



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



Rapport

R57:1973

TEKNISKA HÖGSKOLAN I LUND
SEKTIONEN FÖR VÄG- OCH VATTEN
BIBLIOTEKET

Dygnsbehovet av tappvarmvatten

Gösta Svensson

Byggforskningen

Dygnsbehovet av tappvarmvatten Behovsfördelning i flerfamiljshus med gemensam varmvattenberedning

Gösta Svensson

Avsikten med denna undersökning har varit att få en bättre kännedom om förbrukningen av tappvarmvatten i bostäder av flerfamiljstyp med gemensam vattenvärmare. Resultaten presenteras som värmemängder. Rapporten är främst avsedd att ge ett säkrare underlag vid dimensionering av vattenvärmare med ackumulering vad gäller storlek, funktionssätt och värmebehov.

Materialet

Mätningar från 32 st abonnentcentraler har bearbetats. På dessa centraler, som är anslutna till fjärrvärme, har mätningar gjorts kontinuerligt under minst en vecka vardera. Totalt 84 veckor har bearbetats. Lägenhetsantalet har varierat från 16 till 147 per central.

Underlaget är hämtat ur mätmaterialet från en tidigare undersökning, som behandlar dimensionerande effekt och tappvarmvattenflöde. Mätningar gjordes därvid för 2 900 lägenheter i Göteborg. (Anslag D 270 från Statens råd för byggnadsforskning.)

Undersökningen

Undersökningen har inriktats på att fastställa största dygnsbehov av tappvarmvatten samt dygnsfördelning.

Dygn med stor varmvattenförbrukning samt badperioder har detaljstuderats.

Värmebehoven avser tappvarmvatten av 55°C (kallvattentemperatur, 5°C).

Resultaten

Förbrukningen av tappvarmvatten är störst under den kallare årstiden. Mätningarna visar att dygnsbehovet under två sommarmånader är ca 50 procent

av vinterbehovet och ca 75 procent under en månad.

Det dygn under veckan som har största förbrukningen inträffar i allmänhet under fredag, lördag och söndag. Förbrukningen är mest koncentrerad under fredagskvällen med max. förbrukning omkring kl. 18 eller 19.

Förbrukningen av tappvarmvatten under natten mellan kl. 22 och 07 har visat sig vara mellan 5 och 7 procent av hela dygnsbehovet eller i medeltal 12 procent oberoende av lägenhetsantal.

Förbrukningen varierar mellan 25 och ca 14 kWh per lägenhet för samma lägenhetsantal och årstid. Dessa variationer kan inte förutses vid projektering av en tappvarmvattenanläggning. Vattenvärmaren måste emellertid kunna uppnå vissa givna krav.

Följande dimensionerande data har framkommit ur mätresultaten:

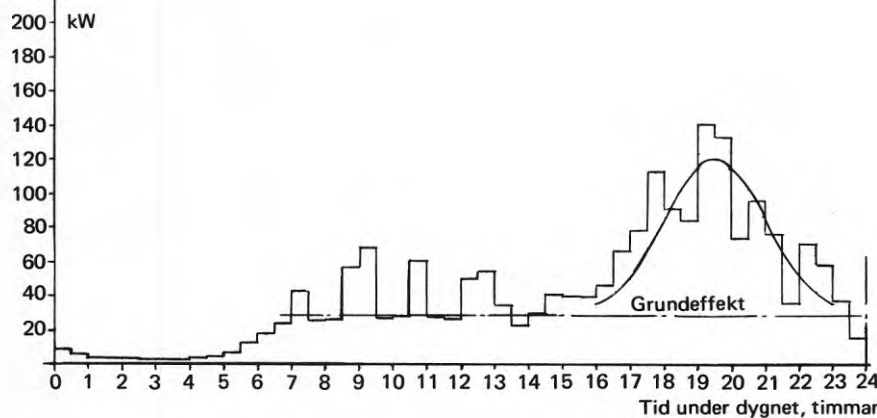
Största dygnsbehovet av värmeför tappvarmvatten har bedömts till 26,5, 23,3, 21,2 och 21 kWh* per lägenhet för vattenvärmare till 15, 50, 100 respektive 150 lägenheter.

Största värmebehovet under en badperiod omfattande 6 timmar har bedömts till 12,2, 10,6, 9,6 och 9,3 kWh per lägenhet för vattenvärmare till 15, 50, 100 respektive 150 lägenheter.

Vattenvärmare för mer än 40 lägenheter bör under dagen kontinuerligt kunna lämna en grundeffect av 0,65 kW per lägenhet. För mindre lägenhetsantal är tappningarna mera oregelbundna, varför en mindre kontinuerlig grundeffect kan godtagas.

*1 kWh = 3,6 MJ

Medeleffekt
under
halvtimme



Bygghorsningen Sammanfattningar

R57:1973

Nyckelord:

varmvattenförbrukning, värmemängder, dygnsvariationer, flerfamiljshus, gemensam varmvattenberedning

Rapport R57:1973 hänför sig till anslag D 905 från Statens råd för byggnadsforskning till ingenjör Gösta Svensson, AB CTC, Ljungby.

UDK 696.4

728.2

SfB (56)

ISBN 91-540-2184-7

Sammanfattning av:

Svensson, G., 1973, *Dygnsbehovet av tappvarmvatten. Behovsfördelning i flerfamiljshus med gemensam varmvattenberedning.* (Statens institut för byggnadsforskning) Stockholm. Rapport R57:1973, 32 s., ill. 13 kr.

Rapporten är skriven på svenska med svensk och engelsk sammanfattning.

Distribution:

Svensk Byggtjänst
Box 1403, 111 84 Stockholm
Telefon 08-24 28 60

Grupp: installation

Daily hot tap water requirement Distribution in blocks of flats with joint hot water supply

Gösta Svensson

The purpose of this study was to find out more about the consumption of hot water in flats in blocks with joint hot water supply. The results are presented in the form of amounts of heat used and the report is primarily intended to provide a more reliable basis for design of water heaters with heat storage capacity from the point of view of size, performance and heat requirements.

Material

Measurements from 32 water heating plants were analysed. These heating plants were connected to district heating networks and measurements were taken continuously at each plant for a period of at least one week. Altogether the results of measurements covering 84 weeks were analysed. The number of flats varied between 16 and 147.

Basic documentation was obtained from records of measurements deriving from an earlier study dealing with the effect of design and hot tap water flow. On that occasion measurements were taken from 2900 flats in Gothenburg. (Grant D 270 from the Swedish Council for Building Research.)

The study

The study concentrated on trying to establish the maximum daily need for hot tap water and how this may be distributed over the 24-hour period.

Days with high hot-water consumption and peak times for baths were subjected to detailed study.

The heat requirements are based on hot tap water with a temperature of 55°C (cold-water temperature, 5°C).

Results

Consumption of hot tap water is at its highest during the cold season. Mea-

surements revealed that the daily requirement during two summer months is approximately 50 % of that for the winter as a whole and about 75 % of that for a single month.

The day with the highest level of consumption during the week is usually a Friday, Saturday or Sunday. Consumption is most concentrated on Friday evenings reaching a peak around 6 or 7 p.m.

Night consumption of hot tap water between 10 p.m. and 7 a.m. has proved to amount to between 5 and 17 % of the total daily requirement or on average 12 % regardless of the number of flats concerned.

Energy consumption varies between 25 and 14 kWh per flat for a given number of flats during a given season. This cannot be foreseen when designing a hot-water heating plant. Nevertheless, the water heater must satisfy certain fixed requirements.

The following design data have emerged from the results of measurements: The maximum heat requirements for hot tap water has been judged to be 26.5, 23.3, 21.2 and 21 kWh* per flat for water heaters supplying 15, 50, 100 and 150 flats respectively.

The maximum heat requirement during a peak period for baths covering 6 hours was estimated to be 12.2, 10.6, 9.6 and 9.3 kWh per flat for water heaters supplying 15, 50, 100 and 150 flats respectively.

Water heaters serving more than 40 flats should be capable of a continuous minimum output of 0.65 kW per flat during the day. With smaller number of flats run-off is less regular. In such cases a lower minimum output can therefore be accepted.

* 1 kWh = 3.6 MJ

National Swedish Building Research Summaries

R57:1973

Key words:

hot water consumption, heat consumption, daily fluctuations, blocks of flats, joint hot water supply

Report R57:1973 has been financed through Grant D 905 from the Swedish Council for Building Research to ingenjör Gösta Svensson, AB CTC, Ljungby.

UDC 696.4

728.2

SfB (56)

ISBN 91-540-2184-7

Summary of:

Svensson, G, 1973, *Dygnsbehovet av tappvarmvatten. Behovsfördelning i flerfamiljshus med gemensam varmvattenberedning*. Daily hot tap water requirement. Distribution in blocks of flats with joint hot water supply. (Statens institut för byggnadsforskning) Stockholm. Report R57:1973, 32 p., ill. 13 Sw. Kr.

The report is in Swedish with summaries in Swedish and English.

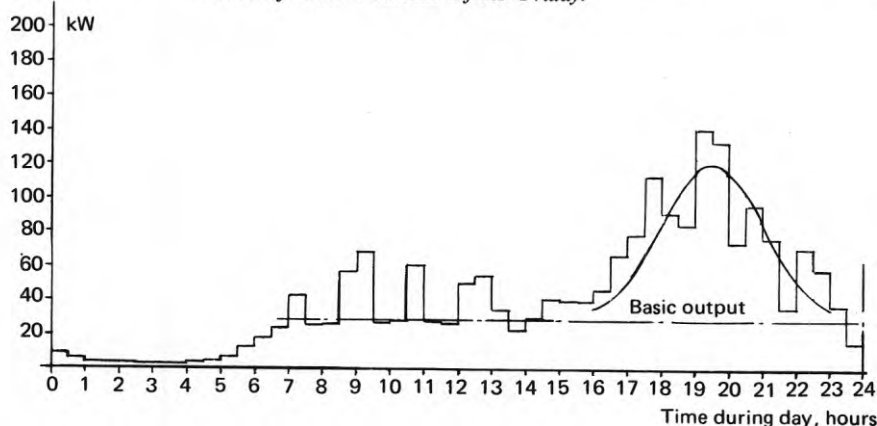
Distribution:

Svensk Byggtjänst
Box 1403, S-111 84 Stockholm
Sweden

Mean output
over
1/2 hour

200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
kW

FIG. 1. Heat requirement for hot tap water on days with heavy consumption. Results of measurements in 48 flats. Friday.



R57:1973

DYGNSBEHOVET AV TAPPVARMVATTEN

Behovsfördelning i flerfamiljshus
med gemensam varmvattenberedning

DAILY HOT TAP WATER REQUIREMENT

Distribution in blocks of flats
with joint hot water supply

av Gösta Svensson

Denna rapport avser anslag D 905 från Statens råd för byggnadsforskning till ingenjör Gösta Svensson, AB CTC, Ljungby.
Försäljningsintäkterna tillfaller fonden för byggnadsforskning.

