

Jafngildisverð við sölukerfisbreytingar hjá
hitaveitum úr hemlakerfi í mælakerfi

Árni Ragnarsson, Ólafur Pálsson, Sverrir Þórhallsson

Greinargerð ÁR-ÓP-SP-91-02

JAFNGILDISVERÐ VIÐ SÖLUKERFISBREYTINGAR HJÁ HITAVEITUM ÚR HEMLAKERFI Í MÆLAKERFI

1. Inngangur

Tilfni þessarar greinargerðar er bréf frá Iðnaðarráðuneytinu, dags. 11. desember 1990, undirritað af Guðrúnu Skúladóttur. Þar er Orkustofnun beðin um greinargerð, sem ráðuneytið geti stuðst við þegar staðfestar eru gjaldskrár frá hitaveitum vegna sölukerfisbreytinga.

Margar hitaveitur selja vatn eftir svokölluðu hemlakerfi. Í því felst að notendum er tryggt ákveðið hámarksrennsli eða skammtur sem gjaldtaka miðast við. Notendur geta valið hve stóran skammt þeir kaupa og þar með ákveðið að hve miklu leyti ofnakerfið annar álaginu í verstu kuldaköstum. Á öðrum tímum þegar álagið er minna er notendum frjálst að nota skammtinn að vild, án þess að það hafi áhrif á gjaldtöku hitaveitunnar.

Að undanförunu hafa margar hitaveitur hætt að nota hemlakerfi og tekið upp svokallað mælakerfi. Búast má við að enn fleiri veitur geri sams konar breytingar á næstu árum. Mælakerfið byggist á því að öll vatnsnotkun er mæld, og miðast gjaldtaka við þann rúmmetrafjölda af vatni sem notandi fær á greiðslutímabilinu. Í bæði hemlakerfi og mælakerfi er algengast að notendur greiði að auki árlegt fastagjald til hitaveitunnar.

Nauðsynlegt er að gera sér grein fyrir þeim grundvallarmun sem er á þessum tveimur formum sölufyrirkomulags. Í hemlakerfinu miðast gjaldtakan við afl, orkan eða vatnsmagnið sem notandinn fær er hins vegar ómælt og hefur ekki áhrif á gjaldtökuna. Í mælakerfinu er gjaldtakan miðuð við heildarvatnsmagn sem notað er á tilteknu tímabili. Þetta má umreikna í orkunotkun út frá gefnum forsendum um nýtingu vatnsins í ofnakerfinu. Aflið sem notandinn fær þegar álag er mest hefur hins vegar engin áhrif á gjaldtökuna í mælakerfinu.

Þar sem breytingar úr hemlakerfi í mælakerfi hafa verið gerðar hefur borið á óánægju notenda fyrst eftir breytinguna. Þetta stafar m.a. af því að breytingin kallar á breyttar neysluvenjur notenda. Ekki eru allir jafn fljótir að átta sig á breyttum aðstæðum, og því getur hitunarkostnaður orðið óeðlilega hár fyrst á eftir. Auk þess er erfitt að breyta gjaldskrá samfara sölukerfisbreytingu, þannig að ekki komi fram aukinn hitunarkostnaður hjá hluta notenda.

2. Forsendur

Gerum ráð fyrir að hitaveita sem notast við hemlakerfi ætli að breyta um sölufyrirkomulag og taka upp mælakerfi. Til einföldunar er reiknað með að notkun heita vatnsins ráðist aðeins af raunverulegri upphitunarþörf en ekki sölufyrirkomulagi. Reynslan hefur hins vegar sýnt að heildarnotkun vatns minnkar verulega þegar skipt er yfir í mælakerfi. Þetta gerir samanburð á gjaldskrár fyrir og eftir breytingu erfiðari en ella, enda má segja að notendur séu ekki að gjaldtaka fyrir og eftir breytingu erfiðari en ella, enda má segja að notendur séu ekki að gjaldtaka er óháð álagsnýtingu. Þess vegna verður að teljast eðlilegt að notendur taki á sig einhverja skerðingu í vatnsnotkun þegar mælakerfi er tekið upp, án þess þó að það komi fram í óeðlilega lítilli upphitun. Þar sem varmaskiptar eru notaðir getur vatnsnotkun reynst há eftir breytingu úr hemlakerfi í mælakerfi vegna ófullnægjandi stýringa varmaskipta.

