

Jarðhitafélag Íslands
Málþing 26. febrúar 2003
Ímynd og notkun jarðhita

Setning málþings Jarðhitafélags Íslands um ímynd og notkun jarðhita

Ingvar Birgir Friðleifsson
formaður Jarðhitafélags Íslands

Ágætu málþingsgestir!

Það er mér ánægja að setja þetta málþing sem fjallar um ímynd og notkun jarðhita á Íslandi. Þetta er fimmta ráðstefnan eða málþingið sem Jarðhitafélag Íslands heldur, en félagið var stofnað í maí árið 2000. Það er félaginu sérstakur heiður að Valgerður Sverrisdóttir, iðnaðar- og viðskiptaráðherra er meðal frummælenda.

Jarðhitinn er ein helsta náttúruauðlind Íslands. Af hverjum hundrað húsum á landinu eru tæplega níutíu hituð með jarðhita. Í dag er erfitt að hugsa sér búsetu á Íslandi án jarðhitans. En hitaveitur, gróðurhús og gufuvirkjanir eru 20. aldar fyrirbæri sem forfeður okkar þekktu ekki. Þó munaði ekki miklu að bændur á jarðhitajörðum næðu tökum á tækni til að hita hús sín með heitu vatni þegar á 13. öld. Talið er að Snorri Sturluson hafi látið leggja niðurgrafna heitavatnsleiðslu og hlaða laugina sem við hann er kennd í Reykholti ekki síðar en 1228. Heita vatnið var leitt 120 m frá hvernum Skriflu. Leiðslan er svipuð vatnsleiðslum Rómverja og líklega hafa íslenskir pílagraimar flutt þessa þekkingu til landsins. Með byggingu heitavatnsleiðslunnar var komin mjög mikilvæg verkmenning til landsins. Með leiðslum af þessari gerð hefði verið hægur vandi að leiða heitt vatn víða um land frá laugum og hverum til bæjarhúsa. Með því að grafa leiðslur af þessu tagi hálfan til einn metra í jörðu hefði verið komin kjörin leið til gólfhitunar í bæjarhúsum. En það var ólán Íslendinga að þekkingin sem barst til Reykhólts náði ekki að breiðast út um landið heldur gleymdist. Því máttu íbúar á tugum jarða þar sem eru vatnsmiklar laugar og hverir hírast og skjálfa í óupphituðum torfbæjum í um 700 ár, áður en landsmenn náðu valdi á tækni til að leiða heita vatnið í hús.

Heitt vatn virðist ekki hafa verið talið til sérstakra hlunninda á jörðum fyrr á öldum. Í Jarðabók Árna Magnússonar og Páls Vídalíns frá öndverðri 18. öld er kostum og ókostum hvekkar bújarðar á landinu lýst. Á öllum þeim jarðhitajörðum sem ég hef flett upp í Jarðabókinni er jarðhitinn talinn til ókosta. Í Jarðabókinni segir um Laugardæli í Hraungerðishreppi í Árnessýslu: “Túnsins nokkrum parti spillir hitavessi í jörðinni, sem orsakast af laug þar allnærri, og af þessum hitaseyðingi jetst úr grasrótin og gjörir flög”. Þessi lýsing var skráð 27. júlí 1709. Nú er þessi “hitavessi” aðalvinnslusvæði Hitaveitu Selfoss. Jörðinni Hlaðgerðarkoti í landi Norður-Reykja í Mosfellsdal er lýst svo: “Torfrista og stunga lítt nýtandi. Mótak til eldiviðar bæði illt og lítið. Engjunum spillir skriða. Landið er lítið. Stórviðrasamt mjög, svo hætt er húsnum og heyjum. Vatn er heitt”. Í nágrenni Hlaðgerðarkots, þessa vandræðastaðar þar sem ekki var einu sinni hægt að fá kalt vatn að drekka, eru nú einhverjar bestu vinnsluholur Orkuveitu Reykjavíkur.

Þannig var ímynd jarðhitans fyrr á öldum, alla vega þegar bændur óttuðust að hlunnindi yrðu skattlögd. En hvernig er ímynd jarðhitans í nútímasamfélagi á Íslandi. Við erum með úrvals fyrirlesara til að fræða okkur um það. Fyrir hönd stjórnar Jarðhitafélagsins set ég málþingið og bið Júlíus Jónsson, forstjóra Hitaveitu Suðurnesja, að taka við fundarstjórn.

Ímynd jarðhitans í íslensku samfélagi

Valgerður Sverrisdóttir
iðnaðar- og viðskiptaráðherra

Fátt kom forfeðrum okkar meir á óvart er þeir námu hér land en að sjá gufu stíga víða upp af landinu er þeir kölluðu reyki, enda þekktu þeir þá ekki til þeirra náttúruþyrirbæra að vatnsgufa stigi upp úr jörðu. Fram kemur í fornsögum að á þeim tíma hafi laugar einnig haft hlutverk staðar til mannamóta og jafnvel skemmtunar þar sem slíkar aðstæður gáfust. Hluttur kvenna við laugar hefur þó oft verið umdeildur en almennt er talið að þær hafi ekki farið þangað nema til þvotta og ef til vill baða. Í Laxdælu, Sturlungu og fleiri fornsögum eru að finna sögur um stefnumót og gleðskap manna og kvenna við laugar.

Litlar heimildir eru til um það hvaða þýðingu jarðhiti hafi haft hér á landi á miðöldum en ljóst er að varðandi almenna notkun hans hefur hún verið lítil. Rannsóknir Eggerts Ólafssonar og Bjarna Pálssonar á árunum 1752-1757 er fyrsta almenna athugun og lýsing á jarðhitaaðstæðum hér á landi. Fjölluðu þeir sérstaklega um jarðhitann á ferðum sínum um landið og boruðu fyrstu jarðhitaholur hér á landi bæði við Þeistareyki og Krísuvík. Þeir hvöttu landa sína til aukinnar notkunar á þessum auðæfum sínum og töldu nauðsynlegt að bæta aðstæður til baða við laugar meðal annars með því að koma þar upp húsæði fyrir almenning.

Ekkert varð af framförum á þessu sviði fyrr en um 20 árum síðar og raunar var það fyrst um aldamótin 1900 að það tókst að vekja nokkurn áhuga Íslendinga á notkun jarðhitans. Þá varð vart vakningar meðal þjóðarinnar á því að nýta laugar og hveru til baða, þvotta og sundiðkunar víða um land.

Menn hafa leitað margra skýringa á því af hverju Íslendingar voru seinir til þess að hita hífli sín með jarðhita allt fram á síðustu öld. Ástæður þess eru margar. Í fyrsta lagi má nefna að húsakynni voru til þess tíma þess eðlis að ekki var unnt að leiða hita auðveldlega inn í þau til hitunar. Þau voru afar ófullkomin og að stórum hluta til torfbærir, rök og köld og voru í raun eitt mesta heilbrigðisvandamál þjóðarinnar fram á 20. öldina. Þá ber í annan stað að nefna að á fyrstu þremur áratugum aldarinnar hafði tækniþekking landsmanna aukist verulega og þjóðin hafði á að skipa mönnum er gátu gert áætlanir um nýtingu jarðhitans. Í þriðja lagi má nefna að tæknin við flutning vatns hafði aukist mjög á fyrstu árum aldarinnar þannig að við vorum í stakk búin að gera þá byltingu að geta leitt heitt vatn um langan veg ef um verulega notkun væri að ræða. Í fjórða lagi má nefna að þjóðin lifði við örbirgð og sárustu fátækt allt fram á síðustu öld þannig að frumkvæði og fjármagn skorti til allra athafna. Loks má nefna að landsmenn lifðu öldum saman við afar þröngan húsakost þar sem brenna þurfti lífrænum efnum, mó og trjávið, til að elda og um leið varð sá hiti nýttur til upphitunar íveruhúsa fólksins auk hita frá bústofni.