Statens institut för byggnadsforskning, Stockholm
ISBN 91-540-2184-7

Rotobekman AB, Stockholm 1973

FÖRORD

Avsikten med denna undersökning har varit att ur mätningar ge bättre kännedom om behovet av tappvarmvatten i flerfamiljs bostadshus under dygn med stor förbrukning. Undersökningen har inriktats på bestämning av maximalt värmebehov för tappvarmvatten, samt hur detta varierar under dygnet.

Resultatet bör kunna ligga till grund för bestämning av värmebehov vid dimensionering av vattenvärmare med ackumulering.

Underlaget till detta arbete grundar sig på materialet till byggforskningsrådets rapport med anslagsnummer D 270 med titel: Effektbehov för tappvarmvatten i bostadshus - Mätningar från 2900 lägenheter i Göteborg.

Rapport D 270 behandlar bestämning av dimensionerande tappvarmvattenflöde och effekt. Mätningarna finns upptagna på hålkort och har kunnat användas även vid detta arbete med hjälp av ett nytt datorprogram för beräkning av uttagna värmemängder.

Energiverken i Göteborg har genom Ingenjör Ebbe Edvinsson lämnat värdefull hjälp med materialet. Programmering och datorberäkning har utförts vid Flygtekniska Försöksanstalten, Bromma av programmeraren Göran Lindsjö.

Bearbetning av resultatet med rapportskrivning har utförts av Ingenjör Gösta Svensson, AB CTC, Ljungby.

Ljungby den 1 maj 1972

Gösta Svensson

INNEHÅLL

1	Behandling av mätresultat	5
2	Bearbetning av resultat från datorberäkning	6
3	Undersökning av badperioder	9
4	Resultat	11
	Tabeller	16
	Figurer	19
	Referenser	31

Enligt beslut av Sveriges Standardiseringskommission skall numera det internationella SI-systemet användas.

1 kWh motsvaras där av 3,6 MJ.

1 BEHANDLING AV MÅTRESULTAT

Mätresultatet fanns på stansade hålkort, som hade använts för beräkning av tappningseffekten som redovisas i byggforskningsrådets rapport D 270. Dessa hålkort kunde direkt användas för detta arbete.

På hålkorten fanns registrerat: Tidsangivelse i timme, minut och sekund tillsammans med tappvarmvattnets temperatur för varje gång en konstant volym hade passerat värmeväxlaren. Denna volym var 25 till 100 liter beroende på mätobjektets storlek.

Ett nytt datorprogram gjordes, som beräknade tidsdifferensen mellan varje markering tillsammans med temperaturdifferensen mellan tappvarmvatten- och kallvattentemperaturen + 5° C för varje mätpunkt.

Aritmetiska medeltemperaturdifferensen mellan tidsmarkeringarna beräknades.

Ur dessa värden beräknade programmet den under tidsdifferensen överförda värmemängden.

För utskrift på datalista beräknades värmemängder under följande tider:

kl. 00.00 - 07.00
" 07.00 - 12.00
" 12.00 - 17.00
" 17.00 - 22.00
" 22.00 - 24.00
" 00.00 - 24.00

Dessa beräknades för varje dag under mätperioden. Varje mätperiod avser en veckas kontinuerlig mätning. Värmemängden mellan kl. 00.00 - 24.00 dividerades med lägenhetsantalet. Därvid erhöles den under dygnet per lägenhet uttagna värmemängden eller specifika värmebehovet.

För det dygn med störst uttagen värmemängd, beräknades och skrevs ut värmemängd för varje halvtimme under dygnet, samt vilken veckodag detta inträffat. Utskriften angav mätperiodens nummer samt mätobjektets adress och lägenhetsantal. Vilken dag under året detta inträffat kunde utläsas ur rapport D 270.

Resultatet från 84 st mätperioder eller mätveckor erhöles på detta sätt för 32 st abonnentcentraler.

2 BEARBETNING AV RESULTAT FRÅN DATORBERÄKNING

Det största värmebehovet per dygn och lägenhet noterades i varje mätvecka och prickades in i diagram fig. 1 som funktion av årsdag.

Lägenhetsantalet har klassindelats i fig. 1. Klasstalet som anger antal lägenheter i tiotal har skrivits ut vid varje mätvärde. Klassbredden är 10 lägenheter.

Fig. 1 visar att värmebehovet varierar kraftigt mellan olika mätobjekt. Det framgår också att variationen är stor under året. För att gå vidare med att bestämma max. värmebehov per dygn måste därför de mätningar utgå, som gjorts under sommar-månaderna. Mätresultat under 19 kWh/d.lgh har därför inte tagits med.

Mätobjekt från 16 till 147 lägenheter finns representerade bland de återstående mätresultaten.

Med denna begränsning försvinner också många mätresultat med litet värmebehov från den kallare årstiden, men dessa värden kan inte ha något intresse för bestämning av dimensionerande tappvarmvattenkapacitet. Genom stickprovsundersökning ur datalistor kan fastställas att varmvattentemperaturen varit normal c:a 55°C för de aktuella mätobjekten.

För bestämning av max. spec. värmebehov per dygn har alltså mätresultat större eller lika med 19 kWh/d.lgh använts. Fig. 2 visar hur dessa kan variera med antalet lägenheter. Mätresultat markerat med ring avser mätning under lördag eller söndag medan kryss avser övrig vardag. Fler mätpunkter finns upptagna i fig. 2 än i fig. 1. Detta beror på att fig. 2 innehåller alla mätvärden som uppnår min.gränsen.

Det förekommer i några fall att denna gräns har överskridits två gånger per mätvecka. Fig. 1 innehåller däremot endast största mätvärdet under mätveckan.

Mätvärdenas medelvärde vid samma lägenhetsantal skulle ej ge någon bra bild av spec. värmebehovet. Spridningen är mycket större för små än för stora lägenhetsantal, vilket framgår av figuren. Kurvorna har därför konstruerats så att mätvärdena har först indelats i fyra grupper, nämligen 16 - 30, 45 - 55, 100 och c:a 150 lägenheter. Dessutom är mätningarna uppdel-

ade i 2 grupper, vardag utom lördag, samt lördag eller söndag. Medelvärde och standardavvikelse har beräknats för varje grupp. Till medelvärdet har sedan standardavvikelsen adderats. En kurva har sedan anpassats till dessa konstruerade punkter. Kurva nr. 1 avser vardag och kurva nr. 2 avser lördag eller söndag.

Kurva nr. 1 borde enl. resultatet haft ett min. värde vid 100 lägenheter men materialet här innehåller endast två punkter och ett min. värde mellan 100 och 150 lägenheter vore osannolikt. Däremot kan man tänka sig att spec. värmebehovet minskar vid större lägenhetsantal, vilket kurvorna visar. Värmebehovets variation under olika tider av dygnet har sammanställts under de tidsperioder som angivits i föregående avsnitt.

Fig. 3 t.o.m. 7 visar värmebehov under olika tidsperioder av dygnet.

Samma metoder och mätdagar som beskrivits för framtagning av hela värmebehovet under dygnet (fig. 2) har använts även i detta fall för konstruktion av fig. 3 t.o.m. 7.

För att bättre kunna beskriva de större tappningarnas fördelning under dagen har en grundeffekt definierats. Denna grundeffekt har bestämts av den minsta värmemängden per halvtimme som förekommit mellan kl. 08 och kl. 21 under dag med stor förbrukning av tappvarmvatten. Värmemängden under denna halvtimme har omräknats till effekt.

Medelvärden från 31 mätdagar vid olika lägenhetsantal har använts. Denna grundeffekt representerar mätresultat ned till 16 kWh/d.lgh. Medelvärdena av grundeffekten visas i fig. 8 där en delad kurva är inlagd genom de beräknade punkterna som funktion av lägenhetsantalet.

De största värmebehoven under 0.5, 1, 1.5 och 2 timmar har noterats. För denna bedömning har endast värmemängder ≥ 1 kWh per halvtimme och lägenhet medtagits. Dessa finns presenterade i fig. 9. Fyra fält har inlagts i figuren för ovan angivna tider. Undre begränsningskurvan till varje fält

anger medelvärden och övre anger medelvärde + standardavvikelse.

Värmebehov under 0.5 och 1.5 timmar har angivits med punkter medan värmebehov under 1 och 2 timmar angivits med kryss. 17 st. mätvärden från vardagkvällar uppfyller kravet ≥ 1 kWh och är inlagda i diagrammet.

Endast 6 st. mätvärden från lördag eller söndag uppfyller dessa krav och har därför ej tagits med. Detta visar att varmvattentappningar är mer koncentrerade vid badperioder under kvällstid än då dessa förekommer på dagen under lördag eller söndag.

Figureerna 10 till 15 ger en bild av hur belastningen varierar under dygn med stor förbrukning. Olika storlekar av abonnentcentraler har medtagits för att visa tappningsperiodernas längd vid mindre och större lägenhetsantal. Fig. 10 - 15 visar varje medeleffekt per halvtimme under dygnets 24 timmar och är en avskrift av datalistorna för det dygn under mätveckan då förbrukningen varit störst. Följande abonnentcentraler är representerade:

Fig. 10:	Vårfrugatan 4.	16 st. lägenheter.	Fredagsdygn
Fig. 11:	"	"	Söndagsdygn
Fig. 12:	Grevegårdsv.	64. 26 st lägenheter.	Fredagsdygn
Fig. 13:	Zenitgatan 16 M.	48 st lägenheter.	"
Fig. 14:	Vårfrugatan 24.	100 st lägenheter	"
Fig. 15:	Julaftonsg.	62. 147 st lägenheter	"

För att ytterligare belysa hur förbrukningen varierar hos de föregående mätobjekten har utdrag gjorts i fig. 16 och 17. Dessa båda figurer visar momentana tappningseffekter under 4 timmar av dygnet då tappningen varit störst.

Fig. 16 är ett utdrag ur mätningarna på fig. 13.

Fig. 17 är motsvarande för fig. 15.

3 UNDERSÖKNING AV BADPERIODER

Badperioderna har undersökts vad beträffar fördelning, värmebehov och sammanlagringstid. Undersökta mätningar är sådana där stor värmemängd har uttagits under relativt kort tid. Mest fredagkvällar har uppfyllt detta krav. Tappningar under lördagar och söndagar har i allmänhet större spridning i tiden. Mätningarna har undersökts med avseende på normalfördelningen. Då det gäller fördelning och sammanlagringstid avses den värmemängd, som ligger över den i fig. 8 angivna grundbelastningen.

Följande beteckningar har använts:

τ = tid, h

T = tid för belastningsperiod, h

t = sammanlagringstid, badperiod, h

Q = variabel effekt, kW

Q_0 = max. effekt, kW

W_T = värmemängd under tiden T , kWh (avser värmemängd över grundbelastning)

Frekvensfunktionen för effekten kan skrivas [1], [3]

$$Q = Q_0 \cdot e^{-\pi \left(\frac{Q_0 \cdot \tau}{W_T} \right)^2}$$

$$\text{där } Q_0 = \frac{W_T}{t}$$

Fig. 19 visar frekvenskurvan.

