

**Efnahagslegur samanburður húshitunar
með jarðhita og olíu árin 1970-2009**

**Ingimar G. Haraldsson
Þóra H. Þórisdóttir
Jónas Ketilsson**

Efnahagslegur samanburður húshitunar með jarðhita og olíu árin 1970-2009

**Ingimar G. Haraldsson
Þóra H. Þórisdóttir
Jónas Ketilsson**

OS-2010/04

ISBN: 978-9979-68-280-6

Skýrsla nr.: OS-2010/05	Dags.: 16. september 2010	Dreifing: Opin ☒ Lokuð ☐
		Skilmálar:
Heiti: Efnahagslegur samanburður húshitunar með jarðhita og olíu árin 1970-2009		Upplag: 10
		Fjöldi síðna: 20
Höfundar: Ingimar G. Haraldsson Þóra H. Þórisdóttir Jónas Ketilsson		Verkefnisstjóri: Jónas Ketilsson
Gerð skýrslu / Verkstig:		Verknúmer: 303-7000
Unnið fyrir:		
Samvinnuaðilar:		
Útdráttur: Í skýrslunni er leitast við að meta þjóðhagslegan ávinning af nýtingu jarðhita með því að meta þann kostnað sem þjóðfélagið kemst hjá því að greiða með því að nýta jarðvarma til húshitunar í stað olíu. Byggt er á gögnum Orkustofnunar um sölu á heitu vatni til húshitunar yfir tímabilið 1970-2009. Tilsvarendi olíumagn til hitunar er reiknað út frá gefnum forsendum um gerð og nýtni olíukyndikerfa í heimahúsum og kostnaður við olíuinnkaup er reiknaður út frá olíuverði á hverjum tíma. Samkvæmt gefnum forsendum nam sparnaður af notkun jarðvarma í stað gasolíu til húshitunar 67 milljörðum kr. árið 2009. Uppsafnaður núvirtur sparnaður nam 1330 milljörðum kr. yfir tímabilið 1970-2009. Mestur var hann 77 milljarðar kr. árið 2008 þegar olíuverð rauk upp og krónan féll.		
Lykilorð: Hitaveita, olía, efnahagur, verð, sölutekjur, sparnaður, jarðhiti, hagfræði, fjármál, húshitun, þjóðhagslegur ávinningur, Ísland.		ISBN-númer: 978-9979-68-280-6
		Undirskrift verkefnisstjóra: 
		Yfirfarið af: JK

EFNISYFIRLIT

1	INNGANGUR	6
2	NÝTING JARÐHITA Á ÍSLANDI.....	8
3	AÐFERÐAFRÆÐI.....	9
3.1	Húshitun	9
3.2	Sölutekjur hitaveitna	10
3.3	Tegund og magn olíu	10
3.4	Nýtni kyndikatla	10
3.5	Olíuverð	11
3.6	Útreikningar á sparnaði	12
4	NIÐURSTÖÐUR	13
5	ANNAR ÁVINNINGUR	17
6	LOKAORD	19
	HEIMILDIR	20

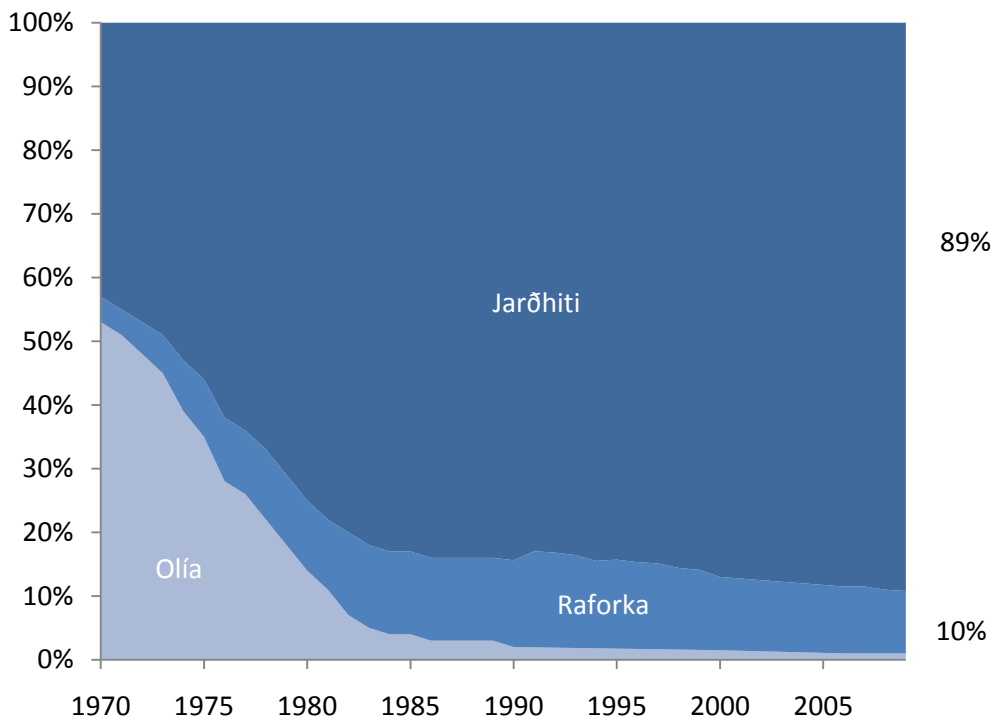
1 INNGANGUR

Í upphafi Íslandsbyggðar var landið við vaxið milli fjalls og fjöru samkvæmt frásögn Ara fróða og því enginn hörgull á eldiviði til húskyndingar. Ósjálfbær nýting skóga og kjarrlendis varð hinsvegar til þess að eldivið þraut og landsmenn þurftu að setta sig við síðri orkugjafa á borð við mó, sauðatað og þara allt fram eftir 19. öld. Kolainnflutningur til húshitunar hófst ekki að marki fyrr en í kringum aldamótin 1900, en slík kynding varð þó brátt ráðandi í þéttbýli með tilheyrandi bótum á vistarverum. Á árum fyrri heimstyrjaldarinnar leiddi skortur og verðhækkanir hinsvegar til þess að stór hluti almennings hafði ekki ráð á kolum til hitunar og sérstaklega hafði hátt verð slæm áhrif frostaveturinn mikla 1917-1918.

Á árum síðari heimstyrjaldarinnar var allur þorri húsa kynntur með kolum og fylgdi því umtalsverð mengun í stillum. Upp úr styrjaldarárunum færðist hinsvegar í vöxt að olía væri notuð til upphitunar og var kolaköttlum þá gjarnan skipt út fyrir olíukatla. Olían var þó líkt og kolin háð duttlungum heimsmarkaðssveiflna og því oft skortur á fé til olíukaupa líkt og fjallað er um í þekktu dægurlagi um Möggu sem bjó í olíukynntum bragga.

Hitaveita Reykjavíkur var stofnuð árið 1946 og breiddist smám saman út um bæinn. Árið 1951 náði hún til um 50% bæjarbúa, 1961 til 65% bæjarbúa og 1971 til 98% bæjarbúa (Sveinn Þórðarson, 1998). Gera má ráð fyrir því að þeir sem ekki nutu hitaveitu hafi kynnt húbýli sín með olíu, en kyndistöðvar voru settar upp í hverju húsi fyrir sig og olíu bætt á forðatanka eftir þörfum.

Þar sem heitavatnsöflun var nærtæk reyndust hitaveitur hagkvæmur kostur á við olíu og voru níu stærri veitur stofnaðar á árabílinu 1940-1970. Á 8. áratugnum leiddi hækkandi



Mynd 1: Orkugjafar til húshitunar 1970-2009.

olíuverð til þess að stjórnvöld lögðu mikla áherslu á aukna hitaveituvæðingu til að draga úr innflutningi á olíu. Kom þetta m.a. fram í því að þann áratug voru fjórtán stærri veitur stofnaðar og átta á 9. áratugnum. Ávinningurinn varð sá að þjóðarbúið í heild sneiddi hjá miklum kostnaði við innflutning á olíu og ríkið komst hjá umtalsverðum niðurgreiðslum til jöfnunar hitunarkostnaðar landsmanna.

