

VIRKJANLEIKI VATNSINS

Sigurður Þórðarson
Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen hf.
Ármúla 4, 108 Reykjavík

INNGANGUR

Vatnsorkan er ein af náttúruauðlindum Íslands. Hún hefur þá eiginleika umfram flestar aðrar náttúruauðlindir að endurnýjast í sífellu. Verðmæti hennar er þess vegna þeim mun meira því lengur sem hún er í notkun. Með öðrum orðum því fyrr sem virkjað er því meiri verðmæti, svo fremi að virkjun orkunnar sé hagkvæm.

Til þess að unnt sé að nýta þessa miklu náttúruauðlind landsins á hagkvæman hátt þurfa ákveðin skilyrði að vera fyrir hendi og mikil og góð þekking á þessum skilyrðum svo og eðli vatnsorkunnar.

Fyrstu hugmyndir um nýtingu fallvatna Íslands til raforkuframleiðslu komu fram skömmu fyrir síðustu aldamót og fyrsta rafstöðin tók til starfa í Hafnarfirði 1904 (Sigurjón Rist 1956). Á næstu árum á eftir voru reistar nokkrar smávirkjanir, svokallaðar bændavirkjanir, en samtímis hugðu menn að virkjun stóru vatnsfallanna með það fyrir augum að virkja þau til notkunar fyrir stóriðju. Nokkrar mælingar voru gerðar á þessum árum til þess að meta orkuna í fallvötnunum en þær voru fáar og stopular. Ekkert varð þá úr hugmyndum manna um virkjun til stóriðju eins og öllum er kunnugt.

Sumarið 1918 voru settir upp um 20 vatnshæðarmælur á vegum Vegagerðar ríkisins. Var þetta gert að tilhlutan svokallaðrar Fossanefndar sem skipuð var 1917, en hún skyldi afla sem ítarlegastra upplýsinga og skýrslna um fossa landsins og notagildi þeirra. Með þessum vatnamælingum var lagður fyrsti grunnur að því að meta virkjanlegt afl á Íslandi.

Út frá þessum mælingum meðal annars áætlaði Jón Þorláksson verkfræðingur að nýtanlegt vatnsafl

á Íslandi væri um 26 TWh/a.

Jón Þorláksson (1919) gerði sér mjög ljósa grein fyrir mikilvægi vatnamælinga eins og ljóslega kemur fram í ritgerð hans "Vatnsorka á Íslandi og notkun hennar" sem birtist í nefndarátliti meirihluta Fossanefndarinnar, en þar segir hann:

"Og ekki nægir að mæla rennslið einu sinni því það breytist stöðugt, og þarf því að framkvæma stöðugar mælingar í langan tíma, mörg ár, ef fullkomin mæling á vatnsaflinu á að fást."

Stjórnvöld höfðu þá ekki skilning á mikilvægi vatnamælinga og þess vegna er nú verið að halda upp á 40 ára afmæli vatnamælinga í stað nær 70 ára afmælis.

Eftir að samfelldar vatnamælingar hófust 1947 gerði Sigurður Thoroddsen verkfræðingur áætlanir um vatnsafl Íslands. Árið 1952 áætlaði hann það um 38 TWh/a og síðar árið 1962 taldi hann að nýtanlegt vatnsafl á Íslandi væri um 35 TWh/a (Sigurður Thoroddsen 1952, 1962).

Þessar fyrstu áætlanir um vatnsafl Íslands voru gerðar með ófullkomnum gögnum. Þegar Jón Þorláksson gerði sínar áætlanir um vatnsaflíð mátti heita að einu tiltæku gögnin væru uppdrættir danska herforingjaráðsins í mælikvarða 1:100.000, nokkrar vatnsrennslismælingar og veðurfarsskýrslur á nokkrum stöðum.

Þegar Sigurður Thoroddsen gerði sínar áætlanir höfðu komið fram ný kort í mælikvarða 1:50.000 og reglulegar vatnamælingar höfðu hafist þannig að áætlanir hans byggðu á mun betra grunni en áætlanir Jóns Þorlákssonar. Samt sem áður voru gögn þau sem Sigurður Thoroddsen hafði, ófullkomin miðað við þau gögn sem tiltæk eru núna.

