. Meðal úthrifa af virkjunum má nefna:

1. Áhrif á gróður, dýralíf og landslag.
2. Áhrif á heildareftirspurn í hagkerfinu.
3. Áhrif á byggð.
4. Áhrif á orkuöryggi.
5. Áhrif á loftgæði.

Virkjanir geta raskað landslagi, gróðurfari, búsvæðum fugla og dýra, gönguleiðum, reiðleiðum og siglingum. Raflínur setja svip á landslag og loftgæði rýrna í grennd við jarðhitavirkjanir. Fræðimenn hafa hannað aðferðir til þess að meta ama af þessu. Ein er skilyrt verðmætamat, sem er borið uppi af viðtölum við fólk nærri vettvangi og önnur aðferð er ferðakostnaðarmat, þar sem ábati af veiðum eða útivist á tilteknum svæðum er metinn með því að kanna hvað fólk er reiðubúið til þess að leggja á sig langa ferð þangað. Þessar aðferðir hafa hlotið viðurkenningu víða um heim. Þær hafa meðal annars verið hafðar til leiðsagnar við gerð opinbers svæðaskipulags og dómstólar hafa nýtt þær við að ákvarða bætur vegna umhverfistjóns.<sup>9</sup>

Umhverfisáhrif virkjana verður að gera upp í samhengi við aðrar framkvæmdir. Tjón er meira af fyrstu virkjun á öröskuðu svæði en af síðari virkjunum.

---

9 Brynhildur Davíðsdóttir, Daði Már Kristófersson, Sigurður Jóhannesson, 2013, Hagrænt mat á náttúrugæðum og umhverfisáhrifum, bls. 23 og áfram.

Ekki eru öll áhrif virkjana á umhverfið slæm. Vegir sem gerðir eru fyrir virkjanir geta til dæmis nýst þeim sem vilja skoða landið.

Áður er vatnsfall er virkjað má nýta það á ýmsan hátt. Hægt er að virkja það, en einnig má hafa af því óbeisluðu ýmis not, sem minnka þegar það hefur verið virkjað. En eftir að framkvæmdir hefjast getur verið erfitt að snúa við. Nýtingarkostum fækkar. Erfitt er að endurheimta lyngmóa, sem fara undir virkjunarlón, ef það er á annað borð hægt, og dýrt getur verið að hleypa aftur vatni á fossa sem hafa verið virkjaðir.<sup>10</sup> Þetta getur verið bagalegt ef smekkur fólks breytist, til dæmis þegar vinsældir hálendisferða vaxa. Meta verður verðmæti valkosta sem tapast. Þá má meta til fjár á svipaðan hátt og kaup- og sölurétti á verðbréfum, en það torveldar matið að sveiflur í mati fólks á nýtingarmöguleikum lands eru sjaldan þekktar.

Stórvirkjanir og fjárfestingar, sem tengjast þeim, hafa áhrif á heildareftirspurn í þjóðfélaginu. Ef virkjað er í kreppu býðst atvinna fólki, sem ella hefði ekki fengið neitt að gera. Ef virkjað er þegar spenna er í hagkerfinu ýkja fjárfestingarnar hagsveifluna. Þær kynda fyrst undir þenslu, en fallið verður meira á eftir. Atvinnuleysi verður meira en ella hefði verið. Búrfellsvirkjun og framkvæmdir við álver í Straumsvík komu á hagstæðum tíma. Þá höfðu síldveiðar hrunið fyrir skömmu og verð fallið á íslenskum fiski í útlöndum. Margir voru atvinnulausir og íslenskt verkafólk og iðnaðarmenn freistuðu gæfunnar í Svíþjóð og í Ástralíu. Á hinn bóginn mátti hagkerfið ekki við innspýtingu þegar unnið var að Kárahnjúkavirkjun og virkjun á Hellisheiði. Þá var góðæri hér á landi - og raunar víðast hvar á Vesturlöndum - og íslenskur vinnumarkaður nálgaðist suðupunkt. Mjög erfitt er að haga virkjunum þannig að þær komi alltaf á hentugum tíma. Mörg ár tekur að undirbúa þær og framkvæmdirnar geta einnig tekið langan tíma. Varla verður séð fyrir hvort atvinnulíf er dauft eða líflegt þegar framkvæmdir standa sem hæst. Þess vegna verða áhrif virkjana á atvinnustig og verðbólgu varla gerð upp fyrir en eftir á. Varasamt er að leggja í stórvirkjanir í hagstjórnarskyni.