Í skýrslunni er leitast við að meta þennan fjárhagslega ávinning með aðferðafræði sem Guðmundur Pálmason setti fram í erindi á ársfundi Orkustofnunar árið 1996. Bendir hann þar á að þrátt fyrir að ógerlegt sé að gera fjölbættum áhrifum jarðhitánýtingar tæmandi skil í einni grein, megi þó skipta þjóðhagslegum ávinningi í eftirfarandi flokka:

1. Sparnað á útgjöldum til upphitunar húsa.
2. Aukin tækifæri til nýsköpunar og atvinnu í iðnaði, ylrækt, ferðamannaþjónustu og í orkuiðnaðinum sjálfum.
3. Áhrif á byggðapróun.
4. Jákvæð áhrif á umhverfið, m.a. vegna lítillar losunar gróðurhúsalofttegunda.

Hér er fyrst og fremst gefinn gaumur að sparnaði á útgjöldum, en einnig minnst á minni losun gróðurhúsalofttegunda og hagræn áhrif þess. Rétt er þó að hafa í huga að hugtakið „sparnaður“ er að nokkru leyti villandi í þessu samhengi þar sem ekki er um raunverulegan sparnað að ræða, heldur fremur kostnað sem þjóðfélagið kemst hjá því að greiða (e. *avoided cost*).

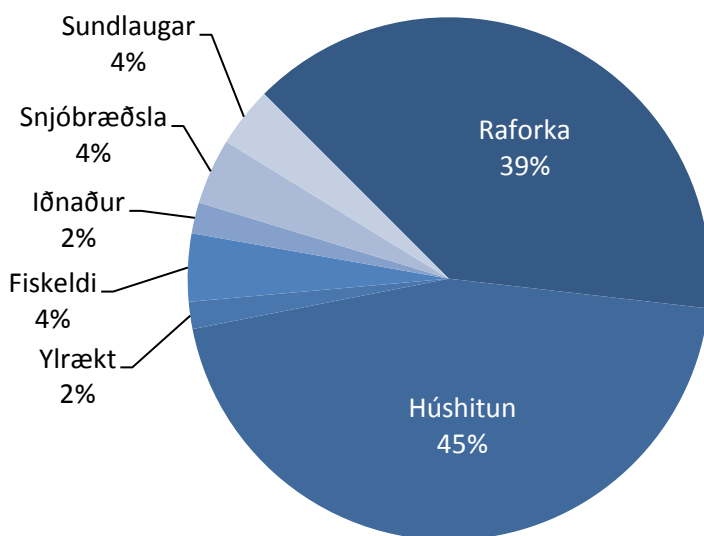
Skjöl málinu tengd eru vistuð í GoPro undir málnúmerinu 2010-09-0006.

2 NÝTING JARÐHITA Á ÍSLANDI

Nýting jarðhita á Íslandi til húshitunar hefur verið stunduð frá því í byrjun 20. aldar þegar Stefán B. Jónsson hóf að nýta hveravatn til húshitunar árið 1908, fyrstur Íslendinga. Árið 1930 var Laugaveitan tekin í gagnið og var 3 km löng leiðsla leidd frá Þvottalaugunum í Reykjavík að Austurbæjarskóla sem varð þar með fyrsta húsið í Reykjavík til að vera tengt hitaveitu. Landspítalinn, Sundhöllin og íbúðarhús fylgdu síðan koll af kolli og 1943 var Hitaveita Reykjavíkur stofnuð. Síðla árs 1945 voru 2850 hús tengd hitaveitunni, en þá voru íbúar Reykjavíkur rúmlega 44 þús. (Guðmundur Pálmason, 2005).

Þrátt fyrir þessar framfarir sá jarðhiti aðeins 25% heimila fyrir húshitun árið 1950, en flest önnur heimili notuðu olíu og kol til kyndingar. Lægra orkuinnihald kolanna, óþrífnaður og miklar framfarir í tækjabúnaði til olíuhitunar urðu til þess að kolin lögðust að mestu af um 1960 og olíumiðstöðvar tóku við. Óvissa með verð og framboð olíunnar á 7. og 8. áratugnum urðu til þess að hitaveituvæðingin tók stökk og hlutfall heimila sem gátu nýtt hitaveitur jókst úr 43% árið 1973 í 89% árið 2009. Á mynd 1 eru sýndar hlutfallslegar breytingar á notkun mismunandi orkugjafa til húshitunar á tímabilinu 1970-2009.

Í bráðabirgðatölum fyrir árið 2009 er áætlað að jarðhitannotkun til beinna nota hafi verið um 41,7 PJ ($1 \text{ PJ} = 1 \times 10^{15} \text{ J} = 278 \text{ GWh}$). Þar af fóru rúmlega 45% til húshitunar. Rekstur fiskeldisstöðva og gróðurhúsa eru ágæt dæmi um óbein áhrif jarðhitans, þar sem atvinna hefur verið sköpuð í kringum hann. Þá eru einnig ótalin áhrif jarðvarmavirkjana. Efnahagslegra áhrifa jarðhitánýtingar gætir því á fleiri sviðum en til húshitunar, þó ekki verði gerð tilraun til að meta þau hér. Á mynd 2 má sjá hvernig notorka jarðhita skiptist í geira árið 2009.



Mynd 2: Áætluð notorka jarðhita 2009. Alls 41,7 PJ.

3 AÐFERÐAFRÆÐI

Þegar meta á sparnað vegna húshitunar með jarðvarma í stað olíu má nálgast viðfangsefnið eftir mismunandi leiðum og af mismikilli dýpt. Hér er ætlunin fyrst og fremst sú að varpa ljósi á umfang sparnaðarins til að öðlast megi hugmynd um efnahagslegt gildi jarðvarmans fyrir íslenskt þjóðarþú þar sem húshitun er annars vegar. Eins og fyrr getur er aðferðafræði Guðmundar Pálmasonar höfð að leiðarljósi í því efni, en hann skilgreinir sparnaðinn á eftirfarandi máta:

$$\text{Sparnaður} = \text{olíureikningurinn} - \text{jarðhitareikningurinn} \pm \text{ýmis frávik}$$

Þar sem „ýmis frávik“ eru ýmsir liðir, sem eru ekki reiknaðir sérstaklega en er þó hægt að meta gróft hver áhrif hafa kostnaðarlega. Til frávikanna teljast m.a., þar sem (+) þýðir aukinn sparnað, en (-) minnkaðan:

- *Fjármagnskostnaður og viðhald olúkyndingar (+)*
- *Kostnaður við dreifikerfi ef um kyndistöð(var) væri að ræða (+)*
- *Hugsanlegur sparnaður af notkun svartolíu (-)*
- *Rekstarhagnaður hitaveitna (+)*

Sparnaðurinn er skoðaður yfir tímabilið 1970-2009. Fyrirliggjandi gögn Orkustofnunar um húshitun með jarðvarma yfir tímabilið liggja til grundvallar mati á olíuþörf til samsvarandi kyndingar. Upplýsingar um olíuverð eru nýttar til að meta kostnað við olúkyndingu og sparnaðurinn reiknaður með tilliti til tekna hitaveitna af vatnssölu til húshitunar.

3.1 Húshitun

Jarðvarmanotkun til húshitunar jókst úr um 5 PJ árið 1970 í áætluð 18,8 PJ árið 2009 (mynd 4), sem er hátt í fjórföld aukning yfir tímabilið og eru áhrif á sparnað af þeim sökum því töluverð.

Notkunin árin 1998-2009 er byggð á gögnum Orkustofnunar yfir heitavatnssölu til húshitunar sem safnað hefur verið árlega frá hitaveitum, en gert er ráð fyrir að 17,5% orkunnar sé nýtt til neyslu niður að 15°C og 82,5% til upphitunar húsnæðis niður að 35°C (Ingimar G. Haraldsson og Jónas Ketilsson, 2010b).

