



ORKUSTOFNUN
Raforkudeild

L.S.G.

ORKUSPARNAÐUR Í HITUN HÚSA Áfangaskýrsla 1

Vinnuhópur um orkusparnað
í hitun húsa skipaður af
orkumálastjóra í febrúar 1979

OS79030/ROD10

Reykjavík, júlí 1979



ORKUSTOFNUN
Raforkudeild

ORKUSPARNAÐUR Í HITUN HÚSA Áfangaskýrsla 1

Vinnuhópur um orkusparnað í hitun húsa:

Guðmundur Gunnarsson, Húsnæðismálastofnun ríkisins

Guðmundur Halldórsson, Félag ráðgjafarverkfræðinga

Jón Ingimarsson, Orkustofnun

Jón Sigurjónsson, Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins

Ritari vinnuhópsins er Ólafur Pálsson, Orkustofnun.

Finnbogi Jónsson, Iðnaðarráðuneytinu, og Þorsteinn Einarsson, Orkustofnun, hafa einnig tekið þátt í störfum hópsins.

OS79030/ROD10

Reykjavík, júlí 1979

EFNISYFIRLIT

	Bls.
SKRÁ YFIR TÖFLUR	5
SKRÁ YFIR MYNDIR	5
SKRÁ YFIR VIÐAUKA	5
ÁGRIP	7
1 INNGANGUR	9
2 ORKUNOTKUN OG ORKUKOSTNAÐUR VIÐ HITUN HÚSA	13
3 TÆKNILEGAR AÐGERÐIR TIL BÆTTRAR ORKUNÝTINGAR Í HITUN HÚSA	17
3.1 Almennt	17
3.2 Þéttingar	18
3.2.1 Almennt	18
3.2.2 Staðbundið varmatap/loftskipti	18
3.2.3 Ódýrar aðferðir til útbóta	19
3.2.4 Rannsóknir	20
3.3 Gluggar	20
3.4 Einangrun gólfa, veggja og þaka	21
3.4.1 Þök	23
3.4.2 Gólf	24
3.4.3 Veggir	25
3.5 Val á hitakerfum með tilliti til orkusparnaðar	25
3.5.1 Ofnakerfi	25
3.5.2 Geislahitunarkerfi	26
3.5.3 Lofthitunarkerfi	27
3.5.4 Rafhitunarkerfi	27
3.6 Kynditæki	28
3.7 Stjórnun hita- og loftræstikerfa	29
3.7.1 Gerð stjórnkerfa	30
3.7.2 Stýring geislahitunarkerfa	34
3.7.3 Stýring lofthitunarkerfa	34
3.7.4 Stýring rafhitunarkerfa	35
3.7.5 Lokaorð og ábendingar	35
3.8 Leiðir til að bæta orkunýtingu og spara orku með litlum tilkostnaði	37

	Bls.
3.8.1 Innihitastig	37
3.8.2 Loftræsting	38
3.8.3 Opnanleg gluggafög	38
3.8.4 Innanhúsarkitektúr	38
3.8.5 Ofnar	38
3.8.6 Heitt neysluvatn	39
3.8.7 Olíukynditæki	39
3.9 Hagkvæmni orkusparandi aðgerða	39
3.9.1 Almennnt	39
3.9.2 Þróun olíuverðs	41
3.9.3 Dæmi	43
4 STJÓRNUNARLEGAR AÐGERÐIR TIL BÆTTRAR ORKUNÝTINGAR	47
4.1 Orkusparandi aðgerðir tengdar húsnæði í eigu ríkis sveitarfélaga	47
4.2 Hvetjandi aðgerðir	48
4.3 Þvingandi aðgerðir	49
4.4 Aðstoð við húseigendur	50
4.5 Fræðslustarfsemi og áróður	53
5 FJÁRMÖGNUN	55
5.1 Lánakerfi	55
5.2 Skattakerfi	56
5.3 Tillögur	56
6 FRAMHALD VERKEFNIS	59
7 NIÐURSTÖÐUR	63
VIÐAUKI A	67
VIÐAUKI B	73

TÖFLUR

	Bls.
1 Orkuverð orkuveitna til hitunar húsa	14
2 Áætlaður kostnaður við hitun húsa	15
3 Skipting íbúðarhúsnæðis eftir byggingarári	16
4 Kröfur til k-gilda byggingarhluta skv. BR79	21
5 Kröfur um varmaeinangrun bygginga, 1945-1979	23
6 Mögulegur orkusparnaður með stjórnvæddu kerfi	37
7 Árlegur orku- og olíusparnaður ásamt stofnkostnaði fyrir nokkra valkosti glerjunar	44
8 Endurborgunartími fyrir nokkra valkosti glerjunar	45

MYNDIR

1 Skipting vergrar orkunotkunar á Íslandi árið 1977	13
2 Orkutap einbýlishúss	17
3 Nokkrar gerðir þéttlista	19
4 Nútíma olíukynditæki	29
5 Tvístöðustýrt ofnkerfi	31
6 Hlutfallsstöðustýrt ofnkerfi	32
7 Kjörhiti í herbergjum	33
8 Hlutfallsstöðustýrt geislahitunarkerfi	34
9 Þróun gasolíuverðs til neytenda	42

VIÐAUKAR

A Listi yfir ábendingar	67
B Hagkvæmni mismunandi einangrunar við ólík glerhlutföll	73

ÁGRIP

Skýrslan er fyrsta áfangaskýrsla um orkusparnað í hitun húsa. Fjallað er um leiðir til bættrar orkunýtingar og orkusparnaðar. Heildarkostnaður við hitun á húsnaði landsmanna árið 1979 er áætlaður 24 milljarðar króna miðað við verðlag í júní 1979 og hrein orkunotkun áætluð um 3500 GWh.

Aðgerðum til bættrar orkunýtingar má skipta í tvennt:

- 1) Tæknilegar
- 2) Stjórnunarlegar

Í tæknilegum aðgerðum felst m.a.: Minnkun loftskipta; tvöföldun eða þreföldun glers; minnkun glugga; aukin einangrun (einkum þaka); hreinsun og stillingu olíukynditækja; bætt stýring hitakerfa og lakkun innihita.

Lagt er til að fyrstu aðgerðir á því sviði verði fræðslu- og áróðurs-herferð um tæknilegar aðgerðir til bættrar orkunýtingar, einkum á svæðum með olíukyndingu. Í byrjun verði bent á leiðir til að spara orku með litlum tilkostnaði, svo sem lakkun innihita, þéttiaðgerðir og hreinsun og stillingu olíukynditækja. Í framhaldi af því verði lögð áhersla á aukna einangrun, ísetningu tvöfalda eða þrefalda glers í stað einfalda, uppsetningu sjálfvirkra stjórnkerfa og fleiri kostnaðarsamar aðgerðir.

Í stjórnunarlegum aðgerðum felst m.a.: Orkusparandi aðgerðir í og við rekstur húsnaðis í eigu ríkis og sveitarfélaga; orkuverð sem hvetur til orkusparnaðar; lána- og skattakerfi hvetjandi til orkusparnaðaraðgerða; skipulag sem stuðlað að hagkvæmari orkunýtingu; ráðgjafarstarfsemi við orkusparnað; samræmd fræðsla og áróður um bættu orkunýtingu og orkusparnað.

Lagt er til að fyrstu aðgerðir á því sviði verði undirbúningur að námskeiðahaldi um rekstur bygginga fyrir húsverði og/eða rekstrarstjóra bygginga í eigu hins opinbera. Samdar verði reglur um inniloftslag (hita og rakastig), hönnun og viðhald bygginga í eigu ríkisins.

Sölufyrirkomulag á orku til hitunar húsa verði endurskoðað þannig að verðlagningin hvetji til orkusparnaðar. Lánakerfi til húsbygginga og viðhalds verði hvetjandi til orkusparnaðar.

Listi yfir ábendingar um einstakar orkusparandi aðgerðir er í Viðauka A.

Til að leggja grunn að langtímaáætlun um orkusparnað í hitun húsa er nauðsynlegt að gera ástands- og orkunýtingarkönnun á húsnaði landsmanna.

1 INNGANGUR

Í febrúar s.l. skipaði Jakob Björnsson orkumálastjóri vinnuhóp um orkusparnað í hitun húsa. Í vinnuhópnum eru:

Guðmundur Gunnarsson, verkfræðingur, Húsnæðismálastofnun ríkisins

Guðmundur Halldórsson, verkfræðingur, Félag ráðgjafarverkfræðinga

Jón Ingimarsson, verkfræðingur, Orkustofnun

Jón Sigurjónsson, verkfræðingur, Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins

Ólafur Pálsson, verkfræðingur, Orkustofnun er ritari vinnuhópsins.

Finnbogi Jónsson, verkfræðingur, Iðnaðarráðuneytinu hefur fylgst með

og tekið þátt í störfum vinnuhópsins eftir því sem hann hefur talið

ástæðu til. Þorsteinn Einarsson, verkfræðingur, Orkustofnun hefur

einnig tekið þátt í gerð skýrslunnar.

Markmið hópsins eru:

- 1) Að kanna leiðir til að spara orku í hitun húsa í bráð og lengd. Í fyrstu skal lögð megináhersla á ráðstafanir sem geta skilað árangri fljótt.
- 2) Að bera saman arðsemi orkusparandi aðgerða.
- 3) Að leggja grunn að langtímaáætlun um orkusparnað í hitun húsa.

Í þessari áfangaskýrslu er gerð grein fyrir ýmsum atriðum sem vinnuhópurinn hefur fjallað um. Gerðar eru tillögur um ýmsar aðgerðir sem gætu orðið fyrstu stefnumarkandi aðgerðir af hálfu ríkisvaldsins til bættrar orkunýtingar við hitun húsa. Vinnuhópurinn telur eðlilegra að talað sé um hagkvæmari orkunýtingu í hitun húsa fremur en orkusparnað, a.m.k. þegar um er að ræða innlenda orkugjafa.

Á vegum vinnuhópsins hefur Upplýsingaþjónusta rannsóknarráðs skrifað ýmsum aðilum í sjö löndum og óskað eftir:

- 1) Bæklingum um hagkvæma orkunýtingu og orkusparnað í hitun húsa.
- 2) Upplýsingum um stjórnunarlegar aðgerðir til bættrar orkunýtingar.

Svör hafa borist frá sex löndum. Langmestur hluti efnisins hefur komið frá Svíþjóð. Stór hluti þess eru ýmiss konar upplýsingabæklingar til húsráðanda um þéttingar, kynditæki, einangrun, stýringar, útreikninga á eðlilegri orkuþörf húss, æskilegt innihitastig, ýmiss konar aðferðir til að minnka almenna orkunotkun á heimilum og um styrki og lánveitingar til að fjármagna orkusparandi aðgerðir. Efni bækl-inganna er yfirleitt mjög vel og skemmtilega sett fram og er ástæða til að óskað verði eftir leyfi til að þýða og staðfæra marga þeirra. Talsverður hluti efnisins eru þingsályktanir, lög og reglugerðir. Einnig eru upplýsingar um aðgerðir til orkusparnaðar í húsnæði í eigu hins opinbera.

Erlendis hafa verið gerðar kvikmyndir, sem hvetja til orkusparnaðar, haldnar orkusparnaðarsýningar og skipulagt námsefni fyrir skóla.

Innanlands hefur verið reynt að safna upplýsingum um kannanir og skrif um orkunotkun við hitun húsa. Rætt hefur verið við fjölda aðila sem hafa látið húshitunarmál til sín taka og ráða yfir gögnum, sem gætu orðið að liði við störf hópsins. Hér verður getið nokkurra atriða, sem fram hafa komið í þessum viðræðum.

Skráningu fasteigna, sem er í höndum Fasteignamats ríkisins, var breytt um áramót 1976-77. Eldri skráningin var nákvæmari með tilliti til einangrunar og fleiri þátta, sem skipta máli í sambandi við einangrun en þessir þættir eru ekki á véltæku formi. Nýja skráningin er véltæk en í henni er lítið af upplýsingum sem máli skipta varðandi orkuþörf til upphitunar, t.d. er ekki hægt að lesa á einhlítan hátt úr fasteignaskráningunni hvort einfalt eða tvöfalt gler er í húsi. Skráning hefur auk þess ekki verið gerð nema á nýjum húsum. Að ofansögðu er ljóst að fasteignaskráningin verður einungis að liði við athugun á aldri, rúmmáli, flatarmáli og staðsetningu húsa.

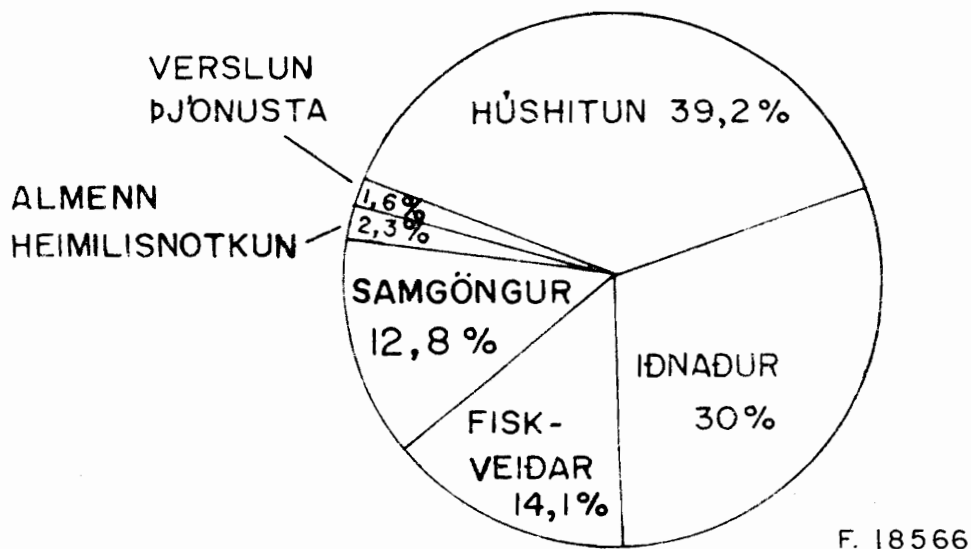
Í framhaldi af athugun Framkvæmdastofnunar ríkisins á hituðu húsrými (sjá Valdimar Óskarsson 1976, Hitað húsrými 1975, Framkvæmdastofnun ríkisins) var hafin undirbúningur að athugun á orkugjöfum við húshitun á Austurlandi. Athugunin strandaði á að ekki fengust fullnægjandi upplýsingar frá olíufélögnum um olíusölu nema með því að senda menn

á staðina að sögn Valdimars Óskarssonar.

Rætt hefur verið við ýmsa aðila sem annast viðhald bygginga í eigu ríkis og sveitarfélaga. Fram kom að ekki er hugað að bættri orkunýtingu við viðhaldsaðgerðir.

2 ORKUNOTKUN OG ORKUKOSTNAÐUR VIÐ HITUN HÚSA

Verg orkunotkun Íslendinga (reiknuð hjá notanda) var um 13.700 GWh á árinu 1977, samkvæmt upplýsingum Orkustofnunar. Áætluð skipting orkunotkunarinnar er sýnd á mynd 1.



MYND 1 Skipting vergrar orkunotkunar á Íslandi árið 1977

Skipting hreinnar orkunotkunar á orkugjafa við hitun húsa árið 1977 og kostnaður miðað við verðlag í júní 1979 eru áætluð:

Heitt vatn	2100 GWh	eða 64%,	heildarkostnaður um 6 milljarðar króna
Rafmagn	300 GWh	eða 9%,	heildarkostnaður um 3 milljarðar króna
Olía	900 GWh	eða 27%,	heildarkostnaður um 13 milljarðar króna

Í töflu 1 er gerður samanburður á orkuverði til hitunar húsa miðað við mismunandi orkugjafa og orkuveitur. Verðsamanburðurinn er miðaður við verðlag í júní 1979. Eftirfarandi forsendur eru notaðar við samanburðinn:

- Hitastig vatns frá hitaveitum lækki um 40% innan við húsvegg.
- Orkunýting díselolíu sé 6,5 kWh/lítra.
- Við rafhitun er miðað við 14 kW afl, 40.000 kWh notkun á ári og 2x1,5 klst rof á dag.

TAFLA 1

Orkuverð orkuveitna til hitunar húsa (verðlag í júní 1979)

Orkusali	Orkuverð (kr/kWh)
Olís, Olíufélagið og Shell	15,85
Rafmagnsveitur ríkisins	10,05
Rafmagnsveita Reykjavíkur	7,35
Rafveita Akraness	8,24
Orkubú Vestfjarða (raforka)	10,17
Rafveita Akureyrar	7,07
Rafveita Reyðarfjarðar	8,77
Rafveita Selfoss	6,59
Rafveita Hafnarfjarðar	6,03
Hitaveita Reykjavíkur	2,87
Hitaveita Akureyrar	7,20
Hitaveita Selfoss	2,94

Í töflu 2 er áætlaður árlegur kostnaður við upphitun á 450 m³ einbýlishúsi á einni hæð. Miðað er við 24 W/m³ grunnafl og 3800 stunda nýtingu. Í töflunni er einnig áætlaður kostnaður við upphitun á 2884 m³ fjölbýlishúsi á 3 hæðum með samtals 10 íbúðum. Miðað er við 20 W/m³ grunnafl og 3800 stunda nýtingu.

Samanburður á kostnaði við upphitun sýnir að olíukynding er dýrust, en eftir er að taka tillit til olíustyrks sem er 8500 kr ársfjórðungslega á einstakling miðað við júní 1979, eða 136.000 kr á ári miðað við fjögurra manna fjölskyldu. Kostnaður við rafhitun 450 m³ einbýlishúss er um 48%-81% af kostnaði við olíukyndingu miðað við fjögurra manna fjölskyldu en um 40%-68% miðað við að einstaklingur búi í húsinu. Kostnaður við upphitun á 450 m³ einbýlishúsi með heitu vatni er 23%-58% miðað við fjögurra manna fjölskyldu en um 19%-48% miðað við að einstaklingur búi í húsinu.

Helgi Sigvaldason, verkfræðingur, hefur athugað skiptingu íbúðarhúsnæðis eftir byggingarári miðað við árslok 1978. Skiptingin er í töflu 3. Hitað húsrými alls var um 38 milljónir m³.

TAFLA 2

Áætlaður kostnaður við hitun húsa (verðlag í júní 1979)

Orkusali	450 m ³ einbýlishús		2884 m ³ fjölbýlishús á 3 hæðum	
	Fjöldi eininga á ári	Kostnaður á ári	Fjöldi eininga á ári	Kostnaður á ári
Olís, Olíufélagið, Shell	6300 l	649 þús. kr.	33.700 l	3.471 þús. kr.
Rafmagnsveitur ríkisins	41 MWh	412 þús. kr.	219 MWh	2.137 þús. kr.
Rafveita Reykjavíkur	41 MWh	301 þús. kr.	219 MWh	1.548 þús. kr.
Rafveita Akranes	41 MWh	338 þús. kr.	219 MWh	1.750 þús. kr.
Orkubú Vestfjarða	41 MWh	417 þús. kr.	219 MWh	2.164 þús. kr.
Rafveita Akureyrar	41 MWh	290 þús. kr.	219 MWh	1.527 þús. kr.
Rafveita Reyðarfjarðar	41 MWh	360 þús. kr.	219 MWh	1.885 þús. kr.
Rafveita Selfoss	41 MWh	270 þús. kr.	219 MWh	1.418 þús. kr.
Rafveita Hafnarfjarðar	41 MWh	247 þús. kr.	219 MWh	1.246 þús. kr.
Hitaveita Reykjavíkur	882 m ³	117 þús. kr.	4710 m ³	573 þús. kr.
Hitaveita Akureyrar	882 m ³	295 þús. kr.	4710 m ³	1.578 þús. kr.
Hitaveita Selfoss	882 m ³	120 þús. kr.	4710 m ³	576 þús. kr.

TAFLA 3

Skipting íbúðarhúsnæðis eftir byggingarári

Byggingarár	Fjöldi	Rúmmál (m ³)	%
-1919	3.979	1.442.778	5,7
1920-1929	2.789	1.246.810	4,9
1930-1939	3.754	1.763.674	7,0
1940-1949	5.422	2.856.851	11,3
1950-1959	7.249	4.205.696	16,6
1960-1969	18.972	6.456.983	25,6
1970-	10.879	7.299.726	28,9
Samtals	53.044	25.272.518	100,0

Athugun, sem Valdimar Óskarsson gerði fyrir Framkvæmdastofnun ríkisins (sjá Valdimar Óskarsson 1975, Hitað húsrými 1975, Framkvæmdastofnun ríkisins), sýndi eftirfarandi skiptingu hitaðs húsnæðis í árslok 1975:

Íbúðarhúsnæði 21.172.072 m³ eða 63,0%

Atvinnuhúsnæði 12.418.691 m³ eða 37,0%

Iónaðarhúsnæði var 5.705.606 m³ og af því voru 3.435.231 m³ eða 60,2% einungis hitaðir að hluta. Ef gert er ráð fyrir svipaðri skiptingu eru um 4,5 milljónir m³ hitaðir að hluta við árslok 1978.

Ef gert er ráð fyrir jafnri aukningu á húsnæði á tímabilinu 1975-1978 var hitað húsrými um 36 milljónir m³ á miðju árinu 1977, þar af voru um 4 milljónir m³ hitaðir að hluta.

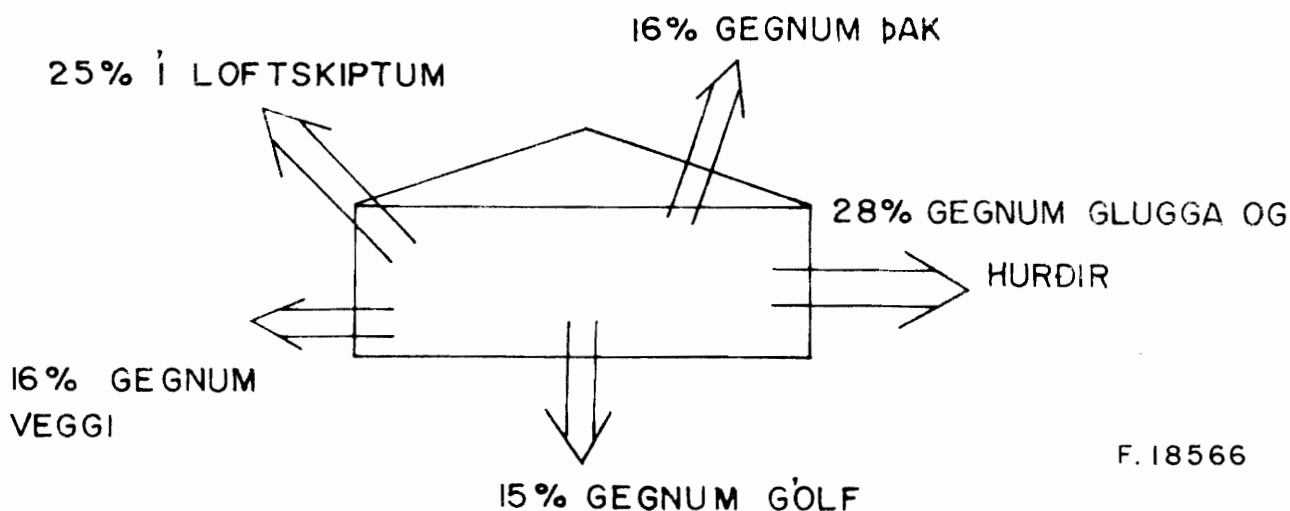
Eins og áður hefur komið fram var hrein orkunotkun til hitunar húsa árið 1977 um 3.300 GWh. Miðað við að 36 millj. m³ húsnæðis hafi verið hitaðir upp, var orkunotkun til hitunar um 92 kWh/m³/ári.

Kostnaður (verðlag í júní 1979) við hitun húsa á öllu landinu árið 1977 var um 22 milljarðar kr. eða um 610 kr/m³ að meðaltali.

3 TÆKNILEGAR AÐGERÐIR TIL BÆTTRAR ORKUNÝTINGAR Í HITUN HÚSA

3.1 Almennt

Verg orkunotkun til húshitunar og hitunar á neysluvatni er um 39,2% af orkunotkun Íslendinga. Af þeim 2,3% sem fara til almennra heimilisnota má gera ráð fyrir að um helmingur nýtist til húshitunar, svo og sól- og mannvarmi. Orkutap frá 450 m³ húsi á einni hæð (115 m² að innanmáli), sem er svipað einangrað og almennt mun gert, er sýnt á mynd 2. Útreikningar ásamt frekari útfærslu eru í Viðauka B.



MYND 2 Orkutap einbýlishúss

Eins og sjá má tapast um 28% gegnum glugga og hurðir þrátt fyrir að gert sé ráð fyrir tvöföldu gleri. Glerflötur hússins er um 20% af gólfleti, eða svipaður og algengt er. Um gler verður fjallað nánar í 3.3. 25% orkunnar tapast í loftskiptum. Gert er ráð fyrir 0,8 loftskiptum á klukkustund. Orkutap í loftskiptum er mjög breytilegt og getur verið mun meira en ofangreind % ef húsin eru óþétt. Hægt er að spara orku með því að setja góða þéttlista í opnanleg gluggafög, en um það verður fjallað nánar í 3.2.

Orkutap í gegnum gólf er um 15% af heildinni. Gert er ráð fyrir 50 mm

Plasteinangrun í gólfplötu. Um 16% orkunnar tapast gegnum vegg.

Gert er ráð fyrir 55 mm einangrun í veggjum.

16% orkunnar tapast í gegnum þak. Reiknað er með 100 mm einangrun í þaki. Um einangrun verður nánar fjallað í 3.4.

Stýringar á hitakerfum verða ræddar í kafla 3.7. Innihitastig hefur ekki áhrif á skiptingu orkutapsins sem sýnt er á mynd 2. Ekki hefur verið gerð könnun á hitavenjum á Íslandi, en ekki þykir ósennilegt að meðal-innihitastig sé um 22-23°C, a.m.k. á höfuðborgarsvæðinu. Víða erlendis er stefnt að lækun innihita. Má þar minna á stefnu Bandaríkjastjórnar sem gerir ráð fyrir 17°C hita í opinberum byggingum. "Energisparakomitén" í Svíþjóð hefur hafið herferð til lækunar innihita í 20°C að degi og 18°C að næturlagi. Við hverja gráðu sem innihiti er lækkaður minnkar orkukostnaður um 6-7%. Um lækun innihita verður nánar fjallað í 3.8.

Ýmislegt er hægt að gera til að bæta orkunýtingu með litlum tilkostnaði. Má þar nefna orkusparandi "innan hússarkitektúr", betri stjórnun loftræstingar o.fl. Um það verður fjallað í 3,8. Í 3.9 verður rætt um hagkvæmni orkusparandi aðgerða.

3.2 Þéttingar

3.2.1 Almennt

Við loftskipti í húsum tapast verulegur hluti varmans sem notaður er til upphitunar. Í einbýlishúsi á einni hæð, sem einangrað er vel eftir núgildandi venju, má reikna með að um 25% varmans tapist við loftskipti. Mjög mikilvægt er því með tilliti til orkusparnaðar að hafa sem besta stjórn á loftskiptunum. Upphitaða loftið í húsinu streymir út í gegnum rifur og op og kalt loft að utan kemur inn í staðinn.