Enginn vafi leikur á að Kárahnjúkavirkjun og álver í Reyðarfirði styðja við byggð á Austfjörðum. Margir telja þetta meðal helstu kosta framkvæmdanna. Áhrifin mætti meta til fjár, til dæmis með afbrigði af skilyrtu verðmætamati. En æskilegast er að umbun vegna byggðaáhrifa sé veitt á sem almennastan hátt. Ef ætlunin er að styðja við byggð yrði öllum fyrirtækjum á tilteknu svæði veittur afsláttur af sköttum eða gjöldum, fremur en að aðeins yrði stutt við afmarkaða atvinnustarfsemi. Byggðaáhrif af skattaafslætti verða líkast til meiri þegar allar atvinnugreinar eiga kost á honum, en þegar hann er bundinn við tiltekna starfsemi, til dæmis virkjanaframkvæmdir og uppbyggingu stóriðju.

Hætta getur fylgt því að hafa margar virkjanir á sama svæði. Eldsumbrot, eða önnur náttúruvá getur sett allar virkjanir í Þjórsá í hættu. Þess vegna getur verið æskilegt út frá sjónarmiðum um orkuöryggi að virkja utan eldvirknissvæða.

---

10 Dæmi eru þó um annað. Foss á Síðu hvarf þegar vatn úr honum var nýtt af heimarafstöð, en fossinn birtist aftur þegar rafstöðin var tekin úr sambandi.



Rafmagn sem kemur frá vatnsaflsvirkjunum og gufuaflsvirkjunum er stundum kallað grænt, því að gróðurhúsalofttegundir berast ekki þaðan, nema þá í litlu magni. Frá gufuaflsvirkjunum stafar koldíoxíðmengun sem er um 10% af því sem búast má við þegar olía eða kol eru brennd til þess að búa til orku.<sup>11</sup> Framleiðsla á rafmagni með vindmyllum er víða styrkt, ekki síst af þessum sökum. En eðlilegra virðist þó að fara hina leiðina, sem einnig er farin, að skattleggja orkuframleiðslu sem mengar. Þannig dregur fremur úr mengun og líklegra er að það magn sem framleitt er í heildina af raforku verði hagkvæmt fyrir samfélagið.

Fleira er stundum talið með efnahagslegum áhrifum virkjana. Störf, verðmætasköpun og gjaldeyrisöflun eru oft nefnd. Virkjanir og starfsemi sem þeim tengist geta lyft upp atvinnu og framleiðslu í næsta nágreppi, eins og fyrr var rakið. Áhrifin fjara út eftir því sem lengra dregur frá fjárfestingunum. Langtímaáhrif á fjölda starfa og framleiðslu á landinu öllu eru lítil eða engin og einstakar framkvæmdir breyta engu um atvinnuleysi hér á landi til langframa. Einstök fyrirtæki hafa ekki áhrif á langtímaatvinnuleysi. Það ræðst af þáttum í grunngerð hagkerfisins eins og framleiðni, lágmarkslaunum, atvinnuleysisbótum, styrk verkalýðsfélaga og endurmenntun.<sup>12</sup> Þess vegna er hæpið að ræða um að fjárfestingar skapi störf. Hins vegar er fengur að störfum sem gefa meira af sér en önnur jafnerfið. Í umræðum um virkjanir og stóriðju á 7. áratug síðustu aldar vó það sjónarmið þungt að skjóta þyrfti fleiri fótum undir gjaldeyrisöflun Íslendinga. Ál framleitt með rafmagni virtist ágætisleið til þess. Árið 1965 voru sjávarafurðir 94% af vöruútflutningi frá Íslandi.<sup>13</sup> Þetta sjónarmið á síður við nú. Útflutningur er fjölbreyttari en hann var fyrir nokkrum áratugum. Tekjur af erlendum ferðamönnum voru nálægt 30% af útflutningi vöru og þjónustu árið 2015, hlutur sjávarafurða var ríflega 20%, en þáttur áls var um 20%.<sup>14</sup> Núna er svo mikið ál framleitt hér á landi að fjölbreytni í útflutningi verður ekki aukin með því að búa til meira af því. Erlendur gjaldeyrir var lengi skammtaður hér á landi og enn eru hömlur á sölu á útlendri mynt til ákveðinna nota. En innan þess ramma sem fjármagnshöft afmarka ræðst gengi krónunnar gagnvart öðrum verðmiðlum af framboði og eftirspurn. Því er hæpið að telja tekjur í erlendri mynt meira virði en lesið verður úr gengi hennar gagnvart krónunni.