Mat á notkun fyrri ára til húshitunar byggist á eldri runum Orkustofnunar yfir heildarsölu hitaveitna. Inn í þeim tölum er öll notkun á heitu vatni til beinna nota (húshitun, iðnaður, sundlaugar o.s.frv.). Heildartölur yfir orkunotkun fyrir árin 1970-1992 eru fengnar úr fyrrnefndri grein Guðmundar Pálmasonar (1996), en bilið á milli þeirra og fyrrnefndrar runu brúað með húshitunartölum úr Jarðvarmaspá 2003-2030.

Ekki er fullt samræmi í þessum þremur runum þar sem þær skarast og geta þar tvær megin orsakir legið að baki:

1. Upplýsingar hitaveitna um vatnssölu hafa ekki ávallt skilað sér, sérstaklega í fyrri tíð og hefur í þeim tilfellum þurft að byggja á mati. Einnig hefur notkun á svæðum einkahitaveitna verið metin misjafnlega.
2. Runurnar gefa mismunandi upplýsingar, t.d. notast Guðmundur Pálmason við heildarsölu á meðan hinar runurnar meta sölu til húshitunar eingöngu.

Þessi mismunur á milli runa á þeim árum sem þær skarast gefur að hluta til hugmynd um þá óvissu sem að baki liggur og vert er að hafa í huga þegar horft er til niðurstöðu útreikninga á sparnaði. Með hliðsjón af húshitunarrunum voru tölur Guðmundar margfaldaðar með 0,93 með það að markmiði að draga frá aðra þætti en húshitun.

Jarðvarmanotkun til húshitunar árið 2009 er áætluð út frá fyrirbyggjandi gögnum frá Orkuveitu Reykjavíkur og Skagafjarðarveitum fyrir árið, en þær stóðu samtals fyrir um 74% af heitavatnssölu árið 2008.

3.2 Sölutekjur hitaveitna

Söfnun gagna fyrir ritið Orkumál hófst árið 1994 og koma þar fram upplýsingar um heildartekjur hitaveitna af vatnssölu, en ekki er um sundurliðun eftir notkunarflokkum að ræða. Safnað var saman upplýsingum um heildartekjur af vatnssölu og tekjum af sölu til húshitunar fyrir árin 2007 og 2008, en bæði árin stóð sala til húshitunar undir 94% af tekjum hitaveitna af vatnssölu.

Gert er ráð fyrir að 95% af heildartekjum hitaveitna af vatnssölu árin 1994-2006 hafi komið af sölu til húshitunar. Svipaðri aðferð og beitt var á húshitunarrunur var beitt á heildartekjur hitaveitna sem settar eru fram í grein Guðmundar (hugsanlega með R/O veitum), þ.e. þær eru margfaldaðar með hlutfallinu 0,90 sem fæst þegar horft er til þeirra ára sem runur skarast.

3.3 Tegund og magn olíu

Gert er ráð fyrir að hrein gasolía með eðlismassa 0,845 kg/l og orkuinnihald 42,3 kJ/kg væri notuð til kyndingar ef jarðvarma nyti ekki við.

3.4 Nýtni kyndikatla

Þegar húshitun með olíu var sem algengust á Íslandi var hvert og eitt heimili með sína eigin kyndingu. Meðalnýtni katla fyrir 1970 var í kringum 60%. Mikil þróun hefur orðið í gerð olúkatla á síðustu árum og hafa tilraunir á rannsóknarstofum sýnt allt að 98% nýtni. Raunnýtni er þó 4-5% lægri en það. Í dag tíðkast að nota þéttisjóðara (e. *condensing boiler*) til húshitunar þar sem hún er háð jarðefnaeldsneyti. Nýjustu gerðirnar gera kleift að nota hærra hitunargildi (HHV) eldsneytis þar sem vatnsgufa er þétt eftir brunann, sem þýðir að mun minni varmi tapast með útblæstri út í andrúmsloftið en gert hefur hingað til.

Árið 1996 gerði Guðmundur Pálmason ráð fyrir 62,5% nýtni sem tæki tillit til bæði ketil- og dreifitapa. Í ljósi fyrrgreindra framfara má ætla að katlar í nýjum húsum nýttu varmann betur og gömlum kötlum að einhverju marki skipt út fyrir nýja. Óhætt er því að ætla að meðalnýtni væri nokkuð hærri í dag. Varðandi orkunotkun við hitun húsnæðis vísast í húshitunarspá Orkuspárnefndar en þar er miðað við að árleg olíunotkun við hitun íbúðarhúsnæðis sé $11,8 \text{ kg/m}^3$, við hitun atvinnuhúsnæðis $7,2 \text{ kg/m}^3$ og við hitun sumarbústaða 260 kg/hús . Hér er miðað við að nýting í kynditækjum sé 65%. (Orkuspárnefnd, 2008).

3.5 Olíuverð

Þar sem gert er ráð fyrir að heimilin væru með eigin kyndingu, líkt og tíðkaðist áður fyrr, miðast upplýsingar um verð við smásölu að frádregnum virðisaukaskatti.

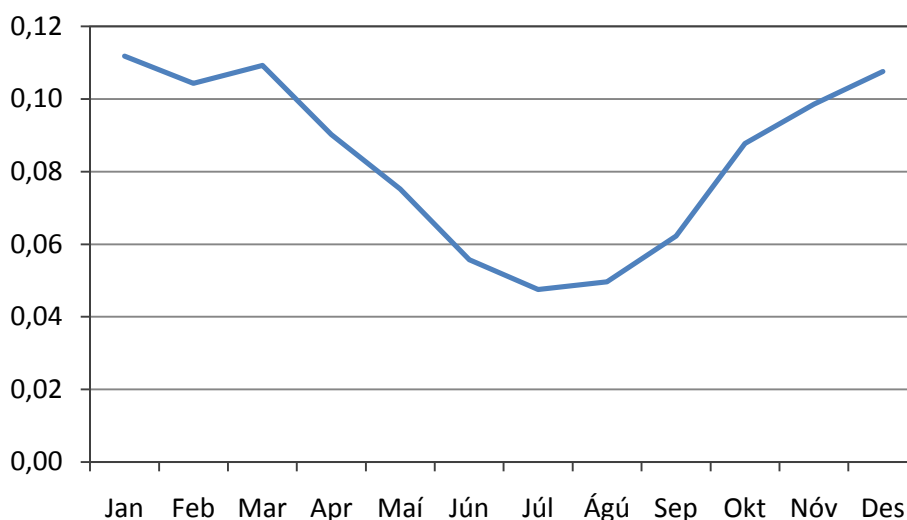
Olíuverð er háð framboði og eftirspurn og gengi gjaldmiðla sem veldur því að verðið sveiflast jafnvel oft á dag án opinberrar skráningar. Fyrir árin 2007-2009 voru verðupplýsingar fengnar úr verðlistum Skeljungs, en janúarverð eru þar svipuð uppgefnunum verðum á vef Hagstofunnar eins og vænta má. Listarnir gefa hinsvegar upplýsingar um þróun olíuverðs yfir árið og þar með möguleika á að reikna út meðalverð. Mikilvægt þótti að hafa í höndum ítarlegar upplýsingar um verðþróun yfir þetta tímabil þar sem mikið gekk á í hagkerfi landsins og í heiminum öllum, með tilheyrandi breytingum á olíuverði og gengi krónunnar gagnvart Bandaríkjadal. Fyrir árin 1991-2006 var upplýsinga aflað á vef Hagstofunnar, en þar eru einungis uppgefin janúarverð sem eru að líkindum ekki þau sömu og meðalverð yfir árið. Þar sem eldsneytisverð hefur farið hækkandi sé litið yfir lengri tíma er gert ráð fyrir að meðaltal janúarverðs tiltekins árs og næsta árs á eftir sé yfirleitt nær raunverulegu meðalverði en verð í upphafi ársins og er því notast við þá tölu í útreikningum. Leitað var fanga í Hagskinnu um smásöliverð olíu til húskyndingar, heimkominni fyrir árin 1970-1990.