Þegar einangrun hússins er aukin eykst hlutfallslega hlutur loftskiptanna af varmatapinu og þörfin á að geta stjórnað þeim eykst. Hitastig innra borðs útveggja og þaks hækkar við aukna einangrun og loftskiptaþörfin minnkar.

3.2.2 Staðbundið varmatap/loftskipti

Hús sem byggð eru úr steinsteypu og steipt á staðnum eru í eðli sínu mjög þétt. Í þeim verður loftleki mest um opnanlega glugga og dyr. Einnig má nefna að þegar um timburloft er að ræða fer mjög eftir frágangi þess hvað þétt það reynist.

Þegar um er að ræða timbur- og einingahús bætast við alls konar rifur og op. Það fer því bæði eftir hönnun og vandvirkni við uppsetningu hversu þétt slík hús verða. Enda þótt allt sé vandað endast þéttiefni og þéttingar takmarkaðan tíma og verður því að fylgjast reglulega með þéttingum. Oft er nauðsynlegt að skipta um þéttilista og endurbæta fúgur á nokkurra ára fresti.

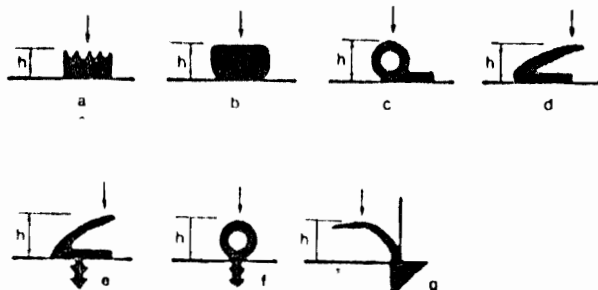
Auðveld aðferð til að greina loftleka er að sjá hvort og hvar logi á kerti blaktir þegar vindur blæs úti.

Önnur aðgerð er að dreifa sýnilegri lofttegund (sporgasi) um húsið þannig að loftstraumar verði sýnilegir.

3.2.3 Ódýrar aðferðir til úrbóta

Draga má úr óæskilegu varmatapi vegna loftskipta með einföldum og ódýrum aðferðum. Hér skulu tekin nokkur dæmi:

1. Endurbæta glerísetningu þar sem gustar inn með gleri.



MYND 3 Nokkrar gerðir þéttilista

2. Koma fyrir þéttilistum á opnanlegum gluggum og hurðum þar sem þeir eru ekki nú þegar. Endurbæta þarf og skipta um þá lista sem eru lélegir. Mynd 3 sýnir nokkrar gerðir þéttilista. Sumir þessarar lista þetta við mikla samþjöppun, aðrir minni. Segja má að slöngulistarnir (c og f) þétti best þar sem þeim verður við komið, einnig hafa v-listar (d og e) reynst vel.
3. Gluggakrækjur eru oft vanstilltar þannig að opnanlegu gluggarnir leggjast illa að karminum. Eftir að skipt hefur verið um þéttilista er einnig mikilvægt að stilla gluggakrækjur og dyralæsingarjárn.
4. Þetta skal rifur milli eininga innan frá. Hampi er troðið í rifurnar og gjarnan "etafoam" frauðlista. Síðan skal sprauta kíttri yfir.
5. Einnig má þetta rifur með "polyurethan" froðu sem fæst í túpum. Froðan þenst út og myndar loft- og rakapéttan massa. Með þessum einföldu aðgerðum, sem hér hafa verið nefndar, getur sparnaður við húshitun orðið 3-5% ef vel tekst til.

3.2.4 Rannsóknir

Litlar sem engar rannsóknir hafa farið fram á loftskiptum húsa hérlendis. Einkum er um að kenna mannfæð og peningaleysi rannsóknarstofnana. Erlendis hafa bæði Danir og Svíar þróað mæliaðferðir sem henta vel í þessum tilgangi.

Ábending. Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins eða öðrum hæfum aðila verið falið að kanna loftskipti í íslenskum húsum.

3.3 Gluggar

Íslenskir torfbær þóttu með afbrigðum dimmir og segir í gömlum ferðasögum að ekki hafi verið lesbjart um hádegi í mörgum bæjanna. Þetta endurspeglast e.t.v. í nútíma húsakosti á þann veg að yfirdrifið er nú á hinn veginn og gluggar ná víða frá gólfi til lofts.

Gluggar og dyr eru vafalaust veikustu hlekkir hússins hvað varðar orkuvarðveislu. Ef bornar eru saman kólnunartölur (k-gildi) sem væntanleg byggingarreglugerð (BR 79) krefst fyrir mismunandi byggingarhluta og k-gildi algengra glerrúða kemur eftirfarandi í ljós, sjá töflu 4.

TAFLA 4

Kröfur um k-gildi byggingarluta skv. BR 79

Byggingathluti	k-gildi á hitaveitusvæði	w/m ² °C utan hitaveitusvæðis
Gólf á jörð	0,4	0,3
Gólf sem loft leikur um	0,3	0,2
Útveggur		
Þyngd <100 kg/m ²	0,45	0,45
Þyngd >100 "	0,55	0,50
Þak	0,3	0,2
Einfalt gler	7,0	
Tvöfalt gler (12 mm loftr.)	3,1	
Þrefalt gler (12+12 mm loftr.)	2,1	

Af þessum samanburði er ljóst að gullvæg regla við hönnun orkusparandi húsa er að stilla glerflatarmáli í hóf.

Algerlega er óverjandi að hafa aðeins einfalt gler í gluggum. Benda má hins vegar á að ekki er endilega nauðsynlegt að skipta um einfalt gler og setja tvöfalt verksmiðjugler.

Hvað einangrunarhæfni varðar er óverulegur munur á tveimur rúðum og verk-smiðjuframlæiddu tvöföldu einangrunargleri. Í húsum með stóra glugga með tvöföldu einangrunargleri og kynt eru með olíu kemur einnig til álita að bæta þriðja glerinu við, helst að utanverðu. Þá fæst betri einangrun og vafalaust aukin ending. Sjá nánar í Viðauka B.

Ábending. Hlutast verið til um að í öllum olíukynntum húsum, sem ekki hafa a.m.k. tvöfalt gler, verði gerðar viðeigandi útbætur sem allra fyrst.

3.4 Einangrun gólfa, veggja og þaka

Eins og fram kemur í 3.1 tapast um 47% orkunnar út um gólf, veggja og þak, miðað við þær einangrunarþykktir, sem nú munu almennt notaðar.

Í eldri húsum er einangrun mjög mismunandi. Segja má að íslenski torfbærinn, með þykkum torfveggjum og löngum bæjargöngum mótist af baráttu okkar Íslendinga við kuldan. Torf er gott einangrunarefni, jafnvel á nútímamælikvarða.

Um miðja átjándu öld er farið að byggja hús úr timbri hér á landi. Þessi hús voru mjög misjöfn að gæðum. Stundum voru þök og veggir einangraðir með reiðingi, mómylsnu, hálmi, sagi eða hefilspónum. Farið er að byggja hús úr steinsteypu hér á landi um síðustu aldamót. Í fyrstu voru steinsteyptu húsin lítið sem ekkert einangruð en síðar er farið að þilja þessi hús að innan og þau einangruð á svipaðan hátt og timburhús. Einnig voru gerðar tilraunir með tvöfalda steyptra veggir með einangrun (torfi) í miðjum vegg. Allmikil breyting verður á einangrun steyptra húsa þegar farið er að framleiða einangrunarplötur úr vikri, en slíkar plötur voru fyrst framleiddar á Akureyri á árunum 1928-1929. Þó varð vikureinangrun húsa fyrst algeng eftir að Vikurfélagið hf. hóf starfsemi sína árið 1937.

Í Byggingarsamþykkt fyrir Reykjavík, er tók gildi 1. október 1945, segir svo um einangrun húsa: "Alla útveggi íbúðarherbergja skal einangra gegn hitatapi, þannig að tapið verið ekki meira en 1 hitaeining á klukkustund um 1 fermetra stóran veggjaflöt fyrir hvert hitastig er mismunar úti og inni. Sama gildir um kjallaragólf í íbúðarherbergjum og loft og gólfplötur, sem útiloft liggur að".

Frá 1937 og allt fram yfir 1960 voru steinsteypt hús ýmist einangruð með 7 cm þykkum, "vel þurrum" vikurplötum, korkplötum eða klætt innan á veggir með trégrind og einangrun komið fyrir í henni.

Á þessu tímabili færast einnig í vöxt að nota tvöfalt gler í glugga. Eftir 1960 verður síðan mikil breyting á einangrun húsa þegar farið er að framleiða frauðplast hér á landi. Fyrstu árin voru veggir einangraðir með 4-5 cm þykku frauðplasti en síðar varð algengt að einangra veggir með 6 cm frauðplastplötum.

Eftir 1975 hefur orðið töluverð aukning á notkun stein- og glerullarmotta til einangrunar en notkun á frauðplasti hefur staðið í stað. Þau hús sem byggð eru eftir 1970 eru almennt þannig einangruð að undir gólfum og

niður með sökklum er 4,0 cm frauðplast, í veggjum 6-8 cm þykkt frauðplast, þök eru einangruð með 10-15 cm þykkum stein- eða glerullarmottum og í gluggum tvöfalt gler og jafnvel þrefalt í einstaka tilfalli.

Í töflu 5 eru raktar kröfur byggingarsamþykktar um varmaeinangrun bygginga fram til nútíðar.

TAFLA 5

Kröfur um varmaeinangrun bygginga 1945-1979

	Kólnunartala $w/m^2 \cdot ^\circ C$			Gler í gluggum
	Gólf	Veggir	Þök	
1945	1,2	1,2	1,2	(einfalt)
1965	1,0	0,8	0,6	tvöfalt
1979 ^{x)}	0,3	0,5	0,2	tvöfalt eða þrefalt

Ekki hefur verið gerð könnun á hvernig íslenskar byggingar hafa verið einangraðar en gera má ráð fyrir að þær séu yfirleitt talsvert betur einangraðar en byggingarsamþykktir krefjast, einkum seint á gildistíma samþykktanna.

Með því að auka þykkt einangrunar má minnka orkutap gegnum gólf, veggi og þak að vild. Val á hagkvæmustu einangrunarþykkt fer eftir orkuverði, verði á einangrunarefnum, launakostnaði við uppsetningu og kostnaði vegna minnkandi rýmis við aukna einangrun (innra flatarmál húss sem er $10 \times 12 \text{ m}^2$ minnkar um $2,2 \text{ m}^2$ eða tæp 2% við 5 cm aukningu í þykkt veggeinangrunar). Aukin þykkt einangrunar er mjög hagkvæm leið til orkusparnaðar fyrir nýjar byggingar. Fyrir eldri byggingar getur aukin þykkt einangrunar verið mjög hagkvæm, það gildir t.d. um ónotuð loft og kjallara en að bæta einangrun í veggjum er yfirleitt mjög torveld. Hér í framhaldinu verður fjallað um hvern byggingarhluta fyrir sig.

3.4.1 Þök

Einangrun þaks er sérstaklega hagkvæm, þ.e. varmatap gegnum þau er meira en í gegnum aðra byggingarhluta vegna meiri varmageislunar í heiðskýru

x) Utan hitaveitusvæða samkvæmt væntanlegri byggingarreglugerð.

veðri og þess að hitastig við loft er lítið eitt hærra en meðalhitastig í herberginu. Í byggingarsamþykktum eru gerðar strangari kröfur til einangrunar þaka en annarra byggingarhluta.

Víða í eldri húsum eru þök óeinangruð eða mjög lítið einangruð. Varmatap frá 120 m² óeinangruðu þaki (þakgerð er bárujárni, pappi, 25 mm klæðning, loftrúm og spónarplata) er 19-23 MWh/ári, en með 200 mm glerull eða samsvarendi af öðrum einangrunarefnum verður varmatapið 3-4 MWh/ári eða 83% minna. Á olíukynntum svæðum svarar þetta til um 2500-3000 lítra minni olíunotkunar á ári eða 260-310 þús. miðað við núgildandi verðskrá. Verð glerullarinnar uppsettrar er um 725.000 krónur, þar af er verð glerullarinnar um 340.000 kr. Kostnaður er mjög mismunandi, minnstur ef hægt er að leggja einangrunarmotturnar beint á plötuna en mestur ef þarf að skera þær niður og festa í sperrubil. Þetta er þó verk sem flestir húseigendur geta unnið sjálfir.

Ábending. Að ofansögðu er ljóst að einangrun þaks er mjög hagkvæm leið til orkusparnaðar. Vinnuhópurinn leggur til að hafin verði hvatningarherferð þar sem eigendur húsa yrðu hvattir til að kynna sér einangrun eigin þaka og gera úrbætur, ef þörf krefur. Þessi herferð gæti t.d. verið í formi 5 mínútna sjónvarpsþátta þar sem leiðbeint væri við skoðun og úrbætur.

3.4.2 Gólf

Í eldri húsum er algengt að gólf séu óeinangruð eða að lag af rauðamöl hafi verið sett undir neðstu plötu. Samkvæmt væntanlegri byggingarreglugerð verða kröfur um einangrun gólfa hertar verulega.

Víða eru óupphitaðir kjallarar undireldri húsum, þá er tiltölulega auðvelt að bæta við einangrun með því að setja einangrunarmottur í kjallaraloft. Varmatap gegnum 120 m² óeinangraða gólfplötu er 11-13 MWh/ári en með 50 mm plasteinangrun verður varmatapið 6-7 MWh/ári eða 46% minna. Á olíukynntum svæðum svarar þetta til um 800-900 lítra olíusparnaðar á ári eða um 80-90 þús. króna. Verð plasteinangrunar uppsettrar er um 300 þús kr, þar af er efniskostnaður um 130 þús.kr.

Ábending. Vinnuhópurinn leggur til að hafin verði hvatningarherferð þar

sem eigendur húsa verði hvattir til að kynna sér einangrun eigin kjallara og gera úrbætur ef þörf krefur. Herferðin verði með svipuðu sniði og vegna þaka.

3.4.3 Veggir

Við byggingu steinsteyptra húsa hefur byggingaraðferðin yfirleitt verið sú að steypa upp hússkrokkinn, einangra síðan innan á vegg og loks að þússa vegg. Þessi byggingaraðferð veldur því að kuldabryr myndast þar sem plötur og steypdir veggir ná í útveggi. Auk þess sem þessar kuldabryr valda aukinni orkunotkun þá skapast ýmiss önnur vandamál af þessari byggingaraðferð. Víðast erlendis eru hús einangruð utanfrá, einkum í seinni tíð. Það er ástæða til að hvetja til frekari rannsókna á þessu þar sem einangrun utan frá sparar verulega orku.

Í gömlum timburhúsum eru oft holrúm sem unnt væri að fylla með einangrunarefnum ("polyurethan") en oft er rúmmál þessara holrúma illa þekkt, þannig að erfitt er að meta hversu miklu einangrunarefni má sprauta í þau þar sem einangrunarefnið þennst út og getur valdið skemmdum ef þennslan verður of mikil. Einnig má nota lausa stein- eða glerull til að fylla holrúmin, þá er minni hætt á skemmdum.

Við endurbyggingu húsa, t.d. þegar hús eru klædd að utan er ástæða til að hafa sérstaklega í huga viðbótareinangrun.

Ábending. Stuðlað verði að auknum rannsóknum á einangrun steyptra húsa að utanverðu.

3.5 Val á hitakerfum með tilliti til orkusparnaðar

3.5.1 Ofnakerfi

Ofnakerfi eru langalgengustu hitakerfi hérlendis og í öðrum löndum Evrópu. Miklu veldur um útbreiðslu þeirra að þau eru tiltölulega einföld að gerð og yfirleitt auðvelt að koma þeim fyrir við mismunandi aðstæður. Út frá orkusparnaðarsjónarmiði er hagkvæmt að velja ofna ríflega stóra.

Ganga má út frá að á næsta áratug verði flest ofnakerfi tengd hitaveitu. Þegar húskerfi með tiltölulega litla ofna eru tengd hitaveitu er oft einfaldasta ráðið til orkusparnaðar að stækka einn eða fleiri ofan í íbúðinni þannig að hitaveituvatnið nýtist betur. Við uppsetningu ofna skal þess gætt að gluggatjöld eða klæðning framan við eða yfir ofnum dragi ekki um of úr varmagjöf.

Ábending. Til leiðbeiningar fyrir hönnuði og húsbýggjendur þyrfti sem fyrst að gera hagkvæmnisathuganir á ofnastærðum miðað við mismunandi orkuverð.

3.5.2 Geislahitunarkerfi

Helstu kostir geislahitunar eru að hitakerfið tekur ekkert rúm í herbergjunum og að þægilegt er að skipta slíkum kerfum í sjálfstæða hluta sem stýrast t.d. af sjálfvirkum lokum. Til dæmis er mjög auðvelt í fjölbýlishúsum með geislahitun að hafa sér hitastýringu fyrir hverja íbúð. Við hönnun geislahitunarkerfa þarf að gæta þess að yfirborðshitinn í loftinu verði ekki of hár en slíkt getur valdið höfuðverk og óþægindum. Geisla-slöngur má einnig setja í gólf og vegg, en í þeim tilfellum gefa hita-fletirnir einnig talsverðan hita við leiðslu. Geislahitun í veggjum er óalgeng og gólfgeislahitun hefur einnig náð frekar lítilli útbreyðslu hér á landi.

Aðalástæðan til þess hve lítilli útbreiðslu gólfhitun hefur náð hér er í fyrsta lagi sú að gólfhitunin ein nægir yfirleitt ekki til að veita upp á móti hitatöpunum og þarf þá að bæta við ofnum eða geisla-flötum í vegg eða loft. Í öðru lagi dregur notkun gólfteppa úr hitagjöf gólfsins. Gólfgeislahitun hefur verið notuð í ýmsum verksmiðjum og verkstæðum og víða reynst vel. Yfirborðshiti í íbúðum, skrifstofum og víðar, þar sem fólk dvelst til lengdar, má ekki fara yfir 25°C. Annars staðar, t.d. á göngum, má yfirborðshitinn fara í allt að 30°C.

Með bættri varmaeinangrun og aukinni notkun stjórnækja svo og með tilkomu hitaþolinnna plastpípna má ætla að möguleikar á notkun ýmiss konar geislahitunar fari vaxandi.

Sú stefna að draga úr gluggastærðum getur einnig stuðlað að því að gera geislahitunarkerfi samkeppnishæf þar sem einn af aðalókostum slíkra kerfa er hve treg þau eru í stýringu og eiga erfitt með að jafna út snöggum hitasveiflum, t.d. vegna sólargeislunar. Sem fyrst þyrfti að endurmeta notkunarmöguleika geislahitunarkerfa, sérstaklega þar sem svo hagar til að 35-50°C heitt vatn er fánlegt til hitunar.

Innrauðir lampar hafa verið notaðir sums staðar erlendis til upphitunar. Með þeim er hægt að halda þægilegum hita á ákveðnum stöðum án þess að hita loftið svo að nokkru nemi og án þess að hita allt rýmið. Einkum eru þeir heppilegir þar sem mikil loftskipti eru enda jafnvel verið notaðir úti, t.d. við sýningarglugga.

3.5.3 Lofthitunarkerfi

Lofthitunarkerfi hafa ýmsa kosti fram yfir önnur upphitunarkerfi, t.d. gefa þau talsverða loftræstingu og lofthreyfingu. Loftið fer í gegnum loftsíur mörgum sinnum á hverri klukkustund og er því miklu minna ryk í slíkum byggingum. Síðast en ekki síst er mjög auðvelt að setja rakagjafa á slík kerfi, sem heldur hæfilegu rakastigi í íbúðinni, en yfirleitt er loft í íbúðum og sérstaklega í skrifstofum alltof þurrt, þegar kólnar í veðri.

Þau lofthitunarkerfi sem nú eru algengust eru þannig byggð upp að loftið er hitað með vatnshitara sem tengdur er ýmist katli eða hitaveitu.

Ábending. Gera þarf hagkvæmnisúttekt á notkun lofthitunarkerfa með tilliti til orkusparnaðar. Sérstaklega mætti skoða kerfisaðgerðir, hávaða, stýringu, nýtni og hvernig haga ætti stjórnun loftskipta. Tekin verði afstaða til hvernig haga eigi verðlagningu þeirrar raforku sem notuð er til reksturs lofthitunarkerfisins.

3.5.4 Rafhitunarkerfi

Tvær megintegundir rafhitunar eru bein rafhitun og óbein rafhitun.

Algengasta tegund beinnar hitunar er þilofnakerfi, þar sem hitald er í hverjum ofni.

Kostir eru lágur stofnkostnaður, góðir stýringarmöguleikar og lítil fyrirferð hitalda. Ókostur við þilofnahtun er að varmarýmd ofnakerfisins er engin og þegar aflrof er kólnar hratt.

Óbein rafhitun notar vatn sem varmadreifandi miðil og er hitaldinu annað hvort komið fyrir í túbu eða stórum geymi, þar sem næturhitun er. Næturhitunarkerfi voru algeng áður fyrr en hár stofnkostnaður hefur leitt til aukinnar notkunnar þilofna.

Ekki þykir ástæða til að fjalla hér um nýtingu sólvarma með sólföngurum, varmadælur og fleira sem er að ryðja sér rúms við upphitun erlendis. Þó má benda á að líklega er endurvinnsla varma (varmaskipti) úr loftskiptum hagkvæm fyrir stærri byggingar á olíukynntum svæðum.

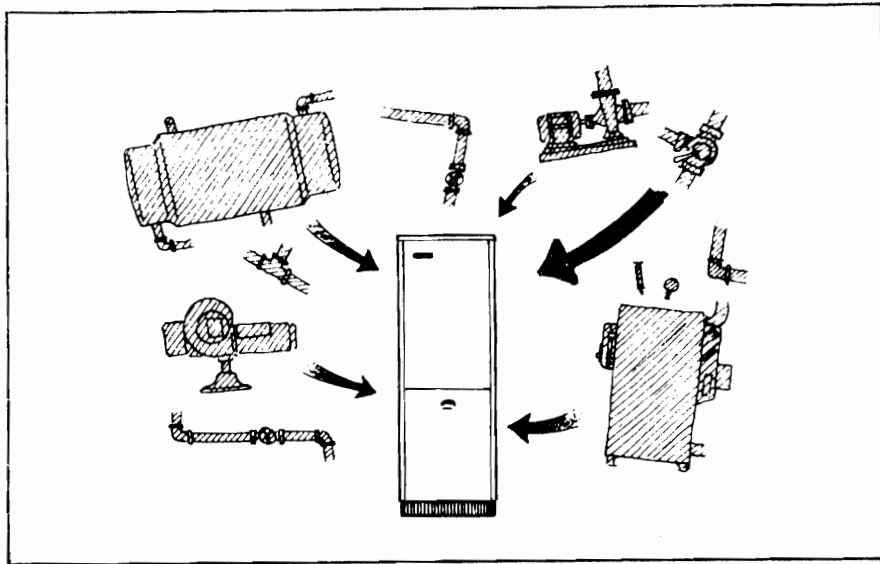
3.6 Kynditæki

Katlar geta ýmist verið úr steypujárni eða stálplötum. Fyrir ca. 15-20 árum voru steypujárnskatlar algengastir en nú hefur þetta snúist við.

Stefna stjórnvalda er sú að olíukynding hverfi að mestu úr sögunni á næsta áratug. Með þessa stefnumörkun í huga er varla raunhæft að velta fyrir sér endurbótum í kynditækni með tilliti til bættrar nýtni og orkusparnaðar.

Þó má benda á nokkur atriði:

1. Þróun í framleiðslu kynditækja stefnir í þá átt að ketill, brennari, dæla, blöndunarloki og baðvatnsgeymir séu sambyggð í eina samstæðu, sjá mynd 4.
2. Á markað eru þegar komnir háþrýstibrennarar með mun meiri nýtni en þeir brennarar, sem nú eru mest notaðir.
3. Víða erlendis er unnið að því að smíða brennara og katla er hæfa litlum, veleinangruðum einbýlishúsum (10-15 kW).
4. Stjórnvöld þurfa að gera áætlun um hversu lengi olía verður aðalorkugjafi í einstökum sveitarfélögum. Hvetja ætti húseigendur, sem munu kynda með olíu 5-10 ár enn, að láta athuga hagkvæmni þess að fá sér nýleg sparneytin kynditæki frá þeim stöðum þar sem verið er að skipta frá olíukyndingu yfir í hitaveitu eða rafhitun. Einnig er ástæða til að hvetja húseigendur til að láta hreinsa og stilla kynditæki reglulega.



MYND 4 Nútíma oliútæki

5. Athuga ætti með smíði miðstöðvarkatla er brennt gætu mismunandi eldsneytistegundum, t.d. úrgangsolíu, mó, kolum, rekavið, spónum, o.s.frv.

3.7 Stjórnun hita- og loftræstikerfa

Sjálfvirk stjórnæki eru nú ómissandi hluti hvers hitunar- eða loftræstikerfis. Hér verður einkum rætt um stjórnæki fyrir minni kerfi þar sem stjórnun stórra og flókinna kerfa er það margbrotin að ekki er hægt að gera henni næg skil nema í mjög löngu máli.

Markmiðin með notkun stjórnækja eru eftirfarandi:

1. Að auka þægindi, t.d. með því að stjórna hitastigi og rakastigi.
2. Að spara orku, t.d. með því að eyða ekki meira rafmangi, olíu eða heitu vatni en þarf til að ná því markmiði sem kerfið er hannað fyrir.

Sjálfvirku stjórnækjin eru ávallt á verði og halda mun stöðugra hitastigi en hugsanlegt er að ná með handstýringu. Þess vegna er á sjálfvirkum hitakerfum hægt að halda lægra meðalhitastigi en annars og

vert er að hafa í huga að lækkun meðalhitastigs um 1°C þýðir um 6% lægri hitareikning.

3. Að skapa öryggi, t.d. með því að stöðva loftræstikerfi er eldur kemur upp einhvers staðar í byggingu (eldaðvörunarkerfi), eða við frosthættu að stöðva kerfi til að hindra vatnsflóð frá sprungnum hitara.