Niðurstaða mín af þessum hugrenningum er sú að allt fram til þess tíma að fyrstu hitaveitur

landsins tóku til starfa á fjórða áratug síðustu aldar hafi varla verið grundvöllur til þess að nýta hvera- og laugahita til hitunar húsakynna landsmanna í verulegu mæli vegna þeirra efnahagslegu og tæknilegu aðstæðna er þá voru hér á landi .

Hitaveitubyltingin byrjar á þriðja áratugnum. Það er nokkuð athyglisvert að á sama ári og Hitaveita Reykjavíkur tekur til starfa árið 1928 eru á sama tíma að komast á legg fjölmörg skólasetur á landsbyggðinni, sem öll voru staðsett við laugar eða hveru og húsnaði þeirra upphituð með hitaveitu. Alþingi hafði á árinu 1923 falið Guðjóni Samúelssyni, húsameistara ríkisins, sem var mikil áhugamaður um uppbyggingu hitaveitna, að hafa forgöngu um staðsetningu marga skóla á landsbyggðinni í samráði við heimamenn en þar gekk á ýmsu.

Það kom síðan í hlut Jónasar Jónssonar, er var menntamála- og dómsmálaráðherra árin 1927-1932, að koma starfsemi flestra þessara skóla á laggirnar. Fáir eða engir alþingismenn höfðu verið jafn ákafir fylgismenn þess að reisa opinber mannvirki á stöðum þar sem jarðhita var að finna en Jónas. Hann var einn af fyrstu stjórnáráðgjafum héraðsins að skilja mikilvægi nýtingar jarðhitans fyrir hagsmuni almennings. Um það bera vitni ræður hans og tillögur á Alþingi og í bæjarstjórn Reykjavíkur, en hann var bæjarfulltrúi á uppbyggingarskeiði Hitaveitu Reykjavíkur og studdi með ráðum og dug hinar miklu framkvæmdir við aðveitu hitaveitunnar frá Reykjum á stríðsárunum.

Fáir höfðu í upphafi trú á að svo giftusamlega tækist með uppbyggingu Hitaveitu Reykjavíkur á kreppu- og stríðsárunum og raun bar vitni um. Víðast hvar sem jarðhita var að finna í byggðum landsins eflidist byggð, og á sjötta og sjöunda áratug síðustu aldar jukust rannsóknir á möguleikum nýrra hitaveitna mjög með starfi jarðhitadeildar Raforkumálaskrifstofunnar og síðar Orkustofnunar árið 1967.

Á áttunda áratugnum varð eins og kunnugt er mikil hækkun á olíuverði, sem íþyngdi mjög þeim landsmönnum er ekki höfðu hitaveitu eða rafhitun. Í kjölfarið var af hálfu ríkisins gert mikið átak til að auka hlut þessara orkugjafa og það átak hefur skilað þeim árangri að um 89% húsnaðis hér á landi er nú hitað með jarðvarma eða raforku og er það að sjálfsögðu heimsmet eins og margt það er við Íslendingar eigum í orkumálum.

Afar varfærnislegar tölur benda til að sparnaður við jarðhitánýtingu við upphitun húsnaðis á árunum 1970-2000 samanborið við olíuhitun geti numið um 330-350 miljörðum króna, eða að jafnaði um 11 miljörðar á ári Fjárhagslegur ávinningur þjóðarinnar með virkjun jarðhitans síðustu áratugum hefur því verið stórkostlegur og í raun ótrúlegur.

Það er vitaskuld unnt að fjalla nánar um þann ávinning sem jarðhitinn veur daglegri ímynd Íslendinga. Flestum er kunnugt um möguleika á notkun heita vatnsins í dag og nýta sér þá óspart og oft í nokkru óhófi. Ímyndin er orðin slík að menn telja að vart sé hægt að hita húsnaði eða heitan pott nema hitaveita sé lögð á staðinn, oft með ærnum kostnaði, þrátt fyrir það að víðast hvar séu hagkvæmari lausnir til við hitun á vatni. Sundlaugamenning er góðu heilli orðin samgróin samfélaginu og nú ganga menn um auðar stéttir í fannfergi, landsmenn kaupa hágæða gróðurhúsavörur á góðu verði, sem ríkisvaldið hefur þar að auki stutt með lægri raforkutaxta til lýsingar vegna aðstöðumunar okkar.

Þrátt fyrir að við Íslendingar hefðum verið afar seinir til að nýta okkur jarðhitann til hagbóta fyrir líkamlega velferð okkar og þæginda gegndi öðru máli um nýtingu hans til iðnaðarframleiðslu.

Þegar á tólftu öld eru heimildir fyrir því að farið er að flytja út brennistein frá háhitasvæðum landsins. Á fimmtánda öld fóru menn að nota hann til púðurgerðar á Norðurlöndum og þá er talið að ásókn í hann hafi aukist verulega. Allt fram til síðari heimstyrjaldarinnar var unninn brennisteinn hér á landi í mismiklum mæli, en formlega lauk síðasta samningi um vinnslu hans árið 1946. Víst er talið að þessi vinnsla hafi verið mikið búslag þeirra jarða er hlut áttu að máli fyrr á öldum.

Í dag má telja að bein iðnaðarnotkun jarðhitans sé afar takmörkuð, sem er Þörungavinnslan á Reykhólum og Kísilmálmverksmiðjan við Mývatn. Vitaskuld er það okkur kappsmál að auka iðnaðarnotkun jarðhitans til fjölbreyttrar atvinnuuppbyggingar og enginn vafi er á því að sá tími mun koma að okkur takist að nýta betur þessi miklu auðæfi en við gerum í dag.

Hin afar ánægjulega þróun í notkun jarðhita til hagkvæmrar raforkuframleiðslu hér á landi síðustu áratugi kallar á betri nýtingu orkunnar. Það er óverjandi til langs tíma að nýta aðeins 10-15% hitaorkunnar til raforkuframleiðslu, en henda því er ekki nýtist. Eigi að síður er þessi takmarkaða nýting afar hagkvæm, sem bendir til þeirra möguleika er við eigum við frekari nýtingu. Í þessu efni eigum við mikla möguleika á sviði ferðamenskunnar eins og dæmin frá Svartsengi og Nesjavöllum sýna. Nýting jarðhitans í þágu ferðamenskunnar er augljóslega afar spennandi verkefni, nánast allir ferðamenn er koma hingað til lands fara til dæmis í Bláa lónið. Það er enn frekar hægt að auka möguleika á þessu sviði og víðar unnt að gera frábæra aðstöðu fyrir ferðamenn eins og við Mývatn og á Nesjavöllum.