Tekjur og gjöld falla til á ýmsum tímum og hvort tveggja þarf að vaxtareikna til sama tíma. Á frjálsum markaði ráðast reiknivextir, eða ávöxtunarkrafan, af áhættu verksins. Sú venja hefur skapast að nota áhættulausa (lága) vexti þegar opinberar framkvæmdir eru gerðar upp. Fræðimenn sem fjalla um kostnaðar- og nytjagreiningu mæla með því að kostnaður af áhættu

---

11 ESMAP - Geothermal Handbook, 2012.

12 Milton Friedman, 1968, The Role of Monetary Policy, American Economic Review, 1. tbl. 57. árg., Edmund Phelps, 1968, Money-Wage Dynamics and Labor Market Equilibrium, Journal of Political Economy, 4. tbl., 76. árg.

13 Hagskinnna, tafla 10.17, útg. Hagstofa Íslands.

14 Hagstofa Íslands, [www.hagstofa.is](http://www.hagstofa.is), eigin útreikningar.

sé metinn á annan hátt.<sup>15</sup> Í reynd er þessum kostnaði oftast sleppt. En ef ætlunin er að komast að réttari niðurstöðu um tap eða hagnað verður að taka kostnað af áhættu með í reikninginn.

Ef núvirtar tekjur af virkjun eru meiri en kostnaður, þar á meðal umhverfiskostnaður, borgar sig að ráðast í framkvæmdina, annars ekki. Framkvæmdin er annað hvort hagkvæm eða óhagkvæm. Ekki er um það að ræða að fyrst sé tap af virkjun, en síðan mali hún gull.

## Leyfi fyrir virkjunum í öðrum löndum

Í Noregi eru 96% af öllu rafmagni framleidd í vatnsaflsvirkjunum.<sup>16</sup> Virkjað vatnsafl er yfir 30.000 MW.<sup>17</sup> Íslendingar hafa mjög litið til Norðmanna sem fyrirmyndar við nýtingu vatnsfalla. Þangað hafa þeir meðal annars sótt hugmyndina að rammaáætlun. Markmið lagasetningar um virkjanir í Noregi er að ekki sé virkjað ef af því hlýst meira tjón á umhverfi og öðrum nytjum en nemur ábata samfélagsins.<sup>18</sup> Við leyfisveitingar hefur undanfarna áratugi verið tekið mið af Áætlun um nýtingu vatnsfalla (n. Samlet plan for vassdrag), sem fyrst var lögð fyrir stórþingið 1984. Í frumgerðinni voru skoðaðir 310 virkjunarkostir. Horfa skyldi á alla hagkvæma kosti (n. økonomisk nyttbare vannkraftressurser) sem ekki væri búið að leyfa og ekki hefðu verið friðaðir. Sumar virkjunarhugmyndirnar komu fyrst fram þegar unnið var að áætluninni. Hún hefur ekki lagagildi, heldur var hún hugsuð sem grundvöllur að ákvörðun um nýtingu vatnsfalla. Virkjunarkostum er skipað í flokka eftir notagildi virkjana, kostnaði og öðrum notum vatnsfalla. Ekki er beinlínis sagt fyrir um hvar skuli virkjað og hvar ekki, heldur má lesa úr röðuninni hvar það komi helst til greina og hvar síst.<sup>19</sup> Ekki var horft á öll hagkvæm virkjunarfæri í Áætlun um nýtingu vatnsfalla í Noregi. Ákveðið var árið 1983 að taka frá nokkra upplagða kosti, til þess að þeir tefðust ekki meðan unnið væri að Áætluninni, og af hlytist orkuskortur.<sup>20</sup> Þá hefur verið reynt að vernda sérstæðar ár. Á árunum 1973 til 2009 samþykkti stórþingið Verndaráætlun (n. verneplan for vassdrag). Alls eru 389 staðir nú