Enligt normalfördelningen skall 79 procent av W_T falla under den normala frekvenskurvan inom tiden t .

Belastningsperioden T har bestämts till 6 timmar. T har lagts symmetriskt kring största belastningstoppen.

Den för mätningen gällande tiden t har bestämts genom att 10.5 procent av värmebehovet inom T har räknats bort från början och slutet av belastningsperioden.

6 representativa mätningar finns redovisade i fig. 10 till 15, där den beräknade frekvensfunktionen är inlagd över grundeffekten. Tappningarna ansluter sig rätt nära en normalfördelning.

Det kan därför anses rimligt att räkna med normalfördelade

tappningar under badperioder.

Tabell 2 visar sammanlagringstid t och värmemängder inom T för mätningarna i fig. 10 till 15.

Fig. 20 visar mätningar från 15 st. badperioder med varierande lägenhetsantal. Sammanlagringstiden t överensstämmer i huvudsak med tabell 2, alltså omkring 4 timmar och ingen tydlig variation med lägenhetsantalet. För säker dimensionering av vattenvärmare med förråd, bör t minska med minskande lägenhetsantal, vilket har teoretiskt behandlats [1], [3] och även framkommit vid äldre mätningar [2].

Fig. 9 visar värmebehovet i mitten av belastningsperioderna, hur dessa värden framtagits har visats i förra kapitlet.

Fig. 18 visar värmebehovet per lägenhet under en belastningsperiod med bad av 6 timmar. Kurvan grundar sig på dygn med värmebehov ≥ 17 kWh/lgh.

Förutom ovanstående skall en vattenvärmare dimensioneras för sannolikt max. tappningsflöde.

4 RESULTAT

Maximala dygnsbehovet av tappvarmvatten kan variera mycket hos olika flerfamiljs bostadshus, som framgår av denna undersökning. Fig. 1 ger en bild av variationen, där samtliga mätobjekt i undersökningen är representerade.

Tabell 1 visar samma värden som fig. 1 med exakt lägenhetsantal och den veckodag då maxförbrukningen har inträffat.

Variationen av förbrukningen kan ha flera orsaker. Det är känt att bostäder med mätning av tappvarmvatten har lägre förbrukning än de, som saknar detta [2]. Förbrukningens storlek kan också bero på familjens storlek, barnens ålder, personernas yrken m.m. Det skulle bli alltför omfattande att ur detta material gå tillbaka och närmare undersöka detta.

Fig. 1 visar att maximala dygnsbehovet av tappvarmvatten är störst under den kallare årstiden. Mellan 15 juni och 15 augusti är behovet endast 50 procent av den kallare årstidens behov. Man märker en succesiv nedtrappning vid övergången från vinter till sommar och omvänt. Minskningen under den varmare årstiden kan bl.a bero på semestrar och vistelser i sommarstugor.

Variationen visar att en vattenvärmare med ackumulering av hela dygnsbehovet endast behöver nyttjas till 50 procent under 2 sommarmånader och till 75 procent under 1 månad.

De olika bostadsområdena som undersökts finns specificerade i tabell 1 visar ingen nämnvärd skillnad i max. dygnsbehov.

Största dygnsbehovet av värme för tappvarmvatten som funktion av antalet lägenheter visas i fig. 2. I denna figur anger kurva 2 förbrukning under lördag eller söndag och kurva 1 annan veckodag. En viss sammanlagring av dygnsbehovet kan konstateras vid ökande lägenhetsantal, vilket framgår speciellt av kurva 2. Kurvorna går ihop och skär varandra något vid större lägenhetsantal.

Fig. 3 till 7 visar tappvarmvattnets fördelning under dygn med max. förbrukning. Materialet, som använts till dessa

kurvor, grundar sig på dygn med värmebehov större än eller lika med 19 kWh. Kurva 2 anger mätning under lördag eller söndag och kurva 1 motsvarande för annan vardag. Mätvärde angivet med ring avser lördag eller söndag och kryss annan veckodag. Kurvorna är konstruerade efter de markerade mätvärdena med anpassning till dess medelvärde plus standardavvikelse.

Kurva 2 i fig. 2 bör kunna ligga till grund för dimensionering av max. dygnsbehov av värme för tappvarmvatten till bostäder med gemensam vattenvärmare för 15 lägenheter och mera.

Alla värmebehov i denna undersökning grundar sig på tappvarmvatten av 55°C. Stickprovsundersökningar bland mätresultaten bekräftar att denna temperatur har innehållits. Fig. 1 visar många mätobjekt med lägre värmebehov än vad som har markerats i fig. 2. Max. värmebehov varierar vintertid för olika mätobjekt mellan 25 och c:a 14 kWh/lgh och dygn. Av detta kan den slutsatsen dras, att en vattenvärmare bör kunna lämna den värmemängd som anges av kurva 2 i fig. 2, samt med möjlighet till en reducering av tillförd effekt eller laddningstemperatur vid mindre värmebehov.

Exempelvis kan ett elvärt hus med nattackumulering av varmvatten ha ett mindre värmebehov än vad som anges i fig. 2. Hela uppladdningstiden åtgår då ej för den tillförda effekten. Om uppladdningstiden mätes en längre tid av den kallare årstiden, så kan den tillförda effekten reduceras och därmed bättre utnyttja tilldelad laddningstid.

Kurvorna i fig. 3 till 7 visar vad en vattenvärmare skall kunna lämna under olika perioder av dygnet. De största uttagen har skett vardagkvällar mellan kl. 17 och 22 och främst då fredagkvällar. Det är tydligt att badning är mest koncentrerad under fredagkvällar. Det totala dygnsbehovet, som är störst under lördag eller söndag, visar en större spridning under hela dagen och kvällen.

Förbrukningen av tappvarmvatten under natten mellan kl. 22 och 07 har visat sig vara mellan 5 och 17 procent av hela dygnsbehovet. Detta grundar sig på dygn med förbrukning större än 19 kWh. Största värdet är 17, minsta är 5 och medeltalet 12 procent. Vid dimensionering av ackumulator, som laddas under natten, kan därför dess volym beräknas efter 88 procent av värmemängden i fig. 2 kurva 2. Detta under förutsättning att värmaren direkt kan alstra tappvarmvatten av godtagbar temperatur för uttag under laddningstiden.

Fig. 8 visar den minsta grundeffekt, som vattenvärmaren kontinuerligt bör kunna lämna under dagen. Denna effekt är medelvärdet av minsta värmemängden per halvtimme under dag med max. förbrukning mellan kl. 08 och 21. Kurvan visar att grundeffektens storlek är beroende av lägenhetsantalet, vilket förorsakas av att tappningarnas spridning ökar med lägenhetsantalet. Delningen av kurvan visar att det för små lägenhetsantal alltid finns tider under dagen, då tappningen är mycket liten. Ett rekommenderat beräkningsvärde för grundeffekten av 0.65 kW per lägenhet är lämpligt att gälla för vattenvärmare avsedda till 40 lägenheter och flera.

Fig. 9 visar de största värmebehoven under 0.5, 1, 1.5, och 2 timmar. Det streckade området mellan två kurvor avser området mellan medelvärdet och standardavvikelsen. Mätningarna visar en större spridning för mindre än för större lägenhetsantal.

Fig. 10 till 15 visar tappningarnas fördelning under ett dygn med max. tappvarmvattenbehov. Staplarna visar medeleffekten under en halvtimme. Karakteristiskt för tappningarna är den topp som inträffar omkring kl. 18 eller 19. En mindre topp inträffar på morgonen och en ökning av tappningarna förekommer omkring måltider. För övrigt är tappningarna spridda under hela dagen med långt utdragna badperioder.

Över den tidigare definierade grundlasten är i fig. 10 till 15 en normal frekvenskurva inlagd. Denna är beräknad för ett värmebehov under 6 timmar och symmetriskt inlagd kring största värdet. Fig. 16 och 17 visar de momentana tappningarna under de timmar då värmebehovet är störst. Fig. 16 är en detaljstudie av fig. 13 och fig. 17 är motsvarande av fig. 15. Att tappningarna ej visar något 0-värde beror på att varje stapel är ett medelvärde.

För de mätobjekt, som visas i fig. 10 till 15, anges i tabell 2 värmebehovet under normalkurvan, samt under vilken tid som 79 procent av detta behov har uttagits. 79 procent av belastningsperioden definieras som badperiod.

Fig. 18 visar värmebehovet per lägenhet under en belastningsperiod innehållande badperiod. Mätvärdena grundar sig på dygn med mer än 17 kWh per dygn och lägenhet. Den föreslagna kurvan är beräknad efter mätvärdenas medelvärde plus standardavvikelse.

Fig. 20 visar några exempel över vardagkvällar med stor förbrukning. Som synes är tappningarnas spridning i tiden lika stor för både stora och små lägenhetsantal.

Badperiodernas längder t har teoretiskt behandlats [1],[3]. Det har därvid visats att badperioderna minskar i tid för minskande lägenhetsantal. Till detta bör hänsyn tagas för att få samma säkerhet vid dimensionering av vattenvärmare med ackumulering för små och stora lägenhetsantal. Det är känt att för en liten ort med ett bostadshus där männen kommer samtidigt hem från ett relativt smutsigt arbete, en kort koncentrerad badperiod kan uppstå. Detta börjar troligen mer att försvinna, då arbetsplatserna alltmer utrustas med bättre tvättnings- och duschmöjligheter.

Dygnsbehovet av tappvarmvatten har ökat med i medeltal 40 procent under senaste tio-årsperiod jämfört med de mätningar, som gjordes i Göteborg omkring 1960 [2]. Dessa äldre mätningar gav ett max. dygnsbehov av 16.3 kWh per lägenhet oberoende av lägenhetsantal. Värmebehovet under en belastningsperiod med bad har ökat från 8.1 kWh till mellan 9.4 och 12 kWh per lägenhet (fig. 18). Badkarstappningarna är mera spridda nu än för tio år sedan.

Det ökade behovet av tappvarmvatten har inte tagits ut mera koncentrerat, utan är spritt under dagen och kvällen.

Badperioderna är längre och badkarstappningarna mera spridda. Bättre möjligheter att duscha och tvätta sig på arbetsplatser, liksom TV, som tillkommit under senaste årtiondet, kan vara faktorer, som utjämnat belastningstopparna av tappvarmvattnet. Det momentana tappningsflödet, som ej behandlas i denna rapport, visar också överlag mindre värden i dessa mätningar än för

tio år sedan. Däremot visar tappvattnets fördelning under dygnet att varmvattenkranarna används flitigare nu, vilket bör hänga samman med en ökad standard. Belastningstopparna, som visas i fig. 16 och 17, visar att småtappningar överlagrar de längre badkarstappningarna. Därför kan det anses riktigt att tappvarmvattnet skall dimensioneras för 55°C vid max. dimensionerande flöde. En badkarstappning tar i allmänhet 3 till 5 minuter i anspråk. Belastningstopparna är minutlånga och mindre, vilket framgår av fig. 16 och 17. Enligt uppgift från Energiverken, Göteborg, förekommer inga klagomål på för låg varmvattentemperatur, vilket visar att mätningarna kan vara normgivande

En provningsnorm är under arbete i Tyskland [4], för kapacitetsprovning av vattenvärmare. En internationell provningsmetod kan ur standardsynpunkt vara lämplig. Däremot är värmebehovet för varmvatten mindre för Tyskland än vad som framkommit här. Det är därför lämpligt att för Sverige pröva denna metod, med för Sverige gällande värmebehov, varvid bl. a. detta arbete kan komma att gälla. Detta är under arbete av statens planverk.