Jón Hjaltalín, landlæknir, var einn skeleggasti frumkvöðull og hrópanði hreinlætis hjá þjóð okkar á ofanverðri 19. öld rétt eins og Halldór Laxness var á þriðja áratug síðustu aldar með frægri ritgerð sinni um þrifnað á Íslandi í Alþýðubókinni árið 1928. Fáir kunnu þeim þó þakkir fyrir frumkvæði þeirra á sínum tíma. Frá tímum þessara heiðursmanna hefur hreinlæti, böð og sund heldur betur breyst í huga og ímynd þjóðarinnar. Engum vafa er undirorpið að á því sviði erum fremst meðal þjóða heimsins vegna aðstöðu okkar og þar á ég fyrst og fremst við hina miklu jarðhitanytingu þjóðarinnar.

Ágætu ráðstefnugestir.

Í erindi mínu hef ég rakið að ímynd jarðhitans í íslensku samfélagi hefur verið nokkuð breytileg. Í upphafi Íslandsbyggðar hefur greinilega verulega verið lagt upp úr þýðingu jarðhitans og hann nýttur eins og kostur var á. Á miðöldum og allt fram yfir miðja 19. öld ríkti tómlæti meðal þjóðarinnar um nýtingu hans. Eftir að hitaveituvæðing landsins hófst hefur þýðing jarðhitans aukist svo mjög að notkun hans er afgerandi þáttur í núverandi hagsæld og velferð þjóðarinnar. Ef til vill er það svo að við Íslendingar þurfum að búa erlendis um skeið til að skilja betur hvaða ímynd jarðhitinn hefur í huga okkar, svo samofin erum við þeim kostum er hann býr okkur.

Við eigum enn mikil sóknarfæri á aukinni og betri nýtingu jarðhitans hér á landi, sem eru ekki enn orðin hluti af ímyndinni, en eru spennandi verkefni komandi kynslóða. Ég vona að þær kynslóðir beri gæfu til að standa þar jafn vel að verki og okkur hefur auðnast á síðustu áratugum.

Efnahagsleg áhrif jarðhitanytingar

Valgarður Stefánsson
Orkustofnun
vs@os.is

1. Inngangur

Þáttur jarðhita í orkubúskap íslensku þjóðarinnar er einstakur. Meira en helmingur af þeirri frumorku sem notuð er í landinu kemur úr jarðhita og er það hærra hlutfall en í nokkru öðru landi. Það hefur tekið um hálfu öld að breyta orkumynstri þjóðfélagsins frá því að byggjast á brennslu kolvetna (kolum og olíu) í það að byggjast að meginhluta til (meira en 70%) á notkun endurnýjanlegra orkulinda (jarðhita og vatnsorku). Þetta háa hlutfall í nýtingu endurnýjanlegra orkulinda er einnig einsdæmi í heiminum. Mörg ríki og ríkjasambönd eru með ærnum tilkostnaði að reyna að þoka þessu hlutfalli upp að 10% markalínunni.

Það gefur auga leið að það þarf mjög góðar og gildar ástæður fyrir því að breyta orkumynstri heillar þjóðar frá því að vera dæmigert kolvetniþjóðfélag á fyrri hluta síðustu aldar í það að vera hreinræktaðasta jarðhitabjóðfélag heims í byrjun þessarar aldar. Veigamesta ástæðan fyrir breytingunni er efnahagsleg, þ.e. að jarðhitinn hefur reynst vera ódýrari orkugjafi en aðrir kostir sem í boði hafa verið. Afskipti stjórnvalda hafa verið tiltölulega lítil, opinberir styrkir hafa verið í lágmarki og niðurgreiðslur á jarðhita hafa aldrei komið til. Þó ber að geta þess að sveitarfélögin í landinu hafa verið aðaldrifkrafturinn í hitaveituvæðingu landsins, en þessi þátttaka sveitarfélaganna hefur verið innan eðlilegra hagkvæmis- og samkeppnismarka.

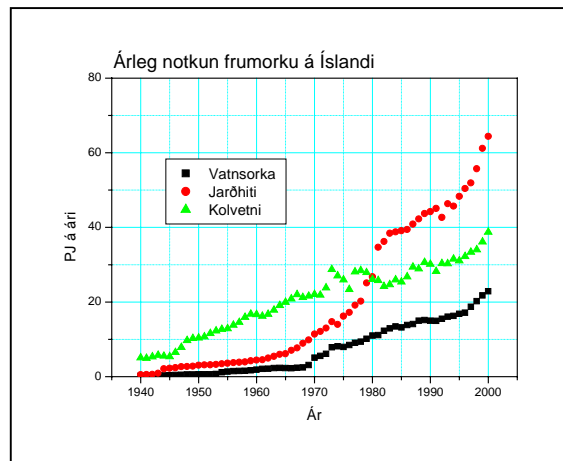
Sú staðreynd að það voru fyrst og fremst efnahagslegar ástæður að baki jarðhitavæðingar Íslands er ekki mjög vel þekkt hvorki innanlands eða utan, en þessar aðstæður gera þróunina á Íslandi einnig að einsdæmi í heiminum. Í flestum löndum heims sjá menn enn þann dag í dag annmarka á því að koma á notkun jarðhita í beinni samkeppni við aðra orkugjafa.

Þar sem Íslendingum hefur tekist betur en öðrum þjóðum að sýna það og sannreyna að jarðhitinn er mjög hagkvæm orkulind er það siðferðileg skylda okkar að miðla öðrum jarðarbúum af reynslu okkar. Þessi miðlun nær ekki bara til tæknilegra atriða við nýtingu jarðhita heldur einnig til fjárhagslegra og efnahagslegra atriða við jarðhitanytingu.

Þó stefna íslenskra stjórnvalda í orkumálum hafi lengst af verið frekar losaraleg má þó greina tvö atriði sem stjórnvöld hafa beitt sér að á seinni hluta síðustu aldar. Á ég þar annars vegar við stóriðjustefnuna sem hófst á sjöunda áratug síðustu aldar og hins vegar við hitaveituvæðinguna sem blómstraði mest á áttunda og níunda áratug síðustu aldar. Báðar þessar stefnur hafa vissulega haft áhrif á íslenskt þjóðfélag og verður hér á eftir reynt að bera saman efnahagsleg áhrif þessarra tveggja aðgerða. Einnig verður bent á að þó orkuverð jarðhitans sé lágt á Íslandi, þá virðist efnahagsleg nýtni orkunnar í þjóðfélaginu einnig vera lág.

2. Notkun jarðhita

Um langt skeið var notkun jarðhita á Íslandi bundin við upphitun húsa. Á þann hátt lærðu Íslendingar að nota jarðhitaorkuna og þeir lærðu einnig að nýta þessa auðlind á svo hagkvæman hátt að upphitun með jarðhita hefur verið mun ódýrari en aðrar orkulindir sem í boði hafa verið. Verkefni á þessu sviði hafa því einkum beinst að því að finna nýtanlegan jarðhita nálægt þeirri byggð sem fyrir er í landinu. Þessi starfsemi hefur gengið mjög vel og eru nú næstum 90% af öllum húsum á Íslandi hituð með jarðvarma.