3.7.1 Gerð stjórnkerfa

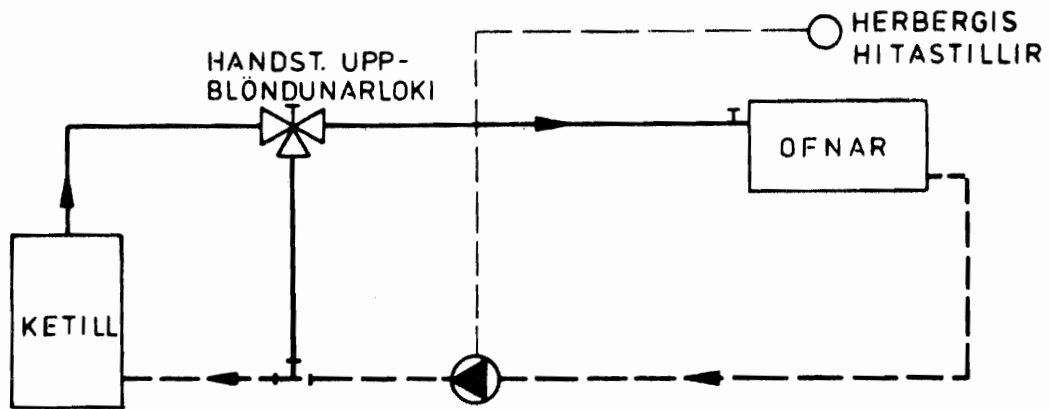
Stjórnþæki vinna eftir mörgum mismunandi kerfum en aðallega má skipta þeim í tvo flokka, sem eru tvístöðukerfi og hlutfallsstöðukerfi. Tvístöðukerfin vinna þannig að þau opna t.d. fyrir hitann við ákveðið hitastig og loka fyrir hann aftur þegar ákveðnu hærra hitastigi er náð. Mismunurinn á þessum tveim hitastigum getur verið allt niður í 1/4°C í herbergishitastillum og yfir 10°C á t.d. vatnshitastillum. Hlutfallsstöðukerfin skammta aftur á móti jafnt og þétt hæfilegan hita út í kerfin til að halda því hitastigi, sem óskað er.

Einfaldasta tvístöðustýring ofnakerfa er framkvæmd með herbergishitastilli, sem ræsir og stöðvar olíubrennarann. Vatnshitastillir á katli virkar þá eingöngu sem hámarksrofi.

Ýmsir ókostir fylgja þessari hitastýringu. Hitastig ketilvatnsins myndi breytast með útihitastigi þannig að í hlýju veðri yrði það ávallt hálfkalt. Heitt neysluvatn yrði þá af mjög skornum skammti ef það væri frá sama katli og ennfremur myndi ketillinn tærast fljótt. Má því segja að þessi hitastýring sé mjög óheppileg þegar um olíukynta katla er að ræða. Ef ketillinn er rafmagnskyntur kemur þessi hitastýring vel til greina sé neysluvatnið óháð honum.

Tvístöðustýring ofnkerfa er yfirleitt framkvæmd þannig að herbergishitastillir stýrir dælu eða mótorkoka en ketilhitastiginu er haldið föstu. Slík hitastýring er ekki ráðleg nema á lítil kerfi, t.d. í einbýlishúsum eða í fjölbýlishúsum þar sem sér kerfi er fyrir hverja íbúð.

Til að hitasveiflur kerfisins verði ekki allt of miklar er ennfremur æskilegt að blanda vatnið út á kerfið eftir útihitastigi, annað hvort með sjálfvirkum eða handstýrðum blöndunarloka, sjá mynd 5.

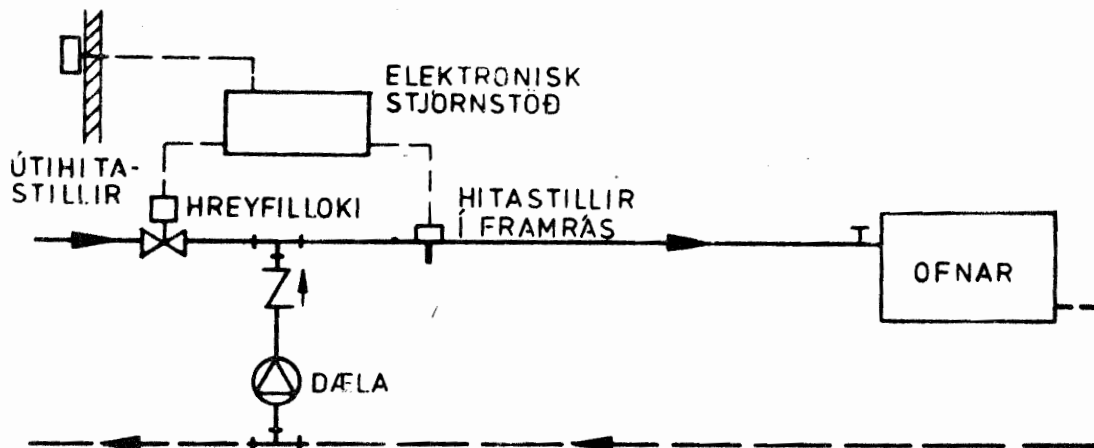


MYND 5 Tvístöðustýrt ofnkerfi

Hlutfallsstöðustýring ofnakerfa er mun þægilegri en tvístöðustýring. Í einbýlishúsum má stýra hverju kerfi með sjálfvirkum blöndunarloka frá herbergishitastilli. Á þennan hátt er ávallt jafn hiti á ofnunum og hitageislunin frá þeim stöðug.

Stærri byggingum má skipta í minni kerfi er hvert um sig sé með sjálfvirkum blöndunarloka sem stýrist t.d. gegnum sjálfvirka stjórnstöflu af úti- og vatnshitastillum eða af herbergishitastillum, sjá mynd 6. Slíkar stjórnstöflur má fá með klukkum, sem t.d. lækka hitastigið um nætur og hækka það aftur á morgnana. Ennfremur er hægt að láta þær lækka hitastigið um hádegi á laugardegi og hækka það aftur á mánudagsmorgni.

Á síðustu árum hefur orðið ör þróun í þá átt að færa hitastillinguna að ofnunum. Er þá hver einstakur ofn með sjálfvirkan loka (ofnhitastilli), sem stilla má á það hitastig sem óskað er eftir.



MYND 6 Hlutfallsstöðustýrt ofnkerfi

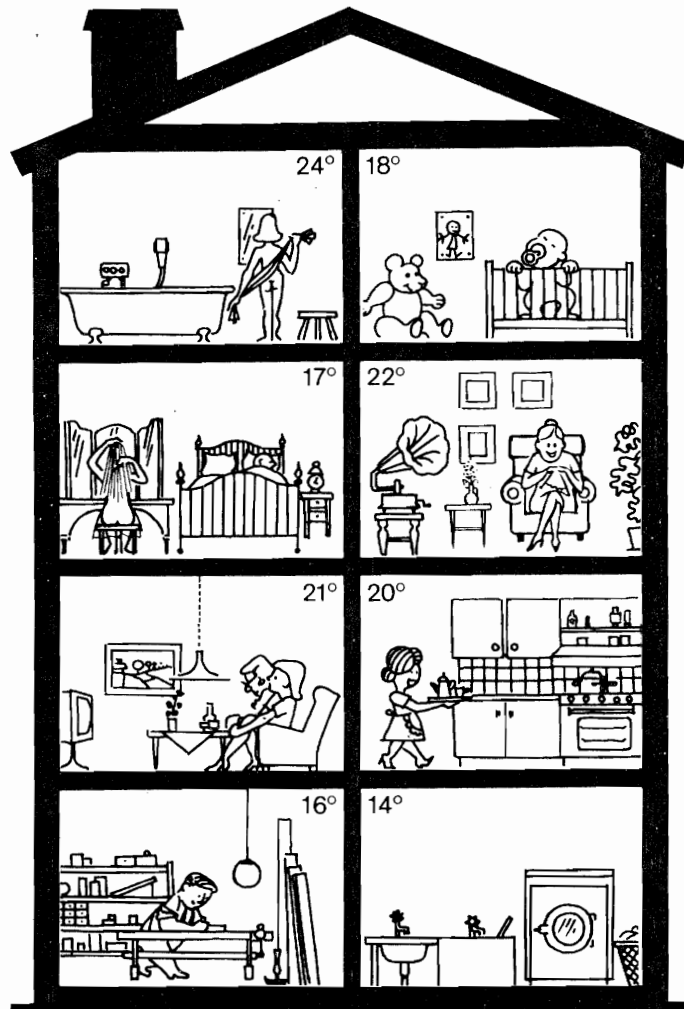
Kjörhiti í einstökum herbergjum er mjög mismunandi, allt frá 24°C í baðherbergi niður í 14-16°C í geymslu og þvottahúsi, sjá mynd 7.

Notkun ofnhitastilla dregur úr hitunarkostnaði, þar sem betri not verða af þeim hita sem myndast í húsinu, t.d. frá ljósum, eldunartækjum og sól.

Við staðsetningu ofnhitastillis skal þess gætt að hann finni hverju sinni hitastig loftsins í hringrás þess um herbergið en sé ekki byrgður bak við gluggatjöld eða settur þar sem kalt loft gustar um handfang lokans.

Ofnhitastillar hafa hingað til mest verið notaðir á hitaveitukerfi. Talið er að nú séu um þrjú hundruð og fimmtíu þúsund ofnhitastillar í notkun hér á landi.

Á hitaveitukerfum hefur frárennslisofnhitastillir (retur-loki) orðið mjög vinsæll en tilgangurinn með notkun lokans er að halda hitastigi frárennslisvatnsins, frá hverjum einstökum miðstöðvaröfni, á fyrirfram óskuðu hitastigi en stillingu hans má þó og þarf að breyta hverju sinni eftir veðurfari þannig að varmanotkun sé ávallt hófleg.



MYND 7 Kjörhiti í herbergjum

Ofnhitastillar sem settir eru á framrennslispípu að ofni og stjórnast af lofthitastigi eru nothæfir bæði á hitaveitukerfi og miðstöðvarkerfi.

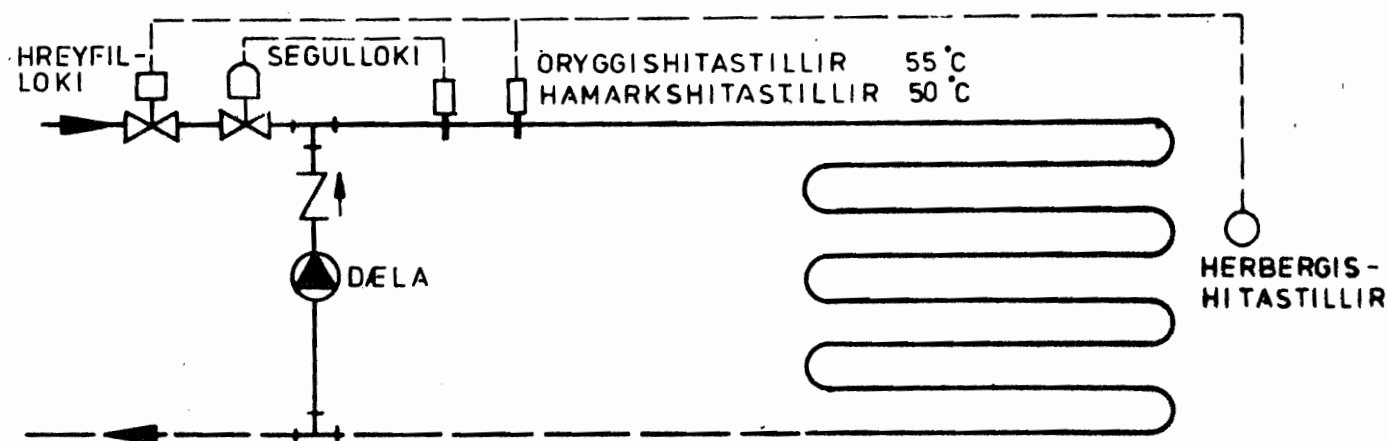
Ofnhitastillirinn veitir sjálfvirka stýringu á opnun ofnlokans. Þess vegna á ekki að fara með hitastillinn eins og handstilltan ofnloka sem annað hvort er alveg opin eða alveg lokaður.

Stillt skal á það hitastig sem hentar í herbergjum, síðan opnar og lokar ofnhitastillirinn sjálfur fyrir vatnsrennsli að ofninum.

3.7.2 Stýring geislahitunarkerfa

Stýring geislahitunarkerfa getur verið með mjög svipuðum hætti og ofnkerfa nema hvað miklu nauðsynlegra er að halda jöfnu hitastigi á geislaflötunum en ofnunum, bæði vegna þess að enn meiri hluti hitans fæst við geislun en á ofnakerfum og ennfremur þarf að forðast sem mest misþenslu á innsteyptri geislahitun. Hlutfallsstöðustýring, sem stjórnast af útihitastilli, ætti því að vera á öllum stærri geislahitunarkerfum en á minni kerfum og einbýlishúsum mætti jöfnum höndum nota herbergishitastilla.

Ávallt þarf að vera hámarks hitastillir á innsteyptum geislahitunarkerfum til þess að vatnið fari ekki of heitt inn á hitaslöngurnar, sjá mynd 8.



MYND 8 Hlutfallsstöðustýrt geislahitunarkerfi

3.7.3 Stýring lofthitunarkerfa

Lofthitunarkerfum má stjórna á ýmsa vegu með tvístöðu- eða hlutfallsstöðustýringu. Talsverður munur er á þessum stjórnkerfum. Stjórnkerfi er byggjast á tvístöðustýringu eru tiltölulega ódýr þar sem eingöngu þarf

herbergishitastilli og segulrofa. Þau kerfi, þar sem hlutfallsstöðu-
stýring er notuð, eru mun dýrari í uppsetningu en á móti kemur mun þægi-
legri stýring og betri nýting þess orkugjafa sem notaður er til hitunar.

Mörg lofthitunarkerfi eru þannig gerð að blásari er alltaf hafður í
gangi. Í slíkum kerfum er alltaf hægt að halda jöfnum hita í húsinu og
þegar sólar nýtur dreifist sólarhitinn um alla bygginguna. Út frá sparn-
aðarsjónarmiði er aftur á móti æskilegt að hitakerfið sé aðeins í gangi
meðan þörf er á hitun.

3.7.4 Stýring rafhitunarkerfa

Vegna þess hversu rafhitun er aflfrek hafa rafveitur séð sig knúna til
að selja mikið af raforku til hitunar með þeim kvöðum að rof á orkuafhend-
ingu sé frá 1 1/2 tíma upp í 12 tíma á sólarhring. Slíku aflrofi er annað
hvort stjórnað frá stjórnstöð rafveitunnar eftir álagsstýrikerfi hennar
eða með klukkurofa hjá notanda.

Þeir notendur er vilja fá óskerta afhendingu verða að greiða það með herra
verði.

Að þessu slepptu þá er til í rafhitakerfum bæði tvístöðustýring og hlut-
fallsstýring.

Vegna kostnaðarmismunar er svo til eingöngu notuð tvístöðustýring.

3.7.5 Lokaorð og ábendingar

Hér að framan hefur verið lýst nokkrum tegundum stjórnkerfa. Aðeins lítil-
lega hefur verið dregið á stjórnun rafhitakerfa og hitaveitukerfa að öðru
leyti en því sem að stjórnun þessara kerfa fellur undir einhvern þeirra
þátta sem lýst var hér að framan.

Þenda má á nokkur almenn atriði er hitaveitur telja að þurfi að taka tillit
til ef góð nýting á að fást út úr heitaveituvatninu:

- 1) Að velja miðstöðvarofna í stærra lagi.

- 2) Að velja heldur gegnumstreymiskerfi en uppblöndunarkerfi.
- 3) Að halda jöfnum hita allan sólarhringinn (síhitun).
- 4) Að gæta þess að ofnakerfið sé rétt stillt, þannig að allir ofnar hitni jafnt.
- 5) Að nota millihitara aðeins í þeim tilvikum að annars sé ekki kostur.

Liður 3) er restrartæknilegt atriði hitaveitna en gildir að sjálfsögðu ekki fyrir olíukyndingu.

Sá orkusparnaður, sem hægt er að ná með sjálfvirkum stjórnækjum, er háður mörgum þáttum, sem allir eru breytilegir frá einni byggingu til annarrar.

- a) Hver er samanburðargrundvöllur - lélegt eða gott handstýrt kerfi? Orkunotkun fyrir olíukreppu. Orkunotkun meðan á olíukreppu stóð eða eftir olíukreppu? Er miðað við sama gráðudagafjölda?
- b) Eru þægindi inniloftslags þau sömu?
- c) Er orkunotkun til hitunar neysluvatns með eða utan við samanburðina, þegar % - sparnaður er reiknaður?
- d) Eru gerðar aðrar lagfæringar á hitakerfi og húsinu um leið og sjálfvirkum stjórnækjum er komið upp?
- e) Mikill nýtanlegur sólvarmi (stærð glugga og í hvaða átt snúa þeir)? Hve margir íbúar eru í húsinu?
- f) Notkunartími. Er hitastig lækkað um helgar, að næturlagi eða hluta úr degi?
- g) Tregða byggingarinnar gegn hitasveiflum (þ.e. þung eða létt bygging).
- h) Gerð hitakerfis og hve létt er að innstilla það (ofnakerfi, geisla-hitunarkerfi, lofthitunarkerfi o.s.frv.).

Mjög sjaldgæft er að tvö kerfi séu 100% sambærileg og þess vegna er venjulega tilgangslaust að tala um nákvæma tölu fyrir orkusparnað. Eðlilegra er því að benda á mögulegan orkupsparnað fyrir mismunandi tegundir húsnæðis, t.d. einbýlishús, fjölbýlishús, skóla, skrifstofur og fyrir þung- og léttbyggð hús.

Hér að framan hefur komið fram að hægt er að spara orku á margvíslegan hátt með því að setja stjórnækki á hitakerfi.

Tölur í töflu 6 sýna mögulegan orkusparnað í stjórnvæddu kerfi í sam-
burði við handstýrt hitakerfi.

TAFLA 6

Mögulegur orkusparnaður vegna stýringa (%) með stjórnvæddu kerfi

	Orkusparnaður í %		
	Möguleg aukning í nýtingu á varma frá ljósum, eld- unartækjum og sól með stjórnvæddu kerfi	Hitastigslækkun um helgar og að næturlagi	Alls:
Léttbyggð			
einbýlishús	10-14	6-10	15-25
Einbýlishús, fjölbýlishús	12-16	3-5	15-20
Skólabyggingar, skrifstofuhús	12-16	15-25	25-40
o.fl.			

3.8 Leiðir til að bæta orkunýtingu og spara orku með litlum tilkostnaði

Hér verður bent á nokkur ráð til að spara orku við hitun húsa. Þeim er
það sameiginlegt að hafa lítinn sem engan kostnað í för með sér.

3.8.1 Innihitastig

Heilbrigðisyfirvöld í flestum nágrannalöndum okkar hafa komist að þeirri
niðurstöðu að 20-21°C sé í langflestum tilfellum kjörhitastig. Svíar
telja að um 5% þjóðarinnar þurfi herra hitastig, einkum þeir eldri og sjúk-
lingar með hæga blóðrás. Við herra hitastig verður loftið þurrara og
getur það valdið óþægindum t.d. í slímhimnum.

Einnar gráðu (°C) lækkun hitastigs minnkar orkupörf um 6-7%.

Að næturlagi er 18°C talið kjörhitastig. Lækkun innihita úr 20°C að degi
til í 18°C að næturlagi minnkar orkupörf um 3-6%.

Í mörgum tilfellum er æskilegt að hafa mismunandi hitastig í herbergjum, t.d. 20°C í stofum, 18°C í svefnherbergjum o.s.frv. Í slíkum tilfellum er mikilvægt að gæta þess að hurðir milli herbergja séu þéttar og að jafnaði lokaðar.

Þegar enginn er í íbúð að deginum má lækka hitastigið í 16-18°C og ef íbúð er ónotuð í lengri tíma (t.d. í fríum) í 14-15°C.

Á vinnustöðum þar sem allir eru á hreyfingu eru 18°C kjörhitastig.

3.8.2 Loftræsting

Gegnumtrekkur í 3-5 mínútur er sú loftræstiaðferð sem krefst minnstrar orku. Opinn gluggi í lengri tíma kælir niður herbergið og húsgögnin og loftskiptin verða einnig meiri en nauðsynlegt er. Áður en viðrað er út skal loka fyrir stýritæki ("termostöt" og ofnventla) sem stýrast af innihita.

3.8.3 Opnanleg gluggafög

Ef opnanleg gluggafög eru óþétt hjálpar oft að herða upp á gluggakrækjum. Einnig er mjög ódýrt að setja þéttilista í opnanleg gluggafög og hurðir.

3.8.4 Innanhússarkitektúr

Röðun á innbúi hefur áhrif á orkuþörf við hitun húsa. Bókahilla eða veggteppi á útvegg minnkar orkutap. Húsgögnum er oft stillt fast uppað ofnum en þar trufla þau eðlilega hringrás loftsins um herbergið. Mjög algengt er að þykkar gardínur nái niður fyrir ofna að innanverðu, þannig einangra þær ofninn frá herberginu og torvelða hringrás loftsins. Víða eru rúllugardínur. Með því að draga þær niður að næturlagi má minnka orkuþörf.

3.8.5 Ofnar

Ofnar í húsum eru oft á tíðum ekki samstilltir, þannig hitna þeir misjafnt. Þetta er hægt að lagfæra með samstillingu ofnakerfisins. Leiðbeiningar um hitastýrða ofnventla eru í 2.6.

Loft á ofnum getur hindrað gegnumstreymi í þeim. Nauðsynlegt er að yfirfara ofna reglulega og athuga hvort það sé loft í þeim.

Víða er bil milli ofns og veggs, þar má setja einangrunarefni, t.d. álpappír, sem endurkastar hitageislunum. Bronsaðir ofnar eru orkusóandi.

3.8.6 Heitt neysluvatn

Í lang flestum tilfellum er 50°C nægilegur hiti á heitu neysluvatni. Hærrí hiti eykur orkunotkun verulega.

Að nota sturtu í stað baðkars minnkar orkunotkun. Sturta í fjórar mínútur í stað baðkars sparar um 5 kWh.

Lekir kranar í lengri tíma valda verulegri orkusóun og óþægindum.

Fátt er auðveldara en að skipta um pakningar.

Við uppþvott og þvotta er hægt að spara mikið heitt neysluvatn, t.d. með því að skola í köldu eða volgu vatni.

3.8.7 Olíukynditæki

Talið er að ársmeðalnýtni kynditækja hér á landi liggi á bilinu 50-70%.

Til þess að viðhalda góðri nýtni er nauðsynlegt að sótthreinsa og stilla kynditæki a.m.k. einu sinni á ári. 1 mm sótlag getur aukið olíueyðslu um allt að 5%. Erlendis fást efni í úðabrúsa til að hreinsa sót úr kötlum sem auðvelða húseigendum að hreinsa eigin katla.

Skipta ber um spíss árlega. Í sumum tilvikum er skynsanlegt að hafa annan spíss á vetrum en sumrum.

3.9 Hagkvæmni orkusparandi aðgerða

3.9.1 Almennt

Í þessum kafla verður fjallað um hagkvæmni orkusparandi aðgerða frá sjónarhóli einstaklingsins, og þá sérstaklega þeirra sem í dag kynda hús sín með olíu.

Við hagkvæmnismatið er endurborganatími fjárfestingar reiknaður fram sem fall af afkastavöxtum samkvæmt formúlunni

$$n = \frac{\log(\Delta E \cdot P) - \log(\Delta E \cdot P - iS)}{\log(1+i)}, \text{ þar sem}$$

S = er stofnkostnaður aðgerðarinnar

n = er endurborgunartíminn (ár, mán.)

ΔE = er árlegur orkusparnaður af aðgerðinni

P = er einingarverð orkunnar

i = eru afkastavextir

Við hagkvæmnismat á orkusparandi aðgerðum þurfa forsendur um eftirfarandi atriði að liggja fyrir: Endingartíma aðgerðarinnar; árlegur orkusparnaður af aðgerðinni; stofnkostnaður aðgerðarinnar; þróun orkuverðs fram í tímann; krafa um afkastavexti.

Endingartími aðgerðar

Með því að reikna samkvæmt formúlunni að ofan er ekki nauðsynlegt að þekkja endingartíma aðgerðarinnar. Nægir þar að vita að hann sé lengri en endurborgunartíminn. Sú orka sem aðgerðin sparar að endurborgunartíma loknum er því beinn hagnaður.

Afkastavextir

Afkastavextir eru skilgreindir sem sá vaxtafótur sem gerir núvirði framtíðartekna jafnt núvirði stofnkostnaðar, þ.e.

$$S = \Delta E \cdot P \cdot \frac{1 - (1+i)^{-n}}{i}$$

og er þá gert ráð fyrir að árafjöldi og upphæð árlegra tekna í framtíðinni séu þekkt (sama formúla og að ofan, nema þar er reiknað með gefnum afkastavöxtum).

Fyrir fyrirtæki, sem þarf að taka ákvörðun um fjárfestingu, er eðlilegt að velja þann kost sem gefur bestu afkastavexti, eða uppfyllir a.m.k. skilyrði um þá lágmarksafkastavexti sem að fyrirtækið setur. Slíkir vextir eru alltaf hærri en bankavextir á hverjum tíma, og hærri en raunvextir. Þetta þýðir að það er aldrei raunverulegur valkostur hjá fyrirtæki að setja fé á banka til ávöxtunar (nema mjög tímabundið). Einnig

verður fyrirtækið að reikna sér vexti fyrir þá áhættu sem valkostirnir fela í sér.

Fyrir einstaklinginn horfir málið öðruvísi við. Þegar bankavextir eru lægri en verðbólgan og hann hefur fé handbært getur verið hagkvæmt fyrir hann að fjárfesta í orkusparandi aðgerð sem aðeins gefur verðtryggingu. Hann getur einnig verið í þeirri aðstöðu að eiga kost á að fá verðtryggt lán á 5% vöxtum, sem eru frádráttarbærir á skattseðli, en það þýðir að raunverulegur vaxtakostnaður fer eftir skattinum á jaðartekjum einstaklingsins. Slíkt lán er hagkvæmt að nota til orkusparandi aðgerða. Auk þess eru slíkar aðgerðir örugg fyrirtæki þar sem nægilegt er að reikna með ca. 2-3% afkastavöxtum á fjárfestingunni til þess að hún standi undir láninu.

3.9.2 Þróun olíuverðs

Mynd 9 sýnir þróun meðalolíuverðs hvert ár til neytenda á tímabilinu 1972-1978 og þróun meðalgengis yfir sama tíma. Ef olíuverðið er leiðrétt með meðalgengi ætti að fást góð mynd af raunverulegri hækkun olíuverðs yfir þetta tímabil. Hækkunin svarar til 22% árlegrar hækkunar og þá eru ekki teknar með í reikningana þær hækkanir á olíuvörum sem orðið hafa vorið/sumarið 1979.

Í línuritinu er vísitala meðalgengis 1972 (29 stig) og meðalverð gasolíu 1972 (3,96 kr/l) sett samasem 1.

Það er augljóst að ekki er hægt að leggja hækkunina yfir þetta tímabil til grundvallar spá um hækkanir í framtíðinni. En samtímis er það einnig ljóst að olíuverð kemur til með að hækka og að það er nauðsynlegt að reikna með framtíðarhækkunum olíuverðs til að fá rétta mynd af hagkvæmni orku- (olíu-) sparnaðaraðgerðar, og ekki síst til að vita hvenær er rétti (besti) tíminn til að fjárfesta/beina fjármagni til slíkra framkvæmda. Tala sem oft hefur heyrst í þessu sambandi er 5% á ári og er þá átt við langtímaþróun olíuverðs. Ef sú þróun er lögð til grundvallar, þ.e. 5% árleg hækkun olíuverðs (umfram meðalgengi), eykst verðmæti árlegra innborgana (verðmæti þeirrar orku sem spöruð er) sem því svarar.