---

15 Sjá til dæmis Boardman, Greenberg, Vining, Weimer, 2001, Cost-Benefit Analysis, 2. útg. Pearson, sjá einnig Klein, 1997, The Risk Premium for Evaluation Public Projects, Oxford Review of Economic Policy, 4. tbl., 13. árg., Brealey, Cooper, Habib, 1997, Inves Appraisal in the Public Sector, Oxford Review of Economic Policy, 4. thb., 13. árg.

16 Statistisk sentralbyrå (Norska hagstofan), <https://www.ssb.no/energi-og-industri/statistikker/elektrisitet/maaned/2016-06-03>, skoðuð 8 júlí 2016.

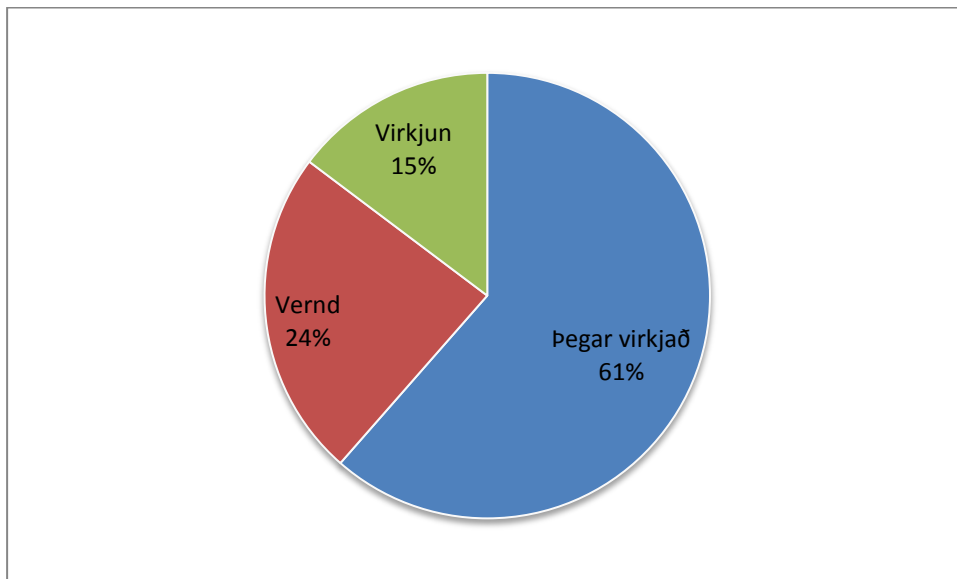
17 Olje- og energidepartementet, 2015, Fakta, Energi- og vannressurser i Norge.

18 Einar Bowitz, 1998, Metodiske problemstillinger ved Samlet plan for vassdrag, ECON Senter for økonomisk analyse, Oslo.

19 Norska umhverfisráðuneytið, 1984, Samlet plan for vassdrag, Hovedrapport, útg. Miljøverndepartementet, bls. 7.

20 Norska umhverfisráðuneytið, ártal vantar, The Master Plan for Water Resources, bls. 2.

friðaðir og var tæpur helmingur þegar friðaður þegar hafist var handa við Áætlun um nýtingu vatnsfalla. Friðaðar ár eru af ýmsu tagi, enda áttu þær að gefa gott yfirlit um norsk vatnsföll.<sup>21</sup>



Mynd 2. Flokkun virkjanakosta í Noregi í GWst í ársbyrjun 2014. Heimild: Olú- og orkuráðuneyti Noregs, 2015, FAKTA, Energi- og vannressurser i Norge, bls. 28.

