



ORKUSTOFNUN  
Jarðhitadeild

*Subst*

**María J. Gunnarsdóttir**

**VARMAÐÆLA Á ÞÓRGAUTSSTÖÐUM**  
**Reynsla og hagkvæmni í rekstri**

**OS-84100/JHD-19**

**Reykjavík, desember 1984**



**ORKUSTOFNUN**  
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

**María J. Gunnarsdóttir**

**VARMADÆLA Á ÞÓRGAUTSSTÖÐUM**  
**Reynsla og hagkvæmni í rekstri**

**OS-84100/JHD-19**  
Reykjavík, desember 1984

EFNISYFIRLIT

bls.

|   |  |    |
|---|--|----|
| 1 | INNGANGUR                                    | 3  |
| 2 | AÐSTÆÐUR AÐ ÞÓRGAUTSSTÖÐUM                   | 4  |
|   | 2.1 Staðhættir                               | 4  |
|   | 2.2 Jarðhiti                                 | 4  |
| 3 | REYNSLA AF REKSTRI VARMADÆLÆUNNAR            | 5  |
|   | 3.1 Mælingar                                 | 5  |
|   | 3.2 Bilanir                                  | 6  |
|   | 3.3 Hagkvæmni                                | 7  |
| 4 | ÁLYKTANIR OG FRAMTÍÐARHORFUR                 | 7  |
|   | LJÓSMYNDIR                                   | 9  |
|   | TÖFLUSKRÁ                                    |    |
| 1 | Hönnunarstærðir varmadælu                    | 6  |
| 2 | Niðurstöður mælinga                          | 6  |
| 3 | Mælingar á varmadælukerfi Þórgautsstaða 1982 | 10 |
| 4 | Mælingar á varmadælukerfi Þórgautsstaða 1983 | 11 |

## 1 INNGANGUR

Á Þórgautsstöðum í Hvítársíðu var í nóvember 1981 sett upp varmadæla til húshitunar. Þetta var í fyrsta sinn sem varmadæla er notuð til að hita upp íbúðarhús hér á landi, en síðan hafa sjö litlar varmadælur verið settar upp á sveitabæum. Á árinu 1984 hafa verið teknar í notkun mun afkastameiri varmadælur hérlendis. Á Akureyri voru t.d. tvær slíkar settar upp síðastliðið vor, en þær afkasta samtals 2,6 MW. Auk þess hafa tvær varmadælur verið settar upp á undanförunum árum í frystihúsum og ein í kjúklingabúi.

Varmadælan að Þórgautsstöðum nýtir sem varmagjafa 17°C heita volgru en vatnið frá dælunni inn á ofnana er um 55°C heitt. Hér var um tilraun að ræða gerða að tilhlutan og með styrk frá Orkusparnaðarnefnd Iðnaðarráðuneytisins. Til að sjá um tilraunina var skipuð þriggja manna framkvæmdanefnd, með fulltrúum frá Landsvirkjun, Orkustofnun og Rafmagnsveitum ríkis, einum frá hverri stofnun. Nefndin hóf störf haustið 1980 og hennar fyrsta verk var að velja úr hvaða staður væri heppilegur til að gera þessa tilraun en jafnframt var gerð athugun á því hvaða gerðir varmadæla stæðu til boða á markaðinum erlendis. Strax í upphafi var ákveðið að setja varmadæluna upp þar sem væri volgra sem hægt væri að nýta sem varmagjafa. Ekkert er því til fyrirstöðu að nota kalt lindarvatn sem varmagjafa en þá verður nýtingarstuðull varmadæluinnar lægri því hann er háður hitamismun á varmagjafa og vatni frá varmadælunni. Keypt var varmadæla frá Þýskalandi frá fyrirtækinu HVV í Uelzen.

Ýmislegt sögulegt skeði áður en varmadæla var komin örugglega á sinn stað í nóvember 1981, m.a. týndist hún í "hafi" en fannst svo löngu seinna sem óskilafragt á Húsavík á leið til Kröfluvirkjunar. Í millitíðinni var önnur varmadæla sömu gerðar farin að hita íbúum á Þórgautsstöðum. Flökkukindin var síðan seld á sanngjörnu verði íbúum á Bakka í Bjarnarfirði. Þar hefur hún sem varmagjafa vatn úr 25°C heitri volgru.