Ár	Oliuverð	Oliuverð meðalgengi	Meðalgengi
1972	1.0	1.0	1.0
1973	1.5	1.2	1.1
1974	3.0	2.8	1.2
1975	5.0	2.8	1.8
1976	7.0	3.2	2.2
1977	8.0	3.3	2.4
1978	11.5	3.5	3.5

F. 18566

MYND 9 Þróun gasolíuverðs til neytenda 1972-1978

Þetta þýðir að það er ekki óraunhæft að reikna með núll afkastavöxtum, jafnvel þótt aðgerðin sé fjármögnuð með verðtryggðu láni. Í dæminu hér á eftir er endurborgunartíminn framreiknaður sem fall af -5,0 og +5% afkastavöxtum.

3.9.3 Dæmi

Dæmi 1

Einangrun þaks.

Varmatapið gegnum óeinangrað þak er 23.400 kwh, og gegnum þak einangrað með 200 mm glerull 3.800 kwh. Sparnaðurinn af aðgerðinni er u.þ.b. 3.000 lítrar af olíu árlega ef miðað er við 65% nýtni á kötlum. Olíuverð í júní 1979 var 103 kr/l. Efniskostnaður er 340.000 kr.

Niðurstöður:

Afkastavextir

Endurborgunartími	-5%	0%	+5%
	1 ár	1,1 ár	1,2 ár

Í þessu dæmi er endurborgunartíminn svo stuttur að krafa um afkastavexti hefur óveruleg áhrif. Það munar tveimur mánuðum á endurborgunartímanum frá -5% til +5% afkastavöxtum. Endingartími aðgerðarinnar er áætlaður 30-40ár.

Dæmi 2

Samanburður á mismunandi glerjun. Glerflötur hússins er 24 m².

Kostnaður

		Kkr.
Einfalt gler	(k=7W/m ² ·C)	192
Tvöfalt gler	(k=3,1W/m ² ·C)	456
Þrefalt gler	(k=2,1W/m ² ·C)	780

Vinna er reiknuð þannig: 150.000 kr fyrir hreinsun og 300.000 kr fyrir ísetningu.

Í töflum 7 og 8 eru eftirfarandi forsendur notaðar við samanburð á mismunandi glerjun:

Valkostur 1: Einfalt gler er fyrir í húsinu; Glerið er verðlaust (afskrifað

að fullu og ónýtt), og einstaklingurinn vill vita hvað mismunurinn á kostnaði við ísetningu á einföldu gleri og tvöföldu gleri (af því að hann verður að skipta um gler hvort sem er) er fljótur að borga sig.

Valkostur 2: Sama og 1 nema um þrefalt gler er að ræða í stað tvöfalda.

" 3: Glerið sem fyrir er í húsinu er einfalt og í góðu standi. Einstaklingurinn vill vita hvað það kostar að setja einfalt gler utna á glerið sem fyrir er. Áætlað k-gildi er $3,5 \text{ W/m}^2\text{°C}$.

" 4: Sama og 3 nema glerið sem fyrir er er tvöfalt. Áætlað k-gildi samstæðunnar er $2,5 \text{ W/m}^2\text{°C}$.

" 5: Glerið sem fyrir er í húsinu er einfalt en er í fullu verðgildi. Einstaklingurinn vill vita hvort það borgi sig að henda glerinu sem fyrir er og kaupa tvöfalt gler, þ.e.a.s. þótt að glerið sé í fullu verði, fær hann ekkert fyrir það í sölu.

" 6: Sama og 5 nema um þrefalt gler er að ræða í stað tvöfalda.

Tafla 7 sýnir árlegan orku- og olíusparnað ásamt stofnkostnaði fyrir valkostina en tafla 8 sýnir endurborgunartíma í árum.

TAFLA 7

Árlegur orku- og olíusparnaður ásamt stofnkostnaði fyrir nokkra valkosti glerjunar

Valkostur	Væntanlegur árlegur orkusparnaður (MWh)	Stofnkostnaður (Kkr)	Árlegur olíusparnaður (1)
1	10	264	1540
2	12,4	588	1910
3	9	492	1390
4	1,5	492	230
5	10	1098	1540
6	12,4	1422	1910

TAFLA 8

Endurborgunartími fyrir nokkra valkosti glerjunar

Valkostur	Endurborgunartími í árum sem fall af afkastavöxtum:		
	-5%	0%	+5%
1	1,5	1,6	1,8
2	2,7	3,0	3,3
3	3,1	3,4	3,9
4	13,9	20,8	-
5	5,8	6,9	8,7
6	6,0	7,2	9,2

Valkostir 1-3 borga sig allir upp á skemmri tíma en fjórum árum. Túlkunin er einfaldlega sú að einfalt gler er mjög óhagstætt í samanburði við tvöfalt eða þrefalt gler. Og eins og niðurstaðan fyrir valkosti 5 og 6 sýnir, þá borgar sig upp á sjö árum (á núllvöxtum) að henda nýju einföldu og setja nýtt tvöfalt eða þrefalt gler.

Fyrir valkost fjögur er hins vegar endurborgunartíminn 21 ár á núllvöxtum, og getur hann því varla talist raunhæfur. k-gildisminnkunin er aðeins 0,6 W/m²°C og er of lítil til að réttlæta ísetningarkostnaðinn.

Endingartími aðgerðanna er áætlaður 20-40 ár.

4 STJÓRNUNARLEGAR AÐGERÐIR TIL BÆTTRAR ORKUNÝTINGAR

Hið opinbera getur með margvíslegu móti stuðlað að bættri orkunýtingu. M.a. má nefna lög, reglugerðir, verðskrár, styrki, lán, skattlagningu, rannsóknir, upplýsingamiðlun og menntunarkerfi. Auk þess ræður það yfir ýmsum stofnunum til að nálgast sett markmið, svo sem bönkum, Ríkisútvarpi, Orkustofnun, Rafmagnsveitum ríkisins, Landsvirkjun, Innkaupa- stofnun ríkisins, Heilbrigðiseftirliti ríkisins, Rafmagnseftirliti ríkisins, Öryggiseftirliti ríkisins, Brunamálastofnun ríkisins, Skipu- lagsstjóra ríkisins, Iðntæknistofnun, Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins, Húsnæðismálastofnun og skólum.

Í þessum kafla verður fjallað um og gerðar tillögur um stjórnunarlegar aðgerðir til að bæta orkunýtingu.

4.1 Orkusparandi aðgerðir tengdar húsnæði í eigu ríkis og sveitarfélaga

Í eigu ríkis og sveitarfélaga er mikið af þjónustubyggingum og auk þess all nokkuð atvinnu- og íbúðarhúsnæði. Vinnuhópurinn hefur átt viðræður við nokkra þeirra aðila, sem sjá um framkvæmdir við byggingu og viðhald þessa húsnæðis. Í þeim viðræðum hefur komið fram að lítið sem ekkert hefur verið hugsað um orkusparandi aðgerðir fram til þessa. Eftirlit með rekstri bygginganna virðist einnig nokkuð tilviljanakennt.

Hér verður bent á nokkra þætti, sem ættu að leiða til orkusparnaðar:

- 1) Fræðsla fyrir rekstrarstjóra bygginga (húsverði, umsjónarmenn o.fl.) í kyndingaraðferðum, eftirliti með einangrun, stýrikerfum og öðrum þáttum, sem að orkunotkun lúta. Æskilegt væri að koma á fót námskeiðum fyrir þessa aðila, þar sem kennt væri bókhald, skýrslugerð, ýmislegt um byggingar, kyndingu o.fl. þætti, sem að rekstri bygginga lúta.

Ábending. Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins, Innkaupastofnun og einhverjum ríkisskólanna verði falið að undirbúa og halda námskeið um rekstur bygginga.

- 2) Vinnuhópurinn mun athuga og bera saman orkunotkun við rekstur húsnæðis í eigu ríkis og sveitarfélaga sérstaklega á svæðum með olíukyndingu. Í framhaldi af því verði sérstökum aðila falið að gera tillögur um úrbætur í þeim byggingum þar sem orkunotkun verður talin óeðlilega mikil.
- 3) Við nýbyggingar og almennt viðhald húsnæðis verði sérsök áhersla lögð á hagkvæma orkunýtingu. Við nýbyggingar þarf að taka mið af orkunotkun þegar við gerð skipulags- og útlitsteikninga.

Ábending. Innkaupastofnun í samráði við Arkitektafélag Íslands og Félag ráðgjafarverkfræðinga verði falið að semja reglur um hönnun og viðhald bygginga í eigu ríkisins með sérstöku tilliti til hagkvæmari orkunýtingar og reksturs.

- 4) Víða erlendis hafa ríki og sveitarfélög sett ákveðnar reglur um inniloftslag (hita-, rakastig o.fl.) í byggingum í eigu hins opinbera til orkusparnaðar. Víðast hvar er miðað við 20-21°C við kyrrstöðuvinnu en 18°C þar sem starfsfólk er á hreyfingu. Vissar undantekningar eru þó frá þessu, t.d. sjúkrahús.

Ábending. Heilbrigðiseftirlit ríkisins verði falið að gera tillögur um reglur um inniloftslag í húsnæði í eigu ríkis og sveitarfélaga, enda leikur grunur á að víða sé óþarflega heitt og þar af leiðandi þurrt loft.

4.2 Hvetjandi aðgerðir

Hvetjandi aðgerðir hafa ýmsa kosti fram yfir þvingandi aðgerðir. Má þar til dæmis nefna að þvingandi aðgerðir skapa yfirleitt nokkra mótspyrnu einstaklinga og kosta oft sérstakt eftirlit.

Þegar hefur verið fjallað um fordæmi ríkisvaldsins (sjá 4.1). Fræðslu- starfsemi getur einnig talist hvetjandi aðgerð en um hana verður fjallað í 4.5. Hér verður lýst nokkrum hvetjandi aðgerðum:

- 1) Talsvert er um rafhituð hús hér á landi (um 9% 1977 sé miðað við orkumagn). Sölufyrirkomulag rafmagnsveitna er lítt hvetjandi til orkusparnaðar þrátt fyrir að talsverður hluti raforku til húshitunar sé framleiddur með díselolíu.

Einstaka hitaveitur eru orkulitlar, eigi að síður er sölufyrirkomulag hjá þeim á engan hátt hvetjandi til orkusparnaðar. T.d. er full ástæða til að taka sölufyrirkomulag skv. hemli til sérstakrar athugunar með tilliti til orkunotkunar.

Verðlagning á orku hefur áhrif á orkunotkun. Verð á orku til hitunar húsa er mjög breytilegt, þannig kostar heitt vatn til upphitunar frá Hitaveitu Reykjavíkur nú um 1/5-1/6 miðað við olíu. Í Noregi er stefnt að því að orkuverð svari til kostnaðar samfélagsins við framleiðslu og dreifingu á viðbótarorkueiningu.

Ábending. Verðlagning á orku til hitunar verði tekin til endurskoðunar. Sérstaklega verði hugað að hvort ekki sé unnt að veita afslátt ef orkunotkun er neðan við ákveðin mörk. Gerður verði samanburður á orkunotkun miðað við mismunandi sölufyrirkomulag, t.d. sölu á heitu vatni eftir hemli annars vegar og mæli hins vegar; einnig raforkunotkun til húshitunar samkvæmt almennum húshitunartaxta og marktaxta.

2) Í sambandi við orkusparandi aðgerðir eru lán og styrkir sérstaklega mikilvæg. Rannsóknir í Danmörku í október 1975 sýndu að 74% af íbúum höfðu sparað orku í hitun húsa. Flestir höfðu lækkað innihita. 39% höfðu fjárfest í orkusparandi aðgerðum. 24% höfðu hugleitt að fjárfesta í orkusparandi aðgerðum, en rúmum tveir þriðju af þeim höfðu hætt við vegna fjár- eða tímaskorts.

Um fjármögnun til bættrar orkunýtingar verður fjallað nánar í 5. kafla.

3) Ýniss konar hugmyndaþækkun er einnig liður í hvetjandi aðgerðum. Má þar t.d. nefna hugmyndaþækkun um skipulag húsnæðis og hverfa, orkusparandi hitunarkerfi og ritgerðarsamkeppni í skólum.

4.3 Þvingandi aðgerðir

Þvingandi aðgerðir til orkusparnaðar eru vænlegar til árangurs. Ríkisvaldið hefur í sínum höndum setningu laga og reglugerða. Þessa aðgerðir hafa þó vissa ókosti eins og áður hefur komið fram.

Hér verður bent á nokkra þætti, sem stuðla að orkusparnaði í hitun húsa.

- 1) Skipulag hefur víðtæk áhrif á orkunotkun, þar má nefna þætti eins og ferðaþörf. Skipulag segir einnig til um þéttleika byggðar (nýtingarhlutfall) og ræður þannig að nokkru byggingarformi. Þess má geta að oft er reiknað með að við upphitun á einnar hæðar húsi þurfi 24 W/m^3 í grunnfl. en við upphitun á fjögurra hæða húsi þurfi 17 W/m^3 eða um 29% minna. Veðurfar, sem hefur mjög mikil áhrif á orkunotkun, er einnig víða breytilegt frá einum stað til annars innan sama sveitarfélags.

Ábending. Við gerð skipulagsuppdráttar verði sérstaklega hugað að hagkvæmari orkunýtingu, m.a. með staðsetningu og þéttleika byggðar.

- 2) Ný byggingarreglugerð hefur verið undirrituð og mun hún væntanlega taka gildi fljótlega. Í henni er gert ráð fyrir mjög auknum kröfum varðandi einangrun. Einnig er landinu skipt í tvo flokka, hitaveitusvæði og svæði án hitaveitna. Mun strangari kröfur eru gerðar til einangrunar utan hitaveitusvæða. Einnig er þess krafist að olíukynditæki séu stillt og yfirfarin ekki sjaldnar en árlega. Ekki er fjallað um stýritæki í reglugerðinni. Ekki þykir ástæða til að fjalla frekar um reglugerðina hér, en æskilegt er að hún verði vel kynnt við gildistöku. Æskilegt væri einnig að gefnar væru út leiðbeiningar um hagkvæmustu einangrun fyrir mismunandi orkuverð. Nauðsynlegt er og að reglugerðin verði endurskoðuð reglulega.
- 3) Í reglugerð um brunavarnir og brunamál er fjallað lítillega um kynditæki. Ekki er fjallað sérstaklega um stillingu og kröfur til stjórn- og öryggisbúnaðar eru mjög almennt orkaðar.
- 4) Ríkisvaldið hefur reynt að jafna kyndikostnað með greiðslu olíustyrks. Á árinu 1979 er reiknað með að olíustyrkurinn verði alls um 1780 Mkr. Engar kröfur hafa verið gerðar til húseiganda við útborgun styrksins. Styrkveitingin er hins vegar tilvalið stjórn- tæki til að stuðla að hagkvæmari orkunýtingu.

Ábendingar. Gerðar verði ákveðnar kröfur til úthlutunar olíustyrks, svo sem um stillingu olíukynditækja. Einnig þarf að huga sérstaklega að öðrum leiðum til jöfnunar hitunarkostnaðar, sem jafnframt séu orkusparandi. Má þar nefna ráðgjöf varðandi kyndingu, einangrun o.fl., lán og styrki til endurbóta, úthlutun tækja svo sem hitamæla til að mæla reykhitu.

5) Nokkur ásókn er í leyfi til rafhitunar utan hitaveitusvæða. Tvenns konar sölufyrirkomulag er í gangi hjá Rafmagnsveitum ríkisins. Annars vegar er selt samkvæmt svokölluðum marktaxta, en þá er greitt fast gjald fyrir uppsett afl og mjög lágt gjald fyrir hverja kWh. Orkunni, sem fastagjaldið felur í sér, er dreift yfir allt árið en umframnotkun á vetrum er seld á heimilistaxta. Hins vegar er lágt fastagjald og síðan greitt fast verð fyrir hverja kWh (þannig að verð á kWh lækkar með aukinni notkun). Þessi taxti verður hærri en marktaxtinn ef nýtingarstundafjöldinn verður meiri en 3200 klst/ári.

Ábending. Sölufyrirkomulag á raforku til húshitunar verði endurskoðað. Við endurskoðunina verði miðað við að taxtarnir verði hvetjandi til orkusparnaðar, þ.e. neytendur "borgi" ekki fyrir meiri orku á sumrin en þeir nota eins og nú er ef miðað er við marktaxtann. Taxtarnir refsir fyrir mikla orkunotkun.

6) Margvísleg tæki og efni eru á markaðnum sem eiga að leiða til hagkvæmari orkunýtingar. Eftirlit með innflutningi þessara tækja er lítið og ekki er krafist viðurkenninga ríkisvalds á gæðum tækjanna. Víða erlendis þurfa þessi tæki að ganga í gegnum ákveðin próf áður en sala er leyfð. Hér á landi er ekki aðstaða til slíkra prófana. Þar til slíkri aðstöðu verður komið upp gætum við nýtt erlendar niðurstöður.

Ábending. Iðntæknistofnun og Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins verði falið að gera tillögur um eftirlit með innflutningi tækja sem ætlað er að leiði til bættrar orkunýtingar. Jafnframt verði sömu aðilum falið að gera tillögur um hvernig upplýsingum um þessi tæki verður komið til neytenda.

4.4 Aðstoð við húseigendur

Vegna þess hve byggð er dreifð hér á landi er oft erfitt fyrir húseigendur að fá ráðleggingar, t.d. um einangrun. Sölumenn fyrirtækja ferðast lítið um landið og íbúar dreifbýlisins eiga því sjáldnast greiðan aðgang að einangrunarefnum og stýritækjum, svo sem hitastýrðum ofnventlum, svo ekki sé nú talað um fjölbreytni. Víða skortir tækni-menntaða menn og því þarf að sækja sérfræðiráðgjöf um langan veg.

Á smærri stöðum getur einnig verið erfitt að fá iðnaðarmenn. Af þessari upptalningu má sjá að mjög mikið átak er fyrir einstaklinginn að ráðast í orkusparandi framkvæmdir.

Þeir aðilar, sem gefa ráðleggingar á þessu sviði eru:

Rannsóknarstofnun byggingariðnaðarins, Iðntæknistofnun, Húsnæðismála-
stofnun (vegna eigin teikninga), Byggingarþjónustan, Byggingarstofnun
landbúnaðarins, sem ásamt byggingarfulltrúum í sveitum ráðleggur bændum,
byggingarfulltrúar, Hitaveita Reykjavíkur, fyrir sitt sölusvæði og
auk þess munu aðrar hitaveitur yfirleitt veita einhverja ráðgjöf.
Flestir þessir aðilar, að undanskildum byggingarfulltrúum og hitaveitum,
eru staðsettir á höfuðborgarsvæðinu. Ráðgefandi verkfræðistofur utan
höfuðborgarsvæðisins eru staðsettar á eftirtöldum stöðum: Borgarnesi,
Ísafirði, Akureyri, Reyðarfirði og Hvolsvelli. Auk þess er verk- og
tæknifræðiþjónusta a.m.k. á Akranesi, Egilsstöðum, Höfn í Hornafirði,
Selfossi og Keflavík. Ef árangur á að nást í hagkvæmari nýtingu orku
til húshitunar er nauðsynlegt að komið verði upp aukinni ráðgjöf og
efnisaðföng verði auðvelduð. Danir hafa komið upp svo kallaðri
"konsulent" þjónustu og Svíar eru einnig með þjónustu á þessu sviði.
Hér verður bent á leiðir til að veita þessa þjónustu. Um fræðslustarf-
semi verður fjallað í 4.5.

Ríkisvaldið gæti ráðið tímabundið n.k. orkusparnaðarráðgjafa, sem
ferðu áust reglulega um landið og veittu fyrstu ráðgjöf (eða falið
slíkt verkfræðistofum). Sú ráðgjöf fælist einkum í að meta hvort
aðgerða sé þörf, í leiðbeiningum varðandi efniskaup o.fl. Ef
framkvæma þyrfti meiri háttar breytingar væri eðlilegast að benda
á verkfræðistofur. Þessi ráðgjöf þyrfti að vera ódýr og gæti e.t.v.
komið að hluta í stað olíustyrks. Slíkir ráðgjafar gætu líka komið
að verulegum notum ef tekið verður að veita lán til orkusparandi
aðgerða.

Talsvert hefur verið rætt um stillingar á olíukynditækjum. Nýtnis-
aukning við stillingu er að meðaltali um 7%. Yfirleitt er ráðlagt
að stilla olíukynditæki árlega en sérstakar athuganir hafa ekki verið
gerðar á því. Á þeim stöðum sem þessi þjónusta er ekki fyrir hendi
þarf ríkisvaldið að grípa inn í og skipuleggja hana, t.d. í sambandi
við ráðgjafarþjónustu.

Ábending. Ríki og sveitarfélög kanni möguleika á að koma á fót ráðgjafarþjónustu í sambandi við orkusparandi aðgerðir einkum á svæðum með olíukyndingu. Bent skal á að í Svíþjóð og Danmörku hefur slíkri þjónustu verið komið á.

4.5 Fræðuslustarfsemi og áróður

Mjög mikilvægur þáttur í áætlun um orkusparnað er ýmiss konar fræðuslustarfsemi. Má þar nefna bæklinga, efni í fjölmiðlum, fræðuslustarfsemi í skólum og námskeiðahald. Hér verður bent á nokkur atriði varðandi þennan þátt.

- 1) Útgáfa upplýsingarita um hagkvæmari orkunýtingu og dreifingu þeirra til húseigenda stuðlar að mjög aukinni umræðu og þekkingu á orkunýtingu og leiðum til minni orkunotkunar. Í ráði er að gefa út bækling um leiðir til orkusparnaðar við rekstur húsa. Honum á að dreifa til allra húseigenda og mun Húsnæðismálastofnun fjármagna útgáfuna. Auk þess ætlar Iðnaðarráðuneytið að gefa út sérstakan bækling um olíukynditæki til dreifingar á olíukynntum svæðum.

Svíar ("Energisparkommittén") hafa lagt gífurlega vinnu í útgáfu slíkra rita. Ritin eru bæði um tæknilegar útfærslur og um fjármögnun. Rit þessi mætti þýða og staðfæra, ef leyfi fengist.

Ábending. Lokið verði við þá bæklinga, sem þegar hafa verið ákveðnir. Einnig verði athugað með þýðingar og staðfærslu á erlendum bæklingum, svo sem um hitunartækni, einangrum, þéttingar og stýringar. Einnig mætti sérstaklega huga að bæklingum fyrir tæknimenn.

- 2) Nú er unnið að gerð sjónvarpsþátta um orkumál, m.a. orkusparnað. Erlendis hafa verið gerðir þættir sem fjalla um orkusparandi aðgerðir við hitun húsa. Má t.d. nefna "Det goda huset" í Svíþjóð. Danir hafa einnig gert þætti í gamansömum dúr um orkusparnað.

Ábending. Við útkomu bæklinganna sem fjallað er um í lið 1) þarf að gera sjónvarpsþætti til að kynna þá. Einnig væri æskilegt að framleiða ca. 5 mínútna þætti um einstaka orkusparandi aðgerðir eins og þéttingar. Í útvarp mætti athuga með ráðleggingar, nokkurs konar "Hlustendur spyrja".

- 3) "Energisparakommitén" í Svíþjóð hefur látið vinna sýningar ("utstállningar") á leiðum til orkusparnaðar. Sami aðili hefur einnig látið gera kvikmyndir um orkusparnað.

Ábending. Þessar sýningar og kvikmyndir verða skoðaðar og ef þær þykja falla vel að íslenskum aðstæðum þá verði fengið leyfi til þýðinga og staðfærslu. Sýningarnar má síðan senda um landið.

- 4) Fræðslustarfræsemi í skólum um orkumál og hagkvæmari orkunýtingu er mikilvægur liður í að koma á umræðum og auka þekkingu komandi kynslóða.

Ábending. Athugað verði hvort ekki sé hægt að taka orkumál inn sem lið í samfélagsfræðum og fleiri námsgreinum.

- 5) Námskeiðahald ýmiss konar um hagkvæmari orkunýtingu getur einnig stuðlað mjög að orkusparnaði. Þegar hefur verið fjallað um námskeið fyrir rekstrarstjóra bygginga í eigu ríkisins. Sérstökum námskeiðum fyrir tækni- og iðnaðarmenn mætti einnig koma á. Ekki má gleyma námskeiðahaldi fyrir verkfræðinga, tæknifræðinga og arkitekta um nýjungar. Í haust mun Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins og Nordtest gangast fyrir upplýsingafundi um nýjungar í kynditækni, loftræstikerfum og lagnakerfum með tilliti til orkusparnaðar, í samráði við vinnuhópinn.

Ábending. Komið verði á námskeiðum fyrir tæknimenn um nýjungar, útfærslur o.fl. sem leiðir til hagkvæmari orkunýtingar. Vinnuhópurinn mun vinna frekar að því máli.

Hér að framan hefur verið bent á ýmsar leiðir til fræðslu og áróðurs um hagkvæmari orkunýtingu í hitun húsa. Flestar leiðanna gilda hins vegar um bættu orkunýtingu og orkusparnað almennt. Æskilegt er að öll fræðslu- og áróðursstarfsemi um orkusparnað sé á einni hendi.

Ábending. Lagt er til að Iðnaðarráðuneytið skipi orkusparnaðarnefnd sem hafi það hlutverk að skipuleggja og sjá um fræðslu- og áróðursherferð um orkusparnað. Í nefndinni þurfa að vera bæði tæknimenn og sérfræðingar í upplýsingamiðlun.

5 FJÁRMÖGNUN

Eins og áður hefur komið fram (sjá 4.2) er fjármögnun aðgerða til bættrar orkunýtingar mjög mikilvæg ef árangur á að nást. Hér verður eingöngu fjallað um þann þátt fjármögnunar sem snýr að einstaklingnum.

Skipta má fjármögnun í styrki, lán og ívilnun í skattakerfi. Hér verður ekki fjallað um styrki, enda engir slíkir fyrir hendi og ekki þykir ástæða til að taka upp styrkveitingar til orkusparandi aðgerða að svo komnu máli.

5.1 Lánakerfi

Lánafyrirgreiðsla til húsbygginga og húsakaupa af hálfu ríkisins fer fram í gegnum Húsnæðismálastofnun. Lán til nýbygginga er föst krónutala ef húsnæðið er undir ákveðinni stærð. Lán til kaupa á eldra húsnæði er hins vegar háð ýmsum atriðum eins og efnahag, öðrum lánum og hvort umsækjandi sé að kaupa íbúð í fyrsta skipti. Af framansögðu er ljóst að kerfið hvetur á engan hátt til að lagt sé út í aukinn stofnkostnað við aðgerðir til bættrar orkunýtingar. Lánafyrirgreiðsla af hálfu hins opinbera til viðhalds og endurbóta á eldra húsnæði nær eingöngu til elli- og örorkulífeyrisþega.