Við flokkunina var stuðst við skýrslur þar sem virkjunarhugmyndum var lýst, ásamt áætluðum kostnaði og að hve miklu leyti þær rækjust á önnur not. Voru skilgreindir 13 notkunareiginleikar, þar á meðal náttúruvernd, útivist, veiði, vatnsból, menningarminjar, landbúnaður og skógrækt og virkjunarkostum gefnar einkunnir á bilinu frá -4 til 4 fyrir hvern eiginleika.<sup>22</sup>

Á þeim grundvelli var kostunum raðað í 3 flokka:

I) Verkefni sem hægt væri að fara í fyrir aldamót,

II) verkefni sem ekki væri hægt að vinna fyrir aldamót, en mætti líta á síðar og

III) verkefni sem ekki kæmu til greina vegna árekstra við önnur not eða mikils stofnkostnaðar.<sup>23</sup>

---

21 Orkustofnun Noregs (n. Norges vassdrags- og energidirektorat) , Verneplan for vassdrag, <https://www.nve.no/vann-vassdrag-og-miljo/verneplan-for-vassdrag/> skoðað 18. júlí 2016.

22 Norska umhverfisráðuneytið, 1984 Samlet plan for vassdrag, Hovedrapport, bls. 9.

23 Norska umhverfisráðuneytið, 1984, Samlet plan for vassdrag, Hovedrapport, bls. 7-10.

Stórþingið sló flokkum II) og III) saman þegar það afgreiddi áætlunina 1993. Í upphafi var gert ráð fyrir að fjallað yrði um alla virkjunarkosti sem væru meira en 1 MW í Áætlun um nýtingu vatnsfalla, en árið 2005 samþykkti stórþingið að taka einungis til athugunar virkjanir sem væru 10 MW eða meira. Gróflega má segja að virkjunarferli verði einfaldara eftir því sem virkjun er minni. Orkustofnun Noregs (n. Norges vassdrags og energidirektorat) veitir leyfi til virkjana á bilinu 1 til 10 MW, en einnig þarf vistfræðilega könnun til þess að virkjun fáiast samþykkt. Umhverfisstofnunin (n. Direktoratet for naturforvaltning) metur virkjunarkosti sem eru stærri en 10 MW í samráði við Orkustofnun. Í grófum dráttum eru tvenns konar mál nú tekin til athugunar. Virkjunarkostur sem ekki hefur þegar verið flokkaður er skoðaður með sömu aðferðum og beitt var í Áætlun um nýtingu vatnsfalla. Ef sennilegt þykir að hann lendi í flokki I fær hann undanþágu frá nýtingaráætluninni. En einnig er hægt að sækja um að flytja virkjunarkost úr verndarflokki í orkunýtingarflokk. Flutninginn má rökstyðja með því að þeir hlutar verksins sem einkum voru taldir rekast á önnur not séu ekki lengur fyrir hendi eða þá að andstaða heimamanna hafi ráðið því að virkjunarkosturinn var ekki settur í nýtingarflokk og að þeir hafi horfið frá andstöðunni.<sup>24</sup>

Deilt er á þær aðferðir sem beitt er í áætlun um nýtingu vatnsfalla í Noregi. Til dæmis hefur verið fundið að því verklagi að gefa einkunnir vegna tjóns af virkjun fyrir aðra atvinnuvegi, þar sem beinna liggja við að meta áhrifin beint til fjár. Ekki megi heldur treysta því að sama einkunn fyrir tvenns konar tjón á umhverfi þýði að tjónið sé jafnmikið.<sup>25</sup>

