

6 Tæknilausnir í sjónmáli

Skýrsla sú sem hér birtist endurspeglar þá yfirsýn sem er til staðar varðandi tæknilausnir sem þykja fýsilegar við hið mikla verkefni að draga úr útstreymi gróðurhúsalofttegunda.

Þegar horft er til framtíðar í viðum skilningi er nauðsynlegt að gera sér grein fyrir vandamálinu á forsendum sögulegs og tæknilegs bakgrunns.

Orkukerfið sem notast er við á Íslandi er um margt merkilegt sambland endanlegra og endurnýjanlegra orkugjafa. Mestur hluti raforkuframleiðslu og varmaframleiðslu í samfélaginu er tengdur endurnýjanlegum orkugjöfum. Hins vegar er orkunotkun í samgöngum, bílum, skipum og flugvélum að mestu háð jarðefnaeldsneyti, innfluttu bensíni, þotueldsneyti og dísilolíu. Þessi orkunotkun er mikil uppspretta koldíoxíðs. Neyslumynstrið í samfélaginu leiðir einnig að öðru leyti til margs konar útblásturs. Lífsferli vöru leiðir þannig einnig til útblásturs samfélagsins, hvort sem er við framleiðslu, notkun eða förgun vörunnar.

Hér á eftir verða skoðaðar þær tæknilausnir sem eru í sjónmáli. Stuðst er við tímarás og tæknistig og þeim tæknilausnum raðað annars vegar í tímaröð og hins vegar eftir stöðu tækni.

6.1 Nýtnistuðlar samfélagsins og tæknilausnir sem eru framkvæmanlegar nú þegar og í náinni framtíð.

Útstreymi nútímasamfélags á Íslandi er á margan hátt afrakstur neysluþjóðfélags þar sem engar sérstakar hömlur hafa verið settar á bestu nýtni eða takmörkun útstreymis. Förgun eða nýting sorps og úrgangs eru þættir þar sem búast má við heilmiklum tækni framförum á næstunni. Aðgerðir, í sjónmáli hér, snúast ekki endilega um tækni heldur miklu fremur meiri beitingu fyrirbyggjandi þekkingar samfara vitundaraukningu um lífsferli vara. Þessi beiting þekkingar á eftir að hafa mikil áhrif á neyslumynstur samfélagsins. Þá er mikilvægt að gera sér grein fyrir að flest allt útstreymi efna út í umhverfið má hefta með því að horfa til áðurgreinds lífsferlis.

Þegar horft er til orkunotkunar í íslensku samfélagi skal fyrst staldrað við rafmagnsvinnslu úr vatnsorku eða gufuorku. Hefðbundin vinnsla raforku úr vatnsorku hefur tekið nokkrum framförum varðandi nýtni; eitt dæmi um það er bestun á lögun og framleiðslutækni vatnshjóra í hverflum þar sem segja má að nú sé notuð hönnunartækni sem leiðir til næstum því hundrað prósent nýtni. Búast má við að vatns hverflar verði í næstu framtíð framleiddir með bestu fáanlegu nýtnistuðlum, sem nálgast það besta sem völ verður á miðað við þessa tækni.

Öðru máli gegnir um vinnslu raforku úr jarðgufu eða ñvökva. Þessi vinnsla er mjög háð hversu vel tæknin nær að nálgast hina fræðilegu nýtnistuðla. Sú tækni sem notast er við í vinnslu raforku úr jarðgufu tekur mið af nýtnistuðlum sem kenndir eru við Frakkann Carnot. Enn eiga hinir raunverulegu nýtnistuðlar nokkuð langt í að ná hinu fræðilega hámarki. Sem dæmi má taka að íslenskar jarðgufuvirkjanir hafa nýtnistuðul í raforkuvinnslu sem nemur um það bil 12 af hundraði. Afgangsvarmann má nota til húshitunar, en segja má að flestar jarðvarmavirkjanir hér á landi hafi mjög hátt nýtnistig (um 90%), þegar undan eru skildar nýrri virkjanir þar sem afgangsvarmi er ekki nýttur. Þessar virkjanir líða fyrir lága orkunýtni. Hér fer tæknistigið vaxandi eins og rætt verður um í kafla 6.2.