Lífeyrissjóðir lána félagsmönnum eftir ákveðnum reglum. Þessi lán eru yfirleitt bundin veði í íbúðum en er hægt að ráðstafa að vild. Þessi lán eru yfirleitt til langs tíma (10 ár eða meir) og eru mjög hægstæð, a.m.k. á verðbólgutímum.

Bankar og sparissjóðir veita lán til viðhalds og endurbóta á eldra húsnæði. Lánareglur eru breytilegar, allt frá venjulegum víxillánnum upp í 10 ára lán.

Stofnlánadeild landbúnaðarins veitir bændum lán til viðhalds og endurbóta á húsnæði.

Af framansögðu er ljóst að nokkrir möguleikar eru á að fá lán til viðhalds

og endurbóta en lánaþyrirgreiðsla er á engan hátt örugg.

5.2 Skattakerfi

Samkvæmt núgildandi skattalögum (nr. 40/1978) er ekki leyfður frádráttur vegna viðhalds á húsnæði til eigin nota. Hins vegar er leyfður frádráttur vegna viðhalds á húsnæði, sem notað er til atvinnureksturs, og er leiga á húsnæði innifalin í því.

Viðhald er skilgreint í reglugerð um tekju- og eignarskatt nr. 245/1963: "Viðhald telst það, sem gera þarf til þess að halda eignum og einstökum hlutum þeirra í svipuðu ástandi og þær voru í, þegar aðili eignaðist þær, hvort heldur þær voru þá gamlar eða nýjar". Ennfremur segir í sömu reglugerð: "Ef aðili lætur endurbæta eign, sem hann hefur keypt, ellegar er orðin úr sér gengin fyrir aldurs sakir, stækka eign eða breyta henni, þá skal það ekki talið til viðhalds".

Samkvæmt lögum nr. 40/1978 er leyfður frádráttur vegna vaxtagjalda með svipuðum hætti og samkvæmt eldri lögum.

Í Danmörku er leyfður allt að 3000 Dkr. skattfrádráttur vegna orkusparandi viðhalds og endurbóta á íbúðarhúsnæði. Þessi frádráttur krefst talsverðs eftirlits og skapar því nokkur vandkvæði bæði fyrir einstaklinginn og ríkisvaldið.

5.3 Tillögur

Ef árangur á að nást í bættri orkunýtingu í hitun húsa þarf að aðstoða húseigendur við fjármögnun aðgerða með lánum til langs tíma, skattaívilnunum eða með öðrum hætti.

Í ljósi þessa er lagt til að þegar í stað verði farið að huga að með hvaða móti fjármögnun verði viðkomið. Hér skal bent á:

- 1) Stjórn Húsnæðismálastofnunar verði falið að gera tillögu um breytt lánaþyrirkomulag þannig að lánin verði hvetjandi til

orkusparandi aðgerða. Má í því sambandi minna á að við gildis-
töku nýrrar byggingarreglugerðar verða gerðar meiri kröfur til
einangrunar utan hitaveitusvæða. Stjórninni verði einnig falið að
gera tillögur um lánaúthlutun til meiri háttar viðhalds og endur-
bóta á eldri húsnæði með sérstöku tilliti til orkusparnaðar.

- 2) Nefnd á vegum ríkisstjórnarinnar, sem vinnur að endurskoðun á skatta-
lögum, verði falið að athuga með breytta skattalega meðhöndlun
á viðhaldi og endurbótum sem leiða til orkusparnaðar. Í þessu
sambandi verði sérstaklega hugað að hvort ekki megi taka upp
sérstakar reglur á svæðum þar sem olíukynding er.

6 FRAMHALD VERKEFNIS

Hér verður stuttlega gerð grein fyrir helstu verkefnum sem vinnuhópurinn áætlar að vinna að á þessu og næsta ári.

Eins og komið hefur fram í fyrri köflum skortir ýmsar upplýsingar um orkuþörf og orkunotkun í hitun húsa. Áhrif aldurs, gerðar, stærðar, staðsetningar húsa og fleiri slíkra þátta á orkuþörf hafa lítið verið könnuð. Hitunarvenjur Íslendinga hafa heldur ekki verið athugaðar. Engin könnun hefur verið gerð á ástandi einangrunar, stýringa í húsum og fleiri tæknilegum atriðum sem hafa áhrif á orkuþörf. Í ferð nemenda Háskólans, Tækniskólans og Vélskólans á Breiðdalsvík, Djúpavog og Höfn var safnað ýmsum upplýsingum um orkunotkun og tæknilegan útbúnað húsa með tilliti til orkuþarfar. Vinnslu þeirra gagna mun að mestu lokið og munu niðurstöður verða birtar innan skamms. Vinnuhópurinn hefur beðið um og mun kosta frekari úrvinnslu gagnanna og er áætlað að þeirri úrvinnslu verði lokið í ágúst n.k.

Vinnuhópurinn telur nauðsynlegt að afla viðtækra upplýsinga um ofangreind atriði o.fl. til þess að hægt sé að leggja grunn að raunhæfri áætlun um sparnað í upphitun eldri húsa. Til að ná þessu markmiði hefur vinnuhópurinn lagt til við Orkustofnun að fram fari ástands- og orkunýtingarkönnun húsa. Hefur stofnunin samþykkt þær tillögur, og falið hópnum að hafa umsjón með könnuninni. Hefur hún samið við Rannsóknarstofnun byggingariðnaðarins um að undirbúa verk þetta og er ráðgert að semja einnig við hana um framkvæmd að miklu leyti.

Ætlast er til að könnun þessi feli í sér skoðun á tæknilegri útfærslu 300-400 húsa á a.m.k. fjórum stöðum á landinu, með tilliti til einangrunar og upphitunar. Einnig verður orkunotkun húsanna athuguð. Könnuninni er m.a. ætlað að veita upplýsingar um:

1. Orkunotkun í hitun húsa.
2. Orkutap gegnum einstaka byggingarhluta.
3. Hvort orkunotkunin er háð aldri, gerð eða stærð húsnæðis og þá hvernig.
4. Hvort orkunotkun er háð landshluta.
5. Hvort orkunotkun er háð orkugjafa.

6. Orkunýtingu í mismunandi upphitunarkerfum.
7. Ástand kynditækja.
8. Áhrif hitastýringa.
9. Gluggastærðir og glergerð.
10. Hitunarvenjur, loftræstivenjur o.fl.
11. Nýtingu eigin orku.
12. Arðsemi orkusparandi aðgerða.
13. Vinnubrögð við uppsetningu einangrunar, stýrikerfa, o.fl.
þátta er hafa áhrif á orkunotkun.
14. Hvort raunveruleg orkuþörf svarar til reikningslegrar.
15. Leiðir til að minnka orkuþörf nýrra húsa.
16. Heildarkostnað við að endurbæta eldra húsnæði með tilliti til orkusparnaðar.
17. Orkuþörf til upphitunar á neysluvatni.
18. Raforkunotkun til heimilisnota.

Undirbúningur könnunarinnar er í höndum Rannsóknarstofnunar byggingariðnaðarins sem fyrr segir og ætti skoðunin að geta farið fram í ágúst-október í ár.

Vinnuhópurinn hefur valið hús, sem eru byggð eftir einni af teikningum Húsnæðismálastjórnar, til sérstakrar athugunar. Alls hafa um 150 hús verið byggð eftir teikningunni. Reiknuð hefur verið orkuþörf húsanna miðað við mismunandi tæknilega útfærslu. Jafnframt hefur hagkvæmni mismunandi útfærslna verið athuguð. Niðurstöður reikninganna eru í Viðauka B. Vinnuhópurinn áætlar ennfremur að kanna orkunotkun húsanna. Könnunin verður væntanlega gerð í haust. Jafnframt íhugar vinnuhópurinn að láta fara fram athugun á orkunotkun a.m.k. eins af typuhúsunum. Fylgst yrði með dreifingu á orkunotkun til húshitunar yfir sólarhringinn, áhrifum veðurs á orkunotkunina, þörf fyrir heitt neysluvatn o.fl. Könnunin stæði yfir í eitt ár.

Áætlað er að gera athugun á nýtni um 50 katla á Höfn í Hornafirði í haust og athuga hvernig nýtnin hefur breyst frá því að þeir voru stilltir.

Vinnuhópurinn mun safna saman upplýsingum um orkunotkun bygginga í eigu ríkis og sveitarfélaga. Jafnframt því mun vinnuhópurinn senda

spurningalista um ýmiss atriði varðandi upphitun þessara bygginga til húsvarða eða rekstrarstjóra bygginganna.

Húsnæðismálastofnun ríkisins mun fjármagna útgáfu bæklinga um leiðir til orkusparnaðar við rekstur húsa, og verður honum dreift til allra húseiganda. Vinnuhópurinn mun leggja til stóran hluta efnis í bæklinginn.

Að lokinni ástands- og orkunýtingarkönnun húsa er stefnt að kynningu á niðurstöðum fyrir tækni, og iðnaðarmenn; t.d. yrðu mistök við uppsetningu einangrunarefna og upphitunarkerfa kynnt iðnaðarmönnum, jafnframt því sem leiðir til bættrar orkunýtingar yrðu sýndar.

Þegar ofangreindum könnunum verður lokið mun vinnuhópurinn loks móta tillögur að langtímaáætlunum um orkusparnað í hitun húsa.

7 NIBURSTÖÐUR

Heildarkostnaður við hitun á húsnæði landsmanna árið 1979 er áætlaður um 24 milljarðar kr miðað við verðlag í júní 1979. Gífurlegur verðmunur er á hinum ýmsu orkugjöfum til húshitunar og er kynding með olíu dýrust en heitt vatn frá hitaveitum ódýrast. Í árslok 1978 var húsnæði um 66% landsmanna tengt hitaveitum en gert er ráð fyrir að allt að 80% húsnæðis muni tengjast hitaveitum í náinni framtíð.

Hagkvæmni orkusparandi aðgerða er mjög mismunandi vegna breytilegs orkuverðs. Hagkvæmni orkusparandi aðgerða er einnig mismunandi séð frá sjónarhóli einstaklingsins annars vegar og þjóðfélagsins hins vegar, t.d. vegna þess að kostnaður á viðbótarorkueiningu fyrir samfélagið er oft annar en gildandi orkuverð til neytenda.

Innan tíðar tekur gildi ný byggingarreglugerð. Reglugerðin hefur í för með sér nokkurn orkusparnað miðað við algengar einangrunarþykktir í dag, eða um 15-25% miðað við einbýlishús utan hitaveitusvæða, en um 0-7% á hitaveitusvæðum.

Vinnuhópurinn telur eðlilegra að talað sé um hagkvæma orkunýtingu fremur en orkusparnað, a.m.k. þegar um innlenda orkugjafa er að ræða.

Aðgerðum til bættrar orkunýtingar má skipta í tvennt:

- 1) Tæknilegar
- 2) Stjórnunarlegar

Í kafla 3 er fjallað um tæknilegar aðgerðir til bættrar orkunýtingar og er þeim skipt í:

- 1) Þéttingar og loftskipti. Með því að þétta hús, einkum opnanleg gluggafög og dyraumbúnað, má minnka orkutap í loftskiptum (sem er 1/4-1/3 af orkutapi húss) verulega eða um allt að 5% af orkuþörf við upphitun.
- 2) Einfalt, tvöfalt, þrefalt gler. Lagt er til að hlutast verði til

um að í öllum oliukynntum húsum, sem ekki hafa a.m.k. tvöfalt gler, verið skipt um og sett tvö-eða þrefalt gler.

- 3) Einangrun. Eldri hús, einkum hús byggð fyrir 1960 eru oft illa einangruð. Verulega má minnka orkuþörf þeirra með viðbótareinangrun. T.d. minnkar orkutap gegnum 120 m^2 óeinangrað þak um 83% við að setja 200 mm glerullarmottur í þak. Þetta svarar til um 2500-3000 lítra olíusparnaðar á ári, eða um 260-310 þús. króna, en ófniskostnaður er um 340 þús. kr.
- 4) Hitakerfi. Athuga þarf heildarorkuþörf við mismunandi hitakerfi. Endurmeta þarf notkunarmöguleika geislahitunarkerfa, þar sem 35-50°C heitt vatn er fánlegt. Hagkvæmni varmadælna verði athuguð.
- 5) Oliukynditæki. Á markaðnum eru háþrýstibrennarar með mun meiri nýtni (ca. 5%) en þeir brennarar sem nú eru mest notaðir. Hvetja þarf húseigendur til að láta hreinsa og stilla kynditæki reglulega, nýtisaukningin við stillingu og hreinsun er að meðaltali um 7%.
- 6) Stýringar. Margvísleg tæki eru fánleg til stjórnunar hita- og loftræstikerfa. Reiknislega mögulegur sparnaður við sjálfvirkan stjórnbúnað í stað handstýrðs er 15-20% fyrir íbúðarhúsnæði en 25-40% í atvinnuhúsnæði. Sjá nánar 3.7.
- 7) Ýmsar leiðir eru til að bæta orkunýtingu og spara orku með litlum tilkostnaði. Lækkun á meðalinnihita um 1°C minnkar orkunotkun um 6-7%. Erlendis er kjörhiti í íbúðum talinn 20-21°C að degi til og 18°C að nóttu. Heilbrigðiseftirliti verði falið að gera tillögur um æskilegt innloftslag í byggingum. Sjá nánar 3.8.

Í köflum 4 og 5 er fjallað um stjórnunarlegar aðgerðir til bættrar orkunýtingar. Þeim er skipt í:

- 1) Orkusparandi aðgerðir á húsnæði í eigu ríkis og sveitarfélaga. Til að minnka orkunotkun í opinberum byggingum er fræðsla fyrir húsverði og rekstrarstjóra um kyndingu, einangrun o.fl. mikilvæg.

Nauðsynlegt er að settar verði reglur um hönnun, viðhald og innloftslag bygginga í eign hins opinbera. Þessar reglur stuðli að bættri orkunýtingu.

- 2) Hvetjandi aðgerðir. Lagt er til að verðlagning orku til hitunar verði hvetjandi til orkusparnaðar, þannig verði t.d. veittur afsláttur fyrir litla orkunotkun. Gerður verði samanburður á orkunotkun miðað við sölu eftir hemli og mæli. Lánafyrirgreiðsla og skattar verði hvetjandi til orkusparandi aðgerða.
- 3) Þvingandi aðgerðir. Skipulag hefur veruleg áhrif á orkunotkun, t.d. er gert ráð fyrir að orkunotkun á rúmmálseiningu fjögurra hæða húsa sé um 29% minni en orkunotkun húsa á einni hæð. Við gerð skipulagsins verði stuðlað að bættri orkunýtingu. Verðlagningu á orku til húshitunar refsir fyrir mikla notkun. Eftirliti verði komið á með innflutningi á tækjum og efnum, sem eiga að leiða til orkusparnaðar.
- 4) Aðstoð við húseigendur. Komið verði á fót ráðgjafarstarfsemi til að leiðbeina húseigendum á olíukynntum svæðum við aðgerðir til orkusparnaðar.
- 5) Fræðslustarfsemi. Nauðsynlegt er að samræma fræðslustarfsemi og áróður um bættu orkunýtingu. Í því sambandi er eðlilegt að komið verði á fót stjórnskipaðri nefnd um orkusparnað með tækni- og áróðursmönnum. Í kafla 3 er bent á margvíslegar leiðir til að spara orku. Nauðsynlegt er að kynna þær og reka áróður fyrir aðgerðum a hálfu húseigenda. Ennfremur hefur vinnuhópurinn undir höndum margvíslega erlenda bæklinga um leiðir til orkusparnaðar, bæklingana má þýða og staðfæra. Nauðsynlegt er einnig að stuðla að fræðslustarfsemi til handa iðnaðar- og tæknimönnum, t.d. um nýjungar.

Til að byggja undir langtímaáætlun um orkusparnað í hitun húsa telur vinnuhópurinn nauðsynlegt að gerð verði ástands og orkunýtingarkönnun húsa. Skoðaður verði tæknilegur búnaður 300-400 einbýlishúsa með tilliti til orkuþarfar, jafnframt sem orkunotkun þeirra verði athuguð. Könnunin mundi væntanlega einnig gefa verðmætar upplýsingar um meðferð efna og tækja sem ætlað er að leiði til orkusparnaðar.

Vinnuhópurinn mun móta tillögur um langtímaáætlun um orkusparnað í hitun húsa að lokinni ástands- og orkunýtingarkönnuninni.

VIÐAUKI A

Listi yfir ábendingar

LISTI YFIR ÁBENDINGAR

Til þæginda fyrir lesendur hafa þær ábendingar, sem fram koma í skýrslunni, verið teknar saman í þessum viðauka. Innan sviga er þess getið við hvaða kafla hver ábending á.

Tæknilegar ábendingar

1. Rannsóknarstofnun byggingariðnaðarins eða öðrum hæfum aðila verði falið að kanna loftskipti í íslenskum húsum (3.2.4).
2. Hlutast verði til um að í öllum olíukynntum húsum sem ekki hafa a.m.k. tvöfalt gler verði gerðar viðeigandi úrbætur sem allra fyrst (3.3).
3. Einangrun þaks er mjög hagkvæm leið til orkusparnaðar. Vinnuhópurinn leggur til að hafin verði hvatningarherferð þar sem eigendur húsa verði hvattir til að kynna sér einangrun eigin þaka og gera úrbætur ef þörf krefur. Þessi herferð gæti t.d. verið í formi 5 mínútna sjónvarpsþátta þar sem leiðbeint væri við skoðun og úrbætur (3.4.1).
4. Vinnuhópurinn leggur til að hafin verði hvatningarherferð þar sem eigendur húsa verði hvattir til að kynna sér einangrun eigin kjallara og gera úrbætur ef þörf krefur. Herferðin verði með svipuðu sniði og vegna þaka (3.4.2).
5. Stuðlað verði að auknum rannsóknum á einangrun steyptra húsa að utanverðu (3.4.3).
6. Til leiðbeiningar fyrir hönnuði og húsbyggjendur þyrfti sem fyrst að gera hagkvæmnisathuganir á ofnastærðum miðað við mismunandi orkuverð (3.5.1).
7. Sem fyrst þyrfti að endurmeta notkunarmöguleika geislahitunarkerfa, sérstaklega þar sem svo hagar til að 35-50°C heitt vatn er fánlegt til hitunar (3.5.2).

8. Gera þarf hagkvæmnisúttekt á notkun lofthitunarkerfa með tilliti til orkusparnaðar. Sérstaklega mætti skoða kerfisgerðir, hávaða, stýringu, nýtni og hvernig haga ætti stjórnun loftskipta. Tekin verði afstaða til hvernig haga eigi verðlagningu þeirrar raforku sem notuð er til reksturs lofthitunarkerfisins (3.5.3).
9. Uppsetning stjórnvædds hitakerfis í stað handstýrðs minnkar orkuþörf. Mögulegur sparnaður er 15-25% í íbúðarhúsnæði og 25-40% í þjónustubyggingum (3.7.5).
10. Ýmsar leiðir eru til að spara orku með litlum tilkostnaði, þar má benda á:
 - a) Lækkun meðalinnihita um 1°C minnkar orkuþörf um 6-7% (3.8.1).
 - b) Lækkun hita að næturlagi úr 20°C í 18°C minnkar orkuþörf um 3-6% (3.8.1).
 - c) Minnkun loftskipta með því að setja þéttlista í opnanleg gluggafög (3.8.3).
 - d) Samstillingu ofna (3.8.5).
 - e) Viðhald olíukynditækja (3.8.7).

Stjórnunarlegar ábendingar

11. Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins, Innkaupstofnun og einhverjum ríkisskólanna verði falið að undirbúa og halda náskeið um rekstur bygginga (4.1).
12. Innkaupastofnun í samráði við Arkitektafélag Íslands og Félag ráðgjafarverkfræðinga verði falið að semja reglur um hönnun nýbygginga og viðhald bygginga í eigu ríkisins með sérstöku tilliti til hagkvæmari orkunýtingar og rekstur (4.1).
13. Heilbrigðiseftirliti ríkisins verði falið að gera tillögur um reglur um innloftslag í húsnæði í eigu ríkis og sveitarfélaga enda leikur grunur á að víða sé óþarflega heitt og þar af leiðandi þurr loft (4.1).

14. Verðlagning á orku til hitunar verði tekin til endurskoðunar.
Sérstaklega verði hugað að hvort ekki sé unnt að veita afslátt ef orkunotkun er neðan við ákveðin mörk. Gerður verði samanburður á orkunotkun miðað við mismunandi sölufyrirkomulag, t.d. sölu á heitu vatni eftir hemli annars vegar og mæli hins vegar, einnig raforkunotkun til húshitunar samkvæmt almennum húshitunartaxta og marktaxta (4.2).
15. Við gerð skipulagsuppdráttar sé sérstaklega hugað að hagkvæmari orkunýtingu með tilliti til staðsetningar og þéttleika byggðar (4.3).
16. Gerðar verði ákveðnar kröfur til úthlutunar olíustyrks, svo sem krafa um stillingu olíukynditækja. Einnig þarf að huga að sérstaklega að öðrum leiðum til jöfnunar hitunarkostnaðar, sem jafnframt eru orkusparandi. Má þar nefna ráðgjöf varðandi kyndingu, einangrun o.fl., lán og styrki til endurbóta, úthlutun tækja svo sem hitamæla til að mæla reykhitu (4.3).
17. Sölufyrirkomulag á raforku til húshitunar verði endurskoðað. Við endurskoðunina verði miðað við að taxtarnir verði hvetjandi til orkusparnaðar, þ.e. neytendur "borgi" ekki fyrir meiri orku á sumrin en þeir nota eins og nú er þar sem marktaxti er notaður. Taxtarnir refsir fyrir mikla orkunotkun (4.3).
18. Iðntæknistofnun og Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins verði falið að gera tillögur um eftirlit með innflutningi og sölu tækja sem ætlað er að leiði til bættrar orkunýtingar. Jafnframt verði sömu aðilum falið að gera tillögur um hvernig upplýsingum um þessi tæki verði komið til neytenda (4.3).
19. Ríki og sveitarfélög kanni möguleika á að koma á fót ráðgjafarþjónustu í sambandi við orkusparandi aðgerðir einkum á svæðum með olíukyndingu. Bent skal á að í Svíþjóð og Danmörku hefur slíkri þjónustu verið komið á (4.4).
20. Lokið verði við þá bæklinga um orkusparnað sem þegar hafa verið ákveðnir. Einnig verði athugað með þýðingar og staðfærslu á erlendum bæklingum, svo sem um hitunartæki, einangrun, þéttingar og stýringar. Einnig mætti sérstaklega huga að bæklingum fyrir tæknimenn (4.5).

21. Við útkomu bæklinganna sem fjallað er um í lið 20 þarf að gera sjónvarpsþætti til að kynna þá. Einnig væri æskilegt að framleiða ca. 5 mínútna þætti um einstaka orkusparandi aðgerðir eins og þéttingar. Í útvarp mætti athuga með ráðleggingar, nokkurs konar hlustendur spyrja (4.5).
22. Sænskar sýningar og kvikmyndir um orkusparnað verði skoðaðar. Ef þær falla vel að íslenskum aðstæðum þá verði fengið leyfi til þýðinga og staðfærslu. Sýningar má síðan senda um landið (4.5).
23. Athugað verði hvort ekki sé hægt að taka orkumál inn sem lið í samfélagsfræðum og fleiri námsgreinum (4.5).
24. Komið verði á námskeiðum fyrir tæknimenn um nýjungar, útfærslur o.fl., sem leiða til hagkvæmari orkunýtingar. Vinnuhópurinn mun vinna frekar að því máli (4.5).
25. Lagt er til að Iðnaðarráðuneytið skipi orkusparnaðarnefnd sem hafi það hlutverk að skipuleggja og sjá um fræðslu- og áróðursherferð um orkusparnað. Í nefndinni þurfa að vera bæði tæknimenn og sérfræðingar í upplýsingamiðlun (4.5).
26. Stjórn Húsnæðismálastofnunar verði falið að gera tillögu um breytt lánaþyrirkomulag, þannig að lánin verði hvetjandi til orkusparandi aðgerða. Má í því sambandi minna á að við gildistöku nýrrar byggingarreglugerðar verða gerðar meiri kröfur til einangrunar utan hitaveituvæða. Stjórninni verði einnig falið að gera tillögur um lánaúthlutun til meiri háttar viðhalds og endurbóta á eldra húsnæði með sérstöku tilliti til orkusparnaðar (5.3).
27. Nefnd á vegum ríkisstjórnarinnar, sem vinnur að endurskoðun á skattalögum, verði falið að athuga með breytta skattalega meðhöndlun á viðhaldi og endurbótum sem leiði til orkusparnaðar. Í þessu sambandi verði sérstaklega hugað að hvort ekki megi taka upp sérstakar reglur á svæðum þar sem olíukynding er (5.3).

VIÐAUKI B

Hagkvæmni mismunandi einangrunar við ólík glerhlutföll

Ólafur Pálsson

EFNISYFIRLIT

	Bls.
1 INNGANGUR	77
2 FORSENDUR	81
3 NIÐURSTÖÐUR	83
4 NÝ BYGGINGARREGLUGERÐ	91
5 SKÝRINGAR VIÐ MYNDIR	95

TÖFLUR

1 Brúttóorkuþörf og skipting hennar	87
2 Varmatap samkvæmt væntanlegri byggingarreglugerð	93

MYNDIR

1 Hústeikning, útlitsmyndir	78
2 Hústeikning, grunnmynd og sneiðing	79
3 Brúttóorkuþörf og hlutfallsleg skipting hennar	86
4 Samanburður á kyndingarkostnaði	88
5 Hagkvæmni mismunandi einangrunar við ólík glerhlutföll	89
6 Hagkvæmni einangrunar, endurborgunartími, skýringarmynd ...	96
7 Hagkvæmni einangrunar, núvirði, skýringarmynd	98
8 Hagkvæmni einangrunar, endurborgunartími; orkugjafi: Hitaveita	100
9 Hagkvæmni einangrunar, endurborgunartími; orkugjafi: Olía .	101
10 Hagkvæmni einangrunar, endurborgunartími; orkugjafi: Rafmagn	102
11 Hagkvæmni einangrunar, núvirði, orkugjafi: Hitaveita (stækkun)	103
12 Hagkvæmni einangrunar, núvirði, orkugjafi: Hitaveita	104
13 Hagkvæmni einangrunar, núvirði, orkugjafi: Olía	105
14 Hagkvæmni einangrunar, núvirði, orkugjafi: Rafmagn	106

1 INNGANGUR

Spara má orku til húshitunar á margvíslegan hátt. Ein árangursríkasta aðgerðin til orkusparnaðar er að byggja hús vel einangruð og þétt.

Á 40 ára æviskeiði húss er áætlað að heildarorkunotkun skiptist þannig að 79% fari til upphitunar, 7% sé almenn heimilisnotkun, jafnstór hluti fari til upphitunar á heitu vatni og 7% séu notuð þegar húsið er reist. Útlagður kostnaður til kaupa og ísetningar á einangrun er fá prósent af heildarkostnaði byggingar.

Vinnuhópur um orkusparnað í hitun húsa ákvað að taka til sérstakrar athugunar einnar hæðar einbýlishús er byggð hafa verið eftir teikningu nr. 10750 (áður 1130) frá Húsnæðismálastofnun. Eftir þeirri teikningu hafa verið reist 155 hús víðs vegar um land (sjá myndir 1 og 2).

