

Virkjað fyrir nýja stóriðju Undirbúningur stóriðjusamninga

Höfundar:

Eymundur Sigurðsson, rafmagnsverkfræðingur, hjá greiningu og þróun á flutningssviði Landsvirkjunar

Kristján Gunnarsson, viðskiptafræðingur, hjá fjármáladeild á fjármálasviði Landsvirkjunar
Rán Jónsdóttir, rafm.verkfræðingur, hjá markaðsdeild á orkusviði Landsvirkjunar

Hvað gerist þegar aðili sem vill byggja stórt álver óskar eftir samningum um raforku? Orkufyrirtækið stendur þá frammi fyrir ýmsum spurningum: Er hægt að útvega umbeðna orku? Hvar, hvenær, hvernig? Hvað kostar að afla orkunnar? Hvernig er hægt að fá sem mesta orku með sem minnstum tilkostnaði? Mun fjárfestingin borga sig? Hjá Landsvirkjun starfar sérstakur vinnuhópur sem leitast við að svara þessum spurningum.

Landsvirkjun er raforkufyrirtæki sem framleiðir, flytur og selur orku til dreifiveitna og stóriðju, en meira en tveir þriðju af raforkuframleiðslu landsins er seldur til stóriðju og útlit fyrir að stóriðjufyrirtækjum fjölgi.

Stóriðja, t.d. álver, notar mikla raforku og til að útvega þá orku þarf að byggja virkjanir og flutningslínur sem kosta jafnvel tugi milljarða króna. Það eru mjög umfangsmiklar fjárfestingar í íslensku hagkerfi og því skiptir miklu máli að allur undirbúningur sé vandaður.

Í þessari grein verður leitast við að segja frá hluta þess ferlis sem er hrint af stað hjá Landsvirkjun, þegar stóriðjuaðili biður um raforku

Hér verður sagt frá þeirri vinnu sem fólgin er í að gera hagkvæmniathugun um orkuöflun og arðsemismat, sem er einungis þó hluti af ferlinu. Fjölmargir aðrir þættir koma við sögu t.d. umfangsmikil vinna við umhverfismat, hönnun mannvirkja, hvers konar rannsóknir, fjármögnun, áhættumat og samningagerð.

Aðdragandi orkusólusamninga við stóriðjufyrirtækin eru langt og flókið ferli. Hér verður fjallað um þann hluta ferlisins sem er í höndum vinnuhóps um orkuöflun, hagkvæmnimat og arðsemisgreiningu. Ferlið byrjar þegar stóriðjuaðilinn grennslast fyrir um raforku fyrir ákveðið verkefni, t.d. álver. Gefin er upp stærð, orkuþörf og áætlaður gangsetningartími verksmiðjunnar. Vinnuhópurinn er ræstur, en hans hlutverk er að finna þá lausn sem skilar mestum arði að teknu tilliti til annarra þátta, þar með talið umhverfisþátta og sem bestri nýtingu náttúruauðlindanna. Vinnuhópurinn er skipaður fólki þvert á skipulag fyrirtækisins í anda nútímaverkefnastjórnunar. Hluti vinnunnar er unnin hjá ráðgjafarfyrirtækjum.

Orkuöflun

Fyrsta verkið er að athuga hvaða virkjunarkostir henta til að anna þessari, oft miklu, viðbót við orkueftirspurn (um þessar mundir er unnið að verkefni um álver á Reyðarfirði sem myndi auka heildarorkunotkun á Íslandi um meira en helming frá því sem nú er). Væntanlegur orkukaupandi og nýjar virkjanir eru "mátuð" við orkukerfi landsins með því að gera rekstrareftirlíkingu af orkukerfinu með sérstöku hermilíkani í eigu Landsvirkjunar. Hermilíkanið líkir eftir rekstri allra virkjana miðað við mismunandi rennsli til þeirra. Landsvirkjun á gagnagrunn með rennislismælingum allra helstu áa frá því um 1950 og gefur sá grunnur nokkuð góða mynd af því, við hverju megi búast í framboði þess orkugjafa sem vatnið er. Hermilíkanið er einnig matað með gögnum um eftirspurn orku, söluskilmála og samninga svo og öllum afgerandi eiginleikum virkjana, miðlunarlóna og vatnsvega. Á þennan hátt er hægt að líkja eftir rekstri raforkukerfisins áratugi fram í tímann. Slík rekstrarhermun tekur nokkrar mínútur í tölvuvinnslu.