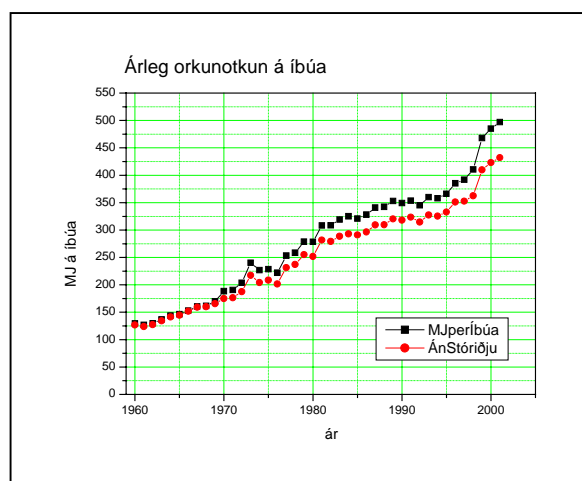
Mynd 1 sýnir árlega notkun frumorku á Íslandi á tímabilinu 1940-2000. Á þessu tímabili hefur orðið bylting í orkunotkun þjóðarinnar. Árið 1940 voru það kol og olía sem sáu þjóðinni fyrir 90% af orkunni, en nú um aldamótin 2000 er þáttur kolvetna kominn niður í 30% af orkunotkuninni en innlendu orkugjafarnir jarðhiti og vatnsorka leggja til um 70% af frumorkunotkuninni í landinu. Þessar aðstæður eru einsdæmi í heiminum. Engin önnur þjóð getur státað af því að 70% af frumorkunotkuninni komi frá endurnýjanlegum orkulindum.

Mynd 1.

Aukningin í notkun jarðhita og vatnsorku var mjög hröð á seinni hluta síðustu aldar. Að meðaltali var vöxturinn svipaður fyrir jarðhitann og vatnsorkuna eða um 8% á ári á þessu 60 ára tímabili sem sýnt er á mynd 1. Hins vegar hefur aukningin í notkun kolvetna verið mun hægari (um 3% á ári) og um 1980 fór notkunin á jarðhita fram úr notkuninni á kolvetnum. Nú um aldamótin kemur um helmingur af frumorkunotkun þjóðarinnar úr jarðhita. Dregið hefur úr vexti á notkun jarðhita til húshitunar og á síðast liðnum 20 árum hefur meðalvöxturinn á þessu sviði aðeins verið um 2% á ári. Í staðinn hefur komið til mjög hröð aukning í notkun jarðhita til raforkuvinnslu en þar hefur aukningin verið um 17% á ári á síðustu áratugum. Þegar á heildina er litið hefur aukningin í notkun jarðhita á seinni hluta síðustu aldar því verið um 8% á ári.

Mestar líkur eru á að vöxturinn í orkunotkun þjóðarinnar verði mun hægari á 21. öldinni en hann var á 20. öldinni. Kemur þar margt til en hér má nefna að stærð orkulindanna er í sumum tilvikum takmarkandi þáttur, en einnig er rétt að minnst þess að orkunotkun á íbúa er meiri á Íslandi en í flestum öðrum löndum heims. Þörfin á því að auka orkunotkunina ætti því að vera minni á Íslandi en annarsstaðar í heiminum.

Mynd 2 sýnir árlega orkunotkun á íbúa á Íslandi á tímabilinu 1960-2001. Annars vegar sýnir myndin alla orkunotkunina á íbúa, en neðri ferillinn á myndinni sýnir orkunotkunina án stóriðju. Samanburðurinn á



Mynd 2.

Þessum tveim ferlum sýnir annars vegar að orkan sem fer til stóriðju er aðeins 10-14% af orkunotkun þjóðarinnar og hins vegar að orkunotkunin á íbúa eykst jafnt og þétt hvort sem stóriðjan er tekin með í reikninginn eða ekki.

3. Áhrif á efnahag

Hitaveitur hafa notið mikilla vinsælda á Íslandi og má eflaust þakka það hagstæðu orkuverði. Guðmundur Pálmason (1996) hefur notað einfalda aðferð til að sýna fram á þjóðhagslegan ávinning af því að eiga aðgang að þeirri ódýru og umhverfisvænu orkulind sem jarðhitinn er. Aðferð Guðmundar er einföld:

$$\text{Sparnaður} = \text{olíureikningurinn} - \text{jarðhitareikningurinn} \pm \text{ýmislegt}$$

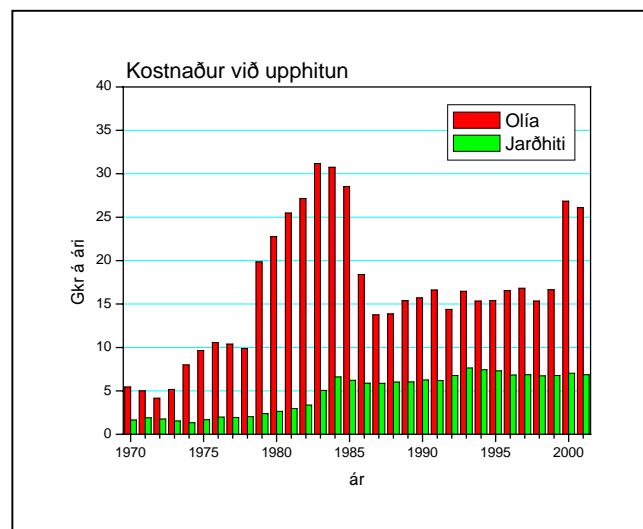
Reiknað er út hvað mundi kosta að hita þau hús sem hverju sinni eru tengd hitaveitum annars vegar með olíu og hins vegar með jarðhita. Gengið er út frá því að þriðji liðurinn í jöfnunni “ýmislegt” sé lítil stærð miðað við hina tvo liðina. Sem dæmi um slíka liði nefnir Guðmundur t.d.:

- Fjármagnskostnaður og viðhald olúkyndingar
- Hagnaður eða skuldir hitaveitna
- Notkun svartolíu
- Dreifikerfi kyndistöðva ef slíkar eru notaðar

Mynd 3 sýnir niðurstöður svona reikninga fyrir tímabilið 1970-2001. Miðað er við verðlag á árinu 2000. Mun dýrara er að hita hús með olíu en með jarðhita og eftir 1980 er ávinningurinn á hverju ári 10-20 miljarðar króna. Uppsafnaður ávinningur án vaxta á tímabilinu 1970-2001 er tæplega 400 miljarðar króna.

Núvirtur ávinningur (reiknivextir 4%) reiknast hins vegar um 700 miljarðar á verðlagi ársins 2000 og er það jafn há upphæð og öll landsframleiðslan var á árinu 2001. Þetta er mikill ávinningur sem samsvarar því að árlegur ávinningur á tímabilinu 1970-2001 hafi samsvarað 2,5% af landsframleiðslu hvers árs.

Hægt er að bera þennan þjóðhagslega ávinning saman við þann ávinning sem þjóðin hefur haft af stóriðju (Páll Harðarson, 1998). Í athugun Páls var ávinningurinn metinn annars vegar með fullum fórnarkostnaði og hins vegar með því að taka auk þess tillit til áhrifa frá efnahagslægdum. Samanburður á ávinningi stóriðju og hitaveitna er dreginn saman í töflu 1.



