

ORKUSPÁRNEFND

JARÐHITASPÁ 1982 - 2000



**Reykjavík
Mars 1982**

ORKUSPÁRNEFND

JARÐHITASPÁ 1982 - 2000

Fulltrúar í Orkuspárnefnd eru:

Orkustofnun

Jakob Björnsson

Jón Vilhjálmsson

Landsvirkjun

Jóhann Már Maríusson

Gísli Júlíusson

Rafmagnsveita Reykjavíkur

Ívar Þorsteinsson

Samband íslenskra rafveitna

Haukur Pálason

Rafmagnsveitur ríkisins

Pétur Þórðarson

Guðmundur Guðmundsson

Hitaveita Reykjavíkur

Gunnar Kristinsson

**Reykjavík
Mars 1982**

ÁGRIP

Spáð er fyrir um jarðvarmanotkun fram til aldamóta. Notkunin er flokkuð niður í fjóra flokka, þ.e. húshitun, ylrækt, iðnað og fiskrækt. Mikil óvissa ríkir um þróun iðnaðar og fiskræktar. Því eru tekin fyrir tvö tilvik, annars vegar að lítil aukning verði í þessum greinum og hins vegar mikil. Samkvæmt neðri spánni verður jarðvarmanotkunin við aldamót um 6700 GWh/a en um 11500 GWh/a samkvæmt efri spánni.

EFNISYFIRLIT

	Bls.
ÁGRIP	3
EFNISYFIRLIT	5
TÖFLUSKRÁ	6
MYNDASKRÁ	6
1 INNGANGUR	7
2 HÚSHITUN	9
2.1 Almennt	9
2.2 Rúmmál hitaðs húsrýmis	9
2.3 Orkunotkun hitaðs húsrýmis	12
2.4 Skipting húsrýmis á orkugjafa	15
3 YLRÆKT	17
3.1 Gróðurhús	17
3.2 Ylræktarver	19
3.3 Jarðvegshitun	19
4 IÐNAÐUR	21
4.1 Núrverandi iðnaður	21
4.2 Nýiðnaður	22
5 FISKRÆKT	24
6 NIÐURSTÖÐUR	25
Ritaskrá	27
VIÐAUKI I Nýting á heitu vatni til húshitunar	29
VIÐAUKI II Orkuinnihald jarðgufu	37

TÖFLUSKRÁ

	Bls.
1 Jarðvarmaorka til húshitunar	16
2 Jarðvarmaorka til gróðurhúsa	17
3 Jarðvarmanotkun til jarðvegshítunar	19
4 Jarðvarmanotkun í hefðbundnum iðnaði	21
5 Hugsanleg ný not af jarðhita í iðnaði í framtíðinni	22
6 Hugsanleg þróun varmantokunar í nýiðnaði	23
7 Hugsanleg þróun varmanotkunar við fiskrækt	24
8 Jarðhitaspá fram til 2000 í GWh/a (nýttur varmi)	25

MYNDASKRÁ

1 Hitað húsnæði, skipting milli jarðhita, raforku og oliu	10
2 Orkugjafi hitaðs húsrýmis, hlutfallsleg skipting	11
3 Húsrými á íbúa, dæmi um áætlaða þróun	13
4 Flatarmál gróðurhúsa	18
5 Jarðhitaspá fram til 2000 (nýttur varmi)	26

1 INNGANGUR

Með gerð jarðhitaspár hefur Orkuspárnefnd lokið við að gera samræmdar spár um þörf íslendinga fyrir orku til næstu aldamóta. Nýlega hafa komið út á vegum nefndarinnar efitrfarandi rit:

"Oliunotkun 1980-2000, spá", mars 1980.

"Húshitunarspá, 1980-2000, rúmmál og orkunotkun húsnæðis", des. 1980.

"Raforkuspá 1981-2000", apríl 1981.

Etlunin er að halda áfram að gefa út endurskoðaðar orkuspár, sem munu byggjast á nýjum rauntölum og endurskoðuðum forsendum, eftir því sem ástæður gefa tilefni til.

Frá þeim tíma er Hitaveita Reykjavíkur tók til starfa hefur húshitun verið mikilvægasta nýting jarðhitans og til hennar farið allt að 90% af notaðri jarðhitaorku. Húshitun er jafnframt sú tegund notkunar, sem auðveldast er að áætla langt fram í tímann, því hún mun vaxa í takt við húsnæði í landinu.

Gróðurhús og sundlaugar hafa lengi nýtt jarðhita til upphitunar. Aukning á þessu sviði er nú tiltölulega lítil og jöfn. Á síðustu árum hefur nokkuð verið rætt um gróðurhúsaræktun í stórum stíl til útflutnings, þ.e. ylræktarver. Einnig hefur áhugi vaknað fyrir jarðvegshitetun og gera má ráð fyrir nokkurri aukningu á því sviði.

Fiskrækt hefur mikið verið til umræðu á síðustu árum. Nota má jarðhitavatn til blöndunar í eldisker og tjarnir til að ná kjörhitastigi. Í dag er þessi notkun ekki mjög mikil, en ef mikil aukning verður í eldi fisks upp í sláturstærð gæti hér orðið um stórnottenda jarðhita að ræða er fram líða stundir.

Á síðustu árum hefur risið upp nokkur iðnaður, sem byggir á notkun jarðhita. Má þar tilgreina Kísiliðjuna við Mývatn og Þörungavinnsluna að Reykhólum, auk nokkurra smærri fyrirtækja, sem nota jarðhita til þurrkunar á sjávar-afla. Nýjar iðngreinar, einkum stóriðja, og fiskrækt gætu um aldamót notað álíka mikla orku úr jarðhita og húshitun, sem áætlað er að muni þá nýta 5100 GWh/a, mælt hjá notendum. Um þetta ríkir þó mikil óvissa, og er jafnvel hugsanlegt að þessi notkun verði innan við 1000 GWh/a um aldamót.

Jarðhiti til raforkuframleiðslu er ekki tilgreindur sérstaklega í þessari spá, enda var raforkuspánni ekki skipt á milli vatnsorku- og jarðvarma-stöðva. Um aldamót er þó líklegt að Krafla verði enn í notkun auk stöðva sem byggðar eru samhliða annarri notkun á jarðhita, eins og dæmi er um í Svartsengi nú.

Meðan unnið var að gerð þessarar spár varð sú breyting á Orkuspárnefnd að Gunnlaugur Jónsson fór úr nefndinni til annarra starfa á Orkustofnun, en við tók Jón Vilhjálmsson. Gunnlaugur hefur átt sæti í nefndinni frá stofnun hennar og séð um gerð allra þeirra orkuspáa sem unnar hafa verið í nefndinni. Orkuspárnefnd vill þakka Gunnlaugi samstarfið og óska hónum góðs gengis í nýja starfinu.

2 HÚSHITUN

2.1 Almennt

Í desember 1980 kom út á vegum Orkuspárnefndar skýrslan "Húshitunarspá 1980-2000". Í þeirri skýrslu voru áætluð rúmmál og orkunotkun alls húsnæðis í landinu til aldamóta og skipting orkunotkunarinnar á þrjá orkugjafa; jarðvarma, olíu og rafmagn. Það sem hér fer á eftir er úrdráttur úr þeirri skýslu.

Talið er að í árslok 1981 nemi hitað húsrými á landinu um 45,4 milljónum m³. Þar af er talið að nær 35 milljónir m³ séu hitaðir með jarðvarma eða nær 78%. Á næstu tveim árum er áætlað að taka að fullu í notkun allar hitaveitur, sem nú er talið öruggt að verði lagðar, en þær eru auk eldri veitna, hitaveita Akraness og Borgarfjarðar, Eyra (Stokkseyri og Eyrarbakki), Hellu og Hvolsvallar. Þegar þessar veitur eru komnar í gagnið er talið að rétt 80% af öllu hituðu húsrými í landinu verði hitað með jarðvarma. Mynd 1 sýnir hitað húsrými á landinu í milljónum rúmmetra eins og það er nú áætlað til aldamóta og skiptingu þess á hitagjafa. Mynd 2 sýnir sömu skiptingu hlutfallslega milli jarðhita, rafhitunar og olíu.