Aðferðafræði hermilíkansins, sem er kallað orkulíkan Landsvirkjunar, byggir í sem allra stystu máli á því að reiknað er verðmæti vatns í miðlunum á hverjum árstíma. Verðið er reiknað til viðmiðunar við verð annarra valkosta en að nota vatnið til að framleiða orku. Aðrir valkostir eru að framleiða ekki upp í eftirspurn, þ.e. skerða rafmagn, eða framleiða með öðrum orkugjöfum.

Nú kann að þykja einkennilegt að verðleggja vatn, en samkvæmt hagfræðinni hefur verð tiltekinnar vöru einmitt það hlutverk að veita upplýsingar um skort á henni, þær upplýsingar stjórna svo aftur ákvarðanatöku um notkun vörunnar, þannig að nýting hennar verði sem hagkvæmust. Verðlagning vatnsins gefur okkur upplýsingar sem við getum notað við ákvarðanatöku, nefnilega hvort það borgi sig á einhverjum tímapunkti að nota vatnið til orkuframleiðslu, eða geyma það lengur í miðlunarlónum. Tilgangurinn er að nýta auðlindina á sem hagkvæmastan hátt.

Reiknifræðilegu aðferðirnar sem notaðar eru, eru dýnamísk bestun og línulegur netflæðialgórítmi

Einnig eru gerðir útreikningar á líkum á aflskorti í raforkukerfinu, en þær mega að sjálfsögðu ekki aukast vegna nýrra orkukaupenda. Með líkum á aflskorti er átt við líkur á því að vélarafli virkjana anni ekki orkuþörf markaðarins í heild einhverja stund. Mesti álagstoppur ársins er venjulega á köldum desemberdegi og honum þarf að vera hægt að anna.

Samhliða þessu er gerðar viðamiklar athuganir á rekstri flutningskerfisins, en því er lýst nánar hér að neðan.

Lykilstærðir virkjunarmannvirkja þarf að besta bæði með tilliti til vatnsframboðs en einnig með tilliti til markaðarins og hversu vel virkjunin er tengd við meginraforkukerfið. Lykilstærðir virkjunarmannvirkja eru t.d. rýmd miðlunarlóna, stærðir vatnsvega og vatnsvéla, fallhæð o.fl.

Flutningskerfi

Þegar verið er að selja orku verður að hafa í huga að ódýrasti kosturinn og jafnframt sá er raskar minnstu í umhverfinu er að orkuverið sé staðsett eins nálægt viðskiptavininum og kostur er. Þegar um er að ræða orkuver sem knúið er jarðefnaeldsneyti er þetta einfalt mál, orkuverið er einfaldlega byggt á lóð neytandans og er oftast í eigu hans. Þannig er málum háttáð hjá mjög mörgum fyrirtækjum erlendis. Til dæmis mætti nefna að Mercedes-Benz verksmiðjurnar í Stuttgart eru með 350 MW orkuver á lóðinni hjá sér. Þetta er að sjálfsögðu varla hægt hér á landi þar sem orkuverin eru bundin við hinar náttúrulegu uppsprettur, ár og háhitasvæði. Þá er næst besti kosturinn að flytja viðskiptavinin sem næst orkuverinu. Ef það gengur ekki verður að byggja tilheyrandi flutningsmannvirki svo hægt sé að koma orkunni til skila á áfangastað.

Forgangsröðunin ræðst því af kostnaði og umhverfisáhrifum og er nokkurn vegin þessi:

- Byggja virkjun við hlið neytandans.
- Fá neytandann til að setja sig niður við hlið orkuversins.
- Byggja nægjanlega áreiðanleg flutningsmannvirki með eins litlum tilkostnaði og auðið er.