Þegar meðalolíuverð yfir árið er reiknað er vert að gæta að notkunarmynstri. Orkunotkun til húshitunar fylgir útihitastigi og því er notkunin minni yfir sumartímann en yfir veturinn eins og sjá má á mynd 3, sem sýnir áætlaða einingarkúrvu orkunotkunar yfir árið byggða á gögnum frá Orkuveitu Reykjavíkur (Gretar Ívarsson, 2009). Ef notandi kynnti húbýli sín með olíu fylgdu olíukaupin kúrvunni nokkurn veginn að því gefnu að forðatankar væru ekki þeim mun stærri, en í því tilfelli væri um einhverja hliðrun á kúrvunni að ræða. Tekið er tillit til þessa fyrir árin 2007-2009 þegar meðalverð olíu er reiknað yfir árið:

1. Meðalolíuverð mánaðar er reiknað út frá verðlistum Skeljungs og gildistíma hvers verðgildis innan mánaðar.
2. Meðalársverð er fengið með eftirfarandi jöfnu:

$$\bar{P}_{\text{ár}} = \sum_{i=1}^{12} x_i \cdot \bar{P}_{\text{mán},i} \quad (1)$$

þar sem x_i táknar notkunarhlutfall mánaðar og P meðalverð mánaðar. Svipað gildir um útreikning á meðalneysliverðsvísitölu til viðmiðunar yfir árið.



Mynd 3: *Hlutfallsleg mánaðarleg orkunotkun til húshitunar af heildarorkunotkun yfir árið.*

Upplýsingar um skattlagningu olíu til húshitunar í sögulegu samhengi eru af skornum skammti, en leitað var í lög nr. 50/1988 og nr. 111/1992 eftir upplýsingum um virðisaukaskattshlutfall fyrri ára. Virðisaukaskattur er dreginn frá smásöluverði til neytenda við útreikning á sparnaði.

3.6 Útreikningar á sparnaði

Sparnaðurinn er reiknaður með því að draga hitaveitureikninginn frá samsvarandi olíureikningi, þ.e. sú fjárhæð sem neytendur greiddu fyrir upphitun með jarðvarma er borin saman við samsvarandi olíureikning, ef um olíukyndingu væri að ræða. Mismunurinn er síðan leiðréttur með vísitölu neysluverðs til verðgildis krónunnar í júní 2010 og núvirtur með áætlaðri 2% ársraunávöxtun yfir tímabilið.

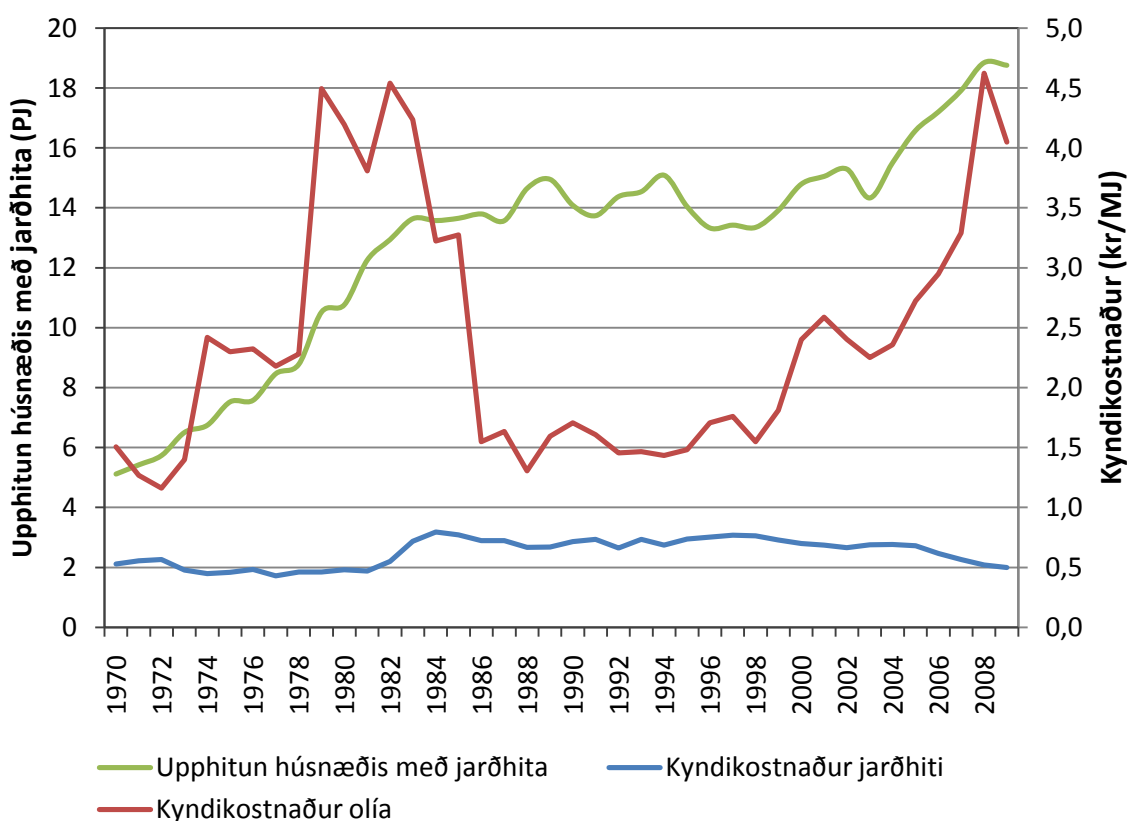
4 NIÐURSTÖÐUR

Niðurstöður útreikninganna eru sýndar á myndum 4-7 og birtar í töflu 1.

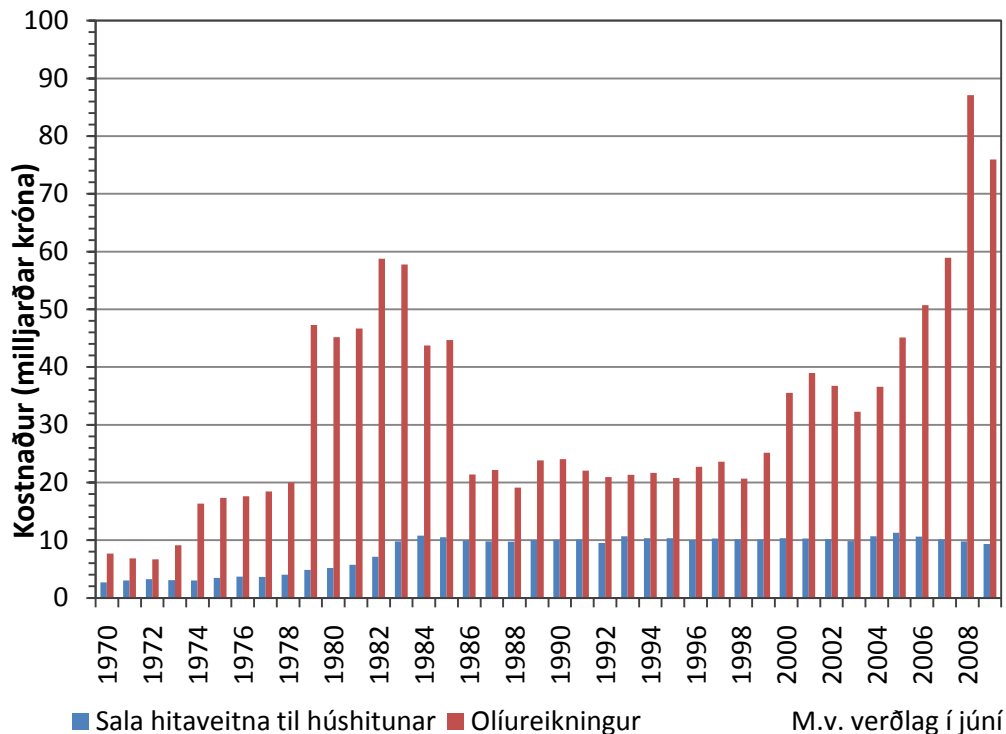
Á mynd 4 má sjá þróun orkuverðs á milli ára. Þar sjást glöggst sveiflur á verði olíu til húskyndingar síðustu 40 árin í samanburði við tiltölulega stöðugan kostnað við jarðvarmakyndingu. Græni ferillinn sýnir aukningu í notkun jarðhita til húshitunar yfir tímabilið. Vert er að veita því athygli að uppbygging hitaveitna tók stórt stökk í seinni olíukreppunni þegar olían margfaldaðist í verði.