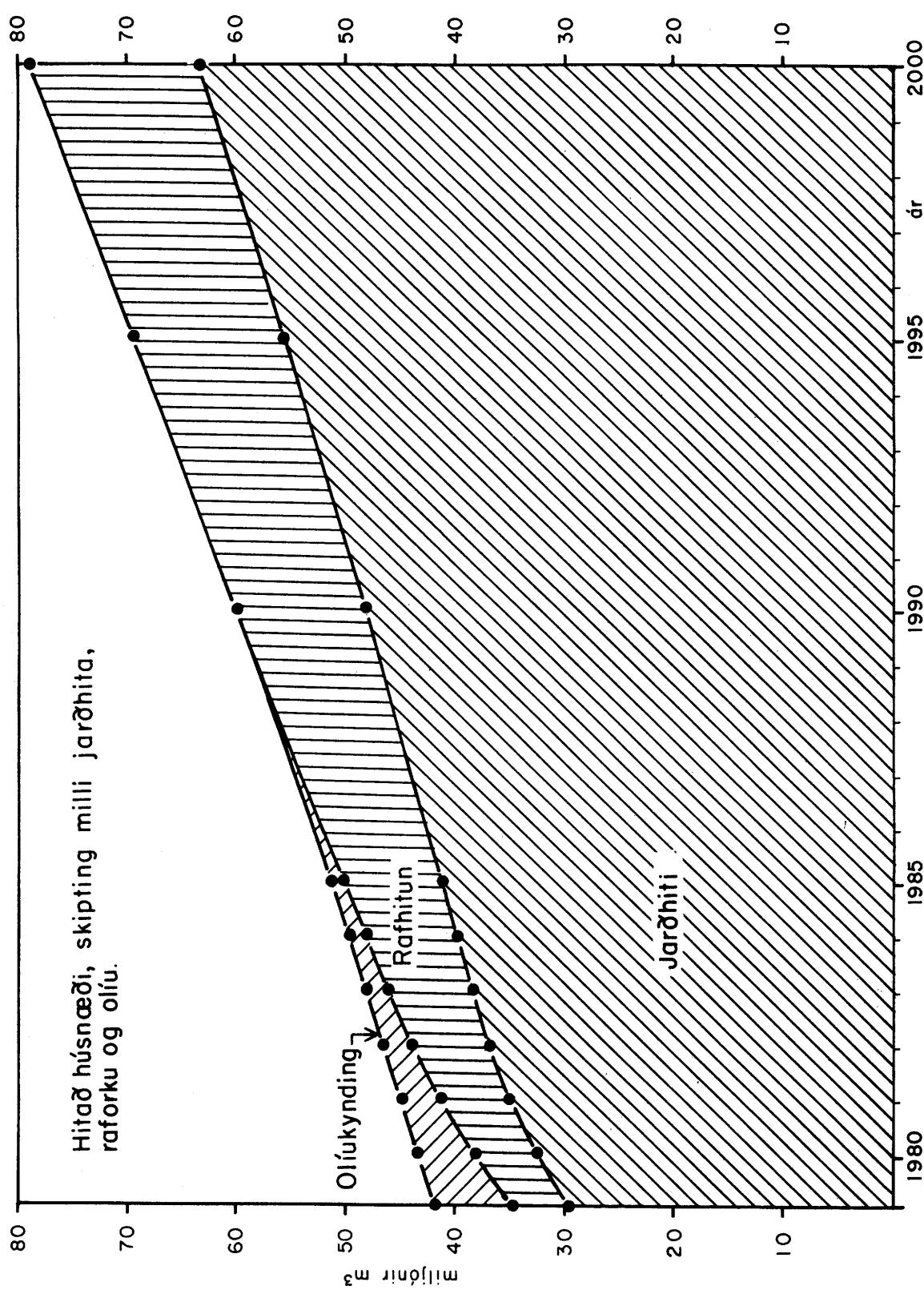
2.2 Rúmmál hitaðs húsrýmis

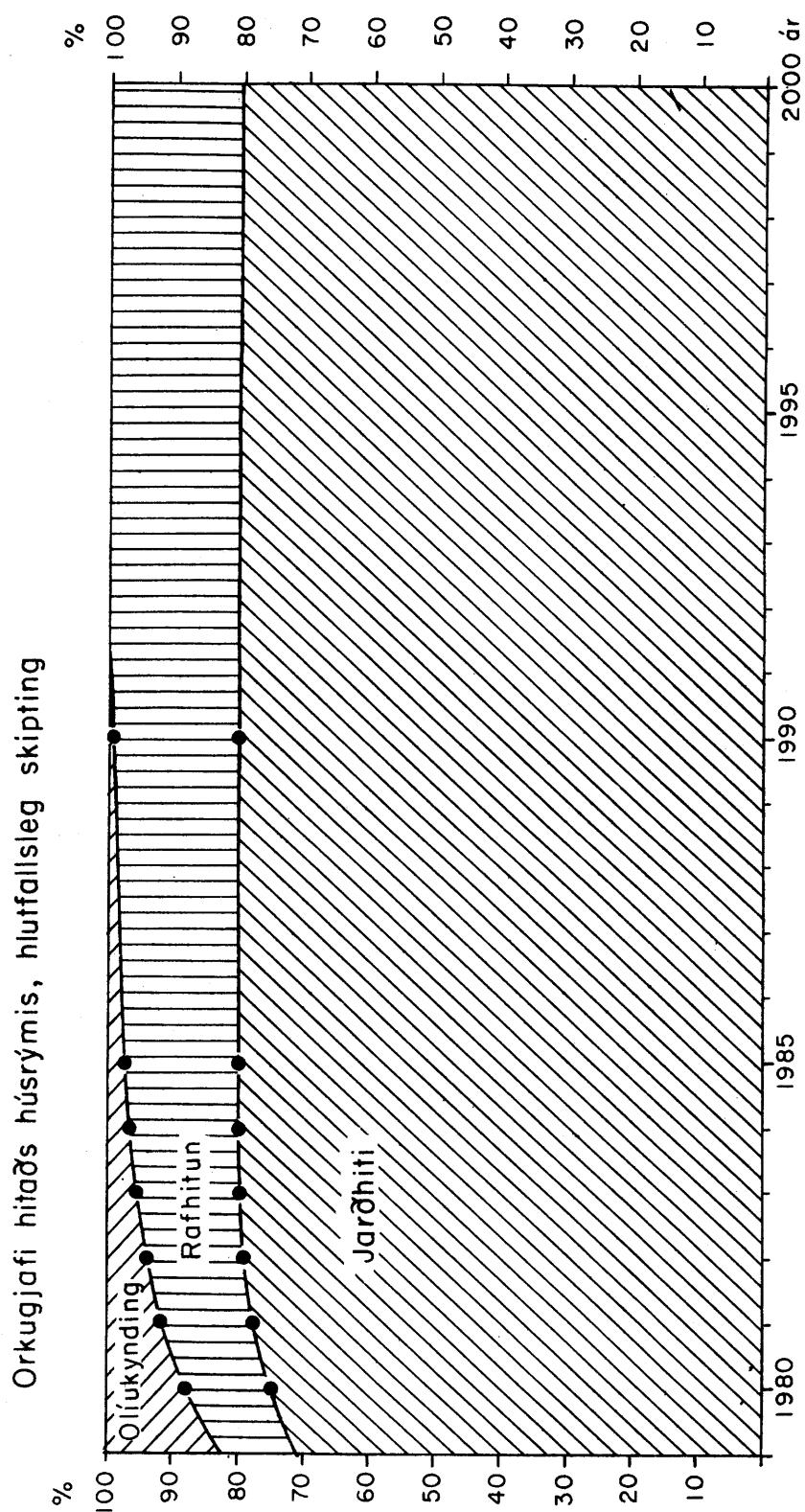
Hér verða raktar helstu forsendur fyrir spá um hitað húsrými á landinu, en nánari skýringar er að finna í áðurnefndri skýrslu um húshitun.

Reiknað er með að það séu einkum tveir þættir sem ráða stærð hitaðs húsrýmsi á hverjum stað:

1. Íbúafjöldi og breyting á honum, sem oftast kallar á aukið íbúðar- og atvinnuhúsnæði með fjölgun heimila og auknu vinnuaflí.
2. Almenn hagsáld, sem er vaxandi og kallar á stærri íbúðir, jafnframt því sem íbúum í hverri íbúð fækkar. Samfara þessu eru nú gerðar auknar kröfur til atvinnuhúsnæðis, það sé rýmra en áður og í flestum tilfellum hitað.

Við áætlun á hituðu húsrými fram í tímann er gengið út frá ákveðnum forsendum hvað þessa þætti varðar.





MYND 2

F. 20106

Orkugjafi hitaðs húsrymísl, hlutfallsleg skipting.