Vorið 1982 kom út skýrsla á vegum framkvæmdanefnarinnar um tilraunina undir nafninu "Varmadæla til húshitunar". Þar voru raktar hönnunarforsendur og helstu niðurstöður tilraunarinnar. Þegar skýrslan var skrifuð hafði varmadælan gengið í um fjóra mánuði þannig að reynsla af rekstri hennar var ekki mjög löng. Í þessari greinargerð er frá því skýrt hvað á dagana hefur drifið þau þrjú ár sem liðin eru frá fyrri úttektinni og hvaða ályktanir má draga af þeirri reynslu, sem fengist

hefur.

## 2 AÐSTÆÐUR AÐ ÞORGAUTSSTÖÐUM

### 2.1 Staðhættir

Að Þórgautsstöðum í Hvítársíðu býr Ketill Jómundsson, mikill hagleiksmaður. Hann hefur kúa-og fjárbú. Íbúðarhúsið á bænum er 150 m<sup>2</sup> (400 m<sup>3</sup>) steinhús á einni hæð. Það var byggt árið 1968 og er einangrað með 2" plasti í veggjum og 4" glerull í lofti. Tvöfalt gler er í gluggum. Húsið er því sæmilega einangrað og ætti notkunin að vera u.þ.b. 90 kWh/m<sup>3</sup> miðað við mælingar sem gerðar hafa verið á húsum byggðum á árunum 1960 til 1970 (heimild: "Orkunotkun við hitun húsnæðis, I" OS-84099/OBD-03 B, desember 1984).

Áður en varmadælan kom var íbúðarhúsið hitað upp með olíu og taldi Ketill að notkunin hefði verið á bilinu 6-7000 lítrar á ári. Það samsvarar, 96-112 kWh/m<sup>3</sup> á ári, miðað við 60% nýtni í olíukatli. Hitastýrðir kránar eru ekki á ofnum en olíukyndingu var stýrt með hitastilli inni í miðju húsi. Olíukyndingin var ekki aflögð heldur ákveðið að nota hana til vara eða sem viðbót ef varmadælan reyndist ekki anna hituninni og hefur það reynst svo. Hitastillirinn stýrir nú varmadælunni. Vatnið frá henni er leitt í gegnum heitavatnskútinn sem fyrir var og hitar þar upp neysluvatn.

Í nágrenni við Þórgautsstaði er veðurathugunarstöðin á Síðumúla. Meðalárshiti þar tímabilið 1931 til 1960 var 3,8°C, og á árunum 1971 til 1980 3,2°C. Í töflu 3 og 4 bls. 11 og 12 er sýndur meðalhiti hvers mánaðar á því tímabili sem mælingar á varmadælunni voru gerðar. Meðalhiti árið 1982 var 2,9°C og árið 1983 2,3°C, sem er 0,3°C og 0,9°C undir meðaltali áratugarins á undan, 1971-80.

### 2.2 Jarðhiti

Nokkrar volgrur eru í landi Þórgautsstaða og er hitastig þeirra á bilinu 16-19°C. Þær liggja nokkurn vegin á NNA-lægri línu, um 150 m langri, og er sú syðsta þeirra norðan við súrheysturninn. Þetta er sama stefnan og á misgengi sem sést í fjallinu ofan og austan við Þórgautsstaði. Það misgengi tengist þó ekki þessum volgrum, (munnleg heimild: Guðmundur I. Haraldsson).

Jarðhitavatnið á Þorgautsstöðum hefur verið notað sem neysluvatn bæði fyrir mjólkurhús og íbúðarhús. Vegna fyrirætlana um varmadælu var grafið við súrheysturninn og kom þar upp 17°C heitt vatn. Þar í var settur 3 m djúpur brunnur. Vatnsborð í honum er á 2 m dýpi og inntak í varmadælu er um 60 cm hærra en vatnsborð. Fjarlægð frá brunni í hús er um 120 m og vatnið er leitt í 1 1/4" plaströri. Í byrjun var dælt úr brunnum og heim í hús og fékkst um 1 l/s án þess að brunnurinn tæmdist. Seinna framlengdi Ketill rörið frá húsinu niður brekku við húsið og fékk þannig sjálfrennsli. Töluvert súrefni er í vatninu og sog í leiðslunni veldur minnkandi rennsli. Með vissu millibili þarf því að setja þrýsting á vatnið.

