

**BYGGFORSKNINGEN**

---

**Särtryck 3:1961**

# Varmvattenförbrukning i lägenheter med och utan varmvattenmätare

av *Lars Dirke*

---

**STOCKHOLM 1961**

Civilingenjör  
LARS DIRKE  
Göteborg

# Varmvattenförbrukning i lägenheter med och utan varmvattenmätare

696.4.003

## GENOMSnittlig VARMVATTEN- FÖRBRUKNING\*

### Uppläggnin

En undersökning av varmvattenförbrukning i lägenheter med och utan varmvattenmätare bör helst ske inom tämligen likvärdiga och några år gamla fastighetsbestånd. Utöver dessa allmänna förutsättningar bör lägenheterna uppfylla önskemål enligt följande:

1. Normal sanitär och övrig standard.
2. Varmvattentillgång året runt.
3. Normal boendetäthet.
4. Slumpmässigt urval av hyresgäster (för undvikande av socialklasspåverkan).
5. Tillgång till maskintvättstugor.
6. Möjlighet att mäta annan varmvattenförbrukning än lägenhetsförbrukning.

Ett område med hyreslägenheter i stadsdelen Högsbotorp i Göteborg samt två av HSB:s bostadsrättsföreningar i Mölndal visade sig vara lämpliga för un-

\*) Avsnittet är utarbetat tillsammans med ing. Ö. Löfstrand.

dersökningen. I hyreslägenhetsområdet ägdes fastigheterna med varmvattenmätare av Stiftelsen Familjebostäder i Göteborg och fastigheterna utan varmvattenmätare av Stiftelsen Samhällsbyggen i Göteborg. Båda dessa områden byggdes år 1953. Den förstnämnda enheten kommer i det följande att benämnas Familjebostäder, den sistnämnda Samhällsbyggen. HSB:s bostadsrättsföreningar i Mölndal benämns Runeberg (med varmvattenmätare) och Annehill (utan varmvattenmätare), båda med byggnadsår 1956.

Av Familjebostädernas cirka 750 lägenheter kunde endast 507 lägenheter komma med i undersökningen, då ett affärscity med påbyggda lägenheter samt ett höghuskvarter, vars varmvattendistribution var seriekopplat med torkrumsaggregaten i tvättstugorna, utslöts. Antalet boende i de 507 lägenheterna var 1.784 personer, motsvarande en boendetäthet av 3,52.

Inom Samhällsbyggens område omfattade undersökningen från början 326 lägenheter med 1.035 boende. Emellertid upptäcktes i undersökningens senare skede en störning på grund av läckage på en varmvatten-

**D** en största posten i en bostadsfastighets driftsbudget har hittills varit bränslekostnaden, varav ca 1/3 kunnat hänföras till varmvattenproduktion. I och med de kraftiga höjningar av vattentaxan, som ett flertal städer tvingats göra för att täcka kostnaderna för avloppsreningsverk, har kostnaden för vatten kommit upp i samma storleksordning som bränslekostnaden. Man har sedan länge kunnat konstatera en god besparingseffekt både på bränsleförbrukningen för varmvatten och på totalvattenförbrukningen i de fastigheter där man mäter och debiterar kostnaderna för varmvatten i varje lägenhet.

Statens Nämnd för Byggnadsforskning genomförde under åren 1955—1957 dels en undersökning av varm- och kallvattenförbrukningen i bostäder (VVS nr 2, 1957), dels en undersökning och prov med fördelningsmätare för värme och varmvatten (publicerade såsom Särtryck 1: 1957 och rapport 36 (1957) från SNB). Den sistnämnda undersökningen visade att varmvattenförbrukningen var mellan 40 och 50 % lägre i fastigheter med varmvattenmätning i förhållande till fastigheter utan sådan mätning. Undersökningen gjordes på ett helt nytt bostadsområde och omfattade endast 100 lägenheter.

I syfte att undersöka om besparingseffekten är bestående, beslöt av dåvarande SNB:s förvaltningsutskott i janu-

ari 1959, att i Göteborg låta utföra en större undersökning inom ett bostadsområde, där varmvattenmätning med debitering efter förbrukning skett ett antal år, så att man kunde bortse från s. k. nysparande. Undersökningen skulle omfatta mätningar av både varmvattenmängd och i varmvattnet ingående värmemängd. Dessutom skulle totalvattenmängden mätas. Mätningarna igångsattes i maj 1959 och avslutades i maj 1960, varefter materialet har granskats och statistiskt bearbetats.