Á mynd 5 er áætlaður kostnaður við upphitun húsnæðis með olíu og jarðhita borinn saman. Áhrif sveiflna í olíuverði eru mjög skýr í kringum 1980 þegar seinni olíukreppan leiddi til margföldunar olíuverðs frá því sem áður var. Milli áranna 1999 og 2000 drógu OPEC ríkin framleiðsluna saman og juku þar með eftirspurn eftir olíu sem leiddi til mikillar hækkunar heimsmarkaðsverðs á nokkrum mánuðum. Árið 2001 gekk þessi hækkun að nokkru til baka vegna efnahagslegra áhrifa hryðjuverkaárásanna 11. september sem olli því að olíubirgðir hlóðust upp hjá framleiðendum. Milli áranna 2004-2008 fór olíuverð hækkandi þar til það náði hámarki 2008, en þar spilaði saman mjög hátt heimsmarkaðsverð og gengishrun íslensku krónunnar.

Á tímum þegar olíuverð hækkaði upp úr öllu valdi jókst sparnaðurinn og íslenskir neytendur sluppu við að greiða háar fjárhæðir. Á mynd 6 er sparnaðurinn af notkun jarðhitans sýndur fyrir hvert ár á tímabilinu.



Mynd 4: Notkun jarðhita til húshitunar og þróun orkuverðs.



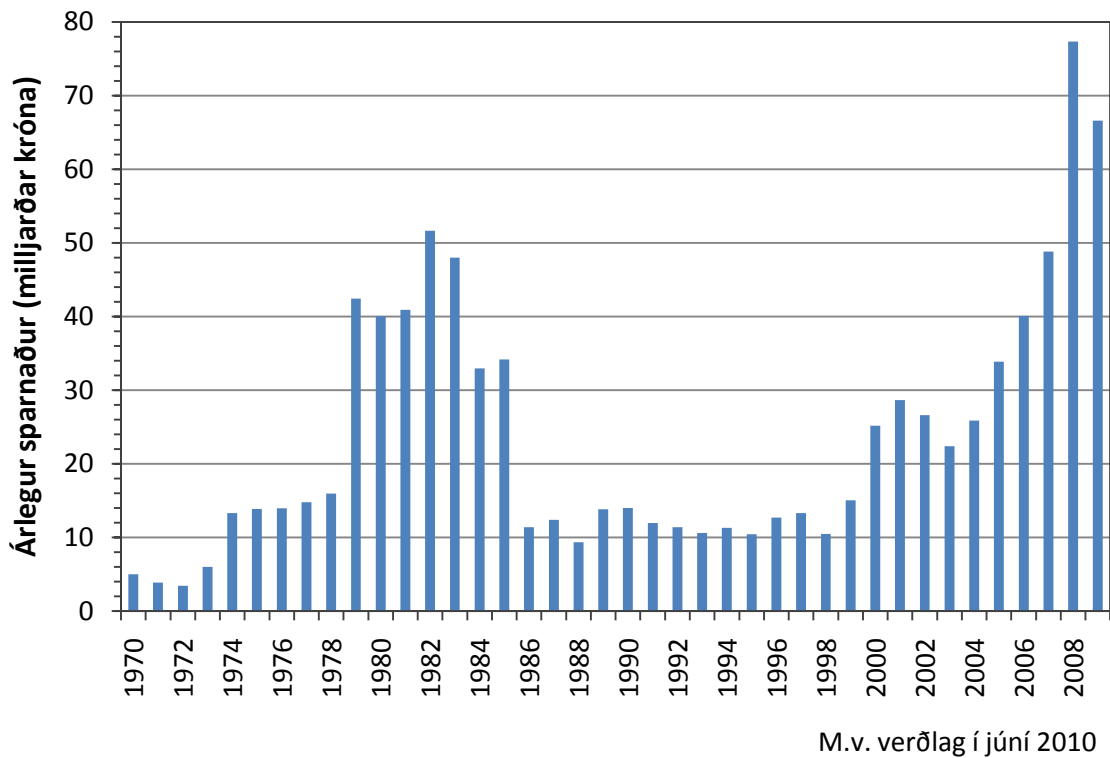
Mynd 5: Samanburður sölutekna hitaveitna vegna húshitunar og samsvarandi kostnaði við olúkyndingu 1970-2009.

Til samanburðar þá svaraði 67 milljarða kr. sparnaður ársins 2009 til 12% af gjöldum ríkissjóðs þess árs. Heildarinnflutningur á olíu nam samtals 702 ktn árið 2008. Án jarðhitans má ætla að olíunotkunin til húshitunar hefði verið 684 ktn til viðbótar, sem hefði leitt til hátt í tvöföldunar útgjalda til olíukaupa ef olía væri notuð í stað jarðhitans.

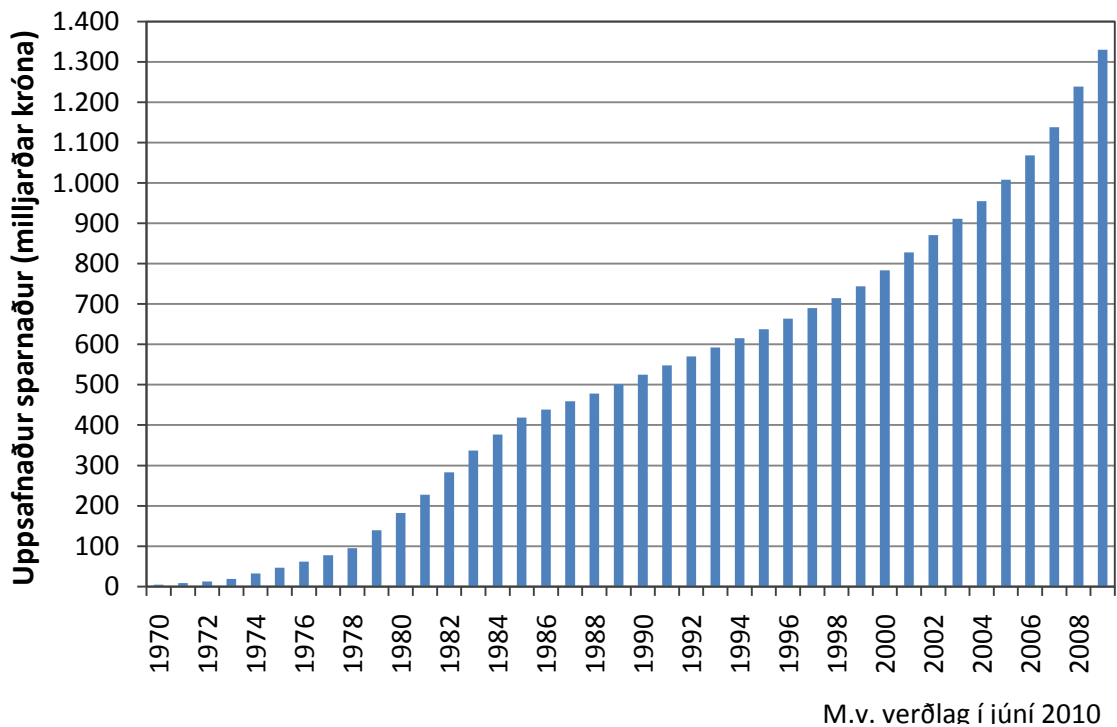
Uppsafnaður núvirtur sparnaður miðað við 2% raunávöxtun nam 1330 milljörðum kr. yfir tímabilið 1970-2009, en það eru nærri tvöföld útgjöld ríkissjóðs á árinu 2009 (Mynd 7). Sparnaðurinn miðast við verðlag í júní 2010.