NÝTANLEG VATNSORKA

Nú er talið að tæknilega virkjanleg vatnsorka á Íslandi sé um 64 TWh/a (Haukur Tómasson 1981). Stór hluti þessarar vatnsorku er mjög óhagkvæmur og því er mjög ólíklegt að sá hluti verði nýttur í fyrirsjáanlegri framtíð. Nokkrir virkjunarstaðir verða vart virkjaðir vegna náttúruverndarsjónarmiða enda þótt þeir séu tæknilega hagkvæmir. Má benda á virkjun Gullfoss sem dæmi um slíkan stað. Sums staðar er unnt að sveigja virkjanatilhaganir að náttúruverndarsjónarmiðum þannig að megin hluti orkunnar fáiast við hina nýju tilhögun. Þegar tekið hefur verið tillit til þessara þátta verða eftir um 31 TWh/a af nýtanlegri vatnsorku og er það ekki langt frá þeim hugmyndum sem eldri áætlanir gerðu ráð fyrir þótt forsendur og fyrirbyggjandi gögn séu önnur nú en voru þá. Nú hefur verið virkjaður um sjöundi hluti af þessu eða rúmar 4 TWh/a.

Við ákvörðun á nýtanlegu vatnsafla þarf að taka tillit til margra samverkandi þátta. Forsendur vatnsaflsins eru vatnsrennsli og fallhæð.

Vatnamælingar mæla rennsli hinna ýmsu áa (sbr. grein Árna Snorrasonar í þessu riti). Sjaldnast er vatnshæðarmælir nákvæmlega á þeim stað þar sem vatnið er að lokum tekið til virkjunar og stundum ekki einu sinni við þá á sem fyrirhugað er að virkja. Þess vegna er túlkun vatnamælinganna og umreikningar rennslis til fyrirhugaðra virkjunarstaða mikilvæg og nauðsynleg forsenda þess að vatnsrennslið verði ákvarðað með fullnægjandi nákvæmni. Skiptir þá ekki einungis máli meðalrennsli ána heldur einnig dreifing rennslisins innan ársins svo og breytilegt rennsli milli ára. Einnig þarf að meta líkindi á óvenjulegum vatnsárum sem ef til vill koma ekki beint fram af þeim rennslisröðum sem liggja fyrir.

Upplýsingar um fallhæðir fást við landmælingar og kortagerð. Nákvæmniskortlagning er nauðsynleg til þess að geta metið hagkvæmni virkjana. Venjulega er miðað við að nauðsynlegt sé að hafa kort af virkjunarsvæðinu í mælikvarða 1:20.000 eða 1:25.000 með 5 m hæðarlínunum.

Kortlagningin er langt komin á helstu vatnsvæðum landsins en þó vantar enn kort af

nokkrum svæðum til þess að unnt sé að fá fullkomna mynd af vatnsaflinu. Áberandi er kortleysi á Norð-austurlandi og Norðurlandi vestra, miðhálandi Norðurlands og svæði umhverfis Hverfisfljót (mynd 1). Meiri hluti teiknaðra korta hafa verið unnin í tengslum við fyrirhugaðar virkjanir og eru þau því aðallega af stóru vatnsföllunum og umhverfi þeirra.

Nauðsynlegt er að fylla upp í þau skörð sem hafa myndast í kortagerðina og láta mæla þá staði sem setið hafa á hakanum fram til þessa.

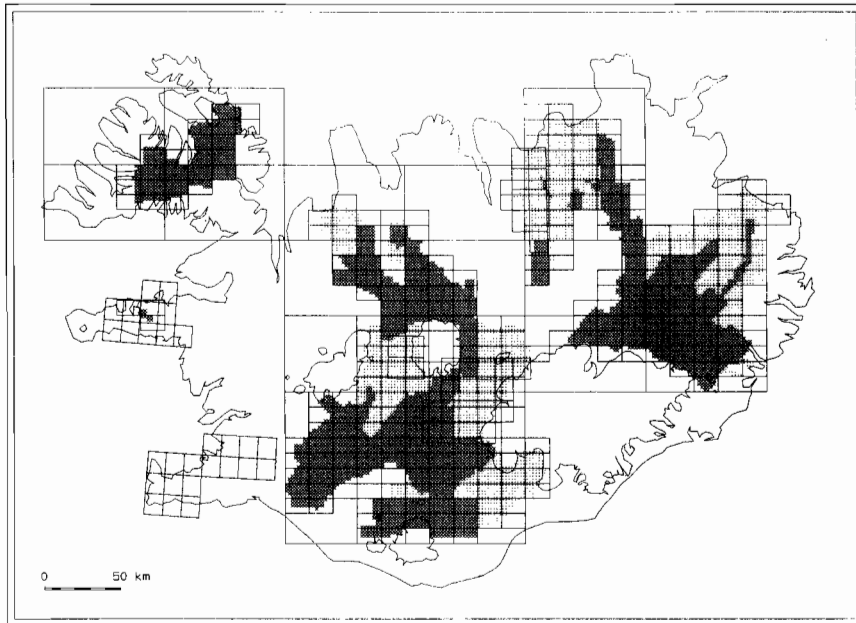
Kortlagning jarðfræðilegra þátta er mjög mikilvæg með tilliti til staðsetningar mannvirkja, grundunar þeirra og efnistöku byggingarefnis. Sömu leiðis er kortlagningin mikilvæg til þess að meta leka úr lónum, og almennt til að fá upplýsingar um grunnvatn á virkjunarsvæðunum.