### 3 REYNSLA AF REKSTRI VARMADÆLÆUNNAR

#### 3.1 Mælingar

Til að mæla afköst og fylgjast með rekstri varmadælunnar voru í upphafi settir upp tveir orkumælur frá Valmet í Finnlandi. Þeim var ætlað að mæla þá varmaorku sem varmadælan gæfi af sér og þá orku sem fæst úr jarðhitavatninu. Auk þess var settur upp kWh-mælir til að mæla raforkuna. Valmet mælarnir mæla orkuna með því að mæla rennslið og hitamismun inn og út úr varmadælunni. Rennslismælarnir hafa ekki reynst sem skyldi því þeir hafa tvisvar bilað. Mælingarnar stóðu yfir í tvö ár, frá ársbyrjun 1982 til ársloka 1983, og voru framkvæmdar nær daglega.

Sérstaklega var áhugavert að fá upplýsingar um nýtingarstuðull varmadælunnar (COP), þ.e.a.s. hlutfallið á milli þess sem fæst út úr varmadælunni og þeirrar orku sem þarf til að knýja hana áfram. Við mælingar fyrstu mánuðina kom í ljós að nýtnin var um 3, en spurningin var hvort meðalársnýtnistuðullinn yrði mun lægri. Í töflum 3 og 4 bls. 11 og 12 eru mælingarnar sýndar, ein fyrir hvern mánuð. Þar kemur m.a. fram hver raforkunotkun hefur verið í hverjum mánuði og hvað varmadælan hefur skilað af sér mikilli varmaorku. Auk þess er sýnt hver nýtnistuðullinn er fyrir hvern mánuð. Meðalnýtnin fyrir öll mæld gildi er 2.9.

Í töflu 1 eru sýndar hönnunarstærðir varmadælukerfisins og í töflu 2 helstu niðurstöður mælinga. Þar kemur fram að meðalorkunotkun hússins er 35700 kWh/ári eða 89 kWh/m<sup>3</sup> á ári og að raforkuþörf varmadælunnar er á sama tíma að meðaltali 12530 kWh/ári sem gefur ársmeðalnýtni-

stuðul (COP) 2,9. Nýtingartími varmadælnnar voru að meðaltali þessi tvö ár 4200 stundir.

TAFLA 1 Hönnunarstærðir varmadælu

|                      |  |
|----------------------|--|
| Stærð húss           | 400 m <sup>3</sup> (150 m <sup>2</sup> ) |
| Áætluð aflþörf húss  | 10 kW (25 W/m <sup>3</sup> )             |
| Hiti vatns úr volgru | 17,0°C                                   |
| Hiti á vatni í hús   | 16,8°C                                   |
| Hiti inn á ofna      | 55,0°C                                   |
| Varmadæluferfi FREON | R12                                      |

TAFLA 2 Niðurstöður mælinga

|                             |                               |
|-----------------------------|-------------------------------|
| Orkunotkun húss             | 35700 kWh/ári                 |
| Orkunotkun húss á rúmm.     | 89 kWh/m <sup>3</sup> á ári   |
| Raforkunotkun varmadælu     | 12530 kWh/ári                 |
| Mæld afköst varmadælu       | 8,4 kW (21 W/m <sup>3</sup> ) |
| Rafmagnsnotkun              | 3,0 kW                        |
| Ársmeðalnýtingarstuðull COP | 2,9                           |
| Nýtingartími varmadælu      | 4200 stundir                  |
| Meðalkæling í uppgufara     | 3,0°C                         |
| Hiti inn á ofna             | 55,0°C                        |
| Meðalkæling í ofnum         | 12,0°C                        |
| Uppgufunarhiti R12          | 10,0°C                        |
| Þéttihiti R12               | 60,0°C                        |
| Yfirhitun                   | 7,0°C                         |