Tæknistig við notkun raforku úr jarðvarma á formi rafljósastuddrar ylræktar getur tekið framförum þegar hugað er að möguleikum á því að nýta raforkuna þannig að ljós sé framleitt með sérútbúnum díóðum sem gefa frá sér sýnilegt ljós sem liggur mjög nálægt litrófi blaðgrænu (sem á við um bæði lauf og þörungum). Núverandi notkun á natrínlömpum í gróðurhúsum hefur tekið nokkrum framförum en nýtnistuðlar díóðuljósá hafa alla möguleika á að skara fram úr. Þessi þróun ylræktar með díóðulýsingu auk íbætingar koldíoxíðs (t.d. úr jarðhitagasi) í andrúmsloft gróðurhúsanna er sú tækniframför sem hægt er að binda nokkrar vonir við á næsta áratug. Vegurinn frá hinni gömlu Edison-ljósaperu að nýttisku díóðuperu hefur falið í sér miklar rannsóknir og ef litið er til ljósframleiðslu fyrir hvert notað vatt í afli, má segja að þróunin hafi verið þannig að upphaflegt gildi var nokkur lúmen/vatt en nú nálgast gildið 700 lúmen á hvert vatt rafalls fyrir eintóna (555 nm) grænt ljós. (Department of Energy USA). (Eitt lúmen er um það bil ljósmagnið frá venjulegu vaxkerti í eins fets fjarlægð frá kveik).

Áður en lokið er við umfjöllun um hitun með jarðvarma er nauðsynlegt að ræða um þann möguleika að vinna með rafmagn og jarðhitalind samtímis, en þessi lausn einkennir svokallaðar varmadætur. Miklar tækniframfarir hafa orðið á þessu sviði og áhugavert að geta þess að frændur vorir Svíar beisla nú meiri jarðhita til húshitunar en við Íslendingar með því að nota varmadætur! Með notkun varmadælna er unnt að notast við tiltölulega kaldvolga varmalind eins og 4-7 gráðu heitan húsgrunn, bæta við um þriðjung afli frá rafmagni og hita hífýli. Þannig má spara 2/3 rafmagnsins. Ástæða er fyrir Íslendinga að huga að notkun varmadæla og koma nokkur tiltölulega jarðköld svæði á landinu sterklega til greina í því sambandi eins og nú þegar er til athugunar.

6.2 Tæknilegar lausnir á næstu áratugum

Þegar miðað er við umfjöllunina að framan er ljóst að varðandi jarðvarmann þá eru áhugaverðar lausnir í þróun sem gera munu kleift að nýta betur jarðgufu með því að

notast við annan vinnuvökva en sjálft vatnið. Á þessu sviði eru að ryðja sér til rúms nýjar lausnir með margar tegundir vinnuvökva, allt frá einföldum kolvetnum til annarra efna, með notkun á öðrum eðlisfræðilegum þáttum eins og leysni ammóníaks í vatni og áhugaverðu samspili mismunandi varmafræðilegrar óreiðu í ammóníaki bundnu í vatni annars vegar – og í gasformi hins vegar. Íslensk jarðhitafyrirtæki hafa fylgst vel með í þessum efnum og eru nú þegar í notkun ýmsar tegundir svokallaðra tvívökvakerfa. Ítalir með allan sinn bakgrunn í Larderello eru til dæmis að gera áhugaverðar tilraunir með smærri og stærri kerfi á þessu sviði.

Hér á Íslandi hefur verið unnið frumherjastarf með Kalína-tæknina sem byggir á leysni ammóníaks í vatni. Niðurstöður þessarar vinnu hafa verið mikilvægar og lærdómsríkar en tæring ammóníaksins á vélbúnaði er ennþá nokkur farartálmi.

Koldíoxíð og fleiri gastegundir sem fylgja jarðvarmavirkjun eru gróðurhúsalofttegundir. Aukin þekking á bindingu eða beislun þessara gasa er mikil áskorun hér á landi og um leið mikilvæg varðandi útflutning á þekkingu til jarðvarmabeislunar. Söfnun gasa, einkum brennisteinsvetnis og koldíoxíðs er ein af lausnum á þessu sviði. Tilraunir tengdar OR og fleirum með beislun og bindingu gasa á Hellisheiði eru mikilvægt innlegg á þessu sviði. Enn er ekki fullkannað hvaða möguleika karbónatmyndun í íslensku basalti getur haft til að binda koldíoxíð. Þekking á þessu mun vaxa mjög á næsta áratug.