Notuð er íbúaspá Framkvæmdastofnunar, en samkvæmt henni nemur fólksfjölgun á landinu um 1,0% á ári til aldamóta, en þó misjafnt eftir sveitarfélögum. Þannig er t.d. almennt reiknað með meiri fólksfjölgun í péttbýli en dreifbýli, en þó er reiknað með minni fjölgun á Höfuðborgarsvæðinu en að meðaltali á landinu í heild.

Reiknað er með verulegri aukningu á húsnæði á íbúa á spátímabilinu. Er áætlað að aukning í húsrými á íbúa minnki línulega úr 2,5% árið 1980 í 1,5% árið 2000. Hitað húsrými á mann var um 196 m^3 árið 1981, en verður samkvæmt spánni orðið 248 m^3 á íbúa árið 2000. Þessi aukning á húsrými á mann er í samræmi við þá þróun sem orðið hefur í Reykjavík frá 1960 og spáð er fyrir allt landið fram til ársins 1985 í skýrslu Framkvæmdastofnunar "Íbúðaspá til ársins 1985", janúar 1977. Mynd 3 sýnir áætlaða þróun hitaðs húsrýmis á Höfuðborgarsvæðinu, þar sem hitað húsrými er tiltölulega mikið á hvern íbúa og í Skagafirði, þar sem það er lítið.

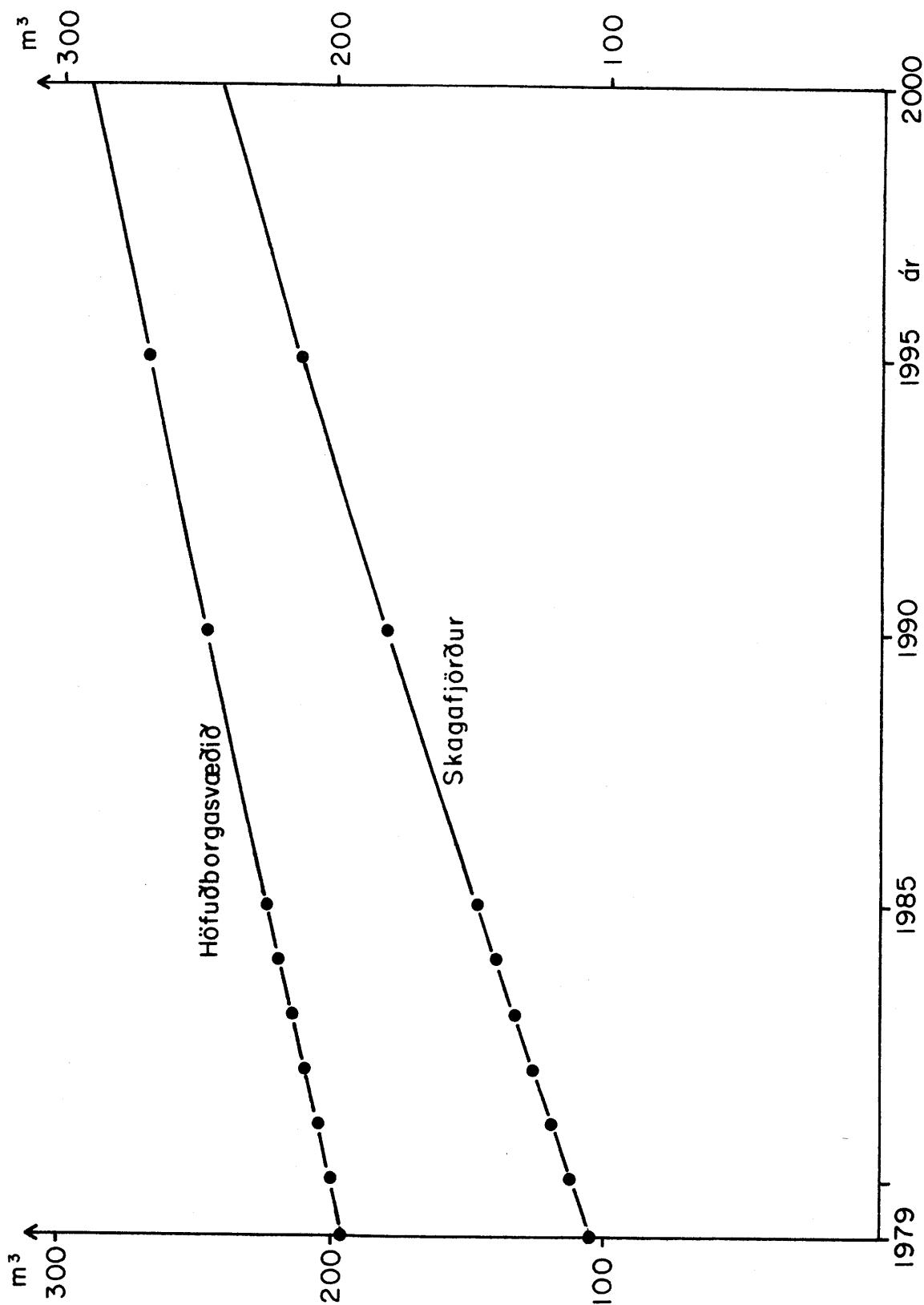
2.3 Orkunotkun hitaðs húsrýmis

Til að áætla orkunotkun til húshitunar á hverju svæði er valin sú leið að skilgreina orkuþörf á rúmmetra húsnæðis fyrir hvern hinna þriggja aðalorkugjafa, jarðhita, rafmagns og olíu. Í reynd er þessi notkun mjög mismunandi eftir tegund húsnæðis, einangrun og þeim kröfum sem gerðar eru til innihitastigs. Einnig hefur ástand hitunarkerfa og stýring þeirra mikil áhrif á orkunotkunina. Það er því mikil einföldun á flóknu dæmi að reikna með því að orkunotkun til húshitunar sé eingöngu háð orkugjafanum. En þó orkunotkun einstakra húsa sé mjög mismunandi þá er eðli málsins samkvæmt mun minni munur á meðalorkunotkun á einstökum svæðum og heilum landshlutum, enda þótt orkunotkun sé almennt meiri á rúmmetra í eldri húsum en yngri.

Orkunotkun á rúmmetra húsnæðis, sem byggt er fyrir 1981, er áætluð sem hér segir:

Húsnæði með hitaveitu	86 kWh/ári
Húsnæði með rafhitun	78 kWh/ári
Húsnæði með oliukyndingu	13 l olíu/ári

Þessar tölur þýða að til þess að hita hvern rúmmetra húsnæðis á hitaveitu-svæðum er notaður $1,7 \text{ m}^3$ af heitu vatni miðað við 40°C hitafall innan



MYND 3

F. 20339

Húsrymi á íbúa, dæmi um áætlaða þróun.

veggja hússins og að 10% af vatninu sé kranavatn með 75° nýtanlegu hitafalli. Þessar forsendur hitaveitu eiga við þar sem vatnið er 80°C heitt hjá notenda eins og almennt hjá Hitaveitu Reykjavíkur, Akureyrar og Suðurnesja. Þar sem vatnið er kaldara þarf meira af heitu vatni á rúmmetra húsnæðis en nýttur varmi, 86 kWh/ári á rúmmetra húsnæðis, er óbreyttur.

Í viðauka 1 er fjallað nokkuð um áhrif hitastigs vatns á nýtingu þess til húshitunar. Mælt er með að nota sem staðal vatn með 80°C aðrennslishita og 40°C hitafalli innan veggja hússins, og er það gert í þessari spá. Miðað er við að 10% af vatninu sé notað sem kranavatn með 75°C hitafalli, en afgangurinn til hitunar með 40°C hitafalli. Eitt tonn af vatni, sem uppfyllir þessi skilyrði, verður kallað jafngildistonn til húshitunar. Nýttur varmi úr sliku vatni er 43.500 kcal/tonn sem samsvarar 50,5 kWh á tonn. Vergur varmi miðað við 5°C umhverfishita er hins vegar 75.000 kcal/tonn (87,0 kWh/tonn) og nýtni því 58%. Í viðaukanum er sínt með töflum og línumritum hvernig nýtni og vatnsþörf breytast með hitastigi vatns afhents til húshitunar.

Í rafhituðum húsum er reiknuð orkunotkun minni en á hitaveitusvæðum, enda er raforka að jafnaði dýrarí en orka frá hitaveitum og því eðlilega gerðar meiri kröfur til einangrunar.

Olíuhitað húsrými er talið nota 13 l olíu/ári á hvern rúmmetra. Það samsvarar 130 kWh/ári miðað við orkuinnihald oliunnar. Í reynd mun nýtnin vera nær 60%, og nýtanleg orka úr 13 l er þá 78 kWh, sem er sama orka og reiknað er með fyrir rafhitun. Samkvæmt þessu jafngildir hver lítri af olíu 6 kWh af rafmagni til hitunar húsa.