TABELL 1

MÄTOBJEKT OCH MÄTPERIODER

Mätobjektet identifieras med värmväxlarcentralens gatuadress.

Dess storlek anges med antal lägenheter.

A område: Bergsjön, mätobjekten uppfördes 1966-1967

B område: Kortedala, "- "- 1955-1958

C område: Tynnered (Västra Frölunda) mätobjekten uppfördes 1966

Adress	Antal lägenheter	Max. värmebehov per dygn o lgh	Veckodag med max. förbr.	Provets begynnelsd.
A. Tellusgatan 32	45	14.6 kWh	Ti	25.11.1968
"-	"	15.3	F	7.01.1969
Tellusgatan 42	28	19.2	F	23.03.1969
"-	"	19.0	To	26.04.1969
"-	"	17.4	Ti	6.05.1969
"-	"	11.2	F	14.08.1969
"-	"	16.2	F	15.09.1969
Merkuriusgatan 47	59	12.3	O	13.10.1967
"-	"	11.8	F	20.10.1967
Merkuriusgatan 63	66	9.5	O	2.11.1967
"-	"	16.1	F	6.06.1968
"-	"	15.7	L	23.09.1968
"-	"	13.8	L	14.10.1968
"-	"	14.0	L	29.10.1968
Merkuriusgatan 29	52	21.7	F	26.11.1967
"-	"	14.7	To	13.06.1968
Merkuriusgatan 5	45	10.6	L	19.12.1967
Merkuriusgatan 19	42	17.4	S	29.08.1968
"-	"	18.0	F	5.09.1968
"-	"	18.0	F	16.09.1968
Tellusgatan 10	105	16.0	Ti	12.05.1968
"-	"	13.6	F	19.05.1968
Tellusgatan 54	49	15.0	L	10.11.1967
Zenitgatan 16M	48	21.0	F	3.02.1968
"-	"	10.5	M	27.06.1968
"-	"	11.1	F	4.07.1968
"-	"	9.9	L	11.07.1968
"-	"	11.0	To	29.07.1968

Adress	Antal lägenheter	Max. värmebehov per dygn o lgh	Veckodag med max. förbr.	Provets begynnelse.
Zenitgatan 16M	48	12.2	F	5.08.1968
"-	"	12.0	M	13.08.1968
"-	"	14.7	M	21.08.1968
Kosmosgatan 27C	48	22.0	S	25.01.1968
Zenitgatan 28I	36	24.5	S	15.01.1968
Kometgatan 9D	48	14.7	L	19.02.1968
Kometgatan 25B	48	12.5	L	12.02.1968
Meteorgatan 2-6G	54	11.0	F	11.11.1969
B. Allhelgonagatan 26	51	3.0	F	28.06.1968
"-	"	6.0	M	5.07.1968
Julaftonsgatan 34	81	14.6	O	6.10.1967
"-	"	15.7	F	6.06.1968
"-	"	16.0	F	22.08.1968
"-	"	18.4	O	2.09.1968
Julaftonsgatan 62	147	10.5	F	13.06.1968
"-	"	5.0	O	20.06.1968
"-	"	17.0	F	10.09.1968
"-	"	18.3	L	20.09.1968
"-	"	19.4	F	27.09.1968
"-	"	20.3	F	5.10.1968
"-	"	20.0	L	14.10.1968
"-	"	21.3	S	9.11.1968
"-	"	21.7	F	18.11.1968
"-	"	20.2	S	26.11.1968
Vårfrugatan 4	16	17.5	F	19.02.1969
"-	"	23.0	S	5.03.1969
"-	"	19.7	F	7.05.1969
Vårfrugatan 24	100	19.0	F	24.04.1969
"-	"	19.7	F	7.05.1969
"-	"	17.1	F	7.10.1969
"-	"	16.8	To	16.10.1969
"-	"	18.2	F	24.10.1969
"-	"	17.8	F	3.11.1969
"-	"	16.5.	F	11.11.1969

TABELL 1, forts.

Adress	Antal lägenheter	Max. värmebehov per dygn o lgh	Veckodag med max. förbr.	Provets begynnelse.
Årtidsgatan 32	135	17.0	L	19.12.1967
Söndagsgatan 31	78	17.1	F	7.01.1968
"	"	8.0	M	29.07.1968
"	"	9.8	Ti	5.08.1968
C. Grevegårdsv. 150	131	15.0	L	14.02.1968
Grevegårdsv. 118	107	14.0	L	21.02.1968
Grevegårdsv. 118 (radhus)	47	25.0	S	4.03.1968
Grevegårdsv. 108	77	14.0	L	15.03.1968
Grevegårdsv. 64 (Atriumhus)	26	21.0	To	12.04.1968
Grevegårdsv. 42	27	21.0	To	27.04.1968
Grevegårdsv. 64	82	13.0	To	6.05.1968
Grevegårdsv. 10	85	15.0	O	15.05.1968
"	"	14.0	O	22.05.1968
"	"	14.0	To	30.05.1968

TABELL 2 VÄRMEBEHOV UNDER BADPERIOD

Antal lgh	Tid omfattande 79 % av 6 timmars värmebehov, timmar	Värmebehov under 6 timmar inkl. grundlast, kWh	Värmebehov per lgh under 6 timmar inkl. grundlast, kWh
16	4.51	139	8.65
16	4.27	182	11.4
26	3.55	277	10.7
48	3.88	534	11.2
100	3.93	848	8.48
147	3.82	1385	9.4

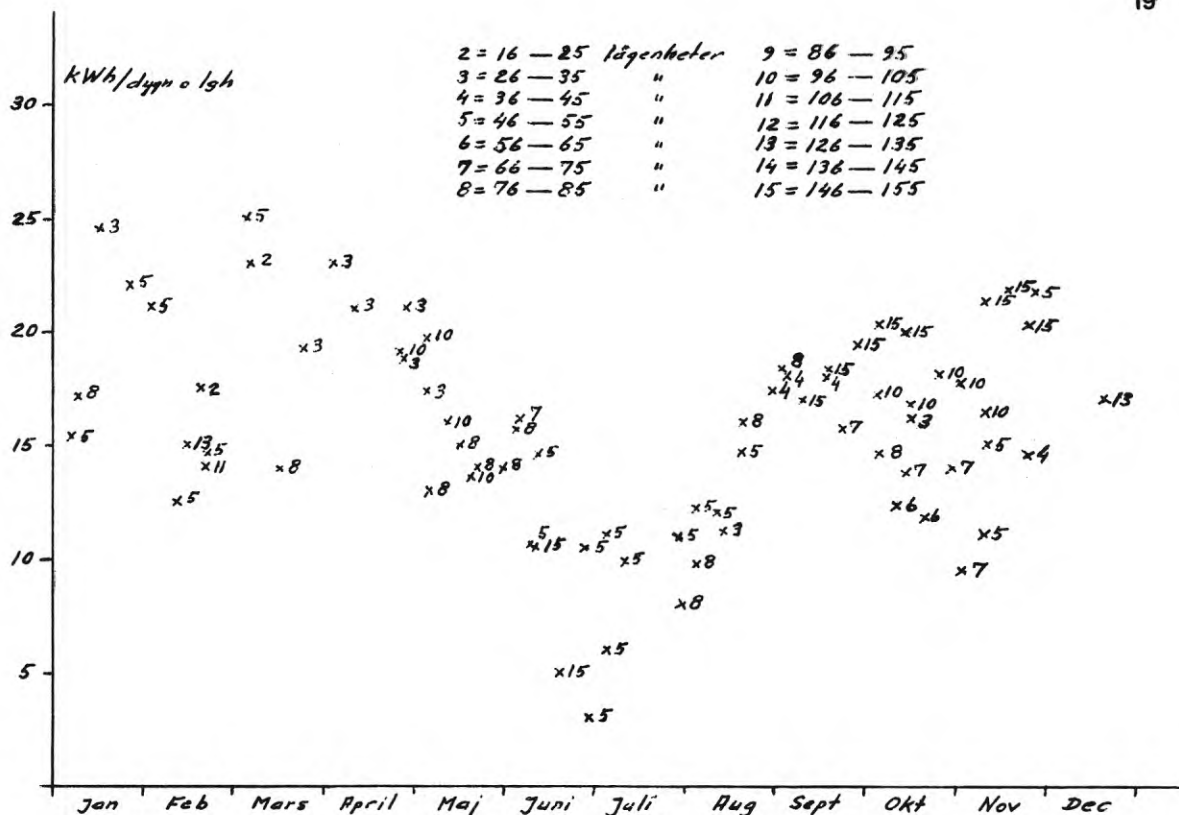


Fig. 1 Största dygnsbehovet av värme för tappvarmvatten under veckan som funktion av årsdag.

Maximum daily heat requirement for hot tap water during the week in relation to the time of year.

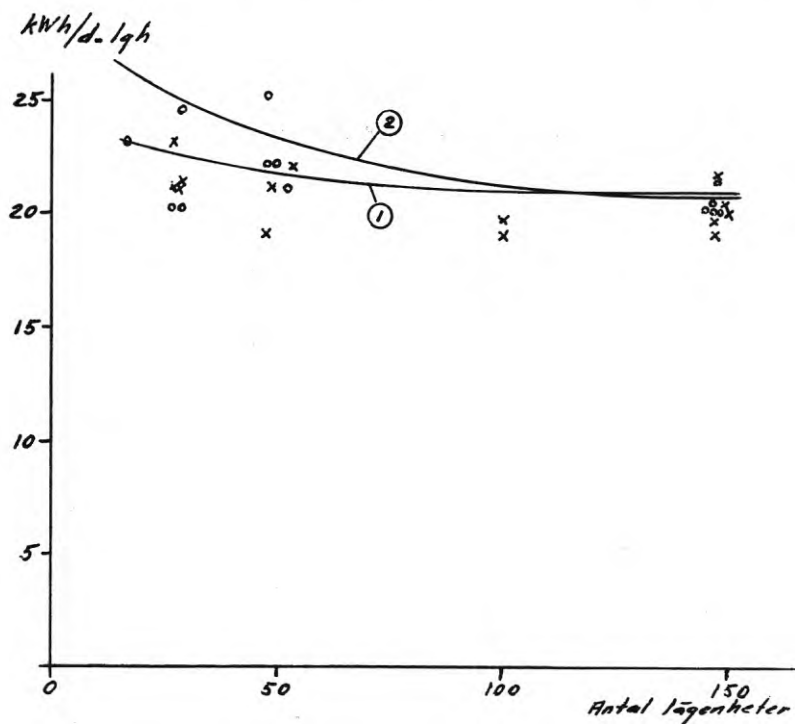


Fig. 2 Dygnsbehov av värme för tappvarmvatten som funktion av antal lägenheter.