Varmatap og orkuþörf voru reiknuð fyrir 7 misvel einangraðar grunngerðir sama húss, auk þess voru bornar saman 4 mismunandi einangrunarþykktir í útveggjum (50 mm, 75, 100 og 150), 3 mismunandi einangrunarþykktir í lofti (100 mm, 150, 200) og 6 ólík hlutföll glers af útveggjarflatarmáli (10%, 15, 18,5, 20, 30). Til einföldunar var miðað við sömu einangrunarþykkt í gólfum (50 mm) og 2-falt gler í gluggum. Alls gerir þetta 72 afbrigði. Af þessum 72 afbrigðum voru kostnaðarbreytingar þeirra afbrigða, er höfðu í för með sér minnkun á brúttóvarmatapi, reiknaðar. Auk þess var kyndingarsparnaður reiknaður og hagkvæmni hans athuguð.

AFNOT ÓHEIMIL NEMA
MED SAMPYKKI
HÚSNÆÐISMÁLASTOFNUNAR
RIKISINS

ATLA
VEGGIS OG LOFT AÐ HÍKAPLEFA
SÉU GERÐIR ÓR ELTALSTU EFNI.

BRÚTTÓFLATARMÁL HÚSIS..... 170 M²
NETTÓFLATARMÁL HÚSIS..... 115 M²
BRÚTTÓRÚMMÁL HÚSIS..... 451 M³
NETTÓFLATARMÁL FÍLLERFUNDIS.....
NETTÓRÚMMÁL FÍLLERFUNDIS.....
FLATARMÁL LÓKA.....

**HÚSNÆÐISMÁLASTOFNUN
RIKISINS.**
LAUGAVEGI 77, REYKJAVÍK
SÍMI 28500.

VERK NR. **10750.** BLAÐ NR. **1-1-02**

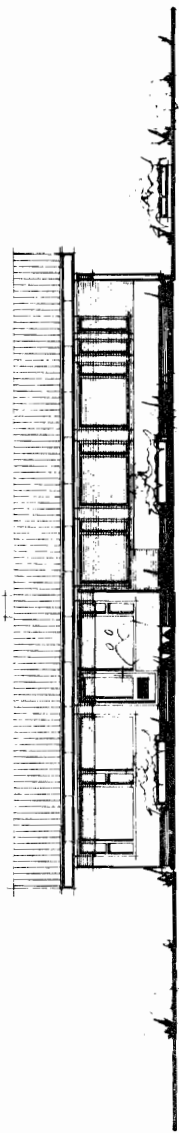
HÖFTEIÐNING
TEIÐSMYSLING

HAHNAB
REKNAÐ
TEIKNAB
KVARNI

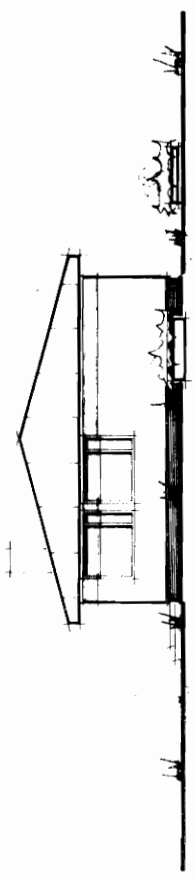
YFRIRAB
STARBEIT
BREYTT

Árnlófréttir

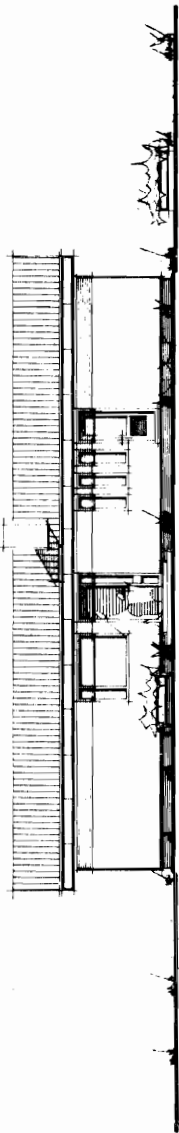
Mynd I



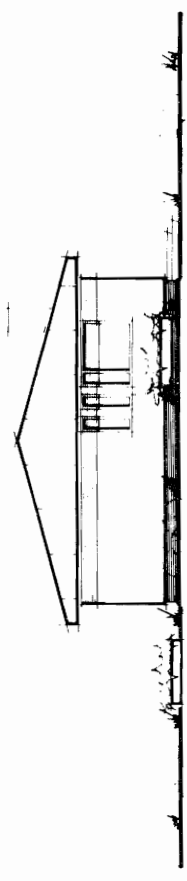
SLEUR.



VESTUR.

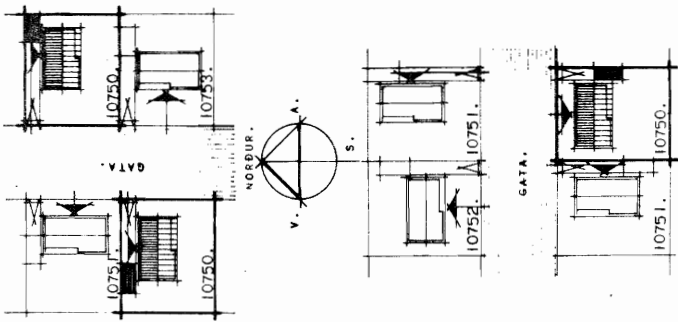


NORDUR.



AUSTUR.

**AFNOT ÓHEIMIL NEMA
MED SAMPYKKI
HÚSNÆÐISMÁLASTOFNUNAR
RIKISINS**



A F S T A D A. MKV. 1:1000.

**HÚSNÆÐISMÁLASTOFNUN
RIKISINS**
LAUGAVEG 77, REYKJAVÍK.
Sími 26500.

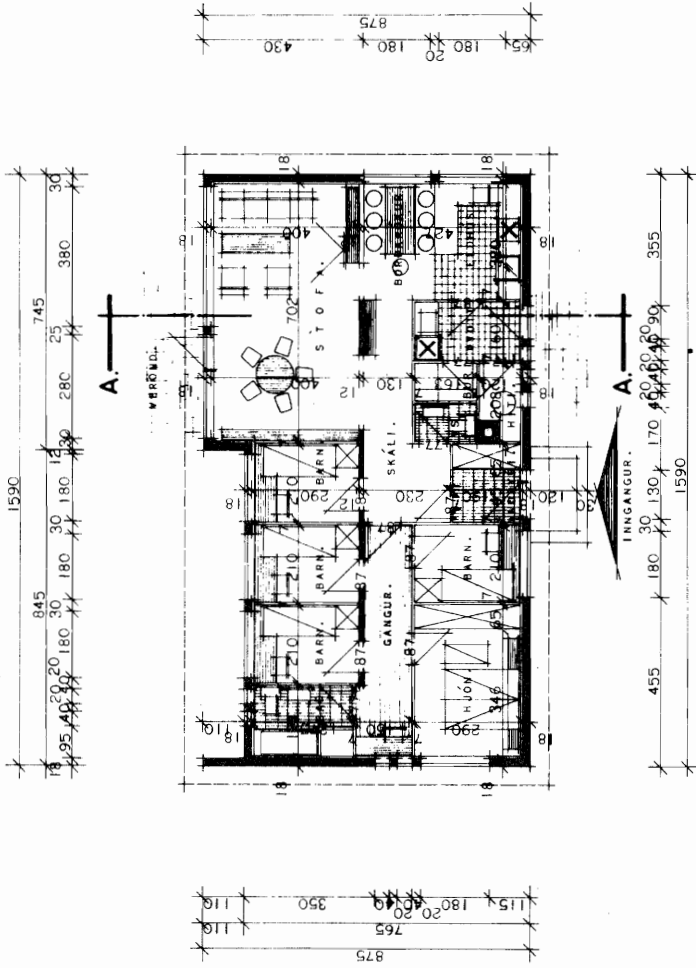
VERK NR. **10750.** BLAÐ NR. **1-101.**

HÚSTEIKNING.
GRUNNMYND OG SNEIÐING.
AFSTÖÐUNYND.

HANNAÐ	B. R. N.	VF. R. F. A. D.
REIKNAD	STAFKENT.	
TENINGAR	DRÉTT.	
KVARNI.	1:100.	

Archieve v. faarborn

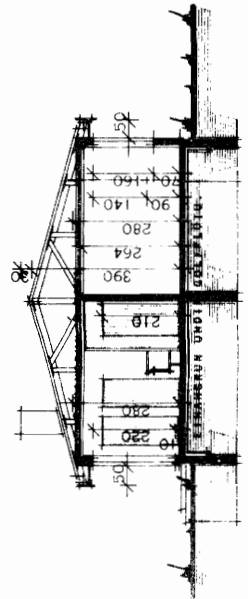
Mynd 2



SLUTT-LÝSING.

- PAK..... BÁRUJARN
TAPPAPPI
ALEGNING
KRAFTSPERRUR
- ÚTVEGGIR..... STEINSTEYPA
EINANGRUN
MÚRHÖÐUN
- GOLF..... STEINSTEYPA
EINANGRUN
- UNDIRSTÖÐUR..... STEINSTEYPA
EINANGRUN
- INNVEGGIR..... STEINSTEYPA
HLADNIR
- HITUN..... MIÐSTÖÐVARHITUN

GRUNNMYND.



PVERSNÆIÐING A - A.

2 FORSENDUR

Varmatap er reiknað í samræmi við ÍST66, þó með þeim frávikum að meðalinnihitastig er 22,5°C í stað 20°C, og ekki er reiknuð hækkun loftskiptavarmataps vegna legu hússins né viðbót fyrir kalda fleti herbergis. 22,5°C er talið sem næst því sem flestir hafa eða vildu hafa.

Við útreikninga á brúttóvarmaorku er gengið út frá að meðalhiti sé 5°C (Reykjavík) og gráðudagar kyndingar séu 6387,5 (22,5-5) x 365. Miðað við að lægsti útihiti sé -15°C verður álagsstuðull hitakerfisins 0,467 eða 4091 nýtingarstund. Fyrir þann hluta gólfplötu, sem er innar en 1 metra frá útvegg, er reiknað með jöfnu hitastigi +5°C undir plötunni. Álagsstuðull vegna þessa hluta er 1,0 og nýtingarstundir 8760.

Fyrir hvern tíundapart úr gráðu (0,1°C) sem meðalútihitastig lækkar vex kynding um 0,6%. Á Akureyri er meðalhiti 1,1°C lægri en í Reykjavík og gráðudagafjöldi 6787,5, sem er 6,3% herra en í Reykjavík. Álagsstuðull hitakerfisins verður 0,496 og nýtingarstundir 4344.

Frá brúttóvarmaorku dregst fríi varminn, sem er sólvarmi er kemur inn um glerfleti hússins, varmaorka er verður til við líf og starf fólksins í húsinu og svo varmaorka er kemur frá heimilistækjum, svo sem ljósum, ísskáp og eldavél. Við ákvörðun á magni fría varmans er stuðst við rit Gísla Jónssonar "Rafhitun", útg. af S.Í.R. 1968. Reiknað er með að sólvarmi, er kemur inn um glugga á suðurhlið og nýtist til hitunar, sé 190 kWh/ár á m² glers. Inn um glugga á austur- og vesturhliðum er reiknað með 125 kWh/ár á m². Frá norðurhlið er ekki reiknað með að neinn sólarvarmi nýtist til hitunar. Þetta gerir 60% nýtingu á heildarsólvarma inn um glerfleti. Mannvarmi, er nýtist til hækkunar á innihitastigi, er áætlaður 2,0 MWh/ár og varmi frá heimilistækjum og neysluvatnshitun er áætluð 2,5 MWh/ár. Gluggar á viðmiðunarhúsgærd eru eins og á teikningum Húsnæðismálastofnunar. Magn sólvarma er nýtist til hitunar þar er 3,9 MWh/ár. Magn sólvarma í þeirri húsgærd er hefur minnsta glugga er 2,1 MWh/ár, en í þeirri er hefur stærsta glugga 6,3 MWh/ár. Samanlagt er frír varmi til upphitunar í viðmiðunarhúsgærd 8,4 MWh/ár.

Við útreikninga á kyndingarkostnaði var notað verð á olíu í apríl 1979, 68,90 kr/líttra. Reiknað er með 67% meðalnýtingu yfir árið, það er 7,14 kWh/líttra eða 9,65 kr/kWh. Verð á raforku til hús-hitunar á veitusvæði Rarik (taxti 43) var í apríl 6,78 kr/kWh miðað við það afl og nýtingartíma er viðmiðunarhúsgerð þarf. Verð á hitaveituvatni á veitusvæði Hitaveitu Reykjavíkur var 103,50 kr/m³. Reiknað er með að nýtt sé 40°C hitafall, er gerir 46,5 kWh/m³ eða 2,23 kr/kWh. Verð á hverjum mínútulíttra á veitusvæði Hitaveitu Reykjavíkur var 27.200 kr/ár. Engin mælaleiga er innifalin í verði raforku eða hitaveitu.

Gildandi byggingarvísitala fyrir apríl var 208 stig. Við kostnaðarreikninga var miðað við að hver m² af frágengnum steypnum útvegg kostaði 42.000 kr. og að hver m² af glugga kosti 55.000 kr (vísitöluhús). Reiknað er með að hver m³ af einangrunarplasti kosti 20.100 kr. og hver m³ af glerull 16.000 kr. Við kostnaðarreikninga var gert ráð fyrir að við aukna einangrun breyttist kostnaður í réttu hlutfalli við einangrunarþykkt, það er að annar kostnaður sé föst stærð.

Reiknað er með, að hægt sé að fá ofna og olíukatla af hvaða stærð sem er, þ.e. algjörlega er horft fram hjá stöðlun eininga. Reiknað er með að hvert uppsett watt í hitaveitukerfi kosti 65,- kr (vísitöluhús). Eftir þeim kostnaðardæmum sem birt eru í skýrslu Rannsóknarnefndar hús-hitunarmála "Samanburður á hagkvæmni orkugjafa", Reykjavík 1975, hefur verið áætlað að verð olíuketilkerfis sé 51% herra en hitaveitukerfis og rafhitakerfi (pílofnar) 19% ódýrara en hitaveitukerfi. Tekið skal fram að í stofnkostnaði hitakerfa er aðeins efniskostnaður og vinnulaun, ekki heimtaugar- eða heimæðargjald.

Breytilegur stofnkostnaður vegna mismunandi mikillar einangrunar og ólíkra glerhlutfalla (gluggastærða) byggist á mismun veggverðs og gluggaverðs, verðmæti aukinnar einangrunar og lækkun vegna minna hitakerfis. Að ofanskráðu leiðir að niðurstöður eru vísbending en ekki endanlegur dómur.

3 NIÐURSTÖÐUR

Niðurstöður varmatapsreikninga hinna 7 misvel einangruðu grunngerða eru sýndar í töflu 1 og á mynd 3.

Hús V-IIa er notað sem viðmiðun. Það er einangrað eins og venja var um nýbyggingar. Í því er 2-falt gler, 50 mm einangrun undir gólfum og niður með sökkli og í útveggjum. Í þaki er 100 mm einangrun. Áhrif einangrunar á orkuþörf hússins eru sýnd á mynd 3. V-o er fokhelt hús og er það tekið með til að sýna hin geysimiklu áhrif sem einangrun hefur á varmatap og orkuþörf. Í því húsi tapast aðeins 11% af brúttóvarmaorku við loftskipti. Í fokhelda húsinu er reiknað með fullum loftskiptum (1,0) á hverri klst, annars er reiknað með 0,8. Í best einangraða húsinu fara 35% brúttóhitunarorkunnar forgörðum við loftskipti. Á mynd 3 er sýnd skipting orkuþarfarinnar.

Samkvæmt útreikningunum er fríi varminn í viðmiðunarhúsinu 15% af brúttóvarma. Það samsvarar 5,4°C af 22,5°C.

Á mynd 4 er borinn saman kyndingarkostnaður þriggja tilfella, miðað við orkuverð í júní.

Verð á orku til húshitunar í júní 1979.

	kr/kWh			
OLÍA				
		103 kr /lítra		
		67% nýting		14,43
<hr/>				
RAFMAGN	Orkugjald	Fastagjald	Mælaleiga	
	kr/kWh	kr/kW	kr/ár	
Orkubú Vestfjarða	9,00	2.400,-	13.080,-	10,17
Rafmv. ríkisins	8,99	2.085,-	13.072,-	10,05
Rafv. Stokkseyrar	6,97	0,-	4.026,-	7,07

Miðað er við 14 kW og 40.000 kWh á ári.

HEITT VATN

Hitaveita Akureyrar	0,- kr/ár mælaleiga	
	80.340 kr/mín. 1 ár	6,61
	335 kr/m ³	7,20

Miðað er við 40°C hitafall og 4.344 nýtingarstundir.

Hitaveita Reykjavíkur	12.384,- kr/ár mælaleiga	
	31.284,- kr/mín. 1 ár	3,81
	119,- kr/m ³	2,82

Miðað er við 40°C hitafall og 4.091 nýtingarstundir.

Á myndum 8 til 14 eru dregnar saman niðurstöður útreikninga hinna 72 afbrigða. Myndir 8, 9 og 10 sýna samband endurborgunartíma og orkusparnaðar. Aðeins eru sýnd þau tilfelli er hafa hagstæðari endurborgunartíma en 10 ár (innan við +eða -10 ár), því flest eru innan þeirra marka.

Hagkvæmni hinna ýmsu afbrigða er metin eftir endurborgunartímanum og telst afbrigði því hagkvæmara sem endurborgunartíminn er nær núlli.

Reiknað er með að verð á orku og byggingarvísitala haldist í hendur. Endurborgunartíminn er sú tímalengd, á hverri verðmæti orkusparnaðar er jafnmikið og stofnkostnaðarbreyting. Þar sem saman fer lægri stofnkostnaður (t.d. gluggar) og sparnaður í kyndingu verður endurborgunartíminn neikvæður. Þetta þýðir að lækkaður stofnkostnaður er verðlaunaður, því stofnkostnaður sem ekki er útlagður verður ekki endurborgaður, heldur verðlaunaður. Jákvæður endurborgunartími táknar að húsbýggjandi borgar fyrir að ná kyndingarsparnaði í framtíðinni.

Myndir 11, 12, 13 og 14 sýna samband núvirði stofnkostnaðarbreytinga og orkusparnaðar og er það "hagnaður" eða "kostnaður" eftir því sem við á. Þar sem samar. fer lækkaður stofnkostnaður og kyndingarsparnaður verður "hagnaður", en þar sem lagt er í aukakostnað til að ná kyndingarsparnaði í framtíðinni verður "kostnaður". Reiknað er með 0% raunvöxtum og 40 ára endingu.

Af myndunum sést greinilega að hægt er að velja húsgerð (gluggastærð og einangrunarþykktir) þannig að orkusparnaður verði hagkvæmur eða óhagkvæmur.

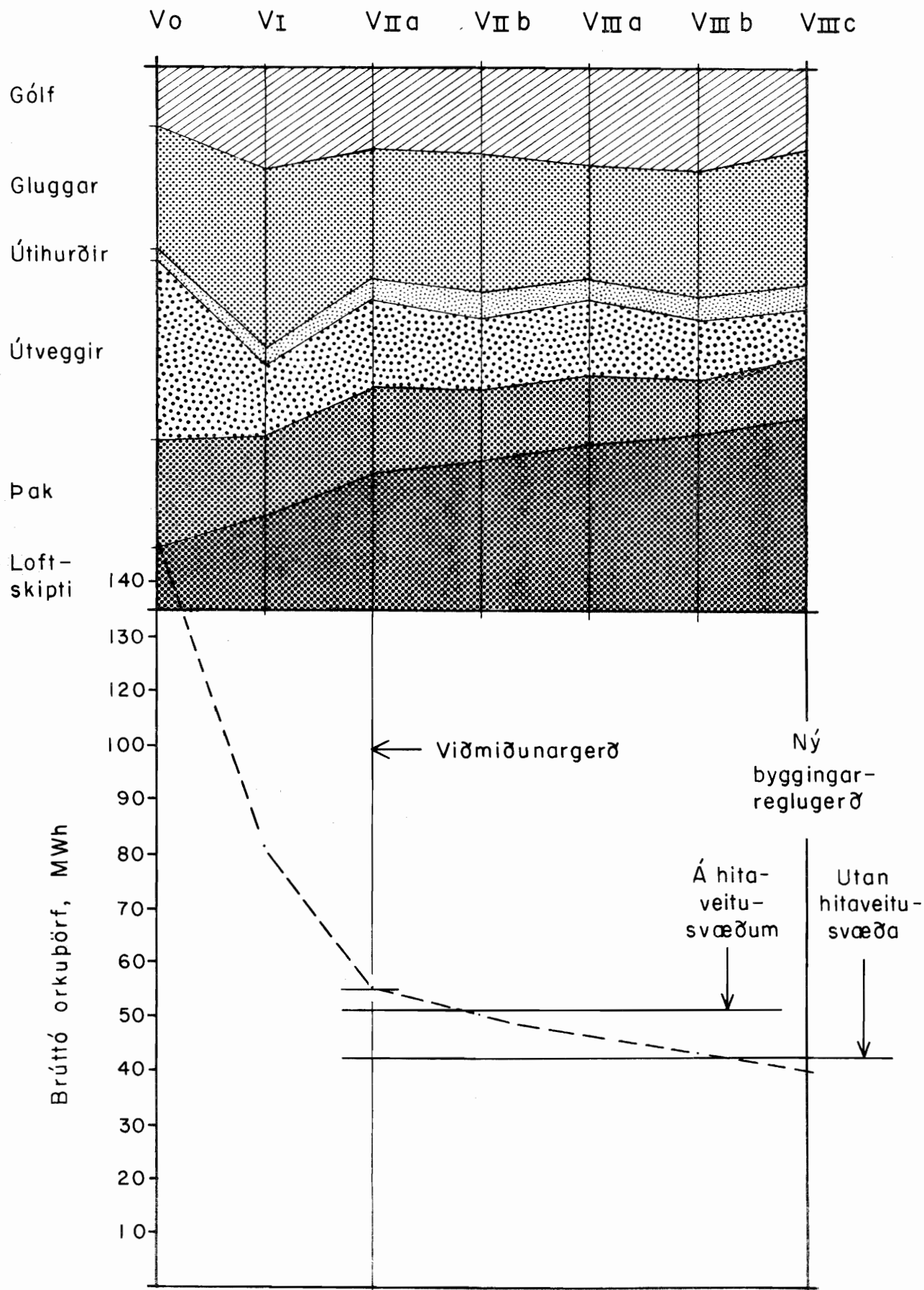
Á mynd 5 er gefið dæmi er sýnir vel breiddina. Hitaveita er orkugjafi, nettóhitunarorka er 92,7% af viðmiðunarhúsgerð eða 43,5 MWh (sparnaður 7,3%). Á myndinni er dregin lóðrétt lína gegnum 7,3% á aðalkvarðanum. Punktur á þessari línu hafa allir sömu sparnaðarprósentu. Endurborgunartími er fall af þrem breytistærðum, glerhlutfalli, einangrun í þaki og útveggjum. Láréttu línurnar sýna "vörpun" fallsins á núvirðisásinn. Á honum er hægt að bera saman hagkvæmni mismunandi afbrigða.

Dýrasta tilvikið er að hafa 30% gler og 200 mm í þaki og 150 mm í veggjum. Núvirði "kostnaðar" væri 300.000. Næstdýrast er að hafa 25% gler og 200 mm í þaki, núvirði "kostnaðar" um 115.000. Samfara minnkuðu gleri breytist "kostnaður" í "hagnað". Þannig er núvirði "hagnaðar" við 18,5% gler og 100 mm í þaki og 85 mm í vegg orðið 290.000, og vex enn við minni glugga og aukna einangrun.

Ef litið er á málið út frá beinhörðu peningasjónarmiði liggur í augum uppi að mest hitunarorka sparast við að búa í gluggalaus húsi. En það gerir enginn heilvita maður. Svo "gluggalaust" má nota sem endapunkt og um leið viðmiðun á hve mikið borgað er fyrir birtu, útsýni og sólvarma með auknu núvirði orku og stofnkostnaðar.

Hlutfallsleg skipting

Mynd 3



TAFLA 1

a) Brúttóorkupörf

	V-0		V-I		V-IIa		V-IIb		V-IIIa		V-IIIb		V-IIIc		V-IIIC	
	W	MWh	W	MWh	W	MWh	W	MWh	W	MWh	W	MWh	W	MWh	W	MWh
Fokhelt óeinangrað 1-falt	1760	7,1	1760	7,1	695	2,8	695	2,8	695	2,8	695	2,8	695	2,8	435	1,8
	óeinangrað		óeinangrað		50	2-falt	50	2-falt	50	3-falt	50	3-falt	50	3-falt	100 mm í gólfum	
	1-falt		1-falt		2-falt		2-falt		3-falt		3-falt		3-falt		3-falt gler	
		40		40	50		75		75		100		100		150 mm í vegg	
		50		50	100		125		150		200		200		200 mm í þaki	
G1	1760	7,1	1760	7,1	695	2,8	695	2,8	695	2,8	695	2,8	695	2,8	435	1,8
G2	939	8,1	939	8,1	629	5,4	629	5,4	629	5,4	629	5,4	629	5,4	472	4,1
G1	7901	32,0	6739	27,3	3296	13,3	3296	13,3	2416	9,8	2416	9,8	2416	9,8	2416	9,8
Úh	595	2,4	595	2,4	575	2,4	575	2,4	453	1,9	453	1,9	453	1,9	453	1,9
Úv	11126	45,5	2573	10,5	2172	8,9	1537	6,3	1537	6,3	1203	4,9	1203	4,9	835	3,4
P	6701	27,4	2932	12,0	1832	8,5	1571	6,4	1361	5,6	1099	4,5	1099	4,5	1099	4,5
Lsk	3920	16,0	3409	13,9	3409	13,9	3409	13,9	3409	13,9	3409	13,9	3409	13,9	3409	13,9
	32942	138,5	18947	81,3	12608	55,2	11712	50,5	10500	45,7	9904	43,2	9137	39,4		

b) Hlutfallsskipting

	V-0		V-I		V-IIa		V-IIb		V-IIIa		V-IIIb		V-IIIc	
	%		%		%		%		%		%		%	
G1	10,9	18,7	14,9	16,2	17,9	19,0	15,0							
G2														
G1	23,1	33,6	24,1	26,3	21,4	22,7	24,9							
Úh	1,7	3,0	4,3	4,7	4,2	4,4	4,8							
Úv	32,9	12,9	16,1	12,5	13,8	11,3	8,6							
P	19,8	14,8	15,4	12,7	12,3	10,4	11,4							
Lsk	11,6	17,0	25,2	27,5	30,4	32,2	35,3							
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0							

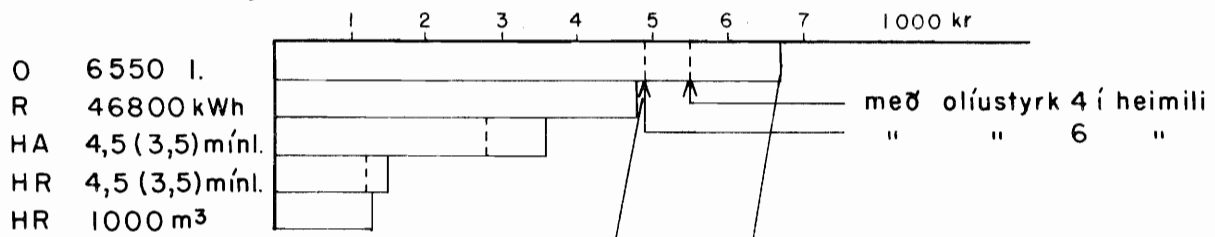
G1: Gólf 0-1 metra frá útvegg; G2: Gólf 1-6 metra frá útvegg; G1: Gluggar;
 Úh: Útidýrahurðir; Úv: Útveggir; P: Þak/loft; Lsk: Loftskipti.