Í nýrri byggingarreglugerð er gert ráð fyrir aukinni einangrun húsa til að spara orku. Í þessari spá er reiknað með því að þessi nýja reglugerð leiði af sér 15% minnkun í orkubörf hitaðs húsnæðis og að áhrifa hennar gæti á öllu húsnæði sem tekið er í notkun árið 1981 og síðar. Orkunotkun breytist þá sem hér segir á hvern rúmmetra húsnæðis.

Hitaveitusvæði	73,1 kWh/ári	(var 86 kWh/ári)
Rafhitun	66,3 kWh/ári	(var 78 kWh/ári)

Ekki er reiknað með því að hús byggð eftir 1981 verði oliukynt.

2.4 Skipting húsrýmis á orkugjafa

Gengið er út frá því að í náinni framtíð verði eingöngu notaðir innlendir orkugjafar til húshitunar. Nefndin hefur því frá öndverðu skipt landinu í svokölluð jarðhitasvæði og rafhitunarsvæði. Í reynd hefur þessi skipting verið framkvæmd þannig að allir þéttbýlisstaðir, þar sem líkur eru á að finnist nýtanlegt heitt vatn, hafa verið taldir til jarðhitasvæða en aðrir til rafhitunarsvæða. Í dreifbýli hefur síðan verið áætluð hlutfallsleg skipting milli hitaveitna og rafmagns í hverri sýslu. (Sjá "Húshitunarspá 1980-2000", des. 1980). Þessi skipting er í stöðugri endurskoðun en ekki eru taldar líkur á verulegum breytingum og skiptingin er þannig nú að 80% af húsnæði landsins er á hitaveitusvæðum en 20% á rafhitunarsvæðum.

Í reynd eru flest hitaveitusvæði sem spáin nær til með blöndu af rafhitun og hitaveitu vegna sögulegrar þróunar enda þótt hlutur rafhitunar sé í flestum tilfellum mjög lítill eða um 2% á gamalgrónum hitaveitusvæðum eins og Höfuðborgarsvæðinu og Húsavík. Annars staðar, svo sem á Suðurnesjum, Akureyri og Vestmannaeyjum, er hlutur rafmagns áætlaður meiri, eða 6, 10 og 15%, enda eru innan þessara svæða hverfi og dreifbýli sem áætlað er að verði rafhituð til frambúðar.

Auk þess að áætla skiptingu hvers svæðis milli jarðhita og rafhitunar þá er nauðsynlegt að meta þróun hitunar á hverju svæði, þ.e. hversu langan tíma það tekur að koma á hitaveitum og rafhitun í stað olíu. Eftir að framkvæmdir eru hafnar við hitaveitu hefur breytingin frá oliunotkun gengið hratt yfir, eða á 2-5 árum. Þar sem minni bæjarfélög fá hitaveitu er í þessari spá reiknað með að allt húsnæði sé tengt við hana á 3 árum, þannig að á fyrsta ári hafi 20% húsrýmisins fengið hitaveitu, á öðru ári 80% og á þriðja ári 100%. Stærri og flóknari hitaveituframkvæmdir taka lengri tíma.

Í þessari áætlun um orkupörf til húshitunar er reiknað með því að allt húsrými til sveita sem áætlað er að fái hitaveitu verði búið að fá hana árið 1986. Til þess að svo megi verða þá þarf nýting jarðvarma til hitunar að vera vel á veg komin nú þegar á viðkomandi svæði. Til hitaveitusvæða í dreyfbýli er því í þessari spá einungis tekin þau svæði, sem þegar eru með nokkrar nytjar af jarðvarma, enda verður að telja eðlilegt að nýta raforku til hitunar þar sem ekki er fyrirsjáanlegt að jarðvarmi verði nýttur fyrir 1986.

TAFLA 1

Jarðvarmaorka til húshitunar.

Ár	Nýttur varmi GWh/a	Oliuígildi *		Verg varmanotkun miðað við 5°C ** GWh/a
		GWh/a	Þús.tonn/a	
1980	2810	4310	356	4840
1985	3500	5370	444	6030
1990	4020	6170	510	6930
1995	4570	7010	579	7870
2000	5130	7880	651	8850

* Reiknað er með að jarðvarmaorka jafngildistonns vatns samsvari 7,65 l af olíu að orkuinnihaldi 77,6 kWh (sjá viðauka I).

** Notuð er nýtni jafngildistonns 0,58 til að breyta milli notaðs varma og vergrar varmanotkunar.

Tafla 1 sýnir glöggjt mikilvægi hitaveitna í orkumálum landsins. Þar kemur fram að nýttur jarðvarmi til húshitunar var árið 1980 2810 GWh, en sala raforkukerfisins það ár var um 2830 GWh, eða nálega jafn mikil. Það kemur einnig fram að ígildi þessa jarðarma í olíu nam 356.000 tonnum, og árið 2000 er oliuígildið áætlað 651.000 tönn, sem er verulega meira en áætlaður innflutningur á olíu það ár.

3 YLRÆKT

Fyrsta gróðurhús á landinu var byggt 1924, og síðan hefur ylrækt verið ört vaxandi búgrein hér á landi. Nokkur undanfarin ár hafa verið gerðar tilraunir með að örva vöxt á útiræktuðu grænmeti með því að hita jarðveginn með jarðvarma, svonefnd jarðvegshitun.

3.1 Gróðurhús

Eftir að fyrsta gróðurhúsið var byggt hér á landi hefur gróðurhúsaræktun fyrir innanlandsmarkað vaxið mikið, einkum eftir að Garðyrkjuskóli ríkisins tók til starfa árið 1939. Á mynd 4 er sýnt hvernig flatarmál allra gróðurhúsa á landinu hefur breyst, frá 1924 og jafnframt hugsanleg aukning til aldamóta. Í hugsanlegri aukningu til aldamóta eru ekki meðtalín stór ylrætarver sem byggja á útflutningi, en einungis reiknað með áframhaldi á þeirri þróun, sem nú á sér stað í gróðurhúsaræktun.

Aflþörf gróðurhúsa er áætluð $0,3 \text{ kW/m}^2$. Nýtingartíminn er um 4.500 stundir, en það samsvarar orkupörfinni 1350 kWh/m^2 á ári. Miðað við núverandi og áætlað flatarmál gróðurhúsa á landinu til aldamóta verður orkunotkunin eins og sýnt er í töflu 2.

TAFLA 2

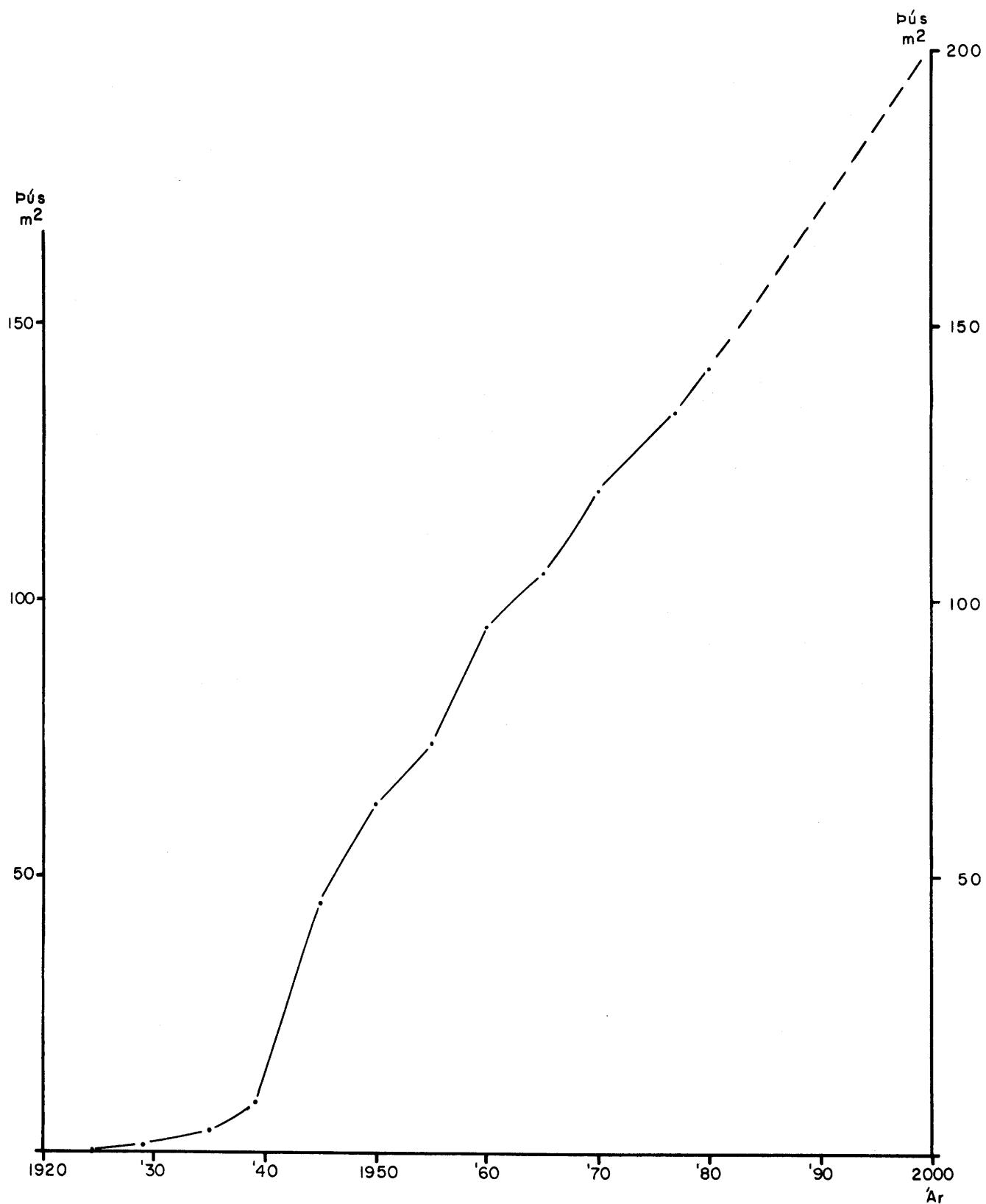
Jarðvarmaorka til gróðurhúsa.