Annar möguleiki er að safna koldíoxíði saman, láta það hvarfast við vetni, sem unnið er með rafgreiningu og mynda metanól og/eða aðrar afurðir þess eins og til dæmis DME eða dísil/bensín í tæknilega fullkomnara og dýrara ferli. Kostnaður við vetnisframleiðslu er enn nokkur hindrun varðandi þetta ferli og til að samkeppnishæfni fáist er þess krafist að í samkeppninni við jarðolíu þurfi verð á olíufatinu á heimsmarkaði að vera a.m.k. 75 dalir eða þar um bil eða hærra.

Tilraunir með þetta hér á landi eru áhugaverðar og ástæða til að mæla með áframhaldi þeirra.

Kostnaður við vetnisframleiðslu er einnig einn af þeim þáttum sem verður afgerandi um almenna beina notkun vetnis í samgöngum hér á landi. Tveir aðrir þættir koma einnig til; geymsla og geymsluform og loks kostnaður við gerð efnarafala. Þar mun þróun verðs á jarðefnaeldsneyti einnig hafa áhrif. Í samantekt virðist að vetnistækni, hvort sem er sem hluti af tilbúnu eldsneyti eða í beinni notkun, gæti hugsanlega á næstu áratugum leikið hlutverk í minnkun útblásturs frá Íslandi.

Aukin nýtni í bifreiðum, flutningatækjum, skipum og flugvélum er framar öllu þegar hugað er að hagkvæmari eldsneytisnotkun. Tæknilegar lausnir til þess að spara eldsneyti hafa komið fram á mörgum sviðum og eitt íslenskt fyrirtæki, Marorka, hefur hlotið alþjóðlega viðurkenningu fyrir kerfi sín. Búast má við að umhverfis- og tæknimenning Marorku hafi áhrif á nálgun Íslands á þessu sviði í framtíðinni. Þá má nefna að tæknilegar endurbætur á vélbúnaði við rafmagnsframleiðslu um borð í skipum hafa þegar leitt til áhugaverðra lausna eins og í tilviki rafsúu sem framleidd er hér á landi. Þegar hugað er að tæknilausnum framtíðarinnar hér á landi er ljóst að mikið rými er fyrir hugmyndafræðina sem einkennir tæknivinnu framangreindra fyrirtækja.

Loks er komið að nýtni við ál- og járnblendiframleiðslu. Ljóst er að mikill hluti íslensku raforkunnar fer til þess að rafgreina áloxíð og sundra efnasamböndum við kísiljárnframleiðslu. Báðar þessar leiðir þarfnast nú kolefnaríkra skauta. Mikið útstreymi verður við hvörfun kolefnisins og súrefnis í báðum tilvikum.

Tvær leiðir skulu nefndar í þessu sambandi. Fyrst skal nefnt að við kísiljárnframleiðslu (þetta á einnig við um kísilframleiðslu úr kvartsi almennt) má safna saman koldíoxíði og hvarfa með vetni eins og fyrr er nefnt. Auk þess myndi lokun kísiljárnofns geta leitt til þess að kolmónoxíð yrði varðveitt – það yrði ekki oxað í hið orkufreka efnasamband koldíoxíð – heldur unnt að nota kolmónoxíðið strax með minni kostnaði við eldsneytisframleiðslu. Í tilviki álframleiðslu væri unnt að safna koldíoxíðinu saman og hvarfa strax við vetni til framleiðslu eldsneytis. Þetta ferli er heldur flóknara en það sem tengt er kísiljárninu vegna mikillar þynningar koldíoxíðs í útblæstri frá álframleiðslu.