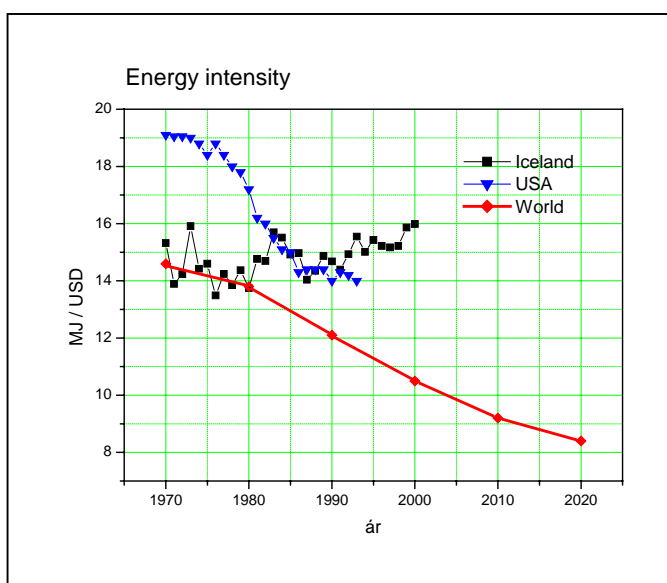
Mynd 3.

Tafla 1.

Verðlag 2000	Núvirði ávinnings		Ávinningur sem % af landsframleiðslu á hverju ári	
	Stóriðja Gkr	Hitaveitur Gkr	Stóriðja %	Hitaveita %
Án efnahagslæggða	37	696	0,2	2,5
Með efnahagslæggðum	100		0,5	

Hlutfall orkunotkunar og landsframleiðslu er nefnt “energy intensity” á ensku og hef ég ekki fundið heppilega þýðingu á því hugtaki. Margir þættir hafa áhrif á þetta hlutfall og má þar til nefna: stöðu efnahagslegrar þróunar í landinu, orkunýtni og orkuverð. Í tímans rás hefur energy intensity þróast á annan hátt á Íslandi en almennt gerist í öðrum löndum eins og fram kemur á mynd 4.

Energy intensity hefur aukist jafnt og þétt á Íslandi á síðustu áratugum á meðan þetta hlutfall minnkar með tíma í öðrum löndum. Auk gagna fyrir Ísland er þróun mála í Bandaríkjunum og mat Alþjóðaorkumálastofnunar (IEA) fyrir allan heiminn sýnt á mynd 4. Íslensku gildin stefna upp á við en hinir ferlarnir á myndinni lækka með tíma.



Mynd 4.

Hér verður ekki reynt að reyna að greina hvaða þættir, efnahagslegir eða orkulegir, valda þessari óvanalegu stöðu mála á Íslandi, en aðeins nefnt að á tímabilinu 1945-2000 hefur meðalaukning orkunotkunar á Íslandi verið 5,1% á ári á meðan meðalaukningin í landsframleiðslu hefur verið 4,3% á ári. Reikningslega er það því eðlilegt að hlutfall þessara stærða aukist með tíma. Almennt er talið að aukin hagræðing á öllum sviðum þjóðfélagsins, þar með talin orkunotkun, leiði til aukningar í landsframleiðslu. Það er því e.t.v. hægt að draga þá ályktun að hægt sé að auka landsframleiðslu ennþá meira með því að auka hagræðingu í orkunotkun þjóðarinnar.

Að lokum vil ég minnast á notkun varmadælna. Mér sýnist að það sé mjög hagkvæmt fyrir íslensku þjóðina að nota varmadælu í stað beinnar hitunar með raforku. Tafla 2 sýnir einfalt mat á hitunarkostnaði fyrir húsrými sem þarf 50.000 kWh á ári til upphitunar. Forsendur reikninganna eru þessir:

- Raforkuverð án niðurgreiðslu: 8,42 kr/kWh
- Raforkuverð með niðurgreiðslu: 4,21 kr/kWh
- COP fyrir varmadælu: 3
- Meðalverð á olíu fyrir árið 2001

Hitaveita á Akureyri: 100,05 kr/m³
 Hitaveita í Reykjavík 67,26 kr/m³

Tafla 2. Árlegur kostnaður við upphitun. Hitapörf 50.000 kWh á ári.

Bein rafhitun án niðurgreiðslu	421.000 kr
Bein rafhitun með niðurgreiðslu	210.500 kr
Varmadæla án niðurgreiðslu	140.300 kr
Varmadæla með niðurgreiðslu	70.200 kr
Olúkynding	272.700 kr
Hitaveita á Akureyri	89.000 kr
Hitaveita í Reykjavík	60.000 kr

Tafla 2 sýnir að upphitunarkostnaður með varmadælum er mjög álitlegur kostur, hvort sem rekstrarkostnaður varmadælna er miðaður við niðurgreidda eða óniðurgreidda raforku. Upphitunarkostnaðurinn með varmadælum er sambærilegur við kostnaðinn hjá hitaveitum.

Á árinu 2003 eru niðurgreiðslur úr ríkissjóði til upphitunnar með raforku 847 miljónir. Með því að nota varmadælur í stað beinnar rafhitunar mætti spara stóran hluta af þessum niðurgreiðslum eða jafn vel hætta alveg að greiða niður orku á Íslandi.

Með því að nota varmadælur í stað beinnar rafhitunar sparast yfir 400 GWh af raforku á hverju ári. Þetta samsvarar raforku frá virkjun af svipaðri stærð og Kröfluvirkjum. Varmadælur gætu þannig orðið næsta virkjun raforku á Íslandi

4. Samantekt

- Meira en helmingurinn af frumorkupörf landsmanna kemur úr jarðhita.
- Mjög hröð aukning hefur verið á síðasta áratug í vinnslu raforku úr jarðhita.
- Húshitun hefur verið mesta notkunarsvið jarðhita og eru nú tæplega 90% húsa á Íslandi hituð með jarðhita.
- Mjög hefur hægt á beinni nýtingu jarðhita og búast má við að sú aukning fylgi íbúafjölda.
- Borinn er saman kostnaður hjá notanda við upphitun með jarðhita og olú.
- Jarðhitinn reynist árlega vera nokkrum tugum miljarða hagstæðari upphitunarkostur en olía.
- Núvirtur ávinningur af því að nota jarðhita í stað olú er um 700 miljarðar króna, sem er sama upphæð og öll landsframleiðsla Íslendinga á árinu 2001.

- Þessi ávinningur jafngildir 2,5% aukningu landsframleiðslu á hverju ári á s.l. 30 árum.
- Hitaveitur hafa mun meiri efnahagsleg áhrif en stóriðja.
- Aukningin í orkunotkun á Íslandi hefur verið hraðari en aukningin í landsframleiðslu. Þetta er öfugt við þróun annarsstaðar í heiminum.
- Það er mjög hagkvæmt að nota varmadælur í stað beinnar rafhitunar.
- Varmadælur gætu orðið næsta virkjun raforku á Íslandi.

Heimildir

Guðmundur Pálmason: Þjóðhagslegur ávinningur af nýtingu jarðhita á Íslandi. Ársfundur Orkustofnunar 1996, 7bls.

Páll Harðarson: Mat á þjóðhagslegum áhrifum stóriðju á Íslandi 1966-1997. Landsvirkjun, Apríl 1998, 29bls

Tölfræðileg gögn fengin hjá Orkubúskapardeild Orkustofnunar, Hagstofu Íslands og IEA.