Ár	Nýttur varmi GWh/a	Oliuígildi* GWh/a	Oliuígildi* Þús.tonn/a	Verg varmanotkun miðað við 5°C ** GWh/a
1980	192	240	20	360
1985	210	260	22	400
1990	230	290	24	430
1995	250	310	26	470
2000	270	340	28	510

*Miðað við 80% nýtni á olíu.

**Nýttur varmi er margfaldaður með $75^\circ\text{C}/40^\circ\text{C}$. Miðað er við 80°C heitt jafngildistonn og 40°C hitafall í gróðurhúsi.

[I-] VOD-OB-953-GJ
81. II. 1419.'OD



MYND 4

Flatarmál gróðurhúsa.

3.2 Ylræktarver

Ylræktarver, þ.e. gróðurhúsaræktun í stórum stíl til útflutnings hefur verið nokkuð til umræðu undanfarin ár. Til marks um stærð slíkra vera má taka ylræktarver, sem ráðgert var að reisa í Reykjavík. Stærð þess var áætluð 3,68 hektarar (36.800 m^2) og áætluð vatnsnotkun $540 \text{ m}^3/\text{klst}$ af 86°C heitu vatni, með 4.500 stunda nýtingu á ári og 20°C hitafalli. Miðað við þessar forsendur er orkunotkunin 56 GWh á ári.

Ef miðað er við þær forsendur sem áður voru notaðar fyrir gróðurhús, að aflþörfin sé $0,3 \text{ kW/m}^2$ og nýtingartíminn 4500 stundir þá er orkupörf sliks ylræktarvers um 50 GWh á ári í nýtanlegum varma, og um 90 GWh í vergri varmanotkun ef gert er ráð fyrir 40°C hitafalli. Mikil óvissa ríkir um hagkvæmni sliks iðjuvers, en í þessari spá er tekinn með sá möguleiki að eitt slikt iðjuver rísi á tímabilinu og er þá miðað við árið 1990.

3.3 Jarðvegshítun

Nokkur undanfarin ár hefur Orkustofnun fengist við athuganir á, og tilraunir með, jarðvegshítun. Jarðvegshítun er fólgin í því að leiða heitt vatn um pipur, sem eru plægðar niður á um $0,5 \text{ m}$ dýpi. Með þessari aðferð má hita jarðveginn verulega, sem aftur leiðir til mun meiri og árvissari uppskeru á grænmeti utan húss. Kostir jarðvegshítunar umfram gróðurhús eru einkum mun lægri stofnkostnaður og orkupörf. Stofnkostnaður á flatareiningu við jarðvegshítun er aðeins brot af kostnaði við gróðurhús og orkupörfin er aðeins um fjórðungur af orkupörf gróðurhúsa. Hvorttveggja leiðir þetta til mun lægri rekstrarkosnaðar.

Jarðvegshítun er enn sjaldgæf, en talið er að flatarmál hitaðs jarðvegs sé nú um einn tíundi hluti þess sem nú er undir gleri eða um 14.000 m^2 . Ef þær vonir sem bundnar eru við jarðvegshítun rætast er talið líklegt að um aldamót verði flatarmálið orðið 200.000 m^2 eða álíka mikið og áætlað flatarmál gróðurhúsa þá. Tafla 3 sýnir áætlaða þróun varmanotkunar til jarðvegshítunar.

TAFLA 3

Jarðvarmanotkun til jarðvegshítunar.

Ár	Nýttur varmi GWh/a	Oliuígildi* GWh/a	Pús.tonn/a	Verg varmanotkun miðað við 5°C** GWh/a
1980	5	6	0,5	9
1985	10	12	1	20
1990	20	24	2	40
1995	40	48	4	70
2000	70	85	7	130

*Miðað við 80% nýtni á oliunni.

**Nýttur varmi margfaldaður með 75°C/40°C.

4 IÐNAÐUR

4.1 Núverandi iðnaður

Núverandi iðnaður sem nýtir jarðhita er fremur takmarkaður. Elsti og jafnframt stærsti notandinn er Kísiliðjan við Mývatn, sem notar um 170.000 tonn af gufu árlega, en það svarar til 130 GWh/a í nýtanlegum varma (sjá viðauka II, orkuinnihald jarðgufu). Þörungaverksmiðjan að Reykhólum hefur um nokkurt skeið nýtt heitt vatn til þurrkunar á þangi og sjávarafla. Notkun verksmiðjunnar svarar til um 25 GWh/a af nýtanlegri orku. Viða annarsstaðar t.d. að Laugum í Suður-Pingeyjasýslu, er jarðhiti nú nýttur í smáum stíl til að þurrka sjávarafla. Að öllu samanlöögðu er líklegt að núverandi iðnaður nýti um 200 GWh/a jarðvarma til þurrkunar. Í framtíðinni má hugsa sér að veruleg aukning verði á notkun jarðvarma í hefðbundnum iðnaði til dæmis við fiskimjölsvinnslu, niðursuðu, sútun o.fl.

Tafla 4 sýnir hugsanlega þróun þessarar notkunar í hefðbundnum iðnaði að viðbættri núverandi notkun, miðað við 4% árlega aukningu.

TAFLA 4

Jarðvarmanotkun í hefðbundnum iðnaði.

Ár	Nýttur varmi GWh/a	Olíuigildi*		Verg varmantokun**
		GWh/a	Þús.tonn/a	
1980	200	250	21	270
1985	250	310	26	340
1990	300	375	31	400
1995	360	450	38	480
2000	450	560	47	600

*Miðað við 80% nýtni í katli.

**Miðað við að gufa sé 2/3 notkunar með 85% nýtni og heitt vatn 1/3 notkunar með 40°C/75°C nýtni.

4.2 Nýiðnaður

Varmi er mikið notaður í ýmsum efnaiðnaði og er stundum verulegur kostnaðarþáttur. Ef mögulegt er að nota varmann úr háhitasvæðunum beint í iðnaði fæst mun betri nýtni á orkunni heldur en ef varminn er notaður til raforkuframleiðslu. Það hefur því lengi verið rannsakað hér á landi hvaða iðnaður kæmi helst til greina, sem notandi jarðvarmaorku. Í því sambandi hafa meðal annars verið nefndir þeir möguleikar sem sýndir eru í töflu 5.

TAFLA 5

Hugsanleg ný not af jarðhita í iðnaði í framtíðinni.