Á Orkustofnun hafa á undanförunum árum verið gerðar nokkrar athuganir á orkunotkun við húshitun. Fjalla þær m.a. um rafhitað húsnæði (Jón Vilhjálmsson og Olavi M. Ojala, 1984), húshitun í Kópavogi (María J. Gunnarsdóttir, 1986), húshitun á Höfn í Hornafirði (Árni Ragnarsson, 1989) og orkunotkun í nýlegum hverfum í Reykjavík (Árni Ragnarsson, 1991). Niðurstöður þeirra sýna að notkunin er mjög breytileg milli notenda, jafnvel þó um sambærilegt húsnæði sé að ræða. Þar ræður miklu mismunandi notkunarvenjur og mismunandi stýribúnaður ofnakerfanna. Þessar kannanir hafa jafnframt leitt í ljós að orkunotkun eldri húsa er meiri en nýlegra húsa, og að orkunotkun á hverja rúmmálseiningu minnkar með stærð húsa.

Í könnun sem gerð var á húshitun í Kópavogi kemur vel fram dreifingin í vatnsnotkun í blandaðri byggð lítilla og stórra húsa, gamalla og nýrra. Eftirfarandi eru samandregnar niðurstöður um árlega vatnsnotkun:

| | Vatnsnotkun (m^3 vatns/ m^3 húsnæðis) |
|-------------|--|
| Meðaltal | 1,76 |
| Elstu hús | 2,57 |
| Yngstu hús | 1,55 |
| Minnstu hús | 5,83 |
| Stærstu hús | 1,59 |

Í nýlegri könnun á orkunotkun til húshitunar í Ártúnsholti og Suðurhlíðum í Reykjavík var athuguð vatnsnotkun 413 húsa, sem tengd voru veitunni 1984 - 1986. Eftirfarandi niðurstöður eru um breytileika árlegrar notkunar:

| | Vatnsnotkun(m^3 vatns/ m^3 húsnæðis) | Orkunotkun(kWh/m^3 húsnæðis) |
|----------------|---|---------------------------------|
| Vegið meðaltal | 1,59 | 79,3 |
| Staðalfrávik | 0,51 | 25,3 |
| Lægsta gildi | 0,33 | 16,4 |
| Hæsta gildi | 4,24 | 211,8 |

(Við útreikning á orkunotkun er miðað við að 50 kWh séu nýttar úr hverjum m^3 vatns.)

Niðurstöðurnar sýna að 82% húsanna hafa árlega orkunotkun á bilinu 50 - 110 kWh/ m^3 húsnæðis og 90% á bilinu 40 - 120 kWh/ m^3 húsnæðis. Örfá hús (tíunda hvert hús) skera sig úr með ýmist mjög mikla eða mjög litla orkunotkun.

Með hliðsjón af þeim athugunum sem gerðar hafa verið, verður hér miðað við að meðalorkunotkun til húshitunar sé **80 kWh á hvern m^3 húsnæðis á ári**. Neysluvatn er innfalið í þessari tölu. Miðað er við rúmmál eins og það er skráð hjá Fasteignamati ríkisins, bílskúrar ekki meðtaldir.

Mun erfiðara er að áætla aflþörf til upphitunar en orkunotkun, enda ekki eins auðvelt að mæla aflíð hjá einstökum notendum. Við hönnun hitakerfa hafa verið notaðar reglur um aflþörf miðað við gerð og staðsetningu viðkomandi húss (Hitaveituhandbók, SÍH, 1990). Hér verður miðað við að aflþörfin sé að meðaltali **18 W á hvern m^3 húsnæðis**. Innfalið í þessu aflí er meðaltal neysluvatnsnotkunar.