Vatnsaflsvirkjanir í Kanada eru um 76.000 megavött og þaðan koma 63% af öllu rafmagni, sem notað er í landinu.<sup>26</sup> Samkvæmt lögum um umhverfismat (e. Environmental assessment act) geta yfirvöld hafnað fyrirætlunum um vatnsaflsvirkjanir sem taldar eru hafa veruleg, slæm áhrif á umhverfið, en annars geta þau sett skilyrði fyrir framkvæmdinni.<sup>27</sup> En auk þess gilda sérlög um samþykki einstakra fylkja fyrir framkvæmdum af þessu tagi. Fylkisþing Ontaríós samþykkti árið 2009 lög um græna orku (e. Green energy act), sem ætlað var að auðvelda rafmagnsframleiðslu sem mengaði ekki. Samkvæmt þeim eru vindmyllur og fleiri tegundir virkjana, sem ekki valda gróðurhúsaáhrifum, undanþegnar lögum um umhverfismat. Undanþágan nær ekki til vatnsaflsvirkjana. Einnig verður að gæta þess að framkvæmdir raski ekki menningarminjum og sérstæðri náttúru. Þeim sem hyggja á gerð vatnsaflsvirkjana er vísað á 6 stofnanir sem sýsla með fiskveiðar, náttúruauðlindir, þjóðgarða, flutninga og ýmis

---

24 Miljødirektoratet, Samlet plan for vassdrag, <http://www.miljodirektoratet.no/no/Tema/Vannforvaltning/Samlet-plan-for-vassdrag/>, skoðað 6. júlí 2016.

25 Einar Bowitz, 1998, Metodiske problemstillinger ved Samlet plan for vassdrag, ECON Senter for økonomisk analyse, Oslo.

26 Canadian Hydropower Association, <https://canadahydro.ca/facts/by-the-numbers/>, skoðuð 8. júlí 2016.

27 Canadian Environmental Assessment Act, 2012, Justice Laws Website, <http://laws-lois.justice.gc.ca/eng/acts/c-15.21/page-1.html#docCont> skoðuð 8. júlí 2016.

umhverfismál.<sup>28</sup> Margar vatnsaflsvirkjanir geta haft áhrif af svipuðu tagi á umhverfið. Í Ontaríó er flýtt fyrir umhverfismati með því að flokka virkjunarkosti eftir áhrifum þeirra. Ef einn virkjunarkostur er samþykktur gildir samþykkið fyrir alla kosti í sama flokki.<sup>29</sup>

Um þessar mundir eru vatnsaflsvirkjanir í Bandaríkjunum um 78.000 MW. Þar eru framleidd 6-7% af því rafmagni sem nýtt er í landinu.<sup>30</sup> Orkunefnd ríkisins (e. Federal Energy Regulatory Commission) veitir leyfi fyrir vatnsaflsvirkjunum. Virkjanirnar verða að vera í almannapágu og gerðar með hliðsjón af öðrum notum af vatnsföllum. Rekstrarleyfi gildir allt að 50 árum, en eftir það er öllum heimilt að sækja um að reka virkjunina áfram. Leyfi til að reka virkjun áfram gildir að minnsta kosti í 30 ár. Samkvæmt lögum frá 1986 skal við leyfisveitingar „taka jafnt mið“ af þörf fyrir orku, varðveislu gróðurs og dýralífs, tækifærum til útivistar og öðrum umhverfissjónarmiðum. Áður en leyft er að virkja verður Orkunefndin að rannsaka áhrif framkvæmdar á umhverfið og skoða hvað annað kæmi til greina. Yfirleitt er þó einungis þrennt kannað, virkjunartillagan sjálf, það sem Orkunefndin telur vera besta valkostinn, annað en virkjun, og það að gera ekkert. Kanna verður sérstaklega hvort framkvæmdin ógni tegundum sem eru í útrýmingarhættu, en Orkunefnd ber skylda til að leita ráða hjá stofnunum sem sjá um eftirlit með veiðum og dýralífi til þess að tryggja að ekki sé þrennt að dýrum og jurtum sem standa höllum fæti. Þessar stofnanir geta komið með tillögur til úrbóta ef óbreytt virkjun getur falið í sér hættu fyrir tegundir í vanda. Orkunefnd þarf ekki að taka tillit til þessara tillagna í leyfisveitingum sínum, en gerir það jafnan. Sérstakt leyfi þarf til þess að virkja skipengar ár og með lögum frá 1968 var ákveðið að nokkrar ár, sem þóttu hafa sérstakt gildi vegna náttúrufegurðar, útivistarnota, veiða eða annars þess háttar, skyldu framvegis vera óvirkjaðar frá upptökum til ósa.<sup>31 32 33</sup>

---

28 Guide to Provincial Approvals for Renewable Energy Projects, orkuráðuneyti Ontario, <http://www.energy.gov.on.ca/en/renewable-energy-facilitation-office/resources-and-contacts-2/guide-to-provincial-approvals-for-renewable-energy-projects/#Waterpower>, skoðuð 8. júlí 2016.