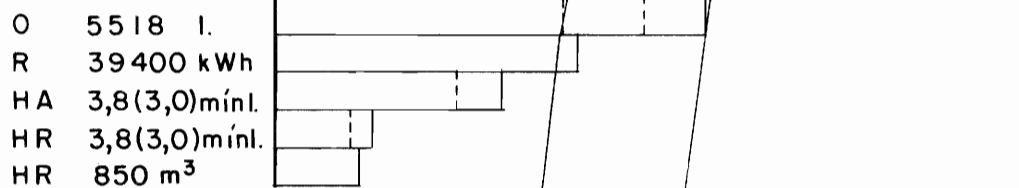
Mynd 4

V-IIa

46,8 MWh (nettóhitunarorka)



39,4 MWh /15,8% lækkun



34,0 MWh /27% lækkun



- O Olía
- R Rafmagn
- HA Hitaveita Akureyrar (Hemill)
- HR Hitaveita Reykjavíkur (Hemill)
- HR Hitaveita Reykjavíkur (Mællir)



ORKUSTOFNUN
Raforkudeild

HÚSHITUN

Hagkvæmni mismunandi einangrunar

Núvirði. Orkugjafi: Hitaveita

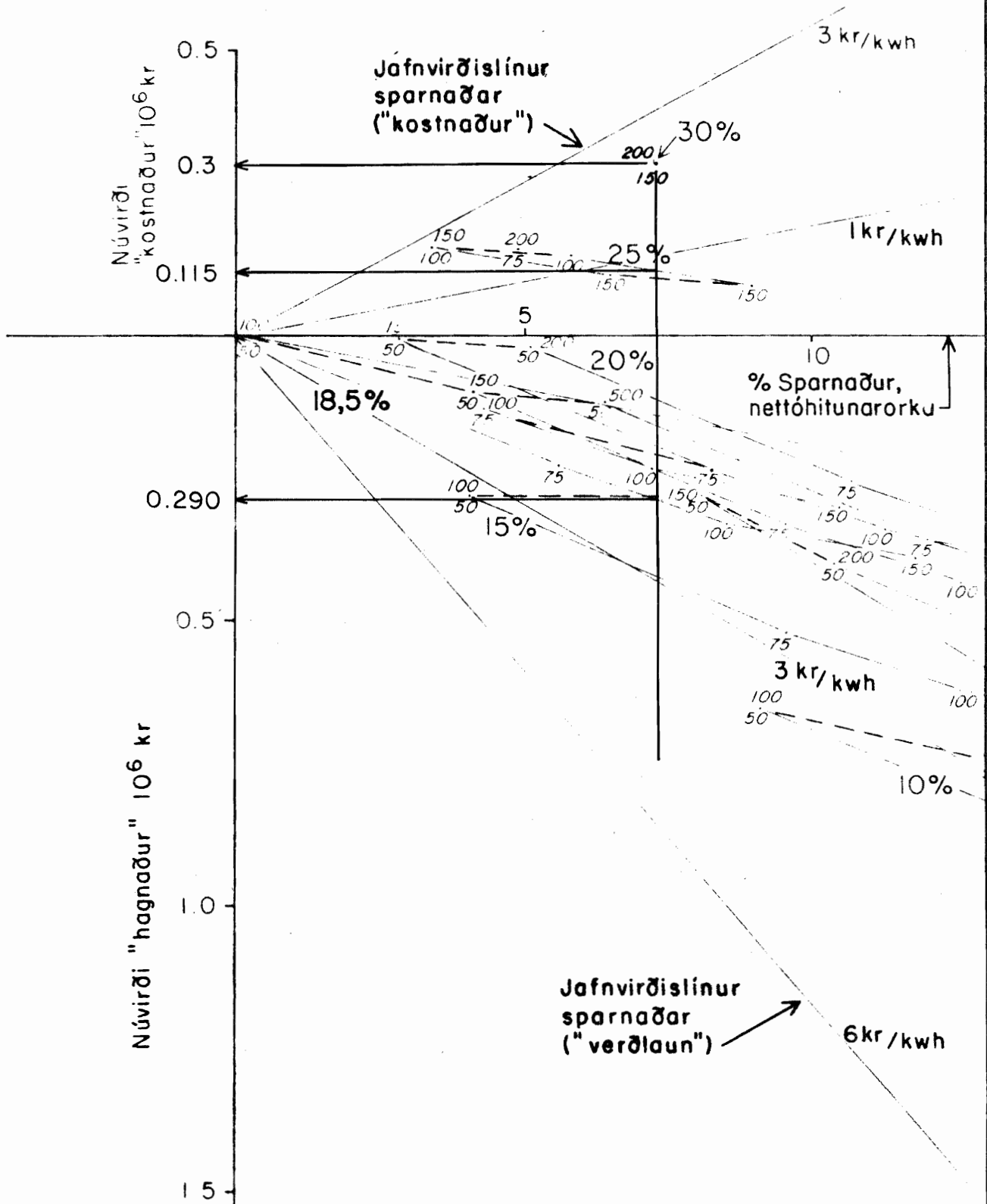
'79.07.24.

Ó.P/Ó.D

3-Ým

F.18560

Mynd 5



4 NÝBYGGINGARREGLUGERÐ

Væntanleg er ný byggingarreglugerð þar sem gerðar verða stórum strangari kröfur um einangrun húsa en áður hafa gilt. Þar verða gerðar mismunandi kröfur um hámarksvarmaleiðni byggingarhluta eftir því hvort bygging er á hitaveitusvæði eða utan þeirra. Varmatap einnar hæðar einbýlishúss, er fyrri reikningar hafa snúist um, hefur verið reiknað eftir þeim ákvæðum sem væntanleg eru í nýju byggingarreglugerðinni. Niðurstöður eru sýndar í töflu 2 ásamt hlutfallslegri skiptingu og samsvarandi einangrunarþykktum.

Á hitaveitusvæðum verður brúttóvarmaorka 51,4 MWh, eða lækkun um 7% miðað við viðmiðunargerð. Í dag mun orðið algengt að nota 50 mm í gólfi, 2-falt gler í gluggum, 75 mm í útveggjum og 125 mm í þaki (þetta er gerð V-IIb). Brúttóvarmaorka er 50,5 MWh og er það innan þeirra heildarmarka sem leiða af nýju ákvæðunum á hitaveitusvæðum. Eigi að síður brýtur þessi útfærsla ákvæði um varmaleiðni í gegnum gólf, en leiðni gegnum útveggi er lægri en krafist er.

Útreiknuð brúttóvarmaorka húss utan hitaveitusvæða, sem einangrað er eftir nýju kröfunum, verður 42,2 MWh. Er það 24% minnkun frá viðmiðunargerð og 16% minnkun frá því sem algengt er í dag.

Kröfur um hámarksvarmaleiðni glugga og útveggja leiða til þess að brúttóvarmaorka í gegnum glugga og útveggi lækkar úr 30,7 MWh í 20,7 MWh eða um 33%. Þessari miklu lækkun er hægt að ná með því að hafa 3-falt gler í gluggum og 68 mm (2 3/4") einangrun í útveggjum eða með 2-földu gleri og 244 mm (9 1/2") einangrun. Þar sem 3-falt gler er 75% dýrara en 2-falt, en það kostar 16.000 kr/m² svarar mismunurinn til um 600 mm þykkar einangrunar. Þeir húsbyggendur er vildu hafa 2-falt gler í gluggum, en halda að öðru leyti kröfur, yrðu að setja 250 mm einangrun í sína útveggi. Heildarþykkt útveggjar yrði þá 20+180+250 eða 450 mm.

Það er svo spurning sem eftir stendur hvers virði það rúmmálið er sem svo mikil einangrun myndi krefjast?

Eðlilegt er að brúttóvarmaorka húss sé reiknuð eftir stöðluðum reglum og myndi ákveðið orkuhámark en það sé á valdi húsbyggjanda hvernig varmatapið skiptist milli einstakra byggingarluta.

Þar sem útreikningar sýna að einangrun borgar sig á skömmum tíma borið saman við ævilengd húss vaknar sú spurning hvort ekki séu einhvers staðar mörk hagkvæmrar og skynsmlegrar einangrunar því ekki býr fólk í húsi fullu af einangrunarefnum.

Eðlilegt verður að telja að hámarkseinangrun sé náð þegar sú orka, sem fer í að mynda viðbótareinangrun, er jöfn þeirri viðbótarorku sem sparast á ævitíma hússins. Eða með öðrum orðum sagt heildarorkumagnið á ævitíma hússins sé lágmarkað (minimerað). Heildarorkumagnið er sú orka, sem notuð er við framleiðslu á byggingarefni, auk þeirrar orku sem notuð er þegar húsið er reist svo og hitunarorkunni er streymir í gegnum byggingarluta á ævilengd hússins.

Við einangrun á steiptum útveggjum og gólfum er algengt að nota plast-einangrun. Talið er að í hvern m^3 af plasteinangrun fari 11.000 kWh af orku. Hámarkseinangrunarþykkt yrði 127 mm og k-gildi 18 cm veggjar með 2 cm múrhúð $0,29 \text{ W/m}^2\text{C}$. K-gildi fyrir gólf, ytri rönd, yrði 0,29 og innri rönd 0,31.

Í tréloft er algengt að nota steinull eða glerull og er talið að 610 kWh þurfi við framleiðslu á hverjum m^3 af steinull og 1200 kWh í glerullina. Hámarkseinangrunarþykkt steinullar yrði 580 mm og glerullar 410 mm. K-gildi lofts þar sem tré væri 8% rúmmáls á móti einangruninni yrði 0,08 ef notuð væri steinull og $0,11 \text{ W/m}^2\text{C}$ ef notuð væri glerull.

Í væntanlegri byggingarreglugerð er gert ráð fyrir eftirfarandi k-gildum utan hitaveitusvæða: fyrir útvegg $k = 0,5$; fyrir gólf $k = 0,3$; og fyrir þak $k = 0,2$. Í kaldasta hluta Svíþjóðar er í dag krafist $k = 0,25$ fyrir útvegg, $k = 0,3$ fyrir gólf og $k = 0,17$ fyrir þak.

Niðurstaða þessara hugleiðinga er sú að ákvæði um varmaleiðni gólfa í væntanlegri byggingarreglugerð séu á mörkum þess sem skynsamlegt getur talist og að kröfur um lækun hennar geta ekki þjónað neinum tilgangi.

TAFLA 2

Varmatap í samræmi við væntanlega byggingarreglugerð

	Á hitaveituvæðum				Samsvarandi einangrun
	k	W	MWh	%	
G1	0,4	662	2,7		55 mm (2 1/4")
G2	0,4	543	4,7	14,4	74 mm (3")
G1	(3,1)	3557	14,6	28,4	2-falt gler
Úh	2,25	582	2,4	4,7	"venjuleg"
Úv	0,55	1838	7,5	14,6	61 mm (2 1/2")
Þ	0,3	1366	5,6	10,9	125 mm (5")
Lsk	0,36	3409	13,9	27,0	0,8/klst
		11957	51,4	100,0	

	Utan hitaveituvæða				Samsvarandi einangrun
	k	W	MWh	%	
G1	0,3	496	2,0	13,2	84 mm (3 1/4")
G2	0,3	407	3,6		133 mm (5 1/4")
G1	(2,1)	2410	9,8	23,2	3-falt gler/ /2-falt gler
Úh	2,25	582	2,4	5,7	"venjuleg"
Úv	0,5	1671	6,8	16,1	68 mm (2 3/4")/ /244 mm (9 1/2")
Þ	0,2	911	3,7	8,8	207 mm (8 1/4")
Lsk	0,36	3409	13,9	32,9	0,8/stund
		9886	42,2	100,0	

5 SKÝRINGAR VIÐ MYNDIR

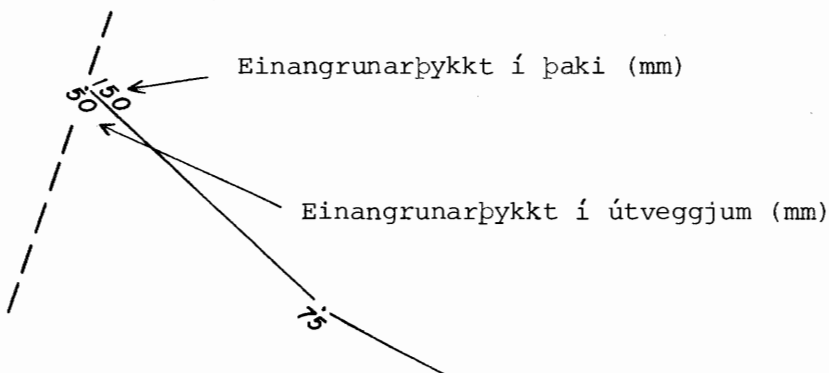
Á myndum 8-14 eru dregnar saman niðurstöður útreikninga.

Myndir 8, 9 og 10 sýna samband endurborgunartíma og sparnaðar hitaorku. Aðalkvarðinn sýnir sparnað í brúttóorku viðmiðunarhúsagerðar. Þar er fríi varminn ekkert nýttur. Einnig eru kvarðar (neðst á myndunum) er sýna hvað nýting fría varmans hefur mikið gildi. Það sem fríi varminn breytist með glerhlutfalli (gluggastærð) er nauðsynlegt að hafa fjóra kvarða, einn fyrir hvert glerhlutfall.

Endurborgunartími og sparnaðarprósenta eru föll af þrem breytistærðum og hefur þurft að sameina þær á myndunum. Breytstærðirnar eru glerhlutfall, einangrunarþykkt í þaki og einangrunarþykkt í útvegg. Gluggastærðir hafa mikil áhrif á alltyttra útlit húss og glerhlutfall hefur þess vegna verið valið sem "ráðandi" stærð. Síðan er fundið hvaða áhrif ýmsar einangrunarþykkir hafa til sparnaðar og hversu núvirði stofnkostnaðar og orkusparnaðar breytist.

Kúrfurnar eru tengdar saman í svæði er hafa sama glerhlutfall: 10%, 15%, 18,5%, 20%, 25%, 30%. Hver kúrfa er fyrir ákveðna einangrunarþykkt í þaki og hver punktur á kúrfunni er fyrir ákveðna einangrunarþykkt í útvegg.

15%: Prósentutölur tákna glerhlutfall



Á mynd 6 eru sýnd 2 dæmi. Annað þeirra, A, sýnir áhrif aukningar vegg-einangrunar úr 50 mm í 100 mm á minnkun brúttóhitunarorku. Þau eru 7,2% sparnaður þar sem glerhlutfall er 18,5% og einangrun í þaki 100 mm. Áhrifin á nettóhitunarorku eru 9% sparnaður. Þessi aukna einangrun endurborgast á 3 árum.



ORKUSTOFNUN
Raforkudeild

HÚSHITUN

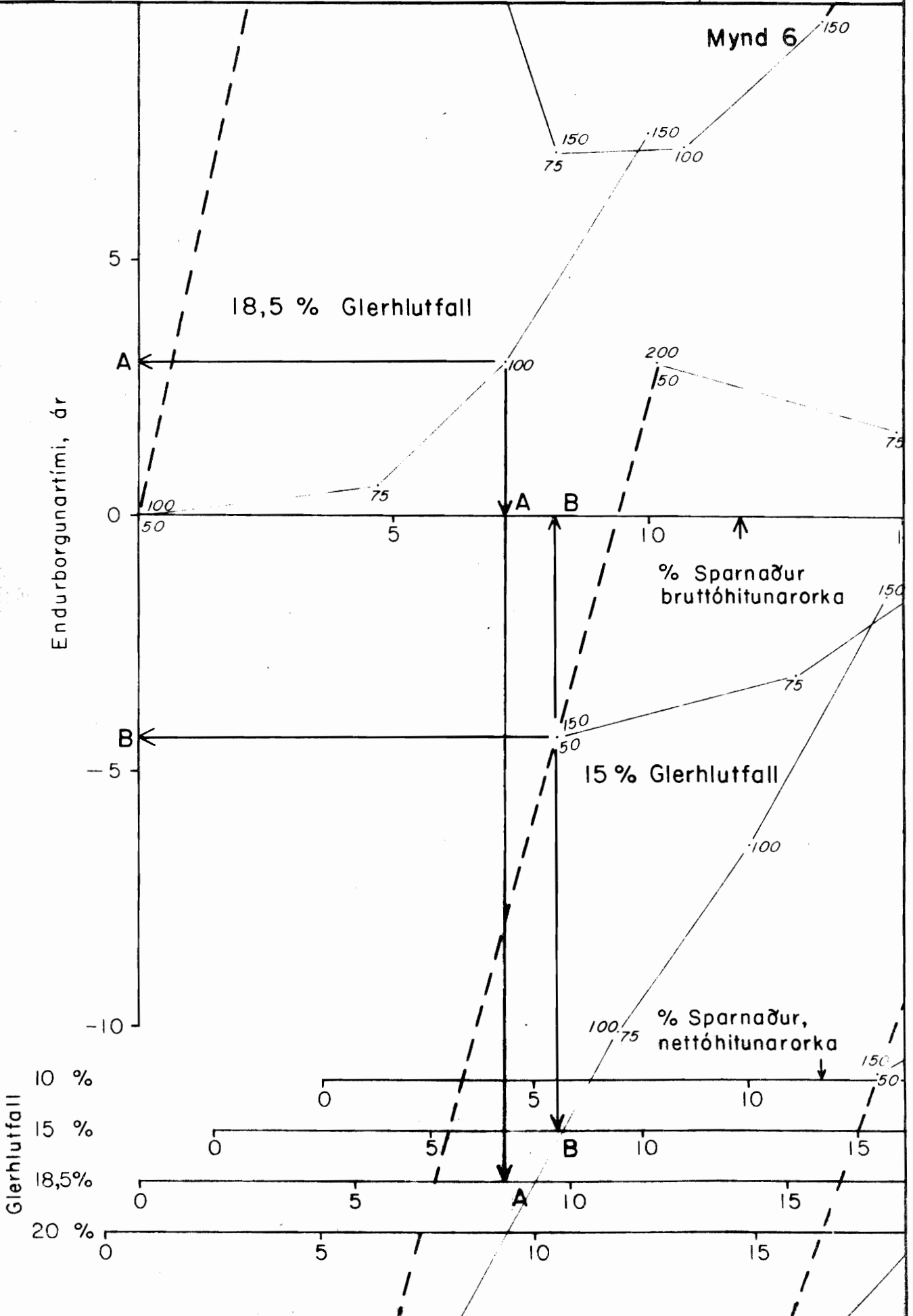
Hagkvæmni mismunandi einangrunar
Endurborgunartími. Orkugjafi: Hitaveita

'79.07.24.

Ó. P. / Ó. D

B-Ým

F.18559



Mynd 6

18,5 % Glerhlutfall

% Sparnaður
bruttóhitunarorka

15 % Glerhlutfall

% Sparnaður,
nettóhitunarorka

Glerhlutfall
10 %
15 %
18,5 %
20 %

Endurborgunartími, ár

0
5
10
15

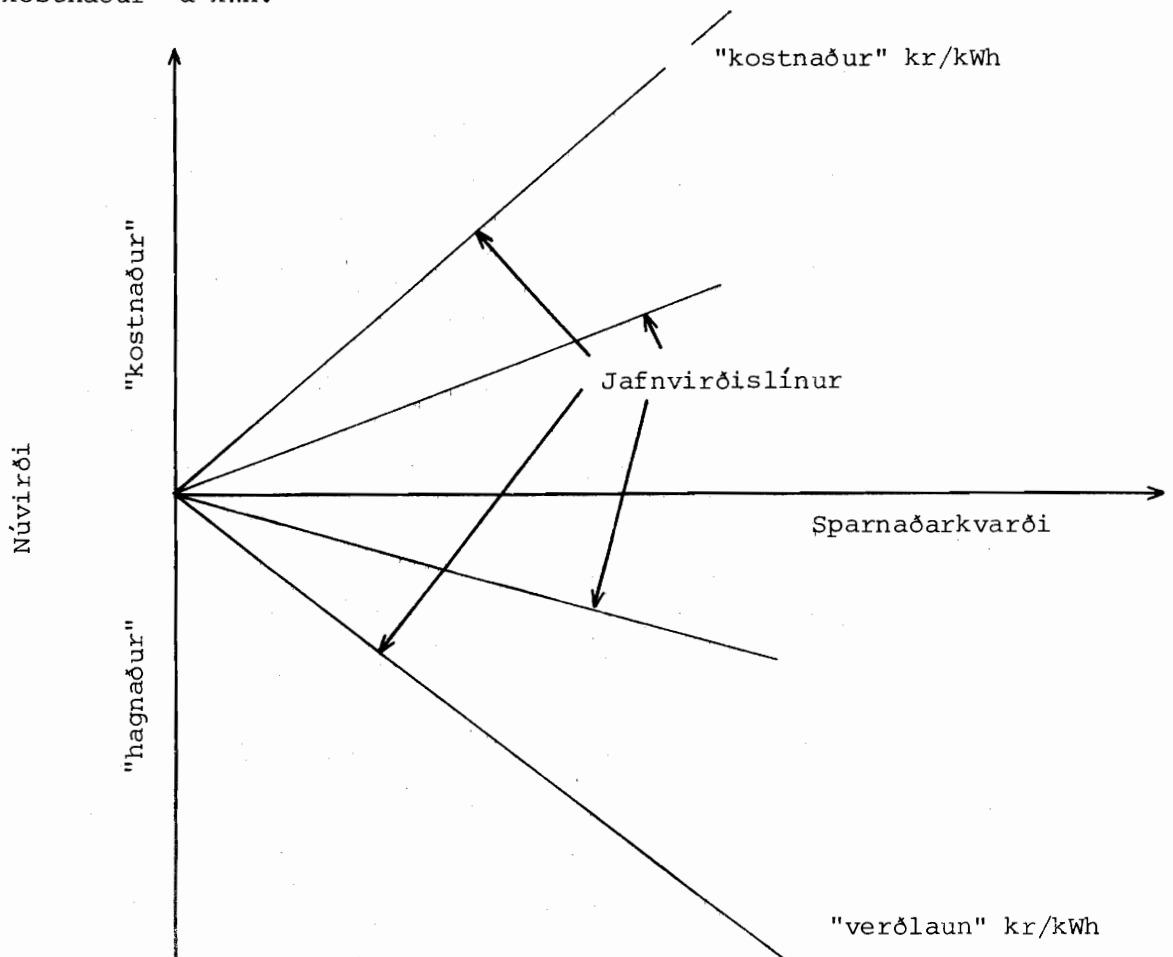
5
0
-5
-10

0 5 10 15

Hitt dæmið, B, sýnir áhrif er val á 15% glerhlutfalli og 50 mm einangrun í veggjum og 150 mm í þaki hefur. Þau eru 8,2% sparnaðar í brúttóhitunarorku og sami prósentusparnaður í nettóhitunarorku. Endurborgunartíminn er -4,3 ár, þ.e. samanlagður orkusparnaður á 4,3 árum nemur sömu upphæð og lækkun stofnkostnaðar nam. Tölugildi A er nær 0 en B. Því er A metið hagkvæmara en B.

Myndir 11, 12, 13 og 14 sýna samband núvirði stofnkostnaðarbreytinga og sparnaðar í nettóhitunarorku. Þrjár myndanna (11, 12, 13) eru teiknaðar í sama kvarða til að auðvelða samanburð. Vegna dýrleika orkunnar safnast punktarnir saman um eina meginlínu, nema þar sem orkugjafinn er hitaveita, þar er töluverð dreifing. Hefur því verið brugðið á það ráð að draga línu milli lægsta og hæsta núvirðis innan hvers hóps með sama glerhlutfall. Á bak við þessa uppsetningu liggur sama hugmynd og á myndunum 8, 9, 10.

Þar sem núvirði kyndingarsparnaðar vegur upp útlagðan aukakostnað verður endanlegt núvirði "kostnaðar" og jafnvirðislína sparaðrar orku "kostnaður" á kWh.





ORKUSTOFNUN
Raforkudeild

HÚSHITUN

Hagkvæmni mismunandi einangrunar

Núvirði. Orkugjafi: Hitaveita

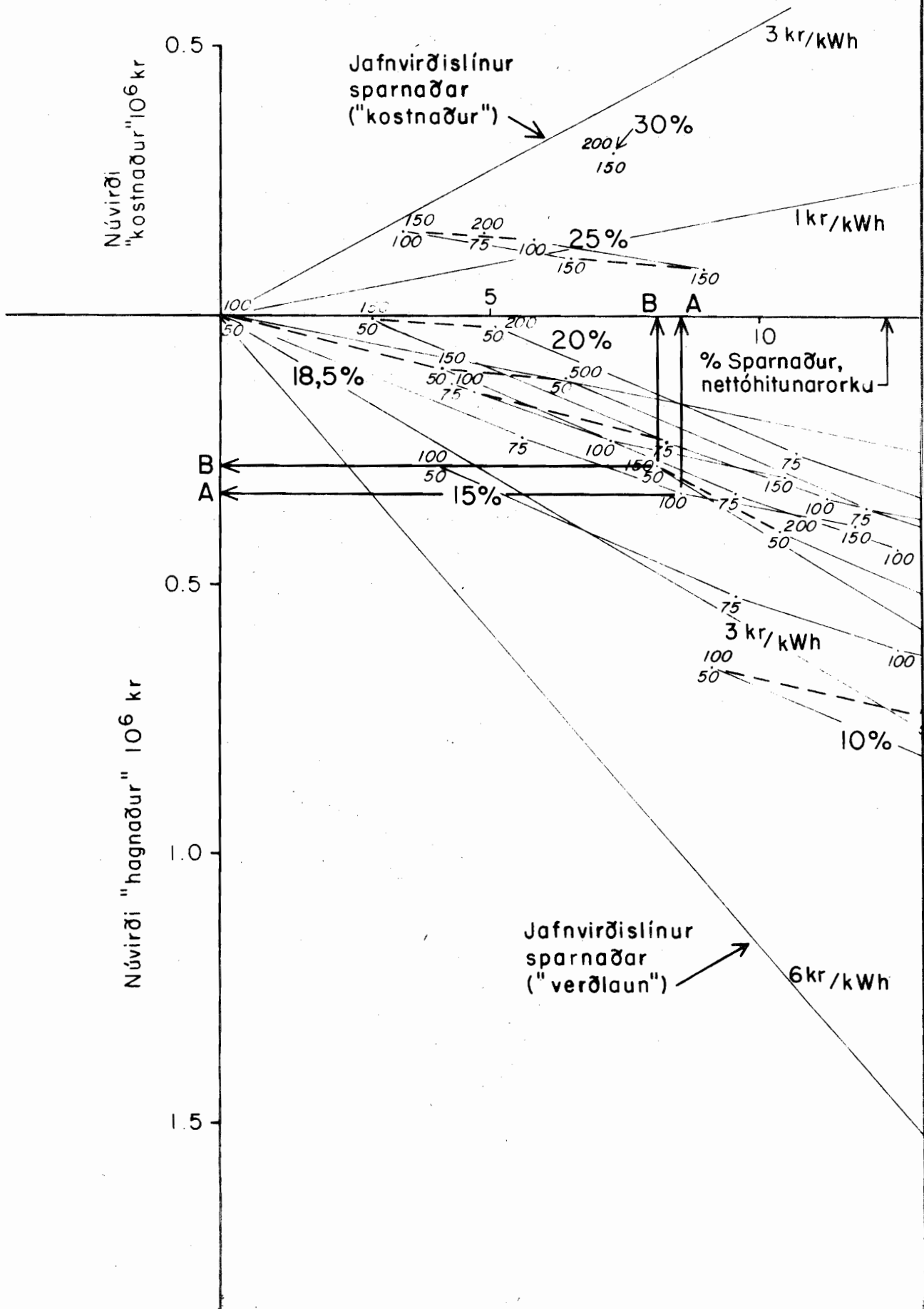
'79.07.24.