Hugsanlega væri hægt að gera olúkyndinguna hagkvæmari með því að setja upp kyndistöð og dreifikerfi, en þá þarf að gera ráð fyrir dreifitöpum og viðhaldi kerfanna. Olíuverð yrði lægra þar sem það væri væntanlega selt til kyndistöðva á heildsöluverði, en ekki í smásölu eins og gert er ráð fyrir, miðað við núverandi forsendur í útreikningum. Efnahagslega væri auk þess hagkvæmara að nýta blöndu af gas- og svartolíu, en umhverfið gildi þess þó sökum herra brennisteinsinnihalds.

Gera má ráð fyrir því að ef olía væri notuð til húshitunar myndu Íslendingar kynda minna en þeir gera í dag til þess að lækka kostnað. Þetta leiddi til minni sparnaðar en útreikningarnir að framan gera ráð fyrir, en á hinn bóginn mætti vænta þess að vistarverur væru óþægilegri fyrir vikið. Líkur eru því til þess að jarðvarminn leiði ekki einungis til hagstæðs verðs húskyndingar hér á landi, heldur einnig til meiri þæginda í híbýlum en víða annars staðar gerist yfir vetrartímann.



Mynd 6: Sparnaður af notkun jarðhita til húshitunar 1970 til 2009.



Mynd 7: Uppsafnaður núvirtur sparnaður frá árinu 1970 til 2009.

Tafla 1: Útreikningur á sparnaði við notkun jarðhita til húshitunar borið saman við olíuhitun.

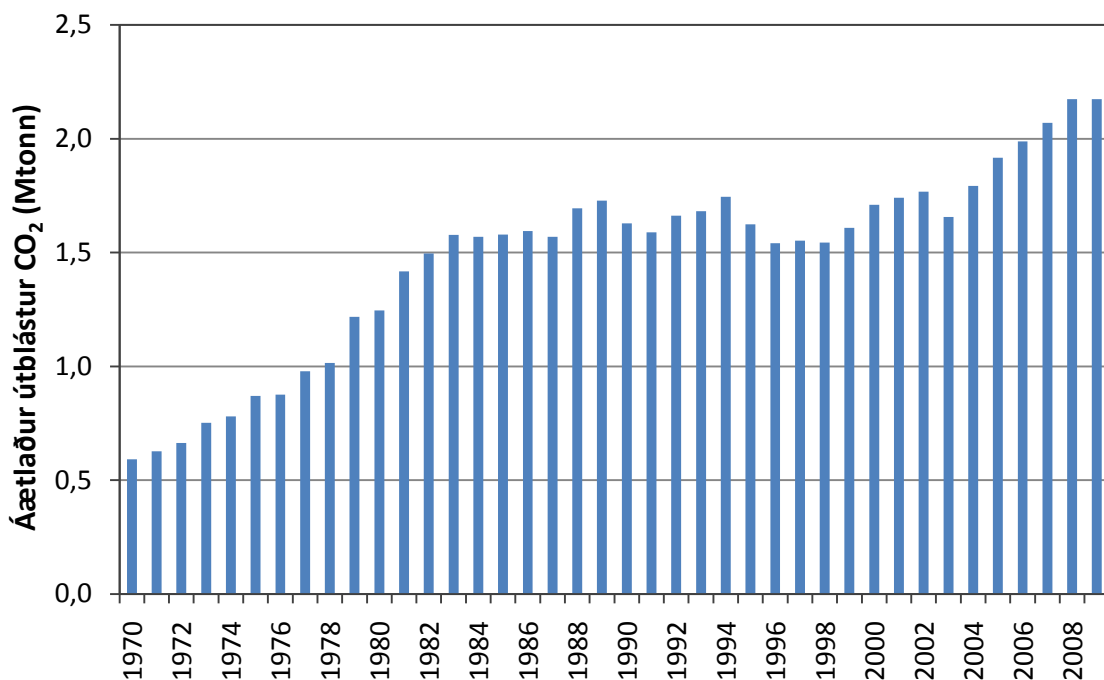
Ár	Nýttur jarðvarmi GWh	Nýttur jarðvarmi PJ	Tíðs- olíu kílónn	Gasóla til húshitunar kr/kg olíu	Ólíu kostnaður M ISK	Sala hitaveitna M ISK	Vísit. neyslu- verðs	Ólíu- kostnaður Ma ISK	Kostnaður olíukynding kr/MJ	Sala hitaveitna Ma ISK	Kostnaður jarðhitak. kr/MJ	Sparnaður olíu-jarðhiti Ma ISK	Uppsafnaður sparnaður Ma ISK	Núvirtur sparnaður Ma ISK
Á verðlagi hvers árs (verð án VSK)														
Á verðlagi í júní 2010														
1970	1.421	5,12	186	0,05	10	3	144	7,70	1,50	2,70	0,53	5,00	5,00	5,00
1971	1.507	5,42	197	0,05	9	4	154	6,88	1,27	3,01	0,56	3,87	8,86	8,96
1972	1.594	5,74	209	0,05	10	5	169	6,67	1,16	3,25	0,57	3,42	12,28	12,56
1973	1.807	6,51	237	0,07	16	6	205	9,10	1,40	3,10	0,48	6,00	18,28	18,81
1974	1.874	6,75	245	0,17	42	8	292	16,33	2,42	3,01	0,45	13,31	31,59	32,50
1975	2.091	7,53	274	0,24	65	13	434	17,31	2,30	3,46	0,46	13,85	45,44	47,00
1976	2.105	7,58	276	0,32	88	18	576	17,61	2,32	3,66	0,48	13,94	59,39	61,88
1977	2.352	8,47	308	0,39	121	24	755	18,44	2,18	3,64	0,43	14,80	74,19	77,92
1978	2.438	8,78	319	0,59	188	38	1.080	20,00	2,28	4,05	0,46	15,95	90,14	95,43
1979	2.923	10,52	383	1,68	643	66	1.563	47,30	4,49	4,87	0,46	42,43	132,57	139,77
1980	2.991	10,77	392	2,49	973	111	2.476	45,17	4,20	5,16	0,48	40,01	172,58	182,58
1981	3.404	12,25	446	3,43	1.530	189	3.767	46,67	3,81	5,76	0,47	40,91	213,49	227,14
1982	3.594	12,94	471	6,15	2.896	350	5.665	58,76	4,54	7,10	0,55	51,65	265,14	283,33
1983	3.788	13,64	496	10,41	5.165	875	10.276	57,77	4,24	9,79	0,72	47,98	313,12	336,98
1984	3.770	13,57	494	10,53	5.199	1.284	13.658	43,75	3,22	10,80	0,80	32,95	346,07	376,67
1985	3.792	13,65	496	14,08	6.991	1.647	17.985	44,68	3,27	10,52	0,77	34,15	380,22	418,36
1986	3.832	13,79	502	8,17	4.097	1.912	22.041	21,36	1,55	9,97	0,72	11,39	391,62	438,11
1987	3.769	13,57	494	10,18	5.023	2.220	26.026	22,18	1,63	9,80	0,72	12,38	403,99	459,25
1988	4.069	14,65	533	10,18	5.421	2.766	32.591	19,12	1,31	9,76	0,67	9,36	413,36	477,80
1989	4.152	14,95	544	15,04	8.178	3.433	39.439	23,83	1,59	10,01	0,67	13,83	427,18	501,18
1990	3.912	14,08	512	18,66	9.556	3.997	45.685	24,04	1,71	10,06	0,71	13,98	441,17	525,19
1991	3.816	13,74	500	18,75	9.366	4.286	48.787	22,07	1,61	10,10	0,74	11,97	453,13	547,66
1992	3.992	14,37	523	17,69	9.248	4.205	50.818	20,92	1,46	9,51	0,66	11,41	464,54	570,02
1993	4.039	14,54	529	18,53	9.798	4.912	52.857	21,31	1,47	10,68	0,73	10,62	475,16	592,05
1994	4.190	15,08	549	18,44	10.114	4.842	53.708	21,64	1,43	10,36	0,69	11,28	486,45	615,17
1995	3.900	14,04	511	19,34	9.878	4.911	54.607	20,79	1,48	10,34	0,74	10,45	496,90	637,93
1996	3.702	13,33	485	22,77	11.036	4.867	55.800	22,73	1,71	10,02	0,75	12,71	509,61	663,39
1997	3.728	13,42	488	23,91	11.670	5.098	56.816	23,61	1,76	10,31	0,77	13,29	522,90	689,96
1998	3.707	13,35	485	21,43	10.403	5.130	57.807	20,68	1,55	10,20	0,76	10,48	533,39	714,24
1999	3.865	13,91	506	25,81	13.060	5.262	59.620	25,18	1,81	10,14	0,73	15,03	548,42	743,56
2000	4.108	14,79	538	36,03	19.377	5.650	62.708	35,52	2,40	10,35	0,70	25,16	573,58	783,59
2001	4.180	15,05	547	41,21	22.551	5.968	66.566	38,94	2,59	10,30	0,68	28,63	602,21	827,89
2002	4.247	15,29	556	40,40	22.464	6.219	70.226	36,76	2,40	10,18	0,67	26,59	628,80	871,04
2003	3.980	14,33	521	38,59	20.110	6.146	71.681	32,25	2,25	9,85	0,69	22,39	651,19	910,85
2004	4.307	15,51	564	41,68	23.508	6.880	73.867	36,58	2,36	10,70	0,69	25,87	677,06	954,94
2005	4.604	16,58	603	50,10	30.201	7.557	76.892	45,14	2,72	11,30	0,68	33,85	710,91	1.007,89
2006	4.777	17,20	625	57,65	36.058	7.539	81.753	50,69	2,95	10,60	0,62	40,09	751,01	1.068,14
2007	4.976	17,92	651	67,83	44.158	7.581	86.133	58,92	3,29	10,12	0,56	48,81	799,81	1.138,31
2008	5.233	18,84	684	107,28	73.351	8.240	96.776	87,11	4,62	9,79	0,52	77,33	877,14	1.238,40
2009	5.210	18,76	684	104,99	71.788	8.839	108.644	75,94	4,05	9,35	0,50	66,59	943,74	1.329,76