Umhverfisáhrif jarðhitanothunar

Helgi Jensson
Umhverfisstofnun

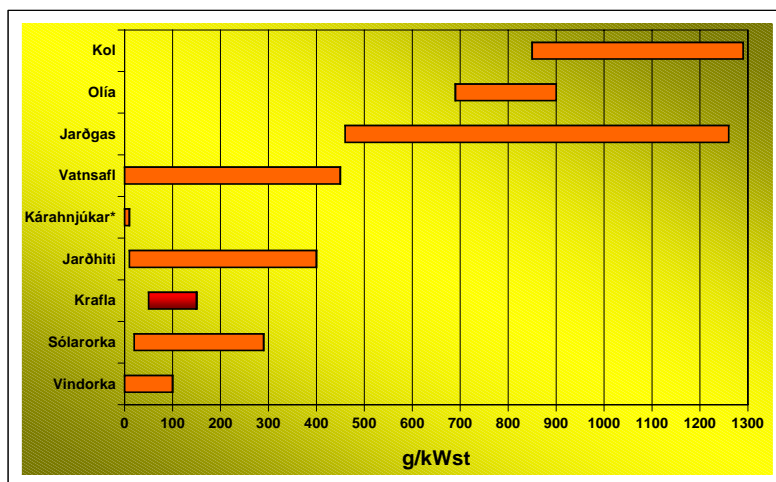
Inngangur

Jarðhiti er umhverfisvæn orka en er ekki án áhrifa á umhverfið. Helstu umhverfisáhrif falla undir eftirfarandi atriði:

- Útlitsbreytingar á umhverfinu
- Hávaði einkum á framkvæmdartíma
- Losun mengandi efna út í andrúmsloftið
- Losun affallsvatns út í umhverfið
- Útfellingar sem kunna að innihalda málma sem þarf að koma fyrir, áhrif á grunnvatnsstöðu og aukin varmi í umhverfinu

Í þessu erindi verður stuttlega fjallað um þessi atriði og reynt að gera grein fyrir helstu áhrifum frá þeim.

Ekki er hægt að fjalla um umhverfisáhrif jarðhitanothunar án þess að gera samanburð við losun mengandi efna við brennslu orkugjafa eins og olíu og kola. Þessi samanburður á einkum við um losun gróðurhúslofttegunda út í andrúmsloftið. Á mynd 1 er gerður slíkur samanburður og þar kemur fram að aðeins sólar- og vindorka eru umhverfisvænni í þessu tilfalli. Þetta gerir jarðhita mjög æskilegan virkjunarkost.



Mynd 1. Losun gróðurhúsalofttegunda við nýtingu mismunandi orkugjafa (VKG ROS 2001)

Útlitsbreytingar á umhverfinu

Framkvæmdum við vinnslu jarðhita má skipta í tvennt, rannsóknir og rannsóknaboranir annars vegar og boranir á vinnsluholum og rekstur hins vegar.

Rannsóknaboranir

Þó megin umhverfisáhrif vegna rannsóknaborana séu sama eðlis og við virkjun er ein mikilvæg undantekning. Þegar rannsóknaboranir hefjast er svæðið oft lítið sem ekkert raskað. Það verður því að meta í byrjun hvort ásættanlegt sé að nýta viðkomandi svæði til virkjunar án tillit til þess hvort rannsóknaborunin gefi jákvæða niðurstöðu eða ekki. Það verður að fara eins að því að nýta jarðvarma eins og aðrar auðlindir með því að ákveða hvað og hvar skal nýta jarðhitann áður en hafist er handa.

Jarðhitasvæði eru einnig fjölsótt útivistarsvæði og ferðamannastaðir. Sum er liggja að verndarsvæðum. Nauðsynlegt er að hafa þessi gildi í huga bæði þegar farið er í tilraunaboranir og vinnslu.

Þær framkvæmdir sem hafa mest áhrif á útlitið við rannsóknaboranir er vegalagning og gerð borpalla því er mikilvægt að slík mannvirki séu gerð með það í huga að ekki sé víst að virkjað verði og svæðið þá e.t.v. nýtt til útivistar.

Rekstur virkjana

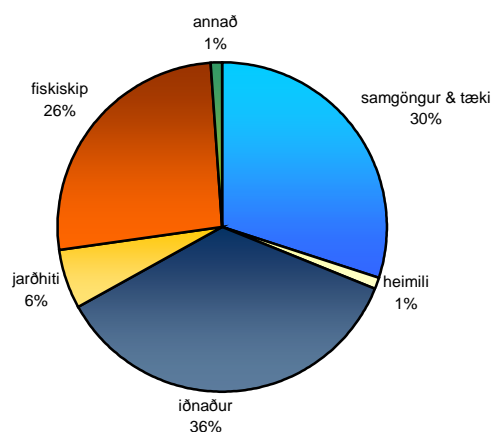
Hér er um sjónræn áhrif að ræða vegna þeirra mannvirkja sem þarf að reisa sem og hugsanlegt landsig þegar vinnslan er komin í gang. Þegar um vinsæla ferðamannastaði er að ræða eða nálægð við þá verður að meta þessi áhrif. Þau geta bæði haft neikvæð og jákvæð áhrif á ferðamenn.

Hávaði

Hávaði tengist bæði borun og þegar holur eru látnar blása. Hvort hávaði er vandamál eða ekki tengist legu svæðanna. Eins og áður hefur verið bent á eru jarðhitasvæði oft eftirsóttir staðir fyrir ferðamenn og til útivistar og því verður að taka tillit til þess og að láta holurnar blása utan mesta annatímans í ferðamannaíðnaðinum. Það getur hins vegar einnig verið aðdráttarafl að sjá og heyra átökin. Einnig verður að hafa í huga hvort eftirsótt svæði séu í námunda við vinnslusvæðið og sem geta orðið fyrir áhrifum.

Losun mengandi efna út í andrúmsloftið

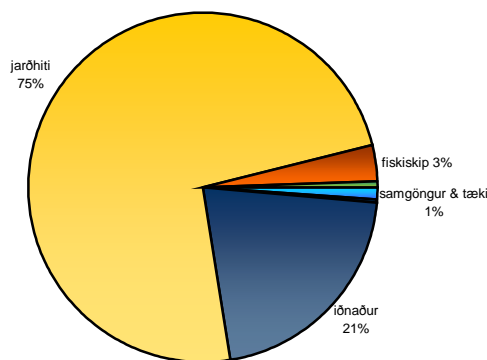
Út í andrúmsloftið losna fyrst og fremst CO₂ og SO₂ ígildi við nýtingu jarðvarma. Ekki er um myndun á CO₂ að ræða en flýtt fyrir að það losni. Samkvæmt útstreymisgögnum þá var um 6% af útstreymi CO₂ árið 2000 frá Íslandi rakið til jarðhita nýtingar og hefur aukist undanfarin ár eins og sést á mynd 2.



Mynd 2. Losun koldíoxíðs eftir greinum árið 2000 (Ust 2003)

Útstreymi brennisteinssambanda svaraði til 36.000 tonna SO₂ árið 2000 og jókst um 70% miðað við árið 1990. Langstærsti hluti er vegna losunar á brennisteinsvetni (sjá mynd 3) frá jarðhitanýtingu sem leiðir til að á Íslandi er hvað mest losun á hvern íbúa eða um 78 kg SO₂ á íbúa meðan önnur Norðurlönd eru með 9- 30 kg á íbúa.