Framleiðsla	Framleiðslumagn tonn/ári	Jarðhitanotkun	Verg varma- orka miðað við 5 °C GWh/a
Saltvinnsla	60.000	$3 \cdot 10^6$ tonn/ári *) jarðsjór 90 tonn/klst. gufa	1000 570
Trjákvoða	165.000	33 " "	200**)
Pappír úr trjákv.	150.000	57 " "	340**)
Súrál	600.000	280 " "	1700**)
Magnesíum	25.000	350***) " "	2100**)
Þungt vatn	400	600 " "	3600**)
Sykur	10.000	20 " "	130**)

*) 280 °C heitur jarðsjór

**) Miðað við 8000 nýtingartíma á ári

***) Af þessum 350 tonnum/klst eru 150 tonn/klst notuð til framleiðslu á salti.

Nefna mætti aðra möguleika en það verður ekki gert hér.

Mjög mikil óvissa ríkir um þróun nýiðnaðar fram til aldamóta. Um aldamót gæti notkunin verið allt frá því innan við 1000 GWh/a og upp í 6000 GWh/a í vergri varmanotkun. (6000 GWh/a gætu fengist t.d. með að nýta alla möguleika í töflu 5 nema framleiðslu þungs vatns). Tafla 6 sýnir hugsanlega þróun þessarar notkunar miðað við efri mörkin.

TAFLA 6

Hugsanleg þróun varmanotkunar í nýiðnaði.

Ár	Nýttur varmi GWh/a	Olíuígildi*)		Verg **) varmantokun GWh/a
		GWh/a	þús.tonn/a	
1980	0	0	0	0
1985	420	530	43,	500
1990	1100	1400	110	1300
1995	2500	3200	260	3000
2000	5100	6400	520	6000

*) Miðað við 80% nýtni í katli.

**) Miðað við 85% nýtni.

5 FISKRÆKT

Núverandi eldisstöðvar nýta fremur lítinn jarðvarma. Á árinu 1980 nýttu 9 eldisstöðvar jarðvarma og var orkunotkun þeirra áætluð um 30 GWh/a. Nokkuð er gert af því að ala fisk upp í sláturstærð og þá aðallega með hafbeit, en lítið er um að það sé gert í kerjum upp á landi. Kosturinn við að nota ker er sá að þá má stjórna ýmsum umhverfispáttum eins og t.d. vatnshita þannig að vöxtur fisksins verði sem hraðastur. Einnig má nýta innlent hráefni til fóðurs. Vatnsnotkun við striðeldi er mikil, en hún er m.a. háð stærð fisks, þéttleika í kerjum og hitastigi vatnsins. Miðað við fullvaxinn fisk (2,5-3,0 kg) er vatnsnotkunin 0,2 l/mín á kg fisks við 10 °C vatnshita. Ef gert er ráð fyrir að 150.000 kg fisks séu í lokaeldi í einu þá verður mesta vatnsnotkunin 1800 tonn/klst. Miðað við 5 °C hitafall og 5000 nýtingartíma verður nýttur varmi um 50 GWh/a.

Erfitt er að spá fyrir um hver þróunin verður á næstu árum, en hér verður gert ráð fyrir að efri mörk varmanotkunar séu 800 GWh/a um aldamót.

Tafla 7 sýnir efri mörk hugsanlega þróun þessarar notkunar fram til aldamóta.

TAFLA 7

Hugsanleg þróun varmanotkunar við fiskrækt.

Ár	Nýttur varmi GWh/a	Oliugildi*)	
		GWh/a	Pús.tonn/a
1980	30	38	3
1985	100	125	10
1990	200	250	21
1995	400	500	41
2000	800	1000	83

*) Miðað við 80% nýtni í katli.

6 NIÐURSTÖÐUR

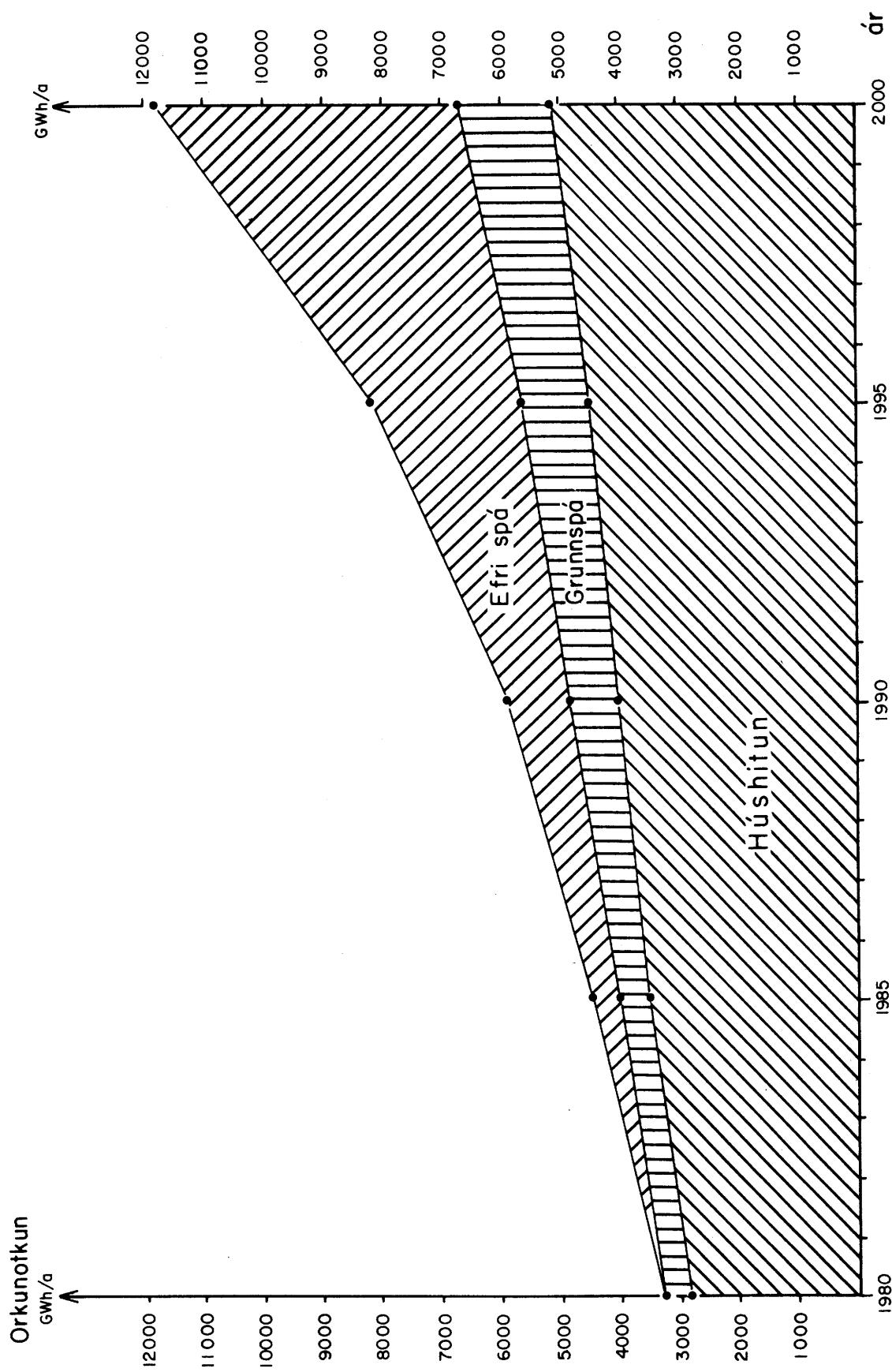
í töflu 8 er sýnd jarðhitaspáin fyrir alla notkunarflokkum.

TAFLA 8

Jarðhitaspá fram til 2000 í GWh/a (Nýttur varmi).

	1980	1985	1990	1995	2000
Húshitun	2810	3500	4020	4570	5130
Gróðurhús og jarðvegsh.	197	220	250	290	340
Hefðbundinn iðnaður	200	250	300	360	450
Nýiðnaður	0	420	1100	2500	5100
Fiskrækt	30	100	200	400	800
Ylrækt	0	0	50	50	50
Samtals	3237	4492	5870	8119	11818
Grunnspá	3237	4000	4800	5600	6700

Grunnspáin miðar við það tilvik að lítil uppbygging verði í nýiðnaði og fiskrækt. Í töflu 8 sést að húshitun er lang stærsti notandi jarðvarma í grunnspánni, en aftur á móti í efri spánni er iðnaður álíka stór notandi jarðvarma um aldamót. Jarðhitaspáin er sýnd á mynd 5.



MYND 5

Jarðhitaspá fram til 2000 (nýttur varmi).

RITASKRÁ

Orkuspárnefnd 1980: Húshitunarspá 1980-2000. Rúmmál og orkunotkun húsnæðis.