Yfirlitskort við jarðfræðikortlagningu eru í mælikvarða 1:250.000 og eru þau til af öllu landinu en eru í endurskoðun miðað við nýjan staðal. Jarðfræðikort sem henta virkjunarrannsóknnum eru talin hæfileg í mælikvarða 1:50.000 til 1:100.000 eftir rannsókn- og hönnunarstigi. Kortlagningin í mælikvarða 1:50.000 er því miður allt of skammt á veg komin (mynd 2). Er ljóst að stóráttak þarf til þess að koma jarðfræðikortlagningu landsins í viðunandi horf.

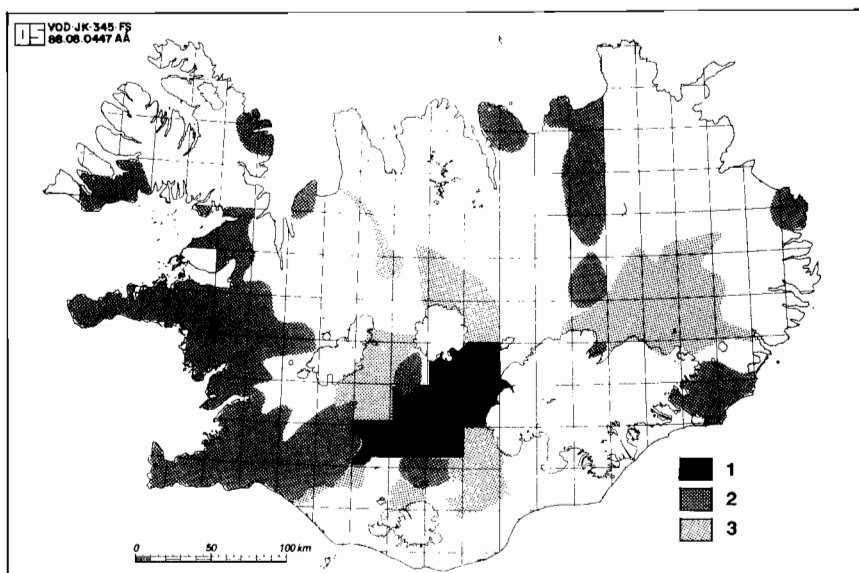
Hér að framan var því haldið fram að verðmæti vatnsorkunnar væri því meira því fyrr sem hún væri tekin í notkun, svo framarlega sem virkjun væri hagkvæm. En til þess að virkjun sé hagkvæm þarf að vera markaður fyrir rafmagnið og má segja að einn mikilvægasti þátturinn við ákvörðun virkjana sé raforkumarkaðurinn. Án hans er raforkan einskis virði og ef virkjað er án þess að unnt sé að selja rafmagnið verður vatnsorkan ekki auðlind heldur byrði á þjóðarbúinu.

LEIÐSÖGN MARKAÐARINS

Markaðurinn þarfnast rafmagns á vissum tímum og er það breytilegt eftir notendum. Svokallaður almennur markaður sem samanstendur af heimilisnotkun og notkun í ýmsum atvinnurekstri, sveiflast mikið innan sólarhringsins; meiri notkun á daginn en á nóttunni. Um helgar er minni notkun en á



MYND 1. Yfirlit yfir kortlögð og mæld svæði, 1:20.000 og 1:25.000. Dökk skyggð svæði eru mæld og teiknuð. Ljós punktuð svæði eru mæld en óteiknuð.



MYND 2. Yfirlit yfir jarðfræðikortlagningu í mælikvarða 1:50.000. 1. Kortlagning og útgáfa í samvinnu LV og OS-VOD. 2. Kortlagning á vegum OS-VOD. 3. Kortlagning á vegum annarra.

virikum degi og orkuþörfin er meiri að vetrarlagi en sumarlagi. Raforkuþörf stóriðju er hins vegar jafnari og í sumum tilfellum getur verið jafnt álag allan sólarhringinn og allan ársins hring.