5 ANNAR ÁVINNINGUR

Auk hagræns ávinnings af nýtingu jarðhita hefur nýting hans jákvæð áhrif á heilsufar þjóðarinnar. Nánar er fjallað um félagslega og umhverfisþætti jarðhitánýtingar í Jónas Ketilsson o.fl. (2010). Hér verður þó vikið nánar að losun gróðurhúsalofttegunda við húshitun með annarsvegar jarðhita og hinsvegar olíu.

Bruna jarðefnaeldsneytis fylgir mikill útblástur koldíoxíðs (CO_2) sem talinn er einn helsti valdur að gróðurhúsaáhrifum. Á mynd 8 er sýnt magn útblásturs fyrir hvert ár ef olía væri notuð í stað hitaveitu til húshitunar. Inn í þessum tölum er ekki talinn með útblástur vegna vinnslu og flutnings olíunnar til landsins, sem einnig er talsverður.

Losun koldíoxíðs við vinnslu lághita fyrir hitaveitur er hverfandi. Árið 2008 nam losun jarðvarmavirkjana aftur á móti 185.000 tonn vegna vinnslu á háhitasvæðum. Af heildarfrumorkuvinnslu blandaðra jarðvarmavirkjana árið 2008 fóru 11,9 PJ af samtals 121,6 PJ til hitaveitna (Ingimar G. Haraldsson og Jónas Ketilsson, 2010a). Sé litið yfir landið í heild nam bein notkun til húshitunar um 75% af allri beinni notkun jarðvarma (Ingimar G. Haraldsson og Jónas Ketilsson, 2010b). Ef koldíoxíðútblastri vegna vinnslu á háhitasvæðum er deilt niður á notkunarflokkna má því gera ráð fyrir að um 7,3% útblásturs vegna vinnslu á háhitasvæðum sé til kominn vegna húshitunarþarfar. Miðað við þessar forsendur nam útblástur vegna húshitunar því um 13.500 tonnum árið 2008 eða 3 prómíl af heildarlosun gróðurhúsalofttegunda á Íslandi sem var 4,9 milljón tonn árið 2008.

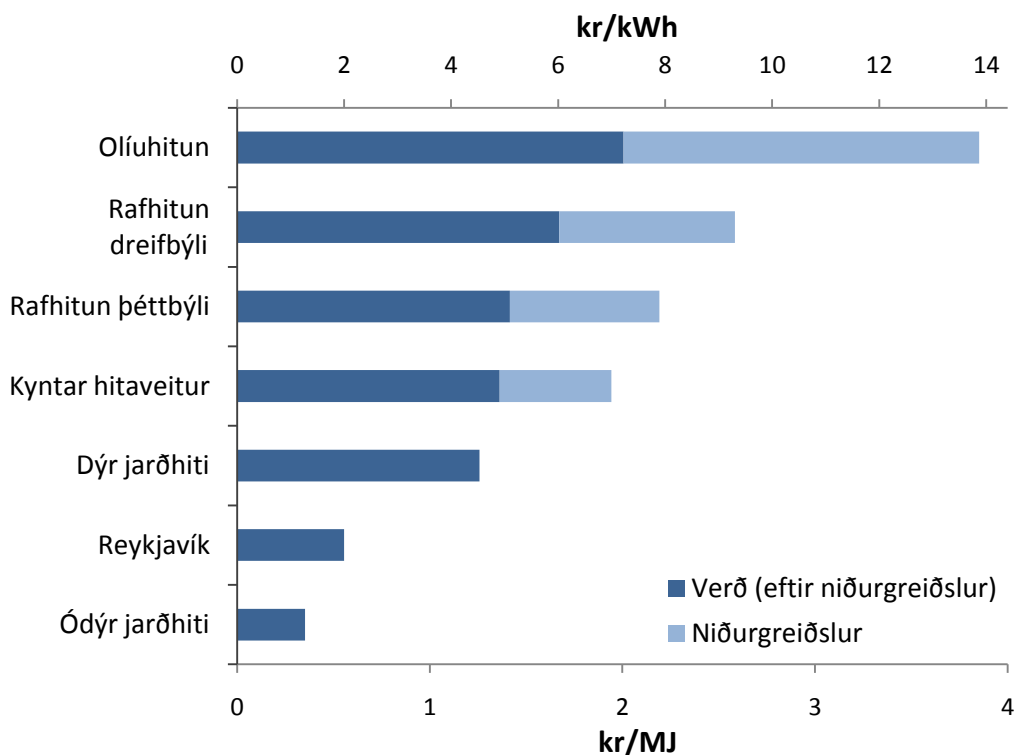


Mynd 8: Áætlaður útblástur CO_2 ef olía væri notuð til húshitunar í stað jarðhita.

Til samanburðar má gera ráð fyrir að losun koldíoxíðs vegna olíukyndingar hefði numið 2,14 milljónum tonna (mynd 8) sem myndi auka losun gróðurhúsalofttegunda á Íslandi um tæpar helming. Þá er gert ráð fyrir að notkun á 1 TJ af jarðvarma til beinna nota jafngildi losun á 113,6 tonnum af koldíoxíði samkvæmt viðmiði Alþjóða Orkumála-stofnunarinnar (IEA-GIA, 2009). Með því að nýta jarðhita til húshitunar í stað olíu kemst þjóðin því hjá því að losa rúm 2 milljón tonn af koldíoxíði árlega.

Víða erlendis hefur þróunin verið í átt til sérstakrar verðlagningar koldíoxíðlosunar vegna áhrifa CO₂ á hlýnun loftslags jarðar. Þar má nefna viðskipti með CO₂-kvóta og álagningu kolefnisskatta til að auka samkeppnishæfni vistvænna orkugjafa og til að draga úr losun gróðurhúsalofttegunda. Ef til einhverrar slíkrar verðlagningar kæmi hér á landi myndi fjárhagslegur ávinningur af notkun jarðhita til húshitunar í stað olíu aukast enn frekar.