Daily heat requirement for hot tap water in relation to the number of flats supplied.

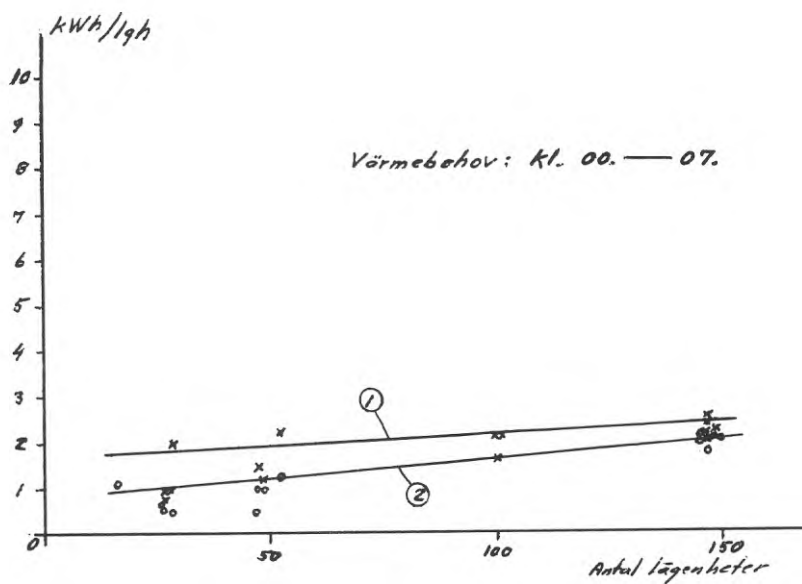


Fig. 3 Värmebehov för tappvarmvatten mellan kl. 00-07 som funktion av antal lägenheter.

Heat requirement for hot tap water between midnight and 7 a.m. in relation to the number of flats supplied.

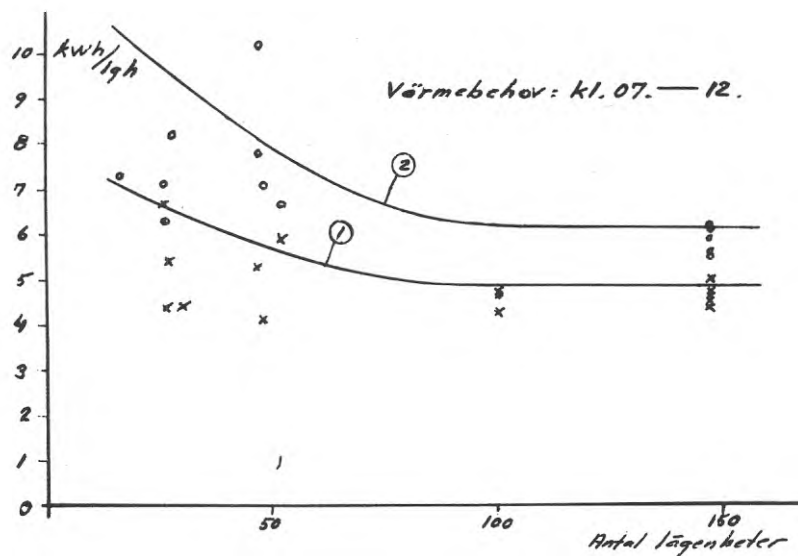


Fig. 4 Värmebehov för tappvarmvatten mellan kl. 07-12 som funktion av antal lägenheter.

Heat requirement for hot tap water between 7 a.m. and 12 noon in relation to the number of flats supplied.

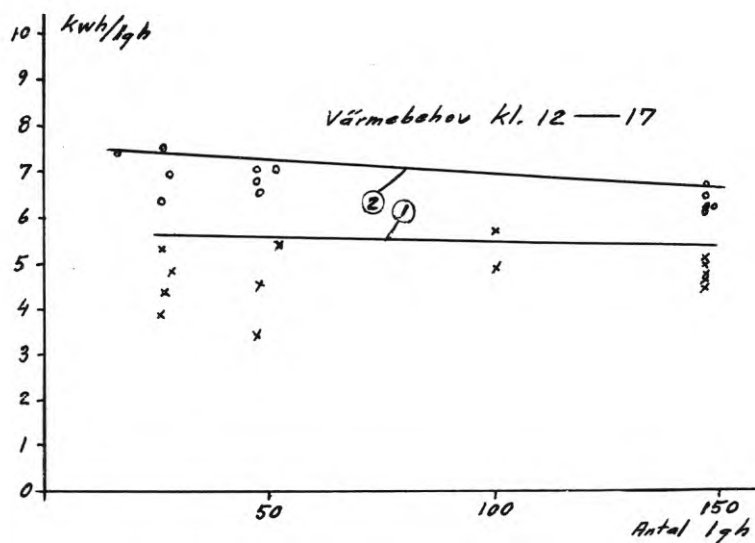


Fig. 5 Värmebehov för tappvarmvatten mellan kl. 12-17 som funktion av antal lägenheter.

Heat requirement for hot tap water between 12 noon and 5 p.m. in relation to the number of flats supplied.

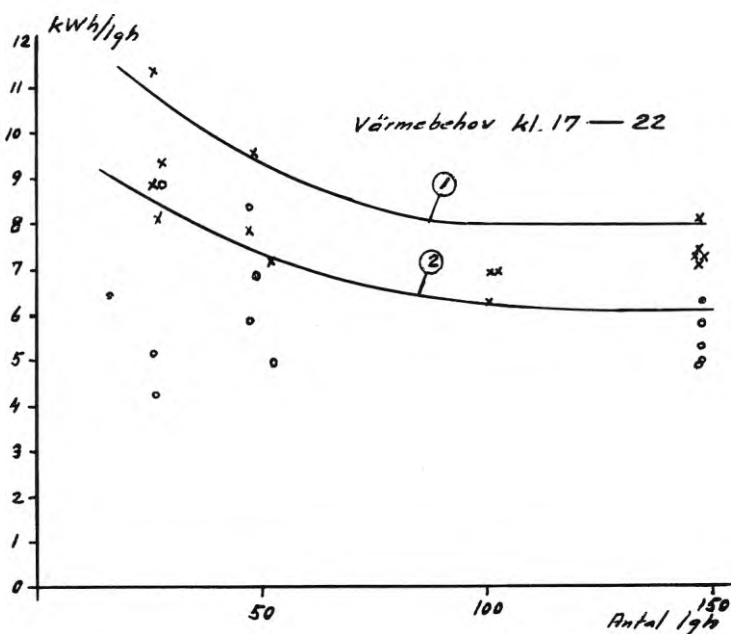


Fig. 6 Värmebehov för tappvarmvatten mellan kl. 17-22 som funktion av antal lägenheter.

Heat requirement for hot tap water between 5 p.m. and 10 p.m. in relation to the number of flats supplied.

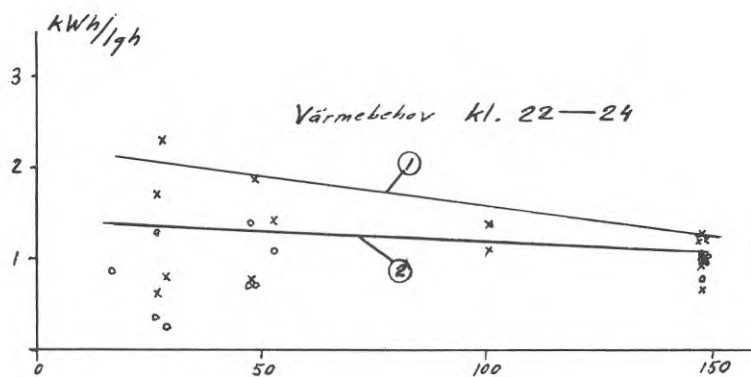


Fig. 7 Värmebehov för tappvarmvatten mellan kl. 22-24 som funktion av antal lägenheter.

Heat requirement for hot tap water between 10 p.m. and midnight in relation to the number of flats supplied.

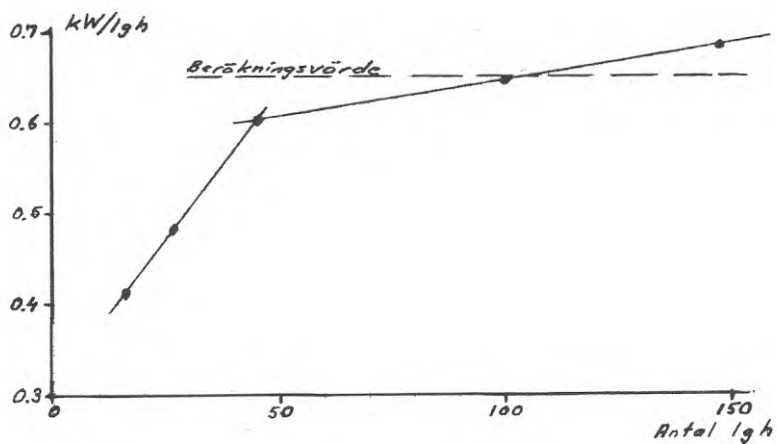


Fig. 8 Grundeffekt för tappvarmvatten som funktion av antal lägenheter.

Minimum output for hot tap water in relation to the number of flats supplied.

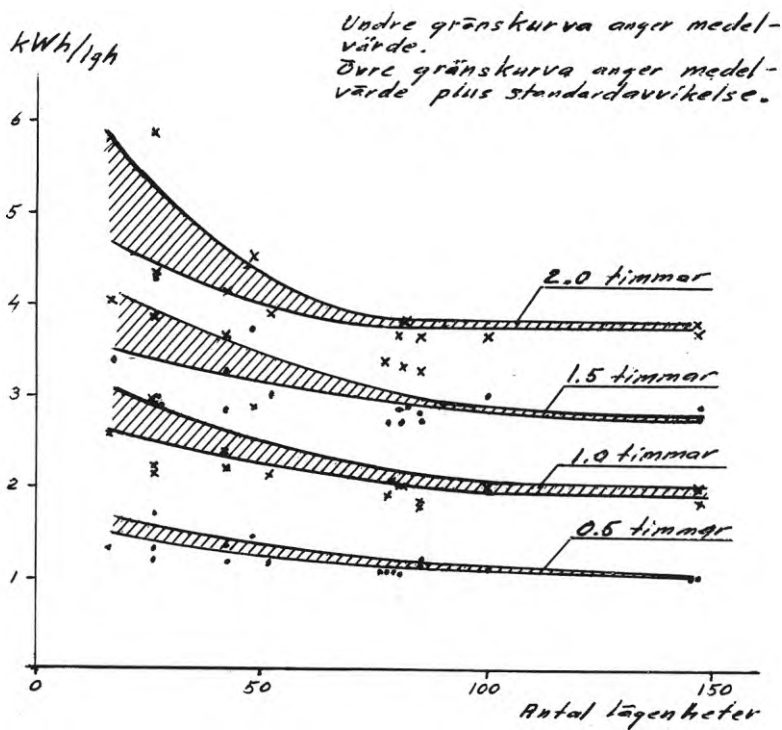


Fig. 9 Värmebehov för tappvarmvatten under 0.5, 1.0, 1.5 och 2.0 timmar vid max. belastning som funktion av antal lägenheter.