Eins og kunnugt er þá er súrnun jarðvegs og vatna víða vandamál í Skandínavíu og Evrópu og því lögð áhersla að minnka útstreymi lofttegunda sem valda því þ.e. köfnunarefnisoxíðum og brennisteinsoxíðum. Jarðhitanýting getur verið uppspretta SO₂ en hér á landi er tali að við ríkjandi aðstæður þá oxist brennisteinsvetni sem út berst bara að litlu leyti yfir í SO₂. Umhverfisstofnun hefur auk þess gögn sem sýna að sýruþol vatna og jarðvegs sé mun hærra hér á landi en í Skandínavíu. Það er nauðsynlegt að sýna fram á að svo sé og því sé SO₂ útstreymi ofmetið hér á landi.



Mynd 3. Losun brennisteins eftir greinum árið 2000 (Ust 2003)

Losun affallsvatns

Það vatn sem kemur upp affallsvatn getur haft hærri styrk af ákveðnum efnum en það vatn sem það er leitt í. Þær upplýsingar sem fyrir liggja benda til að það sé einkum styrkur áls og arsens sem geta haft áhrif ef viðtaki ræður ekki við að þynna þessi efni.

Besta leiðin út frá umhverfissjónarmiðum og sem líka eykur nýtingarmöguleika er niðurdæling því þar vatninu skilað í sama umhverfi og það kom úr. Sé slíkt ekki hægt þá verður að miða við hættuflokkun á affallsvatni og að viðtaki ráði við að þynna efnið án þess að valda skaða. Sérstaklega þar sem affallsvatni er veitt í yfirborðsvatn eða látið síga niður í grunnvatni verður að tryggja að losun uppfylli viðmiðunargildi.

Útfellingar sem innihalda þungmálm sem þarf aðkoma fyrir, áhrif á grunnvatnsstöðu og aukin varmi í umhverfinu

Útfellingar sem myndast geta orðið að úrgangi sem þarf að farga. Það verður að gæta þess að það sé gert á stöðum sem eru viðurkenndur til að taka við slíkum úrgangi. Sérstakt vandamál getur verið þegar affallsvatn er leitt í viðtaka hvort sem um er að ræða yfirborðsvatn eð sjó að þar myndist útfellingar.

Hækkun á hitastigi eru áhrif sem hefur kannski ekki verið gefinn nægur gaumur. Aukið hitastig getur breytt lífríki mikið og þá bæði á neikvæðan og jákvæðan hátt. Hvort sem er

verður að vera vitneskja um hver árið eru svo hægt sé að taka ákvörðun um mótvægis- aðgerðir ef þörf er á.

Landsig og áhrif á stöðu grunnvatns eru hluti af umhverfisáhrifum við nýtingu jarðavarma. Hversu mikil þau eru í samanburði við önnur áhrif fer eftir aðstæðum, en þetta flokkast væntanleg undir óafturkræf áhrif.

Samantekt

- Borið saman við aðra orkugjafa þá er jarðhiti einn umhverfisvænsti sem til er, en skipuleggja þarf hvaða svæði er ásættanlegt virkja þegar búið er að taka tillit til allra þátta þ.á.m. náttúruverndar og útvistar sjónarmiða.
- Útstreymi SO₂ tengt jarðhita virðist það ekki vera vandamál, bæði vegna þess að lítið af H₂S virðist oxast yfir í SO₂ og að jarðvegur og vatn er sýruþolið.
- Einungis 6% af heildar útstreymi CO₂ fyrir landið kemur frá jarðhita þó svo það hafi aukist.
- Besta lausnin varðandi affallsvatn er niðurdæling, sé sú lausn ekki möguleg verður að kanna vel þol viðtaka.
- Útfellingar geta innihaldið hættuleg efni og þurft sérstaka förgun.
- Fylgjast þarf með hækkun hitastigs, landsigi og breytingum á stöðu grunnvatns

Jarðhiti til heilsubótar

Árni Gunnarsson
Heilsustofnun NLFÍ, Hveragerði

Flest bendir til þess, að á næstu árum og áratugum verði einskona heilsuþynging í mörgum vestrænum löndum. Hún er raunar hafin. Ástæðurnar eru margvíslegar, en þessar helstar:

1. Aldurssamsetning Vesturlandabúa breytist nú mjög ört og fjölgar í hópi þeirra, sem ná háum aldri. Gamli aldursþráttinn er að breytast í fering. Fólk á eftirlaunaaldri kallar á stöðugt meiri heilbrigðisþjónustu og sérhæfðari en áður hefur þekkt.
2. Ýmsir sjúkdómar af völdum breyttra lífshátta hafa gert vart við sig og jafnvel orðið að faraldri. Má þar nefna streitu, offitu, kvilla í stoðkerfi, hjartasjúkdóma, sykursýki og margvíslega líkamshrörun sakir hreyfingarleysis.
3. Í atvinnurekstri, einkum í samkeppnisgreinum, hafa komið fram meiri kröfur en áður um heilsuhreysti og gott líkamlegt og andlegt atgervi starfsmanna. Þá má ætla að ungt fólk og miðaldra sé betur meðvitað en áður um nauðsyn góðrar heilsu til að standast álagið í nútíma samfélagi. Þetta gildir auðvitað um flesta, sem gera sér grein fyrir að við fáum aðeins einn líkama til notkunar og að ending hans fer að verulegu leyti eftir meðferðinni.
4. Miklar framfarir í lækni- og lyfjafræði hafa opnað nýjar leiðir til að takast á við margvíslega kvilla.

Allt þetta kallar á nýjar og betri aðstæður til heilbrigðisþjónustu utan sjúkrahúsa og hins almenna heilsugæslukerfis. Almennungur óskar eftir nýjum valkostum til hvíldar og endurhæfingar. Býsna margir geta og eru tilbúnir að eyða meiri fjármunum en áður til að bæta heilsu sína og auka lífsgæði.

Samkvæmt nýlegri könnun í 11 Evrópulöndum, sem jarðvísindadeild Hamborgarháskóla, stóð fyrir meðal 160 vísindamanna og forstöðumanna heilsustofnana og ferðaskrifstofa, eru allar líkur á því, að umsvif heilsutengdrar ferðaþjónustu muni aukast verulega á næstu árum.

Heilsuþjónusta, sem byggir nær eingöngu á jarðhita, hefur um aldir verið öflug atvinnugrein víða um heim. Margar þjóðir hafa verulegar tekjur af heilsutengdri ferðaþjónustu. Í Ungverjalandi, þar sem ég þekki hvað skárst til, eru tekjur af þessari atvinnugrein allt að 23% af heildarþjóðartekjum. Þessi iðja er stundum af miklum krafti á Ítalíu, í Tékkóslóvakíu, Þýskalandi og víðar á meginlandinu og á stöku stað þarf lítið meira en litla volgru til að réttlæta heilsuhótel, sem að öðru leyti er rekið með olúfþringu.