Orkustofnun 1980: Orkumál nr. 31-32.

Húsavíkurkaupstaður 1980: Valkostakönnun Trávinnslu Ónaður á Húsavík.

Saltvinnslunefnd Iðnaðarráðuneytisins 1981: Sjóefanvinnsla á Reykjanesi.
Iðnaðarráðuneytið nr. 81-6, mars 1981.

Iðntæknistofnun 1981: Magnesiumframleiðsla, forsenduathugun.
Iðnaðarráðuneytið nr. 81-7, apríl 1981.

Alþingi 1981: Frumvarp til laga um raforkuver. 103. löggjafarþing 1980-81.

Alþingi 1981: Tillaga til þingsályktunar um virkjunarframkvæmdir og
orkunýtingu. 104. löggjafarþing 1981.

Rannsóknarráð ríkisins 1970: Preliminary study of Heavy Water Production with Geothermal Steam. Reykjavík, nóvember 1970.

VIÐAUKI I

Nýting á heitu vatni til húshitunar.

Mynd V.I - 1 gefur einfalda mynd af því hvernig heitt vatn nýtist eftir hitastigi. Ef vatn er nægjanlegt og hitastig þess hátt (yfir 80°C), þá er reiknað með venjulegum ofnkerfum, sem nýta hita vatnsins niður í 40°C. Ef hitastig vatnsins er lægra en 80°C og hugsanlega takmarkað, þá er reiknað með yfirstærðum á ofnum. Ofnarnir verða að vera þeim mun stærri, sem hiti vatnsins er lægri. Reiknað er með að frárennslishitinn lækki með lækkandi aðrennslishita, og stefni á 35°C við 50°C aðrennslis-hita. Ekki er reiknað með að vatn sem er kaldara en 50°C sé nothæft til hitunar, enda þyrfти rennsli þess að vera mjög mikið og hitastigið væri of lágt til uppbvotta.

Mynd V.I - 2 sýnir hvernig nýtni vatnsins breytist eftir hitastigi miðað við 5°C umhverfishita. Reiknað er með því að kranavatnsnotkun samsvari 10% af allri notkun við 80°C og sé samsvarandi meiri við lægra hitastig miðað við blöndun með 5°C heitu vatni. Ef hitastig er hærra en 80°C þá er reiknað með því að því sé blandað saman við 40°C heitt frárennslí og þannig nýtist varmi umfram 80°C án varmataps með frárennslí.

Mynd V.I - 3 sýnir hvað nytsemi vatns er mismunandi eftir hitastigi. Sé miðað við 1 tonn af 80°C heitu vatni, þá jafngildir það 1,25 tonnum af 70° heitu vatni, 2,57 tonnum af 50°C heitu vatni, en aðeins 0,50 tonnum af 120°C heitu vatni. Við samanburð á nytsemi er reiknað með eftirfarandi jöfnu ef hitastig, $\geq 80^{\circ}\text{C}$.

$$x = \frac{40^{\circ}\text{C} \text{ tonn}}{T-40^{\circ}\text{C}}$$

X er sé tonnafjöldi af vatni við hitastigið T sem þarf til að blanda eitt tonn af 80°C heitu vatni með 40°C heitu frárennslí. Sé hitastigið lægra en 80°C þá er reiknað með að frárennslishitastigið lækki um einn sjötta úr gráðu við hverja gráðu sem aðrennslíð kólnar um, og stefni á 35°C við 50°C aðrennslishita. Reiknað er með að 10% af 80°C heitu vatni sé kranavatn. Fyrir vatn með lægra hitastig en 80°C er jafngildi 80°C heits vatns í tonnum táknað með X og fundið með eftirfarandi jöfnu:

$$((T-40^{\circ}\text{C}) + 1/6(80^{\circ}\text{C}-T)) (X-Y) = (80^{\circ}\text{C}-40^{\circ}\text{C}) \cdot 0,9 \text{ tonn}$$

$$Y \text{ táknað kranavatn; } Y = \frac{0,1t(80^{\circ}\text{C}-5^{\circ}\text{C})}{T-5^{\circ}\text{C}}$$

$$\text{einfaldað } x = \frac{36^{\circ}\text{C}}{5/6T-26,67^{\circ}\text{C}} + \frac{7,5^{\circ}\text{C}}{T-5^{\circ}\text{C}} \text{ tonn}$$

Tafla 1 sýnir niðurstöður af reikningum fyrir 50° til 120° heitt vatn.

TAFLA 1

Hitastig °C	Nýtni miðað við 5°C	Fjöldi tonna í 80°C jafngildis tonni
50	0,377	2,567
55	0,429	2,028
60	0,471	1,679
65	0,505	1,434
70	0,535	1,252
75	0,559	1,112
80	0,580	1,000
85	0,612	0,889
90	0,640	0,800
95	0,665	0,727
100	0,687	0,667
110	0,725	0,571
120	0,757	0,500