Þegar taka skal ákvörðun um nýja virkjun þarf að meta raforkuþörfina í næstu framtíð, gera markaðsspá eða svokallaða orkuspá. Fyrir fácinum árum ríkti mikil bjartsýni um sölu raforku til stóriðju í framtíðinni og orkuspár voru í samræmi við það. Nú eru menn hinsvegar svartsýnni á þá möguleika og endurspeglar nýjasta orkuspáin það viðhorf (Orkuspárnefnd 1985).

Stærð virkjana ákvarðast af markaðnum þannig að þær skulu anna heildarrafaorkuþörfinni og jafnframt geta mætt þeim afltoppum sem samsetning markaðarins krefst. Til þess að mæta þeirri breytilegu raforkuþörf sem markaðurinn krefst þarf að hanna virkjanir með vatnsmiðlunum sem geta miðlað rennsli ána innan ársins og jafnvel milli ára. Auk þess geta miðlanir verið gagnlegar til þess að miðla orku milli virkjana á mismunandi vatnsvæðum. Vatnsmiðlanir eru stærstar og ódýrastar á sléttum miðhálandisins og hagkvæmustu virkjanirnar eru að jafnaði þar sem virkjað er af hálandisbrún niður í dalina.

Meðan bjartsýni ríkti um mikinn vöxt á orkuþörfinni miðuðust virkjanaáætlanir fyrst og fremst við það að geta mætt mjög örum vexti og virkjana-kostir því tiltölulega stórir. Þessar stóru virkjanir falla ekki eins vel að þeim markaðsvexti sem nú er áætlaður og er því nauðsynlegt að leita nýrra virkjanakosta sem eru hagkvæmari við hægan vöxt raforkumarkaðarins.

Samrekstur virkjana og miðlana er flókin einkum þegar virkjunum hefur fjölgað mikið og þær eru byggðar á mismunandi stöðum á landinu. Þegar ný virkjun bætist við hið samtengda virkjana-kerfi landsins eru gerðir hagkvæmnisreikningar þar sem notuð eru rekstrarlíkön til þess að líkja eftir áætluðum rekstri í framtíðinni. Í rekstrarlíkönunum eru notaðar rennslisraðir unnar upp úr gögnum Vatnamælinga, orku- og álagsþörf samkvæmt orkuspám og áætluðum kostnaði við orkuskort. Niðurstöður rekstrareftirlíkinganna eru síðan notaðar til þess að menn geti gert sér grein fyrir

hagkvæmustu virkjanaröð fyrir mismunandi forsendur og sömuleiðis hversu mikil orkuvinnsla er áætluð frá hverri virkjun.

NIÐURLAG

Ég hef hér reynt að draga fram þá þætti sem mikilvægt er að þekkja og skilja til þess að unnt sé að meta hversu mikil hagkvæm vatnsorka er óbeisluð á Íslandi og hvernig hún verði nýtt á hagkvæmastan hátt.

Eins og áður sagði er hagkvæm nýtanleg orkuvinnsla áætluð 31 TWh/a. Þessi stærð miðast við þær forsendur sem við þekkjum í dag. En forsendurnar kunna að breytast í framtíðinni, m.a. á verð annarra samkeppnisorkugjafa án efa eftir að breytast og þar með breytast niðurstöður hagkvæmnisreikninga. Einnig má búast við því að menn líti til fallvatna sem nú eru ekki talin vera hagkvæm til virkjunar og ráðist í virkjun þeirra, þegar hagkvæmt vatnsafl á Íslandi nálgast það að vera fullvirkjað. Þannig getur mat manna á hagkvæmu vatnsaflí því breyst þegar fram líða stundir.

HEIMILDIR

Jón Þorláksson 1917: Vatnsafl á Íslandi. *Tímarit Verkfræðingafélags Íslands* 2. árg. Reykjavík.

Sigurður Thoroddsen 1952: Vandkraften og dens udnyttelse. *Tímarit Verkfræðingafélags Íslands*, 37.árg.

Sigurður Thoroddsen 1962: Vatnsafl Íslands. *Tímarit Verkfræðingafélags Íslands*, 47. árg.

Haukur Tómasson 1981: *Vatnsafl Íslands. Mat á stærð orkulindar*. Erindi flutt á Orkuþingi 1981.

Orkuspárnefnd 1985: *Raforkuspá 1985-2015*. Orkustofnun, OS-85066/OBD-03. 69 s.