### 3.2 Bilanir

Í lok mælingatímabilsins bilaði varmadælan. Við athugun kom í ljós að mótörinn í þjöppunni var brunninn yfir. Samkvæmt mælingunum átti þetta sér tveggja mánaða aðdraganda. Með dælnni kom upphaflega Aspera þjappa en hún varð ónýtt skömmu eftir uppsetningu og var það vegna verksmiðjugalla að sögn starfsmanna kælivélafrirtækis Sveins Jónssonar sem sá um uppsetningu á varmadæluferfinu að Þórgautsstöðum. Í staðinn settu þeir Tecumseh þjöppu frá Bandaríkjunum. Hún var gerð fyrir 200 V við 50 Hz og átti þar af leiðandi að vera í lagi fyrir 220 V spennu 1.fasa. En þegar var farið að athuga málið eftir að þjappan bilaði í seinna skiptið kom í ljós að spenna fer oft upp í 240 V sem

hefur verið of mikið álag á mótorinn. Langan tíma tók að fá nýja þjöppu og voru gerðar margar atrennur áður en það lánaðist. Varmadælan hefur nú gengið á annan mánuð með nýju þjöppunni sem einnig er af gerðinni Tecumseh en með 220 V spennu við 50 Hz. Mælingar á varmadælukerfinu með nýju pressunni sýna að nýtnin er nær sú sama, en varmaafköst eru heldur meiri nú eða 9,6 kW. Aflið sem hún tekur nú er 3,4 kW.

Samkvæmt niðurstöðum mælinga gaf varmadælan af sér 8,4 kW sem reyndist nóg fyrir húsið. Það sem helst veldur vandræðum er að baðvatnið er helst til kalt á sumrin þegar varmadælan gengur lítið og er olíukyndingin þá sett á stundarkorn. Olíukyndingin hefur reynt nauðsynleg, fyrst og fremst sem varaafll, því ef eitthvað bilar getur tekið langan tíma að fá viðgerðarmann á staðinn.

### 3.3 Hagkvæmni

Raforkunotkun til heimilis og búrekstrar á Þórgautsstöðum er um 16000 kWh/ári. Á taxta A5 hjá Rafmagnsveitum ríkisins með aflmark 6 kW verður orkuverð, þegar varmadælan er í notkun, 1,45 kr/kWh. Reksturskostnaður varmadælu verður því um 18 þús.kr/ári. Olía er notuð sem varaafll og áætlast notkunin 700 lítrar á ári. Miðað við olíuverð 10,7 kr/l verður orkukostnaður á ári samtals 25,7 þús.kr.

Ef húsið væri hitað upp með rafmagni og markið væri 9 kW þá yrði orkuverð á taxta A5 1,2 kr/kWh og kostnaður við upphitun 43 þús.kr á ári eða 17,3 þús.kr dýrara en hitun með varmadælu. Ef tekið er mið af olíuhitun og miðað við 6500 lítra á ári og að 30% kostnaðar sé endurgreiddur í formi olíustyrks verður hitunarkostnaður 48,7 þús.kr eða 23 þús.kr dýrara en hitun með varmadælu.

Varmadælan sem keypt var að Þórgautsstöðum kostaði 7000 þýsk mörk eða um 90 þús.kr ísl. miðað við gengi 3.12.1984. Varmadælur eru nú undanþegnar öllum opinberum gjöldum. Vinna við uppsetningu og efni áætlast 30 þús.kr. Samkvæmt þessum forsendum og miðað við olíuhitun, er varmadælan rúm 5 ár að borga sig og er þá ekki reiknað með neinni ávöxtun á fjármagni. Hér er einnig reiknað með því að viðhaldskostnaður olíuketils og varmadælu sé hinn sami. En eftir þeirri reynslu sem fengin er með tilrauninni á Þórgautsstöðum er líklegt að viðhaldskostnaður verði töluvert hærri. Viðhaldskostnaður varmadælu á þeim tíma sem hún hefur verið í notkun er að meðaltali 15 þús.kr á ári, sem er að vísu óvenju hár. Þessum háa viðhaldskostnaði veldur áðurnefnd bilun í þjöppu.