3. Útreikningar á vatnsverði

Við óskum að reikna út eins konar jafngildisverð fyrir heita vatnið, byggt á þeirri forsendu að tekjur hitaveitunnar og þar með meðalútgjöld notenda séu þau sömu fyrir og eftir sölukerfisbreytingu. Við gerum ráð fyrir að gjaldskráin í heilakerfi sé þekkt og innfærum eftirtaldir breytistærðir:

| | |
|-------|---|
| F_h | Fastagjald í heilakerfi (kr. á mánuði) |
| V_h | Vatnsgjald eða aflagjald í heilakerfi (kr./l/mín. á mánuði) |
| F_m | Fastagjald í mælakerfi (kr. á mánuði) |
| V_m | Vatnsgjald í mælakerfi (kr./m ³ vatns) |

Óbreyttum útgjöldum hjá meðalnotanda eftir að breytt hefur verið í mælakerfi má lýsa með eftirfarandi jöfnu:

$$F_h + \text{Skammtur (l/mín.)} \times V_h = F_m + \text{Vatnsnotkun (m}^3/\text{mánuði)} \times V_m$$

Heildarvatnsnotkun á hverju ári ræðst af þeirri orku sem nauðsynleg er til að viðhalda eðlilegu innihitastigi allt árið. Hún er að sjálfsögðu háð einangrun hússins og veðráttu. Ef gert er ráð fyrir að meðalhitafall í ofnakerfi sé þekkt má lýsa sambandinu á milli vatns- og orkunotkunar með eftirfarandi jöfnu:

$$\text{Vatnsnotkun (m}^3/\text{mán.)} = \frac{\text{Orkunotkun (kWh/m}^3 \text{ húsn. á ári)} \times \text{Rúmmál húsn. (m}^3) \times 3600}{\text{Hitafall (}^\circ\text{C)} \times 12 \times 4,184 \times 985}$$

Með því að leysa saman jöfnurnar tvær hér að framan fæst:

$$V_m = \frac{[\text{Skammtur (l/mín.)} \times V_h + F_h - F_m] \times \text{Hitafall (}^\circ\text{C)} \times 13,7}{\text{Orkunotkun (kWh/m}^3 \text{ húsn. á ári)} \times \text{Rúmmál húsnæðis (m}^3)}$$

Breytistærðirnar sem á að nota í þessari jöfnu eru allar meðalgildi fyrir notendur viðkomandi veitu, t.d. meðalskammtur fyrir veituna. Ef þessar upplýsingar liggja ekki fyrir er nauðsynlegt að gera einhverjar nálganir. Hvernig það er hægt verður sýnt hér á eftir.

Gefum okkur eftirfarandi forsendur:

| | |
|-----------------|--------------------------------------|
| Orkunotkun | 80 kWh/m ³ húsnæðis á ári |
| Rúmmál húsnæðis | 500 m ³ |
| Bakrennslishi | 35 °C |

Jafnan fyrir jafngildisverð í mælakerfi verður nú:

$$V_m = \frac{[\text{Skammtur (l/mín.)} \times V_h + F_h - F_m] \times (T_{\text{inn}} - 35)}{2912}$$

Þessa jöfnu má nota til að ákvarða gjaldtöku í mælakerfi út frá þekktum meðalskammti fyrir 500 m³ hús og innrennslishtastigi vatnsins, T_{inn}, í viðkomandi veitu.

Skoðum nú hvernig hægt er að áætla meðalskammt ef ekki liggja fyrir upplýsingar um hver hann er. Skammturinn sem hver notandi kaupir er miðaður við að með eðlilegu hitafalli vatnsins í ofnakerfinu fái nægilegt afl til að fullnægja upphitunarþörf við ákveðinn lágmarks útihit. Aflþörfin er fyrst og fremst háð einangrun hússins og veðráttu á viðkomandi stað. Sambandinu á milli skammts og afls má lýsa þannig:

$$\text{Skammtur (l/mín.)} = \frac{\text{Afl ofnakerfis (W/m}^3 \text{ húsn.)} \times \text{Rúmmál húsnæðis (m}^3 \text{)} \times 60}{\text{Hitafall (}^\circ\text{C)} \times 4,184 \times 985}$$