Heat requirement for hot tap water over periods of 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0 hours at maximum load in relation to the number of flats supplied.

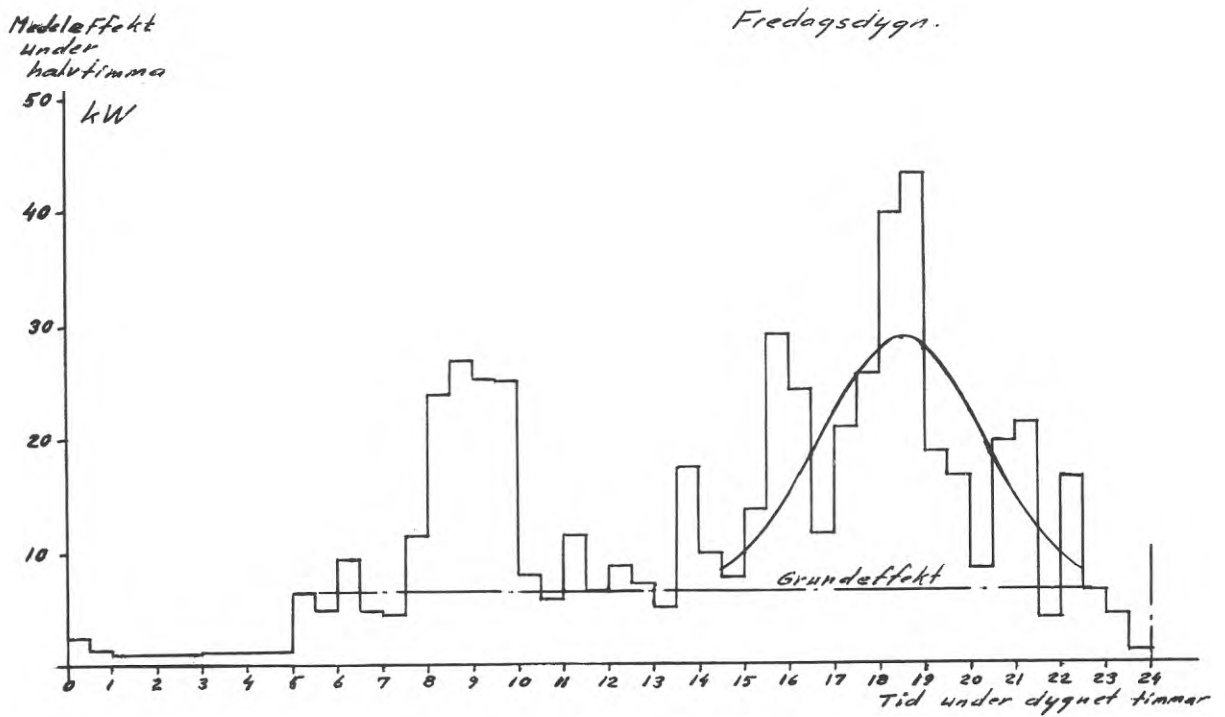


Fig. 10 Värmebehov för tappvarmvatten under dygn med stor förbrukning. Mätresultat från 16 lägenheter.

Heat requirement for hot tap water on days with heavy consumption. Results of measurements in 16 flats.

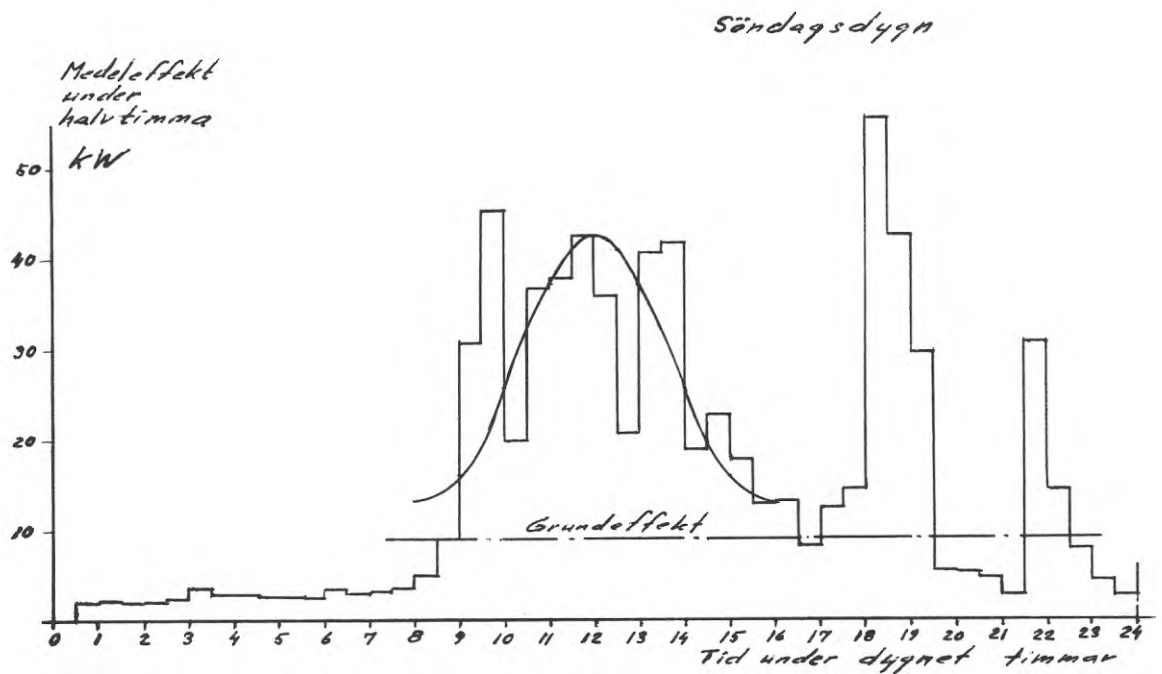


Fig. 11 Värmebehov för tappvarmvatten under dygn med stor förbrukning. Mätresultat från 16 lägenheter.

Heat requirement for hot tap water on days with heavy consumption. Results of measurements in 16 flats.

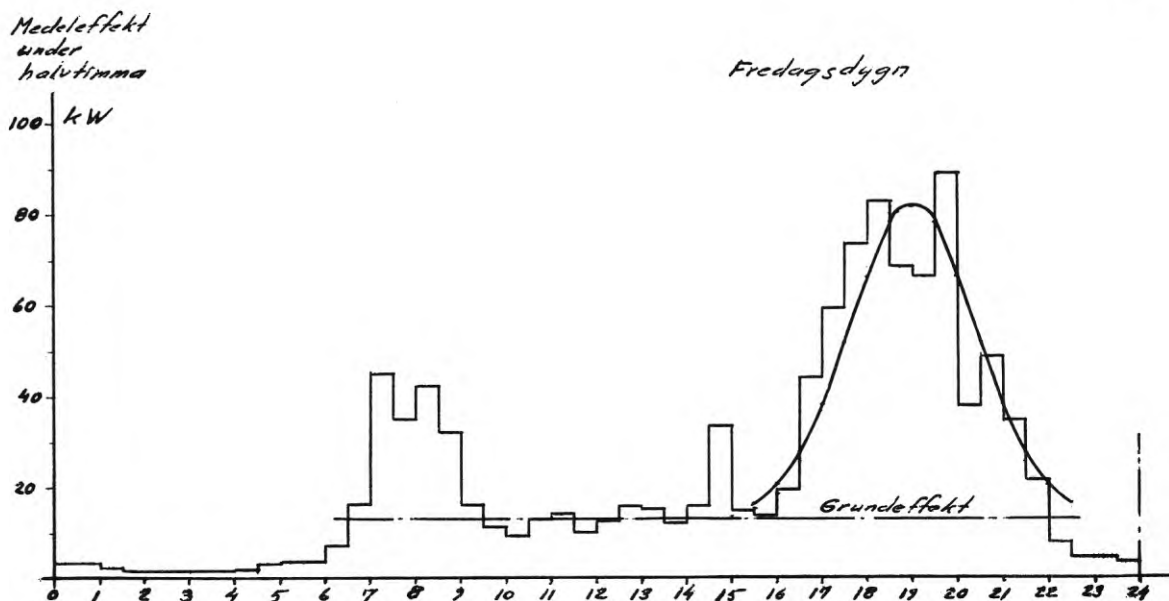


Fig. 12 Värmebehov för tappvarmvatten under dygn med stor förbrukning. Mätresultat från 26 lägenheter.

Heat requirement for hot tap water on days with heavy consumption. Results of measurements in 26 flats.

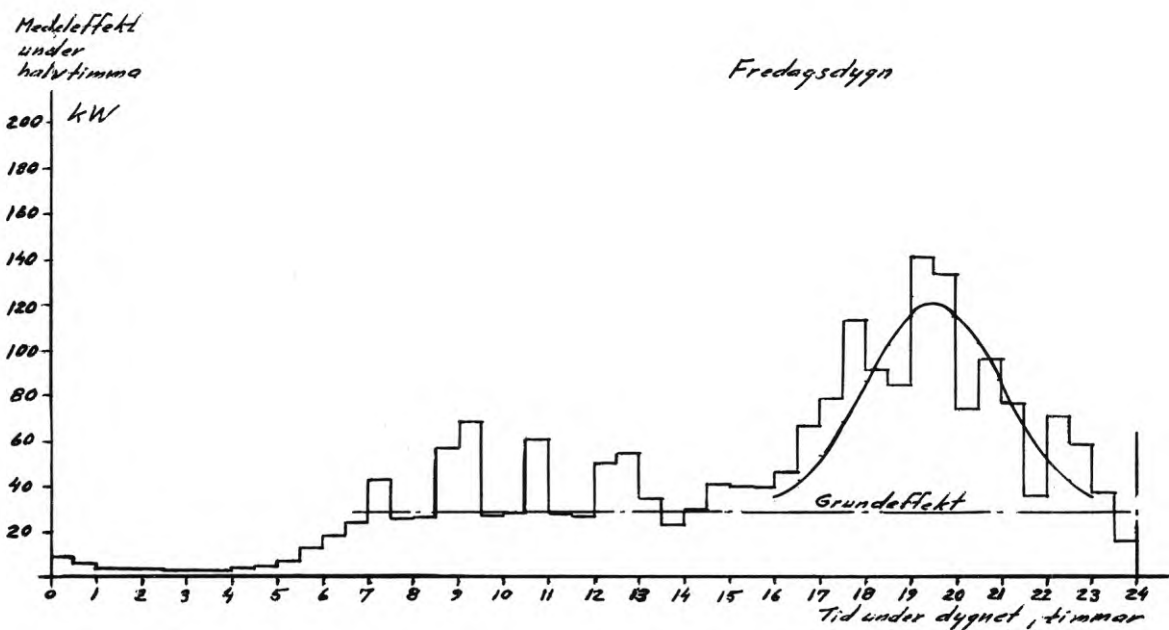


Fig. 13 Värmebehov för tappvarmvatten under dygn med stor förbrukning. Mätresultat från 48 lägenheter.