Að skipta um rafskautatækni í ál- eða kísiljárnframleiðslu er tæknilega mögulegt og æskilegt frá sjónarmiði útstreymis. Kísiljárnframleiðslan er flóknari og hafa verið gerðar tilraunir með ýmiss konar plasmataekni. Á sviði álframleiðslu eru hins vegar á borðinu lausnir eins og nefndar eru hér í skýrslunni um svokallaða carbothermic aðferð og óvirk forskaut. Kostnaður við að efla slíka tækni verður mikill og er erfitt að bera hann saman við yfir aldargamla tækni Hérault-Hall ferlisins. Hér á landi er tækni hinna óvirku rafskauta afar áhugaverð og hægt að mæla með því að vel verði fylgst með á þessu sviði.

6.3 Lausnir um miðja öldina

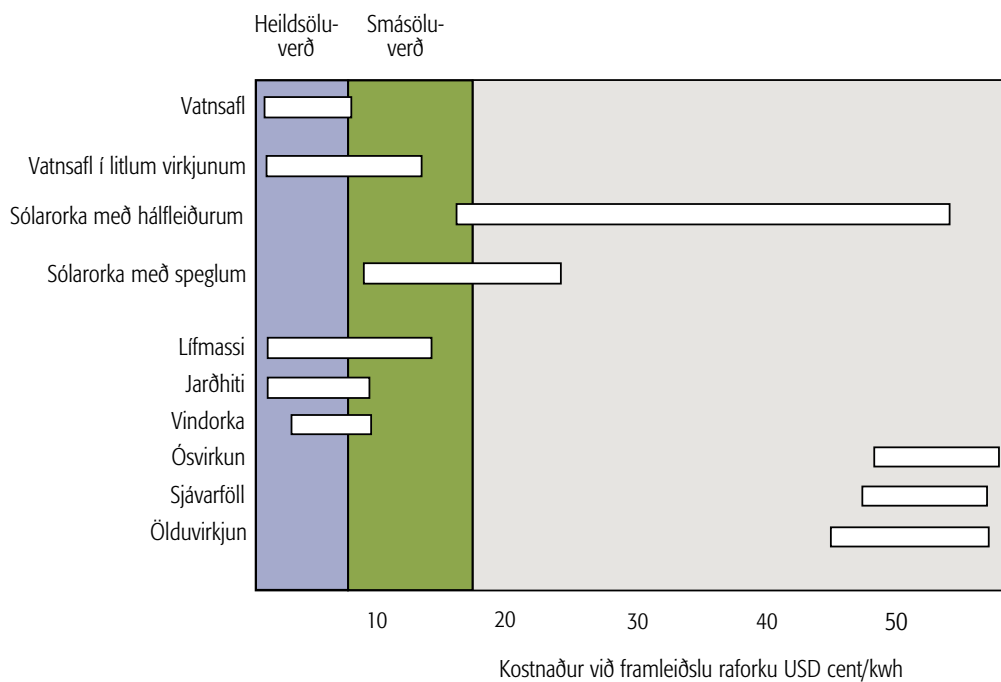
Notkun endurnýjanlegrar orku á Íslandi hefur takmakast af hefðbundinni vatnsorkubeislun og notkun jarðvarma. Margar aðrar tegundir endurnýjanlegrar orku eru fyrir hendi í miklu magni hérlandis en hafa ef til vill liðið fyrir ofgnótt og hagkvæmni annarra áður nefndra orkuþátta.

Vindorka sem vissulega er til í miklu magni er ákjósanleg uppspretta. Vandí hennar er tæknilega hve vindur hér er óstöðugur og ennfremur fólgin í skorti á geymsluhæfni orkunnar. Einnig verður ekki litið fram hjá öðrum umhverfisáhrifum, einkum sjónmengun og meintum hávaða. Bent hefur verið á áhugavert samspil vindorku og vatnsorku og þá ýmist samspili sem er árstíðabundið tengt lækun vatnsyfirborðs í uppistöðulónum að vorlagi eða þá notkun vindorku til að dæla vatni í lón eins og tilraunir hafa verið gerðar með erlendis. Tækniframfarir hafa orðið miklar í vindorku og stærð og hagkvæmni rafala eykst. Þessi orkubeislun mun örugglega verða notuð hér og ekki ólíklegt að það verði frá og með öðrum áratug aldarinnar og frameftir.

Flutningaskip í förum milli Íslands og Ameríku þekkja glöggst sterka vinda á leiðinni og rætt hefur verið um að drýgja eldsneyti með því að beita seglum, smáum seglum einskonar flugdrekum sem skjóta má á loft undan byr og nota til þess að draga fley undan vindi.