Önnur atriði svo sem samfélagsleg málefni (infrastructure) og stjórnsmál geta haft áhrif á þessa röðun þegar um stór verkefni er að ræða.

Fyrir þessari forgangsröðun eru vissulega fleiri en ein ástæða. Svo sem:

- Stofnkostnaður.
- Rekstrarkostnaður og töp.
- Afhendingaröryggi.
- Spennugæði (flöktandi ljós o.s.frv.)

Við skulum líta nánar á þetta. Stofnkostnaður línu er um 20-30 m.kr./km. Ef línan væri um 100 km erum við að tala um framkvæmd sem kostar um 2-3 milljarða. Við þetta bætist síðan endabúnaður sem hleypur á 100-300 milljónum fyrir hvorn línuútgang. Augljóst er að töp og annar rekstrarkostnaður hækkar þeim mun lengri sem línan er. Kostnaðarhlutdeild flutningskerfisins í orkuverði er á bilinu 30 til 40 aurar/kWh.

Þegar orkan er flutt um línu er ávallt hætt á bilunum eða truflunum af völdum veðurs. Þannig rýrnar afhendingaröryggið. Spennugæði og stöðugleikavandamál, svo sem óstöðug tíðni (50 Hz), óstöðug spenna (t.d. 220 kV) og fleira er að miklu leyti tengt línulengd. Við getum tekið raunverulegt dæmi. Afl Blönduvirkjunar er 150 MW og hún er tengd inn á frekar veikti 132 kV línukerfi. Þetta hefur valdið ýmsum vandamálum í rekstri flutningskerfisins. Ef líkur aukast á að lína sem er vestan við Blöndu fari út verður sá sem stjórnar kerfinu að draga úr framleiðslu þar niður í u.þ.b. 90 MW til að vera tiltölulega öruggur með að kerfið haldist stöðugt. Þetta getur leitt til þess að ekki verður hægt að nýta framleiðslugetu virkjunarinnar að fullu. Þetta hefur gerst a.m.k. einu sinni á undanförunum 2 árum. Lausn á þessu er að byggja línu yfir hálendið eða frá Blönduvirkjun í Hvalfjörð. Það má því segja að bygging Blönduvirkjunar hafi flýtt fyrir þörf á slíkum línunum af því að engin markaður var í nálægð virkjunarinnar. Hefði hinsvegar stór orkunotandi verið þar í nágrenninu væri þessi þörf á hálendislinu ekki eins mikil. Það sama má segja um aðrar virkjanir sem tengjast 132 kV línukerfi Landsvirkjunar. Sé þess ekki gætt að orkunotandinn sé af svipaðri stærð og framleiðslan sniðin að notkuninni, eykur það kostnaðinn í flutningskerfinu verulega.

Í Fljótsdal var um að ræða 210 MW virkjun og orkunotanda sem þurfti 190 MW (120 þ.t. álver) sem augljóslega hentar ágætlega saman og kallar ekki á neina línuframkvæmd aðra en þá sem liggur á milli orkuvers og verksmiðju. Hinsvegar þurfti tvær línur þar á milli, því ekki er hægt að búa við það að framleiðsla í álveri stöðvist ef lína bilar og verður því að vera önnur lína til vara (afhendingaröryggi).

Landsvirkjun hefur komið sér upp nákvæmu tölvulíkani af öllum virkjunum, línunum, spennunum o.þ.h.. Líkanið byggir á forrit frá Bandaríska ráðgjafafyrirtækinu [Power Technologies](#). Notuð eru gögn [Orkuspárnefndar](#) um áætlaða orkuþörf. Lítið er til 20-30 ára tímabils. Almenn aflþörf eykst um u.þ.b. 10 MW á ári. Þegar þetta er sett inn í líkanið kemur að því að það sýnir að flutningskerfið getur ekki tryggt afhendingu á orkunni vegna álagsaukningarinnar. Þá er reynt að finna út hvaða mannvirki gætu leyst vandann á hagkvæmasta hátt. Sama aðferðafræðin er notuð þegar bætt er við stórum orkuneytanda og er þá notkun hans bætt við opinbera orkuspa og áhrifin rannsökuð. Hér hefur verið dregið lauslega á þær vangaveltur sem fara þarf í gegnum og tengjast flutningsmannvirkjum þegar meta á stofnkostnað tengdan nýjum notanda. Þessar framkvæmdir eru yfirleitt það stórar að þær taka nokkur ár og verður því að dreifa stofnkostnaðinum í svipuðum hlutföllum.