Heat requirement for hot tap water on days with heavy consumption. Results of measurements in 48 flats.

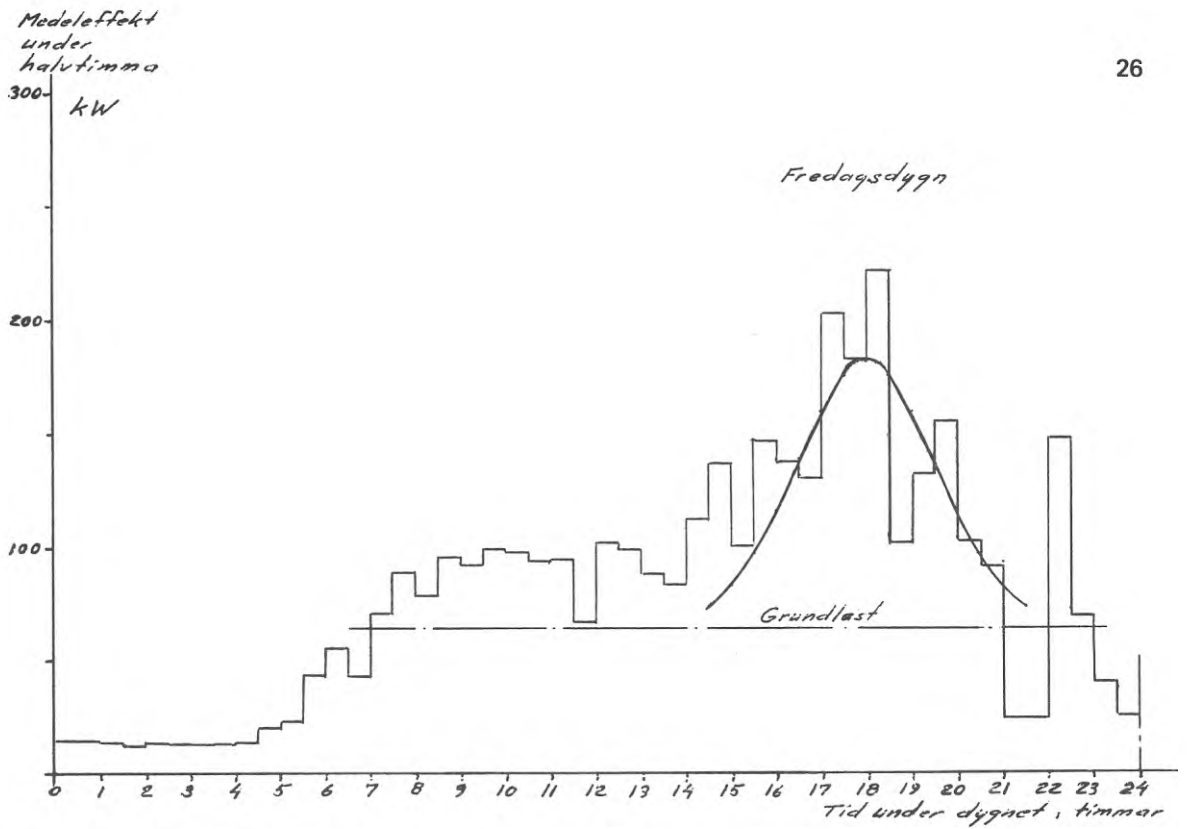


Fig. 14 Värmebehov för tappvarmvatten under dygn med stor förbrukning. Mätresultat från 100 lägenheter.
Heat requirement for hot tap water on days with heavy consumption. Results of measurements in 100 flats.

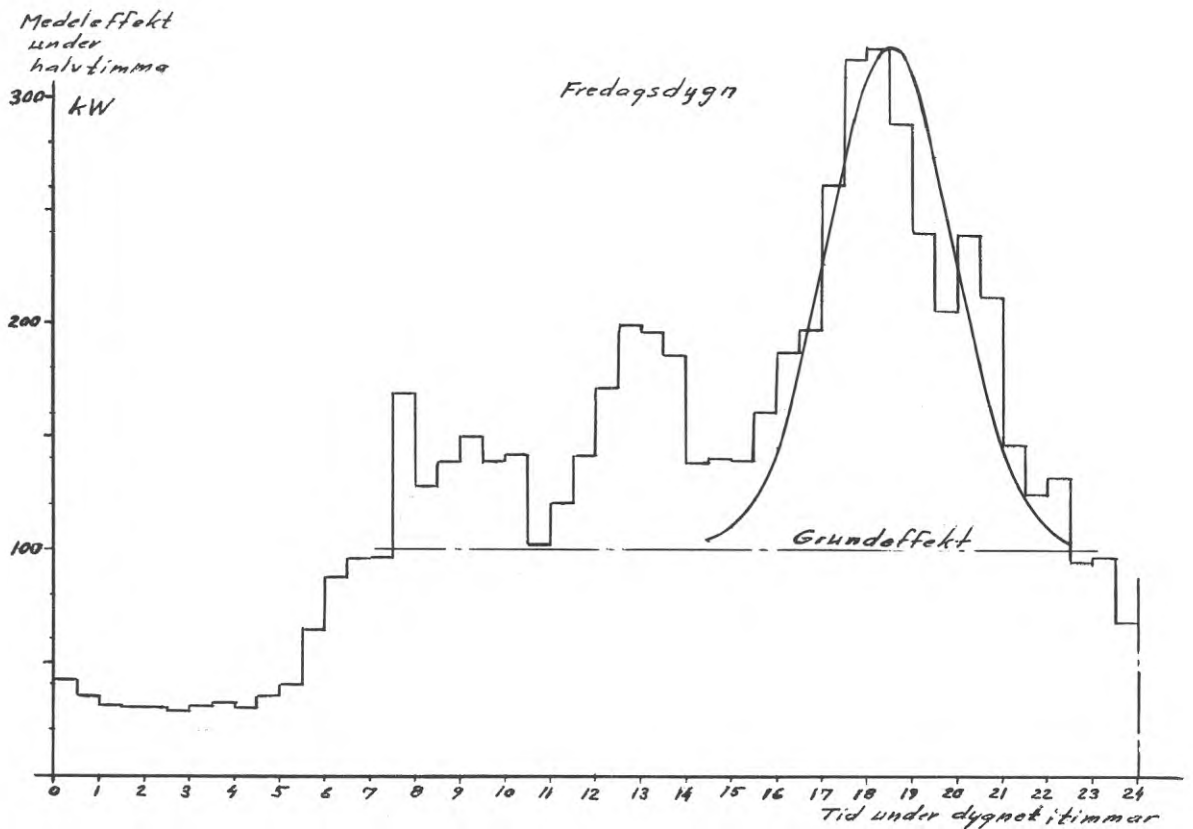


Fig. 15 Värmebehov för tappvarmvatten under dygn med stor förbrukning. Mätresultat från 147 lägenheter.
Heat requirement for hot tap water on days with heavy consumption. Results of measurements in 147 flats.

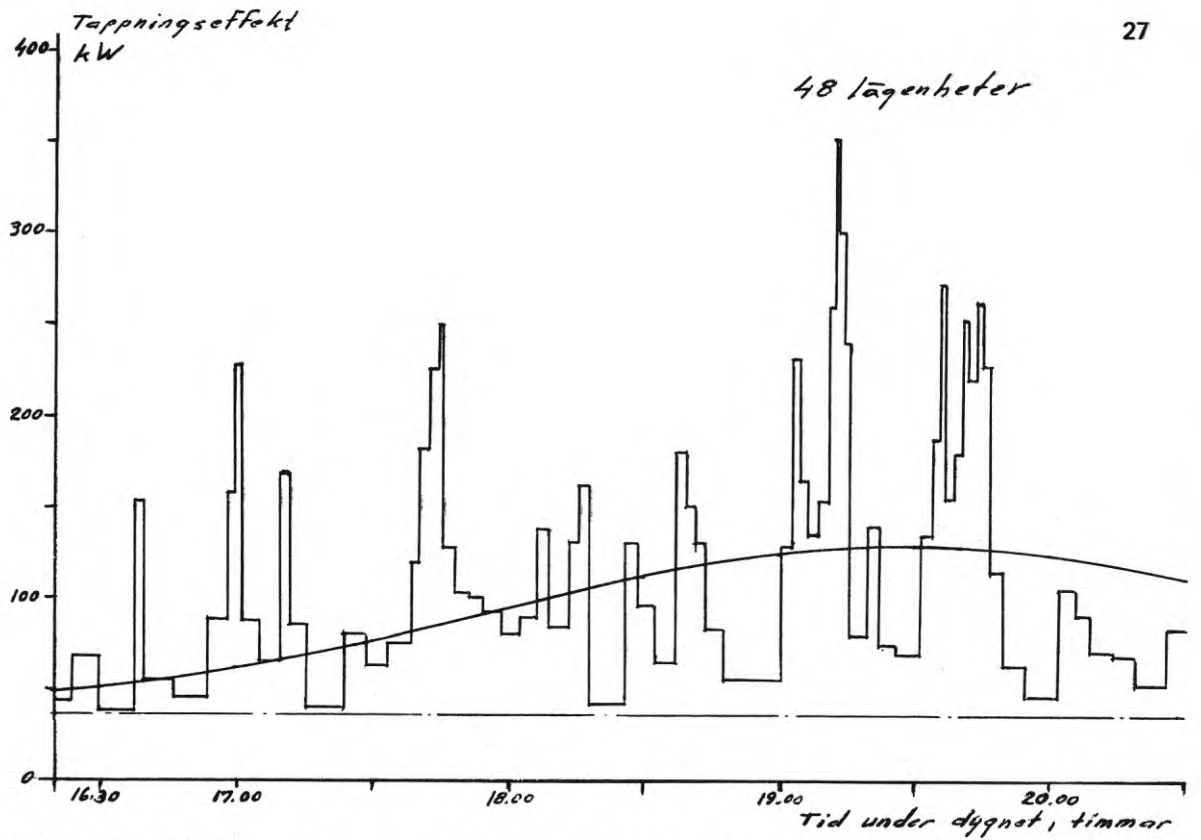


Fig. 16 Tappvarmvatten - effekt under badperiod. Detalj av fig. 13.

Hot tap water; output during peak period for baths. Detail from fig. 13.