Við gefum okkur nú til viðbótar að aflþörfin sé 18 W/m³ húsnæðis. Meðalneysluvatmsnotkun er innifalin í þessu afl, og þar sem neysluvatn er yfirleitt tekið framhjá hemli getum við áætlað að aflið sem hemlastillingin miðast við, þ.e. afl ofnakerfisins, sé 10% lægra eða 16,2 W/m³. Meðalhitafall í ofnakerfi getum við áætlað 35 °C. Þegar þessar forsendur eru settar inn í jöfnuna fyrir jafngildisverð fæst:

$$V_m = \frac{V_h}{24,7} + \frac{(F_h - F_m)}{83,2}$$

Áætlað hitafall, 35 °C, hefur aðeins áhrif á síðari lið jöfnunnar hér að ofna. Ef fastagjaldið er það sama fyrir og eftir sölukerfisbreytingu gildir jafnan því jafnvel þó hitafallið sé annað. Eftirfarandi tafla sýnir jafngildisverð í hemla- og mælakerfi, reiknað samkvæmt jöfnunni hér að ofan á þeim forsendum að fastagjald sé óbreytt fyrir og eftir sölukerfisbreytingu.

| Aflgjald í hemlakerfi kr./l/mín. á mánuði | Vatnsverð í mælakerfi kr./m ³ |
|--|---|
| 500 | 20,2 |
| 750 | 30,4 |
| 1000 | 40,5 |
| 1250 | 50,6 |
| 1500 | 60,7 |
| 1750 | 70,9 |
| 2000 | 81,0 |
| 2250 | 91,1 |
| 2500 | 101,2 |

4. Áhrif hemlastillinga

Hjá hemlaveitum er sá skammtur sem notendur greiða fyrir ekki alltaf nákvæmlega það sama og hámarksrennsli inn á ofnakerfi. Þetta er háð mismunandi aðferðum sem hitaveiturnar nota við stillingu hemla, ýmist vegna neysluvatnsnotkunar eða leiðréttinga vegna mismunandi innrennslishita. Auk þess mun nokkuð um það að hemlar séu illa stilltir, og er þá yfirleitt um yfirstillingu að ræða, þannig að raunverulegt rennsli er meira en gjaldskammtur segir til um.

Í könnun sem gerð hefur verið á orkunýtingu hitaveitna er borinn saman hjá nokkrum hitaveitum raunverulegur skammtur sem keyptur er og reiknaður skammtur miðað við forsendurnar sem notaðar voru hér að framan, þ.e. 18 W/m³ og 80 kWh/m³ húsnæðis. Úrtakið hjá hverri veitu er á bilinu 20-35 hús. Skammtarnir eru umreiknaðir miðað við að öll húsin séu 500 m³ að stærð. Niðurstöðurnar eru sýndar í eftirfarandi töflu. Aftasti dálkurinn í töflunni sýnir hve vel raunverulegur skammtur er nýttur, þ.e. þann hlutfallslega tíma sem skammturinn þarf að vera í fullri notkun til að ná orkunotkun 80 kWh/m³ húsnæðis. Áætlaður skammtur svarar til um það bil 50% nýtingar hemils.

| Hitaveita | Áætlaður skammtur (l/mín.) | Raunverulegur skammtur (l/mín.) | Nýting hemils |
|-------------------|----------------------------|---------------------------------|---------------|
| Seltjarnarnes | 2,7 | 2,4 | 0,69 |
| Suðurnes | 3,1 | 3,0 | 0,59 |
| Akr. og Borgarfj. | 2,9 | 2,5 | 0,66 |
| Blönduós | 4,5 | 3,0 | 0,77 |
| Sauðárkrókur | 3,6 | 3,6 | 0,64 |
| Siglufjörður | 3,7 | 2,2 | 0,95 |
| Húsavík | 2,8 | 2,9 | 0,59 |
| Þorlákshöfn | 2,3 | 2,2 | 0,66 |