Sjávarorka er mikil við Ísland. Úthafsöldur skella á ströndinni og Atlantshafið sunnan og vestan Íslands ber mikla ölduorku. Miklar tækniframfarir hafa orðið á beislun ölduorku en því er vart að búast við að hún verði mjög hagkvæm fyrr en kemur fram á öldina.

Svipaða sögu er að segja af sjávarföllum og hafstraumum. Þó er viðbúið að virkjun sjávarfalla á svæðum eins og við Breiðafjörð geti orðið hagkvæm, einkum í samhengi við þverbrúun fjarða og við svipaðar aðstæður þar sem kostnaði við mannvirki er deilt



Mjög rúmar tölur byggðar á OESD, DoE, Net Ltd., Þorsteinn I. Sigfússon f. skýrslu Brynhildar Davíðsdóttir et al, Drög

Mynd 6-1. sýnir lauslega áætlun um fjárfestingarkostnað (stofnkostnaður grundvallaður á 6% vaxtastigi og afskriftartíma á 15-25 árum og rafafla sem aflað er).

með annars konar framkvæmdum. Tæknilegar útfærslur felast mest í hverflum af mörgu tagi og ekki sýnt hvaða tækni muni hafa vinninginn. Íslendingar hafa fylgst náið með þessari þróun. Vel er hægt að hugsa sér aðsetur til tilrauna hérlendis og bjóða með því framleiðendum hverfla upp á aðstöðu til raunprófana. Hægt er að mæla með því að unnið verði með Evrópuþjóðum eins og Skotum um áframhaldandi rannsóknir og prófanir hér á landi.

Vatnsafl mun halda áfram að vera mikilvæg orkuuppspretta á Íslandi. Eftir því sem líður á öldina og búast má við aukinni hitun vegna gróðurhúsaáhrifa mun bráðnun jökla aukast. Þá þarf að huga að því að auka hæfni virkjana til að taka við meira rennsli, bæði með endurbótum á hverflum og ekki síður á stækkun rennislísa. Ekkert af þessu kallar endilega á meiri eða fullkomnari tækni, nema ef væri bortækni.

Á þessu sviði ber einnig að líta á aðra orku sem fallvatn ber í sér á leið sinni að ósi elfu. Hér er til dæmis mjög áhugavert að líta til ósvirkjunar, virkjunar þeirrar orku sem felst í því að blanda söltu vatni og ósöltu. Norðmenn hafa þegar byrjað tilraunir með þessa orku og huga að ósvirkjunum í framtíðarorkukerfi Noregs. Hér á landi er mikil orka fólgin í ósum landsins og víða áhugavert að huga að virkjunum. Þar væri mikilvægt að byrja á að huga að virkjunum áa eins og Þjórsár og Ölfusár þar sem hundruð megavött eru óvirkjuð. Eins er mjög áhugavert að huga að virkjunum áa og elfa á svæðum Íslands þar sem umhverfisröskun yrði óumflýjanlega mikil vegna hefðbundinna vatnsaflsvirkjana eins og til dæmis á Vestfjörðum og víðar.

Á sviði jarðhitavirkjana er ennþá horft til varmarafmagns. Þessi tækni er enn ófullkomin; notast við storkutækni (solid state technology) þar sem hitamunur heits og kalds er virkjaður með varmastreymi um hálfleiðara. Á þessu sviði er horft til hinnar fullkomnari tækni sem kennd er við vakúmdíóður þar sem rafeindir eru örvaðar af

hitamun til þess að hoppa yfir bil tómarúms og flytja þannig varmaorku yfir í raforku. Nýtnistuðlar varmarafmagns í dag eru of lágir – en gætu fræðilega boðið upp á hagnýtingu í framtíðinni. Hún býður enn tæknilegra framfara.

Lægstu verðmörk á mynd 6-1 eru byggð á bestu aðstæðum (bestu fáanlegu tækni, bestun virkjunarstærðar og hönnunar). Byggt á gögnum frá OECD, Department of Energy USA og NET Ltd. í Sviss. Myndin er aðeins ætluð sem umræðugrunnur.