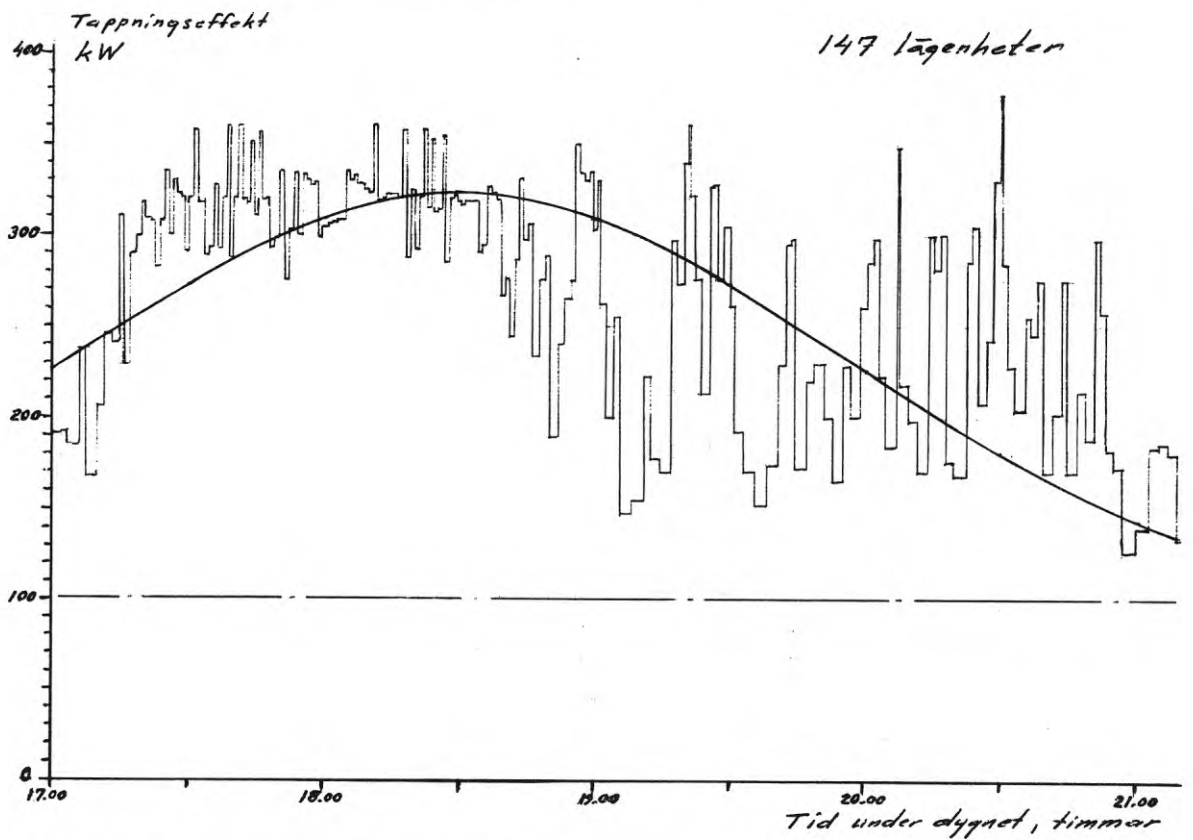


Fig. 17 Tappvarmvatten - effekt under badperiod. Detalj av fig. 16.

Hot tap water; output during peak period for baths. Detail from fig. 16.

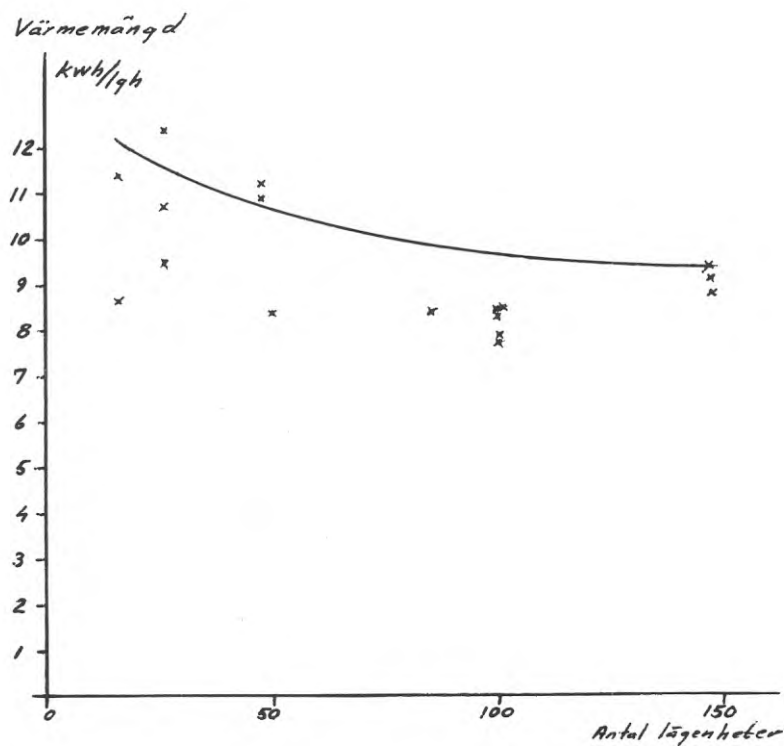


Fig. 18 Värmebehov för tappvarmvatten under en badperiod omfattande 6 timmar som funktion av antal lägenheter.

Heat requirement for hot tap water during 6-hour peak period for baths in relation to the number of flats supplied.

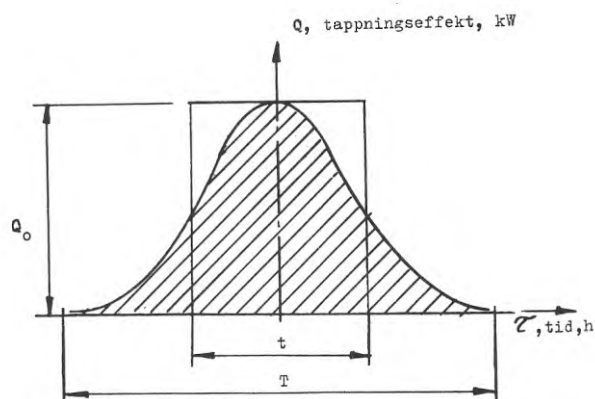


Fig. 19 Normal frekvenskurva (Gausskurva).

Normal frequency curve (Gauss curve).

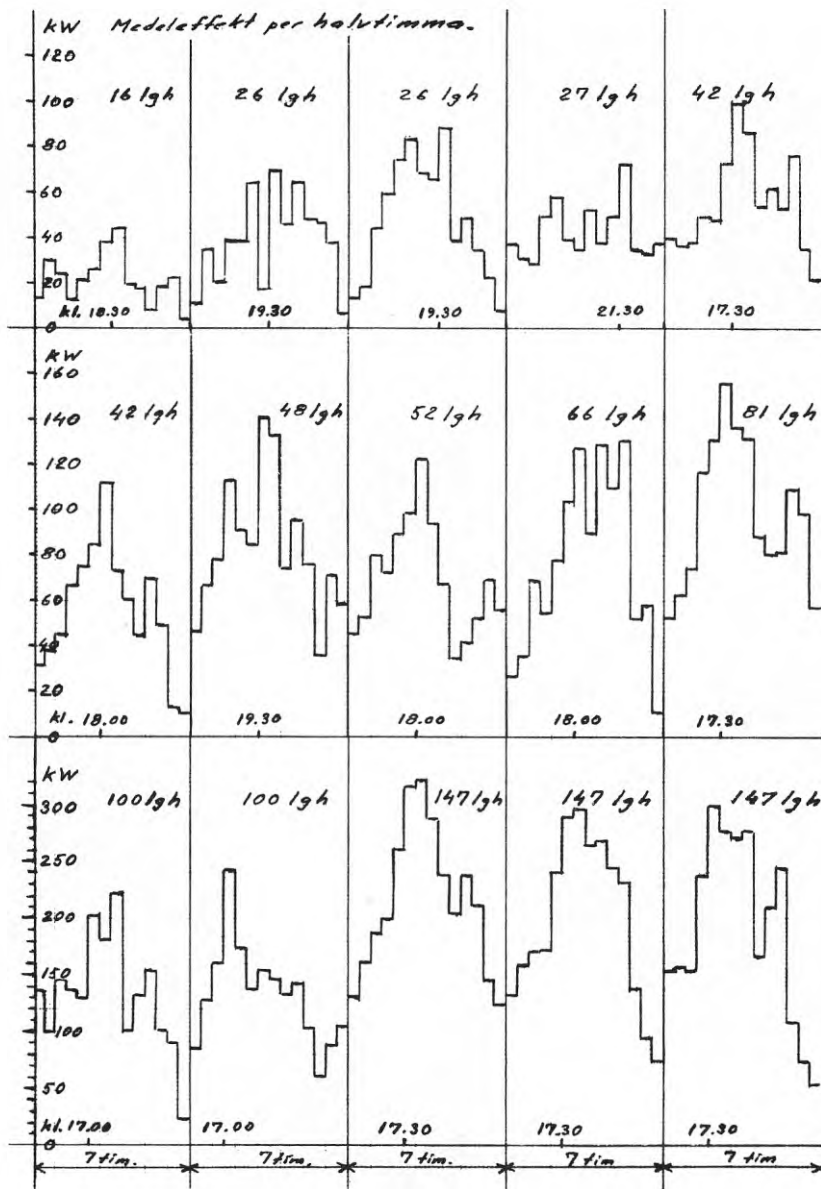


Fig. 20 Värmebehov under badperioder. Mätningresultat från olika lägenhetsantal.

Heat requirement during peak periods for baths. Results of measurements in different numbers of flats.

REFERENSER

I utredningen refereras till:

Dirke, L, Edvinson, E, Löfstrand, Ö, 1970, Effektbehov för tappvarmvatten i bostadshus - Mätningar från 2900 lägenheter i Göteborg. (Statens Råd för Byggnadsforskning) Rapport. Stockholm

[1] Rydberg, J, Dimensionering av anläggningar för varmvattenberedning. VVS nr. 5, 1946. Kompendium KTH.

[2] Dirke, L, Varmvattenförbrukning i lägenheter med och utan varmvattenmätare. (Statens Råd för Byggnadsforskning) Särtryck 3:1961, Stockholm

[3] Fornäs, H, Varmvattenbehov och varmvattenberedning i bostadshus. VVS nr. 5 1959.

[4] Dittrich, A, Linneberger, B und Wegener, W. Theorien zur Bedarfsermittlung und Verfahren zur Leistungskennzeichnung von Brauchwasser-Erwärmern. Heizung-Lüftung-Haustechnik Nr. 2 und 3/1972.

R57: 1973

**Denna rapport avser anslag D 905 från Statens råd för byggnadsforskning till ingenjör Gösta Svensson, AB CTC, Ljungby.
Försäljningsintäkterna tillfaller fonden för byggnadsforskning.**

**Distribution: Svensk Byggtjänst, Box 1403, 111 84 Stockholm
Grupp: installation**

Pris: 13 kronor