Hagkvæmnimat

Mismunandi tilbrigði af fjárfestingaröðum sem geta annað hinum væntanlega orkukaupanda, að uppfylltum öðrum skilyrðum, eru hagkvæmniprófuð með því að reikna núvirði alls kostnaðar, bæði stofn- og rekstrarkostnaðar og einnig kostnað fólgin í því ef virkjanirnar duga ekki til að anna eftirspurn. Markmiðið er að lágmarka núvirðið. Oft er hægt að velja saman mismunandi mannvirki, eða mismunandi útfærslur mannvirkja. Stærri og dýrari virkjun skilar meiri orku en minni og ódýrari virkjun og þarf þá að kaupa minna af orku annarsstaðar frá. Samspili þessara þátta er hnikað til þar til hagkvæmasta leið er fundin.

Á þessu stigi er hægt að fá hugmynd hvað orkan kostar í kr/kWh, eða mills/ kWh, en eitt mill er þúsundasti hluti úr bandaríkjadollara.

Hér ber að hafa í huga að vegna óvissu um vatnsframboð framtíðarinnar og aðra þætti, svo sem gengisþróun og álverð eru gögnin sem unnið er með í eðli sínu líkindadreifingar og þarf því að meta áhættu áður en endanlegt val fer fram.

Arðsemisgreining

Þegar upplýsingar um virkjunarkosti og dreifingu kostnaðar á einstök ár liggja fyrir er komið að því að setja upp fjárhagslíkan. Hingað til hefur Landsvirkjun fjármagnað ný verkefni á eigin spýtur og tekið þau inn á efnahagsreikning fyrirtækisins. Við arðsemisútreikninga er hins vegar litið svo á að nýir samningar geti staðið á eigin fótum og arðsemi nýrra verkefna er því sérstaklega aðgreind. Raunar má líkja þessari aðferðafræði við svokallaða verkefnafjármögnun (project financing).

Áður en reiknivinnan getur hafist þarf að áætla tekjur og rekstrarkostnað. Eins og fram hefur komið er búið að keyra hermilíkön sem líkja eftir rekstri raforkukerfisins með nýjum markaði. Þannig fást magnþölur um framleiðslu og að frádregnum flutningtöpum er metið hve mikið þessar nýju fjárfestingar í orkumannvirkjum geta skilað til nýs aðila, A. Á þessu stigi er söluverðið afgangsstærð. Upplýsingar um rekstrarkostnað eru fengnar út frá reyngslutölum en rekstrarkostnaður er mismunandi eftir orkugjafa. Inn í arðsemislíkanið fara síðan forsendur eins og verðlag, gengi, álverð og hrakvirði, en mikilvægasta forsendan snýr að sjálfri arðsemiskröfunni.

Arðsemiskrafan samanstendur af tveimur þáttum, annars vegar kostnaði við lánsfé og hins vegar kostnaði við eigið fé. Arðsemiskrafan er því vegið meðaltal kostnaðar lánsfjár og eiginfjár eða "Weighted Average Cost of Capital" (WACC). Hlutfall eiginfjár getur verið á bilinu 10-30% og mikilvægt að gera sér grein fyrir að arðsemiskrafan er lægri eftir því sem hlutfall eiginfjár er minna. Þegar allar helstu forsendur liggja fyrir er byrjað að reikna grunntilvik. Reikningar eru gerðir í tvennu lagi. Í fyrsta lagi er sett upp fjárstreymislíkan þar sem áætlaðar framtíðartekjur að frádregnum gjöldum verkefnisins eru núvirtar með arðsemiskröfunni. Orkuverð er stillt þannig að verkefnið skili a.m.k. arðsemiskröfu Landsvirkjunar miðað við grunnforsendur, en að sjálfssögðu er leitast við í samningum að ná sem hæstu verði og hámarka hreint núvirði. Jákvætt núvirði bendir til þess að verkefnið sé arðbært.