Í fyrrnefndum löndum á sér stað mikil uppbygging heilsubaða, heilsuhótela, lækningahótela, fegrunarstofnana og hverskonar heilsutengdrar þjónustu, sem með siðlegum og sæmilega faglegum hætti er hægt að markaðssetja. Á Bretlandseyjum hefur miljörðum króna verið eytt í endurnýjun og nýbyggingar hinnar fornfrægu baðborgar Bath þar sem risin eru

glæsileg heilsuþöð á grunni sáralítillrar varmaorku. Í Bandaríkjunum rís, í anda þúsund og einnar nætur, hver glæsistofnunin á fætur annarri þar sem fólk greiðir allt að 500 dollara á sólarhring fyrir gistingu og meðferð.

Flestar þessar stofnanir tengja hið alþjóðlega orð "spa" við nöfn sín. Þetta hefur valdið Evrópusambandi heilsustofnana, ESPA, umtalsverðum vanda. Ástæðan er sú, að enn hafa ekki verið samþykktir evrópskir staðlar fyrir þessa þjónustu og orðið "spa" er herfilega misnotað. Mjög skortir á lækisfræðilega og almenna faglega þekkingu hjá mörgum svokölluðum heilsustofnunum, sem margar hverjar eru lítið annað en leikaraskapur. – En það er önnur saga.

En er eitthvað að gerast hér á landi til að nýta einhverja bestu aðstöðu á byggðu bóli til að koma á fót heilsutengdri ferðaþjónustu? Og svarið er: Ekkert sem skiptir verulegu máli. Bláa lónið hefur að vísu náð umtalsverðum árangri í kynningarmálum, en er nánast eingöngu baðstaður þar sem gestir koma í stutta heimsókn og skilja ekki eftir mikla fjármuni – hvað sem verður, ef reist verður hótél í hrauninu.

Ýmsar áætlanir hafa lítið dagsins ljós, einkum úti á landsbyggðinni Yfirleitt er ekki fjármagn fyrir hendi til að fylgja þeim eftir. Íslenskir fjárfestar hafa ekki sýnt þessum málaflokki athygli né áhuga, enda krefst hann mjög þolinmóðs fjármagns og skjótfengnari arður er álitlegri í augum þeirra. Áhugi hefur vaknað hjá stjórnvöldum og vonandi koma menn auga á fleiri valkosti í atvinnuuppbyggingu en nú eru einkum til umræðu. Eftir þeim hefur verið auglýst.

Möguleikar Íslendinga að nýta jarðhita til heilsuþótar eru að mínu mati margfalt meiri en við almennt gerum okkur grein fyrir. Og þótt þúsundir Íslendinga sækja heilsuþót í heitar laugar ár hvert, virðist áhugi á hinum eiginlegu baðlækningum ekki umtalsverður. Þar eiga lækna nokkra sök. Þeir hafa ekki lítið á baðlækningar sem valkost.

Jarðhitnum tengjast fjölmargir þættir, sem gera þann kost fýsilegan að efla heilsutengda ferðaþjónustu hér á landi. Ég nefni þá helstu:

- Heitt hveravatn og gufa.
- Hveraleir.
- Hreint ferskt vatn.
- Hreint ferskt loft.
- Holl og góð hráefni til matarframleiðslu.
- Friðsælt og tiltölulega öruggt samfélag, sem verður stöðugt veigameiri þáttur.
- Miklir möguleikar til fjölbreyttra ferðalaga.
- Tiltölulega óspillt náttúra þar sem víðáttan er hvergi langt undan.
- Vel menntað fagfólk og almennt vel menntuð þjóð.
- Gott heilbrigðiskerfi.
- Þökkalega góðar samgöngur.
- Fagurt land, framandi og spennandi.

Ókostirnir eru einkum fjarlægð frá stórum markaði og langir vetur.

Hér þarf ekki að rekja notagildi jarðhita til heilsubótarverkefna. Kostirnir eru augljósir. Notkun jarðhitans má síðan tengja við ótal margt annað; leirböð, gufuböð, sjávarböð, þangböð, jurtaböð og hverskonar olúböð.

Ég vil skjóta því hér inni, að um þessar mundir eru að hefjast allitarlegar rannsóknir á hveraleir. Að þeim standa Heilsustofnun NLFÍ, Fræðasetur Háskólans í Hveragerði, Prókaría og fleiri aðilar. Fengist hafa 6 milljónir króna frá fjárlaganefnd og Rannís til verkefnisins. Hveraleir hefur verið notaður til lækninga hjá Heilsustofnun í tæpa hálföld. Vitað er að leirböð draga úr verkjum og geta haft góð áhrif á húðsjúkdóma. Fátt annað er um leirinn vitað. Fyrir nokkrum árum fékk ég ungverska vísindamenn til að gera nokkrar grunnrannsóknir á leirnum og frá síðasta hausti hefur rússneskur vísindamaður komið nokkuð við sögu. Margt merkilegt hefur komið í ljós. Kenningar eru um að í leirnum séu ensím, sem hafi bólgueyðandi áhrif. – Þetta þarf að rannsaka, eins og svo margt annað á þessu sviði. Öflugar rannsóknir eru undirstaða þess að við getum lagt upp í ferðalag til heilsulandsins Íslands.

Í stærra samhengi ætti jarðhitinn að gera kleift að reisa hér heilsustofnanir af ýmsu tagi þar sem rekstrarkostnaður vegna varmaorku væri hagkvæmur. Þetta gætu verið hvíldar- og endurhæfingstofnanir fyrir aldraða, gigt- og verkjasjúklinga, bæklunar-, hjarta- og krabbameinssjúklinga. Einnig gætu Íslendingar sérhæft sig í meðferð streitu- og offitukvilla.

Þá eru lækningahótel spennandi valkostur. Þangað kemur fólk í minniháttar og hættulausar aðgerðir, t.d. lítaaðgerðir, til tannviðgerða, augnaðgerða og til að fá allgóða úttekt á almennri heilsu. Slíkar stofnanir eru nú að ná miklum vinsældum víða í Evrópu og Bandaríkjunum.

Ég nefndi hér í upphafi könnun, sem gerð var á vegum háskólans í Hamborg. Hún hefur verið nefnd Delphi-könnunin. Stjórnandi hennar er kona að nafni Monika Rulle, sem er landfræðingur og hagfræðingur. Hún tjáði mér, að það hefði komið á óvart hve mikla trú þátttakendur hefðu á jákvæðri þróun heilsutengdrar ferðaþjónustu. Íslendingar hefðu betri aðstöðu en flestar þjóðir til að móta eftirtektarverða heilsu-ímynd.

Eins og sakir standa hér á landi, miðað við þær kröfur og staðla, sem lagðir eru til grundvallar uppbyggingar heilsumiðstöðva, þá er ekki árennilegt að þróa heilsutengda ferðaþjónustu nema á tiltölulega afmörkuðum svæðum. Reykjavík og nágrenni hefur þar mikla yfirburði. Markhópurinn verður fólk í sæmilegum og góðum efnum, sem gerir miklar kröfur til umhverfis, þjónustu og framboðs á afþreyingu. Að markaðssetja Ísland sem heilsuland kostar mikla fjármuni og stjórnvöld þyrftu hið fyrsta að móta stefnu á þessu sviði. Óvíða yrði arðurinn af orku Íslands meiri en á sviði heilbrigðisþjónustu.