Líklegt má teljast að ef jarðvarmans nyti ekki við væru fallvötnin beisluð til raforkuvinnslu til húshitunar líkt og gert er í Noregi. Slík kynding er töluvert hagkvæmari en kynding með olíu eins og mynd 9 sýnir, eftir sem áður er ljóst að jarðhitinn er hagkvæmasti kostur þegar kemur að upphitun. Á mynd 9 má jafnframt sjá niðurgreiðslur til þeirra notenda sem þurfa að hita húsin sín með raforku eða olíu. Niðurgreiðslur árið 2009 námu samtals 1,3 milljörðum króna.



Mynd 9: Hitunarkostnaður á Íslandi um mitt ár 2009 með virðisauka (söluverð til notenda).

6 LOKAORÐ

Jarðhitinn er Íslendingum mikilsverð auðlind sem hefur jákvæð áhrif á umhverfi, samfélag og efnahag þjóðarinnar. Framan af var hann fyrst og fremst nýttur til baða og þvotta og taldist lán í köldu landi við kristnitöku, þegar stór hluti landsmanna lét skírast í heitum laugum (Ingvar B. Friðleifsson, 1995). Snorri Sturluson nýtti jarðhitann í Reykholti sér til heilsubótar og lífsnautna á 13. öld sem þekkt er, en laugin sem kennd er við hann var hituð upp með vatni sem rann í neðanjarðarstokki frá nærliggjandi laug, Skriflu. Á þeim tímum var samgangur við Evrópu töluverður og líklegt að fyrirmyndin að slíkum stokki sé þaðan komin, jafnvel alla leið frá Ítalíu. Því miður áttu Íslendingar ekki þeirri gæfu að fagna að slík nýting heita vatnsins næði útbreiðslu og þaðan af síður var hún víkkuð út til húshitunar á stöðum sem nutu jarðhita eins og mögulegt hefði verið. Þekkingin fór forgörðum og á seinni öldum átti jarðhitinn víða eftir að teljast til vansa eins og fram kemur í lýsingum í Jarðabók Árna Magnússonar og Páls Vídalíns, sem gerð var árin 1702-1714 vegna spillandi áhrifa hans á tún og drykkjarvatn (Ingvar B. Friðleifsson, 1995). Fyrir tilstilli erlendra áhrifa fóru landsmenn þó að koma auga á nýtingarmöguleika jarðhitans á ný fyrir um einni öld og hófst þá sókn sem staðið hefur fram á þennan dag og leitt hefur ásamt öðru til bættra lífskjara þjóðarinnar og þekkingarsamfélags sem á sér fáar hliðstæður í veröldinni. Íslenskar rannsóknir og sérþekking eru nú mikils metnar og þó augunum hafi síst verið lokað fyrir góðum hugmyndum erlendis frá flytja Íslendingar nú þekkingu út til annarra ríkja sem áhuga hafa á að nýta jarðhitauðlindir sínar á skynsamlegan hátt.

Efnahagslegur ávinningur jarðhitanoðkunar er töluverður og má ætla að ef jarðhitans nyti ekki við og hóbýli væru kynnt með olíu þyrfti þjóðin að leggja til um 50-80 milljarða kr. aukalega á ári til að standa undir innflutningi á olíu til húshitunar. Notkun jarðhitans eykur einnig á orkuöryggi og ver þjóðina fyrir utanaðkomandi verðsveiflum vegna breytinga á gengi og verði á alþjóðlegum olíumörkuðum. Síðustu 30 árin hefur raunkostnaður við upphitun með jarðhita því sem næst staðið í stað á meðan miklar breytingar hafa orðið á olíuverði. Frá árinu 1970 hefur húshitun með jarðhita ávallt reynst hagkvæmari kostur en olíuhitun og síðustu árin margfalt hagkvæmari. Uppsafnaður núvirtur sparnaður vegna notkunar jarðhita til húshitunar í stað olíu frá árinu 1970 til 2009 er talin nema um 1330 milljörðum króna.

Þá er ótalinn efnahagslegur ávinningur vegna annarra nota jarðhitans, s.s. til raforkuvinnslu, iðnaðar, fiskeldis og ylræktar. Þá má nefna að mörg jarðhitasvæði eru aðdráttarafl fyrir ferðamenn sem sækjast í að upplifa gjósandi vatnshverfi, gufuhverfi með margvíslegum litbrigðum og böð í jarðhitavatni sem vellur djúpt úr iðrum jarðar, og afla þannig tekna fyrir þjóðarbúið. Jarðhitinn hefur einnig jákvæð samfélagsleg og umhverfisleg áhrif.

Jarðhitaauðlindin er dýrmætur fjársjóður sem ber að nýta þjóðinni til heilla, en þó þarf að gæta varfærni þar sem hún er takmörkuð eins og flest önnur náttúrunnar gæði. Þar skiptir þekking á afkastagetu og vinnsluþoli jarðhitakerfa miklu máli, en hún fæst einungis með rannsóknum áður en að vinnslustigi kemur og haldgóðu eftirliti eftir að vinnsla hefst. Með sjálfbærri og skynsamlegri nýtingu hefur jarðhitinn alla burði til að sjá þjóðinni fyrir yl og orku um komandi kynslóðir með tilheyrandi efnahagslegum ávinningi.

HEIMILDIR

Gretar Ívarsson, 2009. *Hitaveita í Reykjavík. Vatnsvinnslan 2008*. Orkuveita Reykjavíkur, skýrsla nr. 2009-018, 32 bls.

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

Guðmundur Pálmason, 2005. *Jarðhitabók – Eðli og nýting auðlindar*. Hið íslenska bókmenntafélag, Reykjavík.

Hagstofa Íslands, 1997. *Hagskinna: Sögulegar hagtölur um Ísland*. Hagstofa Íslands, ISBN 9979-817-41-0, 957 bls.

IEA-GIA, 2009. *IEA Geothermal Energy: 12th Annual Report 2008*. International Energy Agency – Geothermal Implementing Agreement, 257 bls.

Ingimar G. Haraldsson og Jónas Ketilsson, 2010a. *Frumorkunotkun jarðvarmavirkjana og hitaveitna á Íslandi til ársins 2009*. Orkustofnun, OS-2010/03.

Ingimar G. Haraldsson og Jónas Ketilsson, 2010b. *Jarðhitanothun á Íslandi til ársins 2009*. Orkustofnun, OS-2010/02.

Ingvar B. Friðleifsson, 1995. *Historical aspects of geothermal utilization in Iceland*. Proceedings of the World Geothermal Congress 1995, Florence, Italy, bls. 427-432.

Jónas Ketilsson, Axel Björnsson, Árný Erla Sveinbjörnsdóttir, Bjarni Pálsson, Grímur Björnsson, Guðni Axelsson og Kristján Sæmundsson, 2010. *Sjálfbær vinnsla og nýting jarðhita – Álitsgerð faghóps*. Orkustofnun, OS-2010/04, 109 bls.

Orkuspárnefnd, 2003. *Jarðvarmaspá 2003-2030: Spá um beina nýtingu jarðvarma*. Orkustofnun, OS-2003/060, 132 bls.

Orkuspárnefnd, 2008. *Eldsneytisspá 2008-2050*. Orkustofnun, OS-2008/009, 123 bls.

Sveinbjörn Björnsson, Inga Dóra Guðmundsdóttir og Jónas Ketilsson, 2010. *Geothermal Development and Research in Iceland*. Orkustofnun, 39 bls.

Sveinn Þórðarson, 1998. *Auður úr iðrum Jarðar – Saga hitaveitna og jarðhitanytingar á Íslandi*. Hið íslenska bókmenntafélag, Reykjavík, 656 bls.

Valgarður Stefánsson, 2003. *Efnahagsleg áhrif jarðhitanytingar*. Orkustofnun, 6 bls.