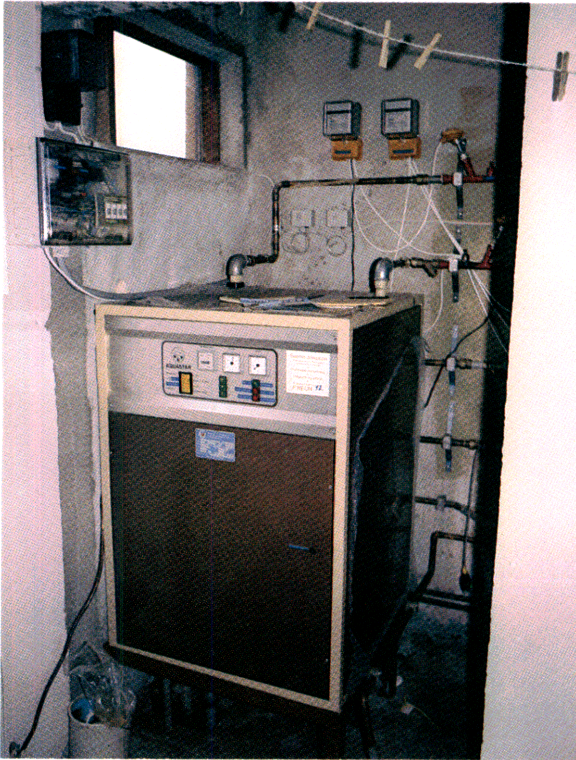
#### 4 ÁLYKTANIR OG FRAMTÍÐARHORFUR

Þær ályktanir sem helst má draga af þessari tilraun eru margvíslegar, bæði jákvæðar og neikvæðar. Það sem er augljósast eru erfiðleikar í viðhaldi. Þeir stafa að nokkru leyti af ókunnugleika en einnig af því að varmadælur bila frekar en hefðbundin hitakerfi. Kerfi varmadælu er í öllum meginatriðum eins og kælikerfi. Það atriði sem er frábrugðið er helst hitastigið við þéttingu og uppgufun og þar af leiðandi þrýstingur. Æskilegt er að viðgerðarþjónusta geti verið í viðkomandi héraði og má í því sambandi benda á mjólkureftirlit sem hefur umsjón með mjólkurtönkum, eða viðgerðarþjónustu fyrir frystihús. Einnig má benda á að skortur er á söluaðilum sem hafa bæði áhuga og getu til að bjóða uppsetningu, viðhald og eftirlit. En þessi vandræði eru að mínu mati aðeins byrjunarörðuleikar sem munu hverfa með aukinni reynslu. Það hefur verið reynslan í öðrum löndum sem hafa notað varmadælur í einhvern árafjölda að fyrstu árin hafa verið erfið.

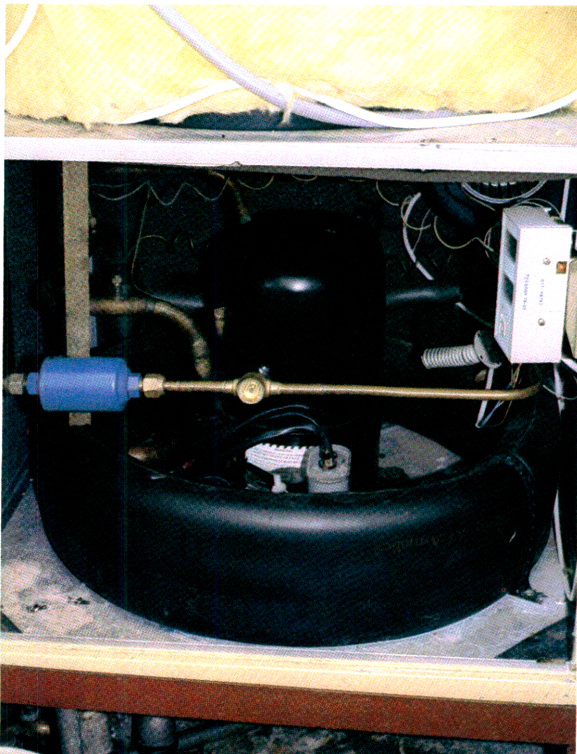
Niðurstöður þeirra mælinga sem gerðar voru á varmadælunni sýna að meðaltalsstuðull yfir árið er 2,9. Er það nálægt þeirri nýtni sem gert var ráð fyrir í upphafi. Árferði þessi tvö ár var fremur slæmt þannig að líklega má gera ráð fyrir að nýtnin yrði að meðaltali 3.

Ljóst er að þegar athugaðir eru möguleikar á að setja upp varmadælu þarf að skoða hagkvæmni í hvert skipti. Niðurstöður geta oltið á fjarlægð uppsprettu frá notanda, dælingu og hitapörf húss. Hjá Húsnæðismálastofnun er nú möguleiki að fá 50 þús.kr. lán til að skipta frá olíukyndingu yfir í aðra hitun, og lán til orkusparandi aðgerða geta e.t.v. einnig náð til varmadælu. Stofnkostnaður varmadælu er mikill, u.þ.b. helmingi hærri en raftúbu og sá kostnaður þarf helst að borga sig upp á minna en fimm árum. Bjartsýni þarf því að stilla í hóf, án þess þó að láta svartsýnina ná tökum á sér. Ekki er ólíklegt að eftir nokkur ár verði varmadælur orðnar nokkuð algengar hér og að innan skamms verði farið að setja þær saman og framleiða að einhverju leyti hér á landi.