Í öðru lagi er sett upp fjárhagslíkan sem líkir eftir árlegum rekstri Landsvirkjunar með þessum nýja orkumarkaði. Tilgangur þessa líkans er að ganga úr skugga um það að fjárhagur Landsvirkjunar í heild sinni versni ekki miðað við óbreyttar aðstæður og geti staðið undir verkefninu. Í þessu skyni eru settir upp árlegir rekstrar- efnahags- og sjóðstreymisreikningar og þess gætt að lykilkennitölur verði innan settra marka. Fyrirtækinu eru sett nokkuð ströng skilyrði varðandi fjárhagslegan styrkleika af fyrirtækjunum Standard & Poors og Moody's sem meta lánshæfi Landsvirkjunar á fjármálamörkuðum.

Hér á undan var sagt að ef núvirt sjóðstreymi væri jákvætt væru líkur á að verkefnið væri arðbært. Þetta er að hluta til rétt en til viðbótar eru gerðar næmnigreiningar þar sem lykilforsendum er breytt og athuguð áhrif þess á útkomuna. Endanleg útkoma getur því legið á tilteknu bili og til að meta það enn nánar eru gerðar hermanir (Monte Carlo simulation) þar sem helstu forsendum er breytt samtímis. Þannig fæst síðan ákveðin líkindadreifing arðsemi og núvirðis. Lokaákvörðun um samninga verður því aðeins tekin að yfirgnæfandi líkur séu á jákvæðu hreinu núvirði og að fjárhagslegur styrkur fyrirtækisins verði innan settra marka.

Í þessari grein hefur verið stiklað á stóru um þá vinnu er fer fram hjá Landsvirkjun til að finna hagkvæmstu leiðir til orkuöflunar og meta arðsemi raforkusölu til stóriðju. Til að sem mest arðsemi fáið þarf að sérsníða sérhvert verkefni með tilliti til eftirspurnar, orkuframboðs og staðsetningar bæði orkunotanda og virkjana auk þess sem gerðar eru eftirlíkingar í tölvu af rekstri raforkukerfisins með virkjnum, notendum og línukerfi í framtíðinni. Það er gert vegna þess að um svo mikla fjármuni er að ræða, að tilraunir verða að fara fram í líkönum en ekki á raforkumarkaðinum sjálfum.

Leitað er að hagkvæmstu kostum, með því að lágmarka núvirði alls kostnaðar.

Arðsemi er metin með aðferðafræði er tíðkast við verkefnafjármögnun og byggist á núvirtu sjóðsstreymi og er markmiðið að hámarka virði fyrirtækisins.

Öll þessi vinna er ítrunarferli. Mörg önnur verkefni er varða orkusölu til stóriðju eru einnig unnin, þ.á m. umhverfismat, hönnun og rannsóknir, en umfjöllun um þau eru efni í aðra grein.

Síðustu ár hefur verið mikill vöxtur í stóriðju á Íslandi og útlit fyrir að svo verði áfram. Ljóst er að miklar breytingar eru framundan á raforkumarkaðinum, bæði hvað varðar eignarhald og rekstrarform. Þá mun sú breyting verða að meginflutningskerfið verður aðskilið og samkeppni innleidd í raforkuframleiðslunni líkt og gerst hefur í öðrum löndum. Landsvirkjun mun eftir sem áður gegna veigamiklu hlutverki í að nýta orkulindir landsins á sem hagkvæmasta hátt með umhverfismálin að leiðarljósi.

Greinin birtist í tímariti byggingaverkfræðinema: „Upp í vindinn“ sumarið 2000.