Ó.P / Ó.D

B-Ým

F. 18560

Mynd 7



Þar sem núvirði kyndingarsparnaðar upphefur stofnkostnað eða kyndingarsparnaður bætist við lækkaðan stofnkostnað verður endanlegt núvirði "hagnaður" og jafnvirðislína sparnaðarorku verður "verðlaun" á kWh.

Dæmin tvö, er sýnd eru á mynd 6, eru einnig sett inn á mynd 7. Í dæmi A, 18,5% glerhlutfall, 100 mm í þaki og 100 mm í veggjum er núvirði "hagnaðar" 330.000,-. Í dæmi B, 15% glerhlutfall, 150 mm í þaki og 50 mm í veggjum ef núvirði "hagnaðar" 280.000,- Þessi niðurstaða kemur ekki á óvart þar sem endurborgunartími A er hagstæðari en B. Að lokum er vísað á dæmið í kafla 3 (sjá mynd 5).

'79.06.27.
Ó.P./Ó.D.
B - Ym
F.18534

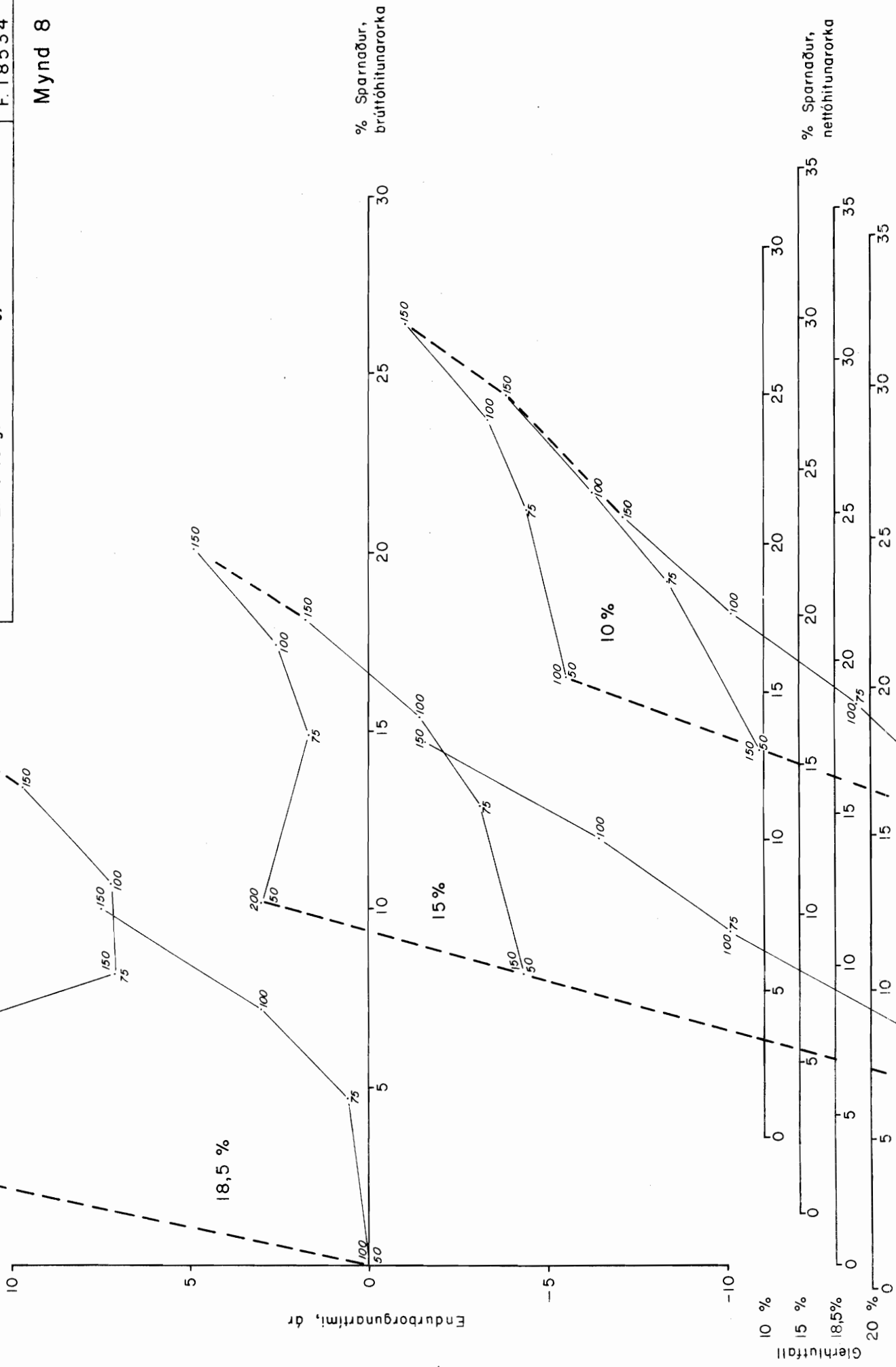
ORKUSTOFNUN
Raforakudeild



HÚSHITUN

Hagkvæmni mismunandi einangrunar
Endurborgunartími. Orkugjafi: Hitaveita

Mynd 8





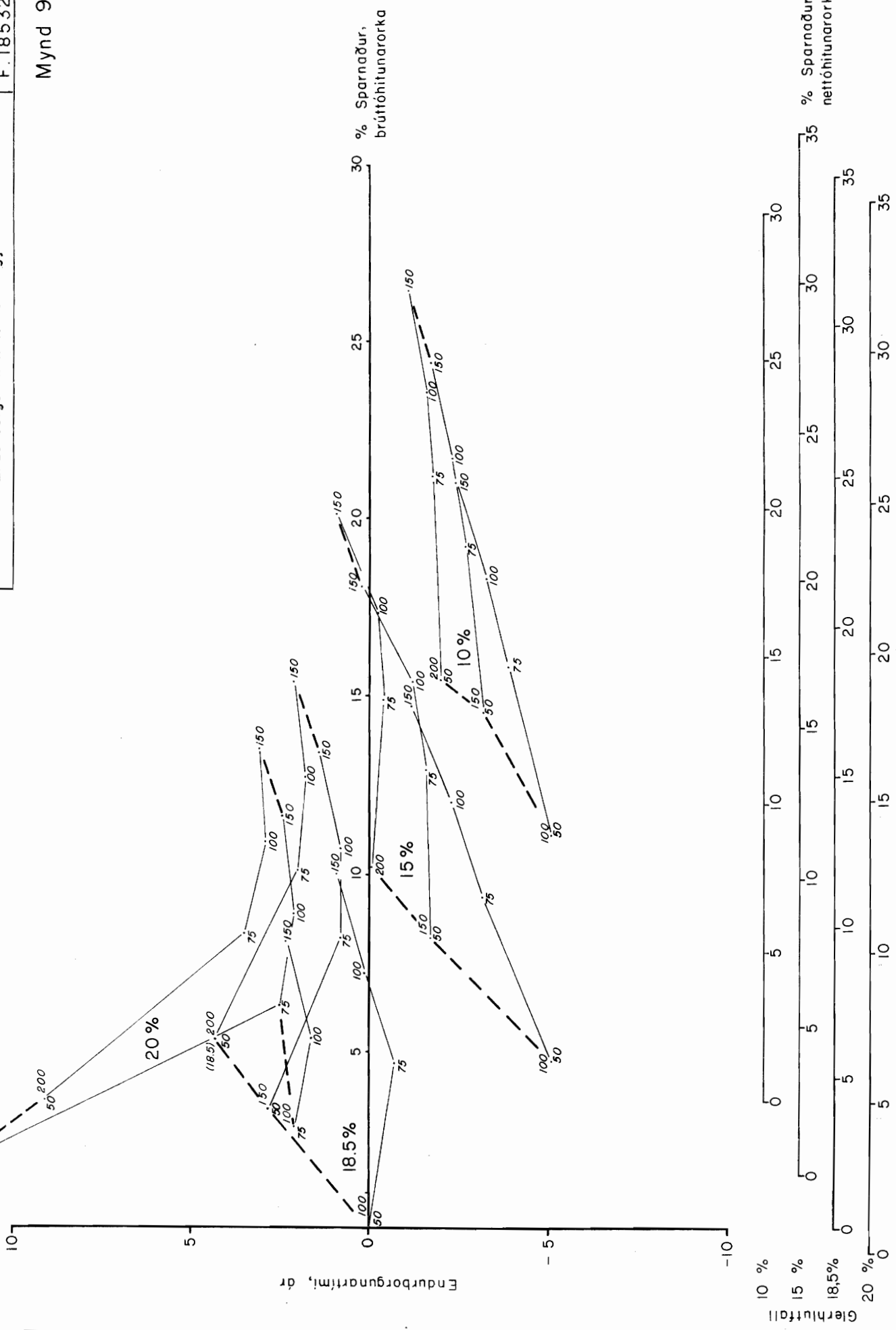
ORKUSTOFNUN
Raforkudeilid

HÚSHITUN

Hagkvæmni mismunandi einangrunar
Endurborgunartími. Orkugjafi: olía

79.06.27
Ó.P./Ó.D.
B-Ým
F.18532

Mynd 9





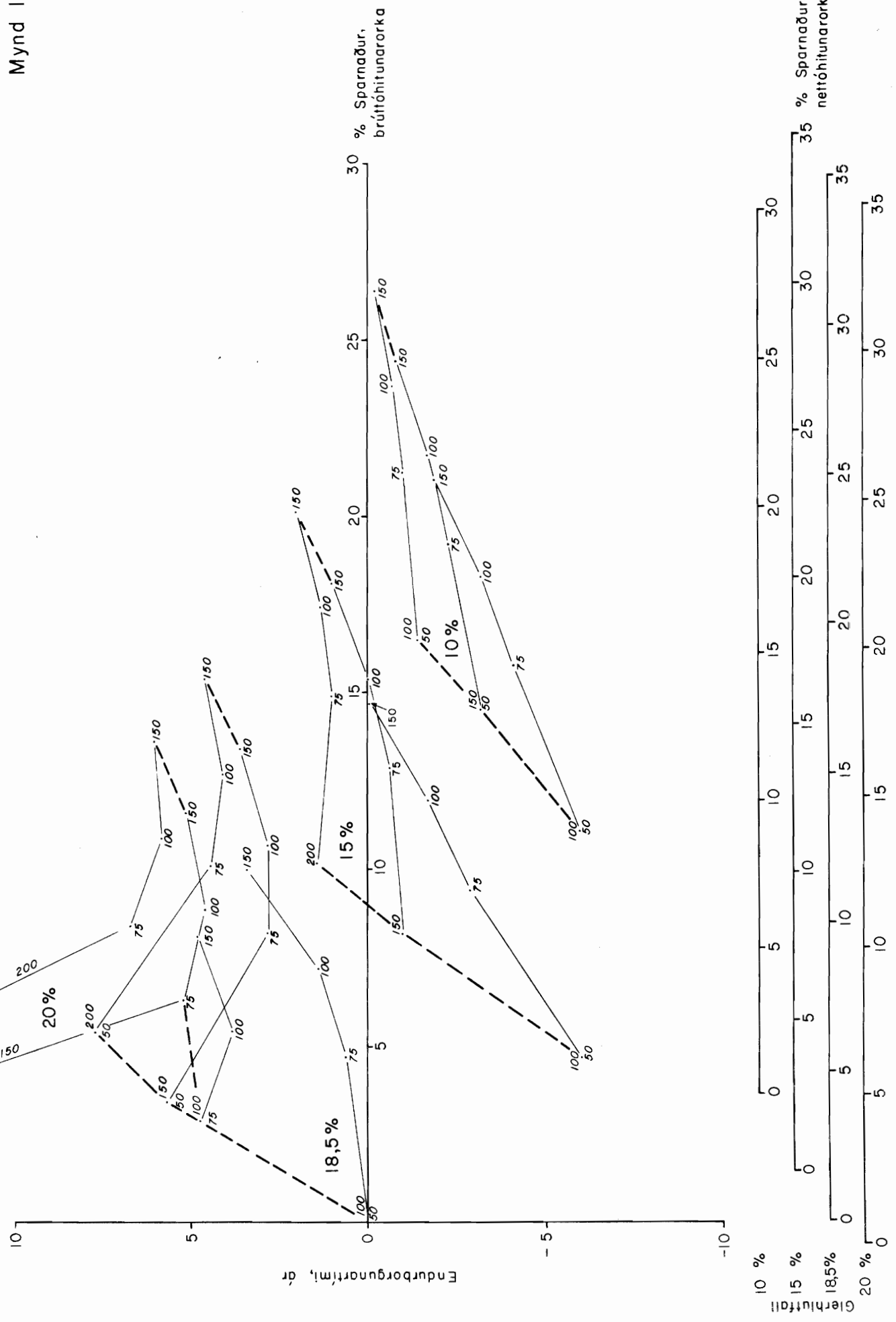
ORKUSTOFNUN
Raforkudeild

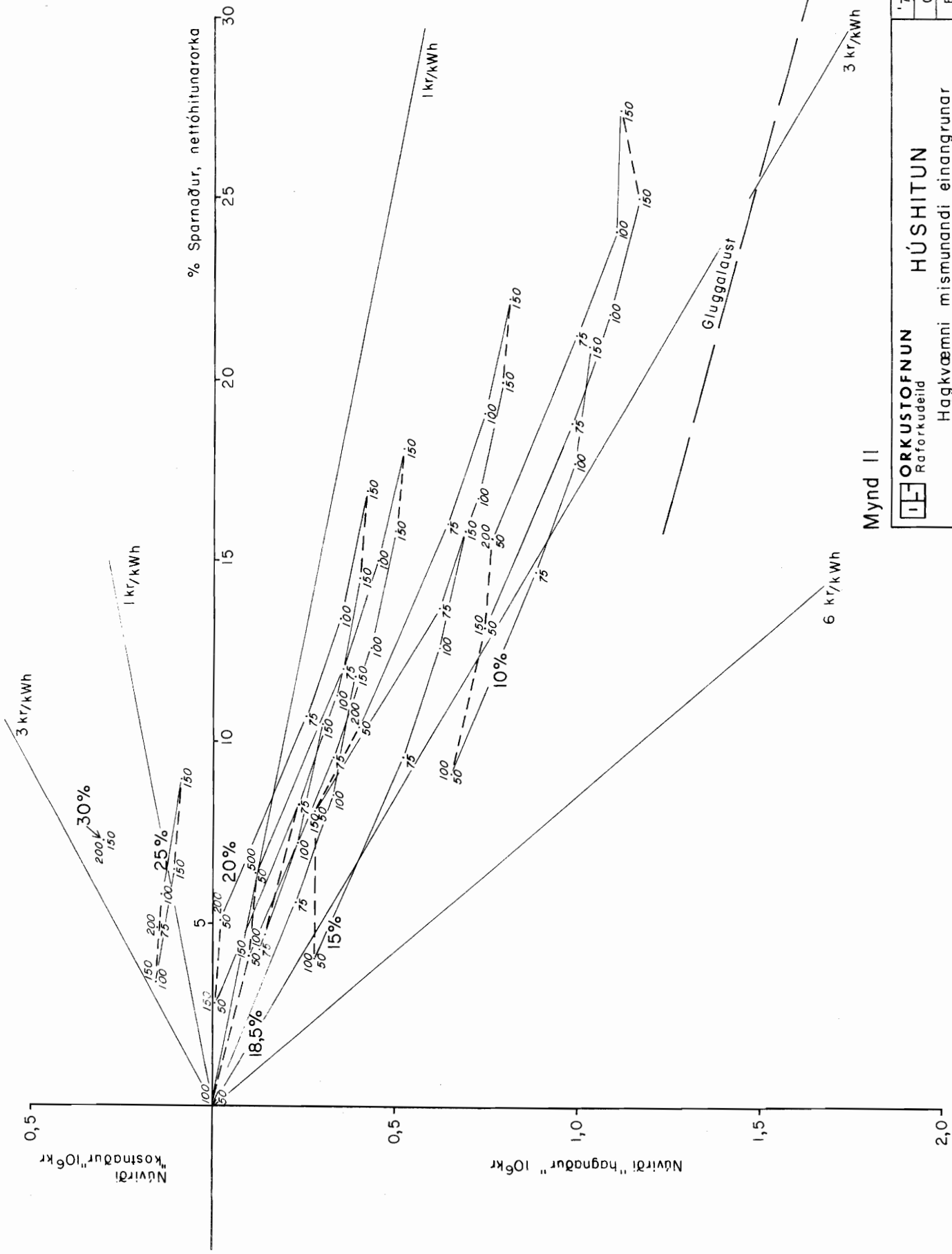
HÚSHITUN

Hagkvæmni mismundandi einangrunar
Endurborgunartími. Orkugjafi: Rafmagn.

179.06.27
Ó.P/Ó.D.
B - Ým
F.18533

Mynd 10



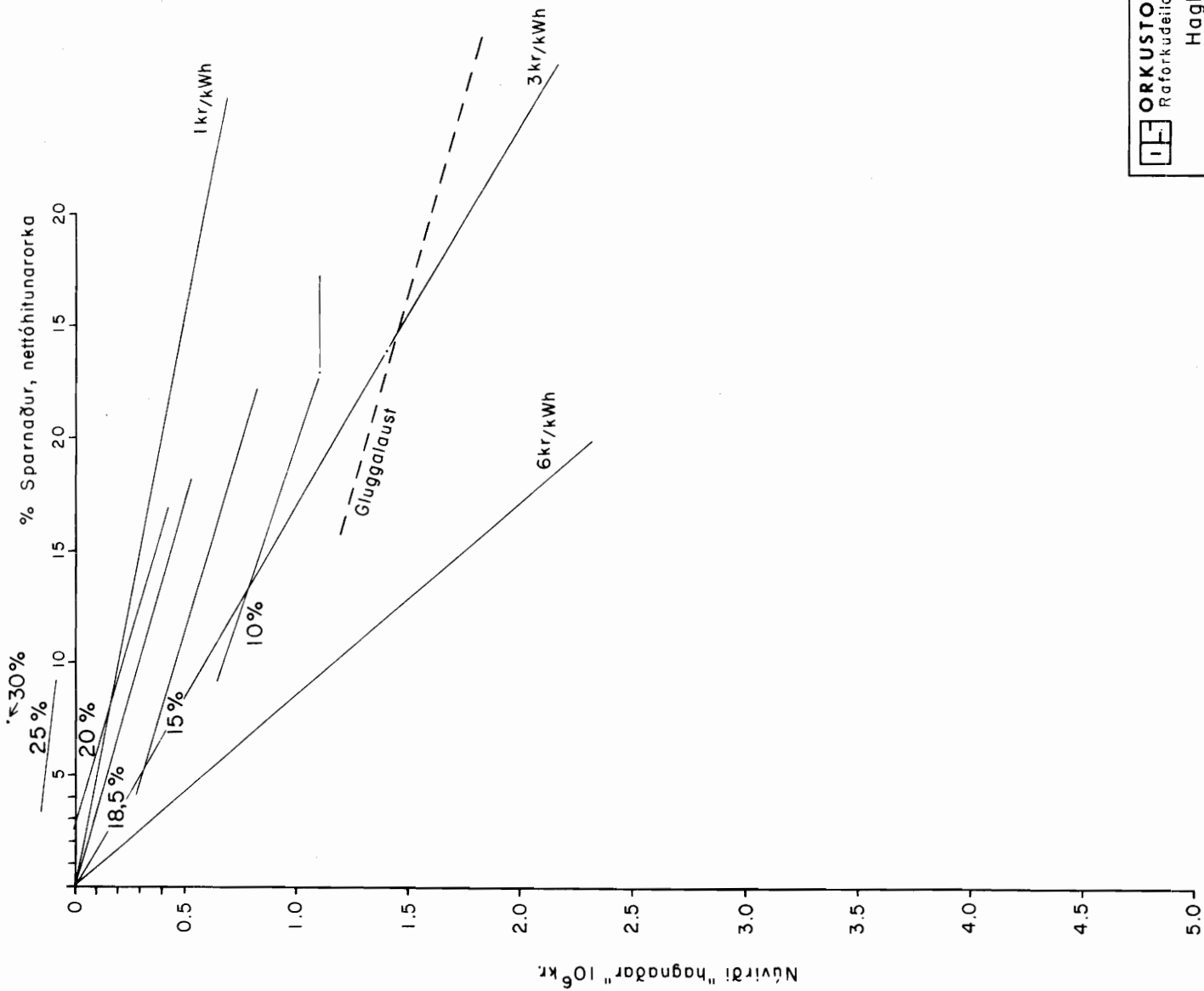


Mynd II

79.07.24
Ó.P./Ó.D
B-Ým
F.18566

ORKUSTOFNUN
Raforkudeild

HÚSHITUN
Hagkvæmni mismunandi einangrunar
Núvirði. Orkugjafi: Hitaveita



Mynd 12



ORKUSTOFNUN
Ráðfyrirkvæðing

HÚSHITUN

Hagkvæmni, mismunandi einangrunar
Núvirði, Orkugjafi: Hitaveita

19.07.24

Ó.P/Ó.D

B - Ým

F.18562

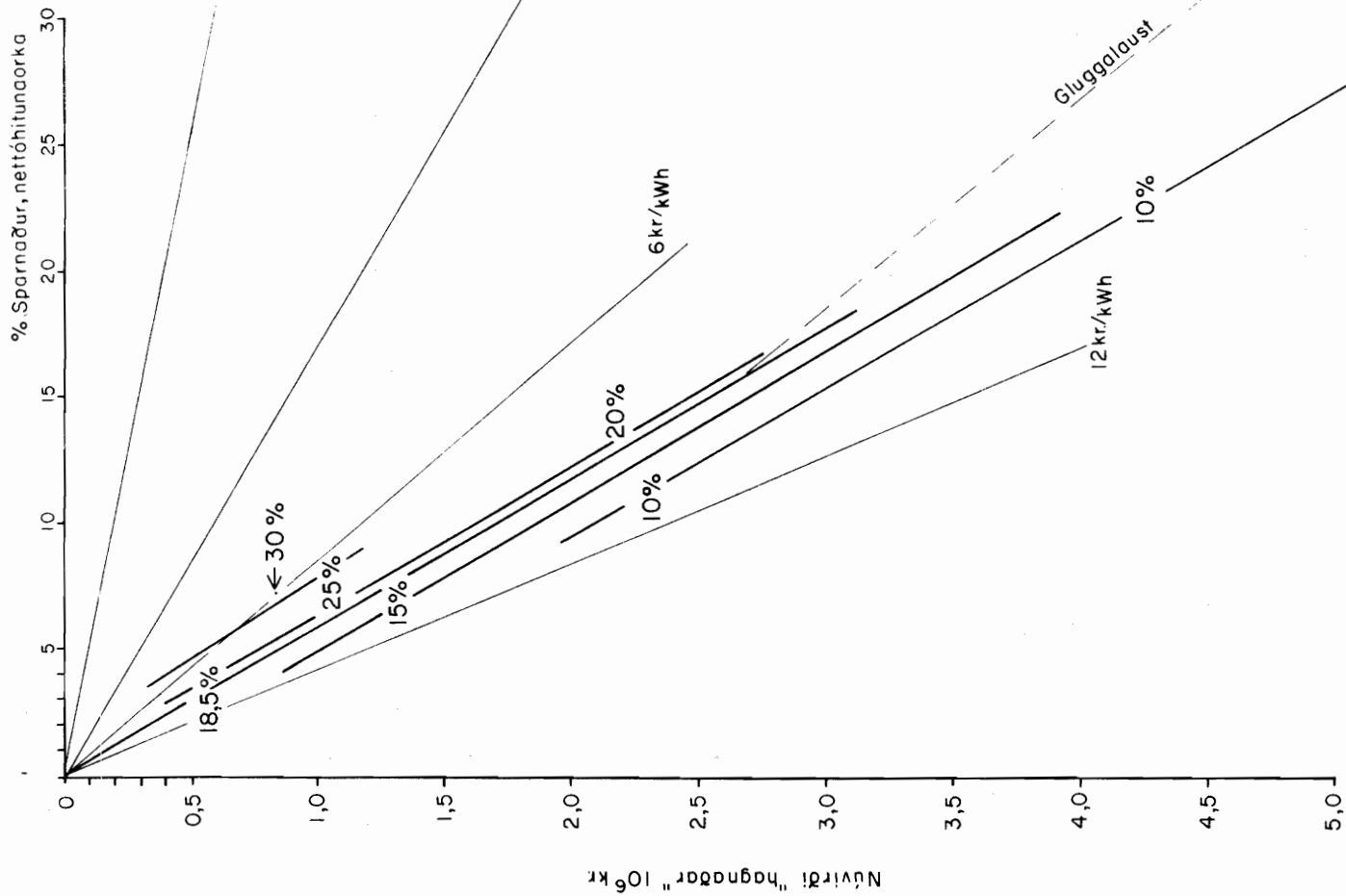
ORKUSTOFNUN
Ráforkudeild

HÚSHITUN

Hagkvæmni mismunandi einangrunar
Núvirði, Orkugjafi: Olía.

79.07.24
Ó.P./Ó.D
B.-Ym
F.18565

Mynd 13



79.07.24.
 Ó.P./Ó.D.
 B - Ým
 F. 18563

ORKUSTOFNUN
 Ráðgjafi
HÚSHITUN
 Hagkvæmni mismunandi einangrunar
 Núvirði. Orkugjafi: Rafmagn

Mynd 14