Ljósmyndir



Varmadælan á Þórgautsstöðum.  
Á myndinni sést varmadælan og  
á veggnum fyrir ofan eru orku-  
mælarnir.



Mynd tekin inn í varmadæluna.  
Á myndinni sést þjappan og  
uppgufarinn.



TAFLA 3

Mælingar á varmadæluerfi Þórgautstaða árið 1982.

| Mánuður   | Gangtími<br>h | Raforka<br>kWh | Jarðhitaorka<br>kWh | Varmaorka<br>kWh | Nýtnistuðull | Meðalh. mán.   |
|-----------|---------------|----------------|---------------------|------------------|--------------|----------------|
|           |               |                |                     |                  | Cop<br>E     | Síðumúla<br>°C |
| Janúar    | 567           | 1684           | 3170                | 4824             | 2,86         | -3,4           |
| Febrúar   | 379           | 1106           | 2250                | 3334             | 3,01         | +1,4           |
| Mars      | 300           | 810            | 1590                | 2430             | 3,00         | -0,6           |
| Apríl     | 324           | 949            | 1990                | 2960             | 3,12         | +2,1           |
| Maí       | 247           | 707            | 1540                | 2180             | 3,08         | +3,5           |
| Júní      | 118           | 334            | 814                 | 1012             | 3,03         | +9,7           |
| Júlí      | 174           | 488            | 1095*               | 1537             | 3,15         | +10,5          |
| Ágúst     | 163           | 477            | 1115*               | 1546             | 3,24         | +8,3           |
| September | 273           | 873            | 1700*               | 2497             | 2,86         | +4,4           |
| Október   | 305           | 911            | 1865                | 2692             | 2,95         | +3,5           |
| Nóvember  | 467           | 1402           | 2913                | 4200             | 3,00         | -1,4           |
| Desember  | 554           | 1762           | 3146                | 4760             | 2,70         | -2,9           |
| Samtals   | 3871          | 11503          | 23188               | 32469            |              |                |
| Meðaltal  |               |                |                     |                  | 3,00         | +2,9           |

\* Áætluð stærð, rennslismælir bilaður.

TAFLA 4

Mælingar á varmadælukerfi Þórgautstaða árið 1983.

| Mánuður   | Gangtími<br>h | Raforka<br>kWh | Jarðhitaorka<br>kWh | Varmaorka<br>kWh | Nýtnistuðull Meðalh. mán. |                |
|-----------|---------------|----------------|---------------------|------------------|---------------------------|----------------|
|           |               |                |                     |                  | Cop<br>E                  | Síðumúla<br>°C |
| Janúar    | 523           | 1571           | 3030                | 4360             | 2,78                      | -3,8           |
| Febrúar   | 401           | 1181           | 2360                | 3404             | 2,88                      | +0,2           |
| Mars      | 508           | 1478           | 2830                | 4208             | 2,73                      | -1,8           |
| Apríl     | 387           | 1100           | 2340                | 3340*            | 3,04                      | -1,7           |
| Maí       | 273           | 797            | 1680                | 2400*            | 3,01                      | +4,1           |
| Júní      | 259           | 751            | 1610                | 2290*            | 3,05                      | +7,3           |
| Júlí      | 212           | 616            | 1290                | 1850*            | 3,00                      | +8,5           |
| Ágúst     | 266           | 783            | 1580                | 2320             | 2,96                      | +8,1           |
| September | 265           | 780            | 1590                | 2324             | 2,98                      | +5,2           |
| Október   | 452           | 1339           | 2520                | 3772             | 2,82                      | +2,3           |
| Nóvember  | 531           | 1541           | 2860                | 4240             | 2,75                      | +0,1           |
| Desember  | 540           | 1615           | 2840                | 4420             | 2,74                      | -1,7           |
| Samtals   | 4617          | 13552          | 26530               | 38928            |                           |                |
| Meðaltal  |               |                |                     |                  | 2,89                      | +2,3           |

\* Áætluð stærð, rennslismælir bilaður.