29 Ontario Waterpower Association, 2008, Class Environmental Assessment for Waterpower projects.

30 Center for Climate and Energy Solutions, Hydropower, <http://www.c2es.org/technology/factsheet/hydropower>, skoðuð 8. júlí 2016.

31 Laws Governing Hydropower Licensing, Hydropower Reform Coalition, <http://www.hydroreform.org/resources/laws> skoðuð 8. júlí 2016.

32 Lagasafn, 16. kafli, nr. 272, <https://www.law.cornell.edu/uscode/text/16/1271>.

33 Office of Energy Projects, 2015, Division of Hydropower Policies and Compliance, Compliance Handbook, [http://www.ferc.gov/industries/hydropower/gen-info/handbooks/compliance\\_handbook.pdf](http://www.ferc.gov/industries/hydropower/gen-info/handbooks/compliance_handbook.pdf), skoðuð 18. júlí 2016.

## Niðurstöður

Þegar efnahagsleg áhrif virkjana eru metin eins og hér hefur verið lýst er horft á öll áhrif virkjana: Einkaarðsemi, umhverfisáhrif og önnur samfélagsleg áhrif. Öll áhrifin eru vegin á sama mælikvarða: Í krónum. Vægi hvers liðar í heildarmatinu er auðskilið. Umhverfisáhrif eru hér ígildi markaðsverðs og hljóta því að vera háð tiskusveiflum og takmarkast af þekkingu almennings. Matið sem stuðst er við í drögum rammaáætlunar er annars eðlis. Sérfræðingum á sviði náttúrufræði og annarra nota virkjunarkosta gefst færi á að skoða þá og benda á verðmæti sem væru í hættu ef virkjað yrði. Við slíkt mat má huga að atriðum sem geta ella gleymst, til dæmis því að vernda heil vatnasvið eða sýnishorn af tilteknum náttúruvyrirbærum, eins og dæmi voru rakin um frá Noregi og Bandaríkjunum. Þess vegna er sú vinna sem fram fer á vegum rammaáætlunar mikilvæg. Aðferðin hefur hins vegar augljósa galla. Þar eru margs konar áhrif af virkjunum lögð saman. Vægið ræðst af mati á mikilvægi hvers þáttar, en matið verður seint einhlítt. Fram kemur í lögum um rammaáætlun frá 2011 að löggjafinn ætlast til þess að umhverfisáhrif virkjana séu metin til fjár,<sup>34</sup> en það hefur ekki gengið eftir. Þá hlýtur matið að vera bjagað þegar efnahagslegum og samfélagslegum áhrifum er sleppt að stórum hluta. Hagkvæmum virkjunarkostum er hafnað en þess í stað lagt í virkjanir sem í reynd eru óhagkvæmar, þegar allur kostnaður er talinn með.

Í greinargerð faghóps IV, sem finna má í Drögum að lokaskýrslu verkefnisstjórnar 3. áfanga rammaáætlunar, kemur fram að erfitt sé að meta einstaka virkjunarkosti án tillits til þess hvaða virkjanir aðrar verður ráðist í. Einnig má minna á að dýrt getur verið að meta umhverfisáhrif virkjunarkosta til fjár ef vandað er til verka. Rammaáætlun er í eðli sínu grófflokkun. Æskilegt er að efnahagsáhrif einstakra virkjanakosta séu metin með þeim aðferðum sem hér hefur verið lýst áður en leyfi eru veitt fyrir framkvæmdum. Það á jafnt við þegar veita á leyfi til þess að virkja kosti í virkjunar- og biðflokki og það þegar óskir koma fram um að færa einstaka kosti úr verndarflokki yfir í virkjunarflokk.

---

34 Lög um verndar- og orkunýtingaráætlun, 2011, ákvæði til bráðabirgða.