Eins og fram kemur í töflunni ber raunverulegum og reiknuðum skammti yfirleitt nokkuð vel saman. Þó eru undantekningar frá þessu, sérstaklega er áberandi hversu lítill raunverulegur meðalskammtur er á Siglufirði og Blönduósi. Skýringar á svona mismun geta verið tvær, annars vegar að stillingu hemla sé ábótavant, þ.e. að um yfirstillingu sé að ræða, og hins vegar að notendur taki á sig að sitja í hálfköldum húsum lengra tímabil á veturna en almennt gerist. Þar sem svona er háttáð væri rétt að nota minna afl en 18 W/m³ í útreikningunum hér að framan. Annars er hætt við að útreiknað vatnsverð í mælakerfi verði óeðlilega hátt. Óvenju litlir skammtar hafa einnig þau áhrif að heildarorkunotkunin verður minni en ella, en þau áhrif eru hlutfallslega mun minni en skerðingin í afli.

Áhrif þessa mismunar á áætluðum og raunverulegum skammti á reiknað vatnsverð eru sýnd í eftirfarandi töflu. Hún sýnir jafngildisverð fyrir nokkrar hemlaveitur, en af þeim hafa tvær skipt yfir í mælkakerfi. Mismunurinn er mjög háður því um hvaða veitu er að ræða. Þar sem upplýsingar um raunverulegan meðalskammt liggja fyrir er líklegt að með því að nota hann í reikningunum náist betur að uppfylla markmiðið um sömu tekjur veitunnar fyrir og eftir sölukerfisbreytingu.

| Vatnsverð í mælakerfi (kr/m ³) miðað við óbreytt fastagjald | | | |
|---|---|---|---------------------------------|
| Hitaveita | Verð samkv. meðal-skammti og ΔT ¹⁾ | Verð samkv. áætl. skammti ²⁾ | Raunverulegt verð ³⁾ |
| Seltjarnarnes | 27 | 31 | 32 |
| Suðurnes | 62 | 62 | |
| Akr. og Borgarfj. | 96 | 111 | |
| Blönduós | 33 | 54 | 40 |
| Sauðárkrókur | 28 | 27 | |
| Siglufjörður | 57 | 95 | |
| Húsavík | 22 | 22 | |
| Þorlákshöfn | 64 | 66 | |
| Hvammstangi | | 50 | 57,4 |

¹⁾ Byggt á raunverulegum meðalskömmtum úrtaks húsa hjá veitunum eins og sýnt er í töflu á bls. 5. Meðalinnrennslishi er fenginn úr sömu könnun. Notuð er jafnan fyrir V_m efst á bls. 4.

²⁾ Notuð er jafnan fyrir V_m sem sýnd er á neðri hluta bls. 4.

³⁾ Raunveruleg verð á þeim tíma þegar sölukerfisbreytingin var gerð.

5. Lokaorð

Sýnt hefur verið hvernig reikna má út vatnsverð í mælakerfi sem byggir á þeirri forsendu að heildarútgjöld notenda verði þau sömu og voru meðan notað var mælakerfi. Ef upplýsingar liggja fyrir um meðalskammt og meðalinnrennslishita til notenda veitunnar, er best að nota þessar upplýsingar þegar jafngildisverð er reiknað. Að öðrum kosti má reikna verðið út frá áætlaðri aflþörf. Óhjákvæmilegt er að samfara breytingunni taki notendur upp aukið eftirlit með nýtingu vatnsins, m.a. með góðri stillingu ofnakerfis. Ef þetta er gert ætti upphitunarþörf að vera fullnægt með svipuðum tilkostnaði og áður. Fyrst eftir sölukerfisbreytingu má þó búast við að hitunarkostnaður notenda verði nokkru hærri en áður.

Þessi athugun byggir á mjög almennum forsendum og á því misjafnlega vel við einstakar hitaveitur. Hún ætti þó að gilda í öllum aðalatriðum fyrir flestar veitur, þó einstaka þætti mætti skýra betur með því að skoða sérstaklega þær forsendur sem gilda fyrir viðkomandi veitu.