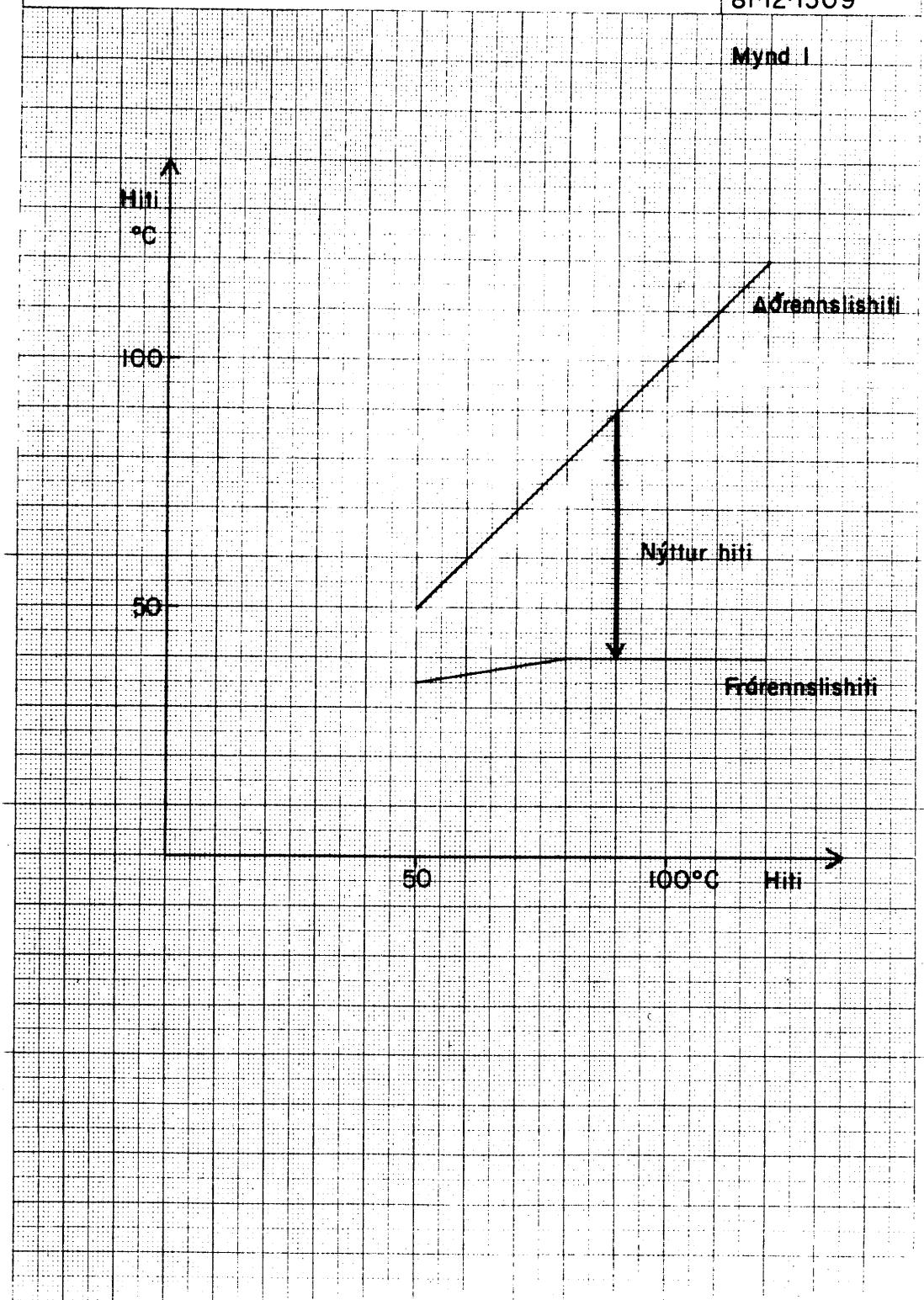
ORKUSTOFNUN

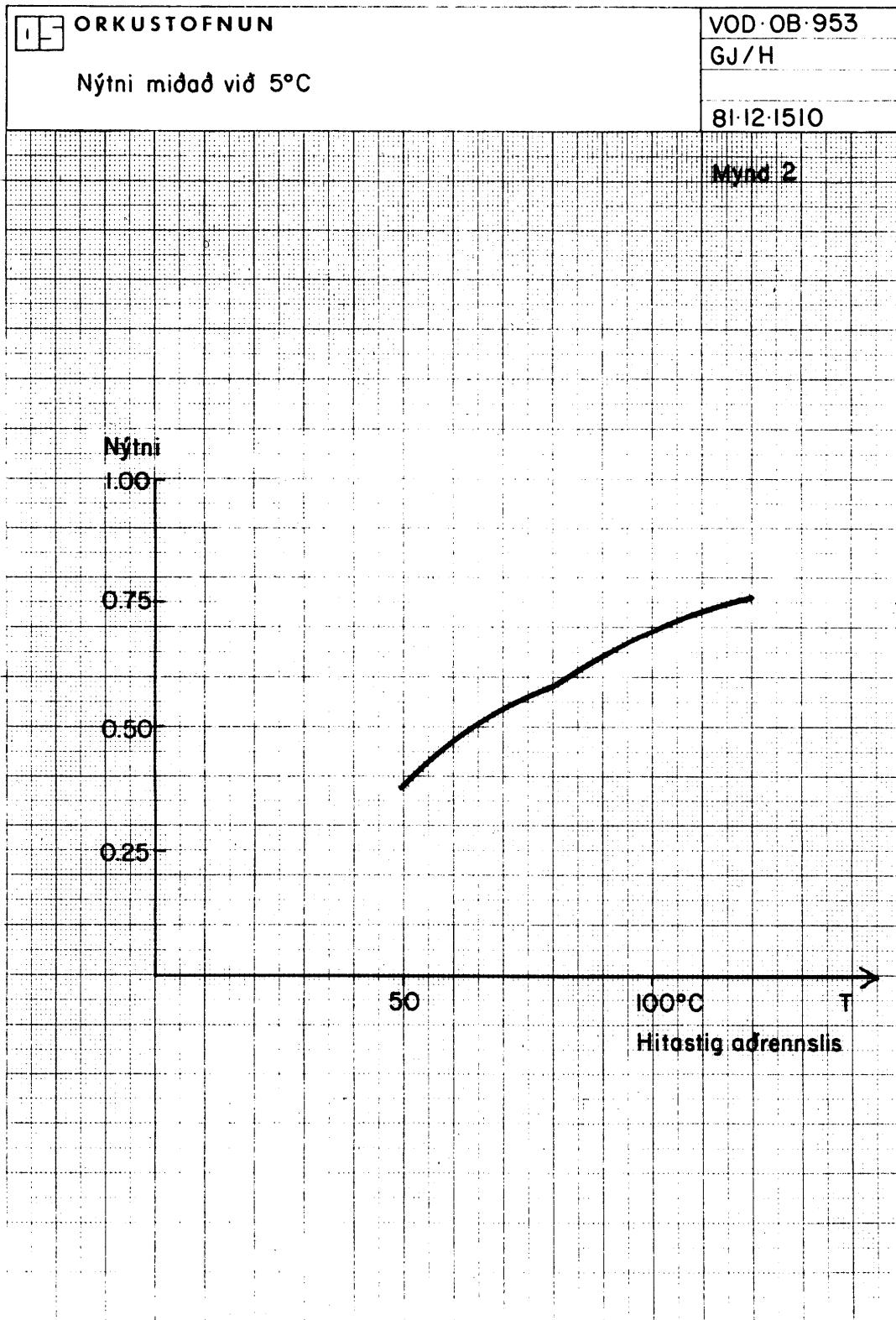
VOD·OB·953
GJ/H

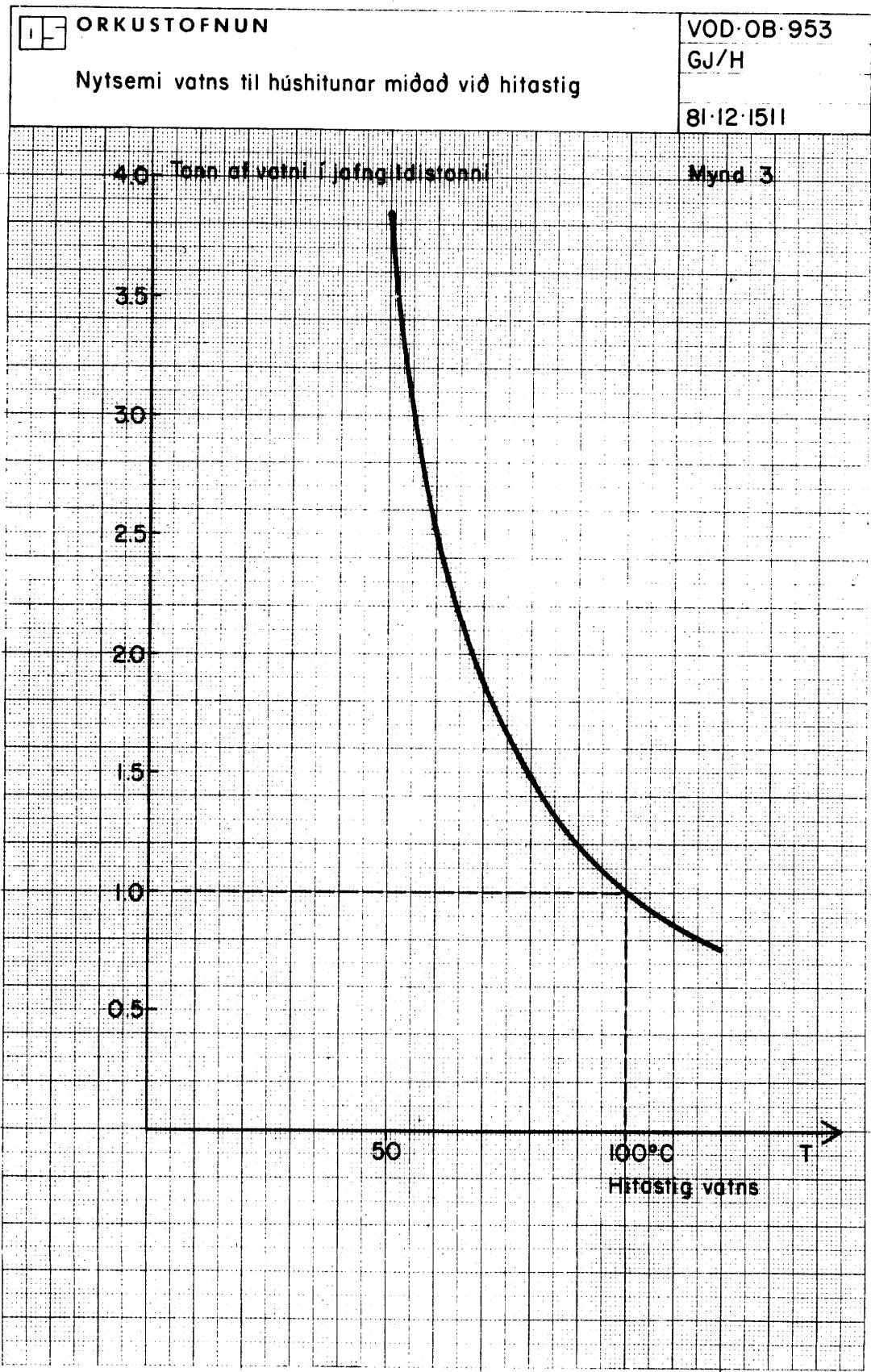
Nýting á hitaveituvatni til húshitunar

81·12·1509

Mynd 1







VIÐAUÐI II

Orkuinnihald jarðgufu

Miðað er við mettaða gufu með 6 bar þrýstingi. Gufan er við 159°C hita og inniheldur 653 kcal/kg varma miðað við 5°C. Ef reiknað er með að allur þéttivarminn nýtist og að affallsvatnið sé 100°C heitt, þá nýtast 558 kcal/kg af varmaorku, en það samsvarar 85,5% nýtni miðað við 5°C umhverfis hita. Nýtanleg orka í hverju tonni miðað við 558 kcal/kg er 648 kWh.