Förutom huvudrapporten, som avser den genomsnittliga varmvattenförbrukningen, presenteras även en kompletterande undersökning avseende den momentana varmvattenförbrukningen. Medhjälpare har varit: Provning och beräkning: Ingenjör Ö. Löfstrand  
Statistisk analys: Aktuarie G. Hennermark  
Momentan varmvattenförbrukning: Civilingenjör H. R. Fornäs.

För att möjliggöra en eventuell ytterligare bearbetning av undersökningsmaterialet har samtliga avläsningar och beräkningar redovisats på tryckta protokoll, som finns tillgängliga på Byggnadsforskningens kansli. Där förvaras även detaljerade delrapporter gällande avsnitten "Statistisk analys" och "Momentan varmvattenförbrukning".

ledning i en kulvert, varför en av beredaregrupperna uteslöts från undersökningen. Härigenom kom Samhällsbyggens andel i utredningen att omfatta 248 lägenheter med 809 boende och en boendetäthet av 3,26. I detta område fanns ett procentuellt större antal rum med kokvrå, som hade boendetätheten 1,0. Av Familjebostäders lägenheter utgjorde enkelrum med kokvrå 6,1 % medan motsvarande siffra för Samhällsbyggen var 16,5 %. Räknas enkelrummen bort för båda områdena erhålls boendetäthetsciffrorna 3,68 för Familjebostäder och 3,71 för Samhällsbyggen. En särskild undersökning gjordes av varmvattenkonsumtionen i enkelrum med kokvrå och redovisas under rubriken "Detaljundersökningar".

HSB:s bostadsrättsförening Runeberg i Mölndal (med varmvattentätning) utgjordes av 147 lägenheter med 429 boende, som ger boendetätheten 2,92. Bostadsrättsföreningen Annehill (utan lägenhetsmätning) omfattade 75 lägenheter med 257 boende och boendetäthet 3,43.

Samtliga lägenheter hade badrum med undantag för en del av enkelrummen med kokvrå i Samhällsbyggen område, där badkarsblandare ersatts med enbart duschblandare. Samtliga fastigheter var försedda med maskintvättstugor. För att nedbringa varmvattenförbrukningen hade man i Familjebostäders område frånkopplat varmvattenledningarna till tvättmaskinerna, så att endast ett handtvättkar kunde fyllas från varmvattennätet. Detta reducerade avsevärt varmvattenförbrukningen för dessa tvättstugor, vilket framgår av den efterföljande redogörelsen.

Den totala besparingseffekten bör bli densamma oavsett typ av lägenhetsmätare. Lägenhetsmätarna för varmvatten i Familjebostäders och bostadsrättsföreningen Runebergs lägenheter var av s.k. avdunstningstyp.

I Familjebostäders bostadsområde distribuerades

varmvattnet från 10 undercentraler (apparatur) med varmvattenberedare av genomströmningstyp. Hetvattentill beredarna kom från en friliggande panncentral, vars pannor konstruerats för vattentemperaturer upp till 120° C och driftstryck 3 at ö (slutet system). För att man inte skulle få för hög temperatur på varmvattnet, hade temperaturreglering anordnats så att temperaturen i varmvattenberedarnas magasin hölls på 80° C. På så sätt erhöles överensstämmelse med de andra undersökningsobjekten, som hade öppna pannsystem och 80° C driftstemperatur.

Varmvattenförsörjningen i Samhällsbyggen område skedde från 4 undercentraler, som matades med hetvatten från ett öppet system. Även här var varmvattenberedarna av genomströmningstyp, men utan temperaturreglering för varmvattnet. Liknande förhållanden gällde även för HSB:s bostadsrättsföreningar i Mölndal (Runeberg och Annehill).

För att mäta förbrukade varmvattenmängder och varmvatten-värmemängder installerades vid varje beredare en värmemängdmätare. Den valda värmemängdmätaren, AQUAMETRO WWV-CA2, var av s.k. mekanisk typ och bestod av en Woltman-mätare samt separat integreringsverk med temperaturdifferensmätare av vätsketyp. Vid leveransen av mätarna var dessa speciellt noggrant provade och provningsprotokoll utfärdades för varje mätare. Noggrannheten garanterades till  $\pm 2\%$  för vattenmätardelen och  $\pm 1\%$  för temperatur- och integreringsdelen, räknat på ändutslaget. Under mätningarnas gång har integreringsfunktionen kontrollerats mot de kalibreringsvärden, som stämpats på mätarna på fabriken. Efter mätningens slut kalibrerades samtliga mätare ånyo. Värmemängdmätarna levererades med lågtemperaturmembranet fixerat till temperaturen +10° C, som var kallvattentemperaturens medelvärde under hela avläsningstiden. Registrerade värmemängder kor-

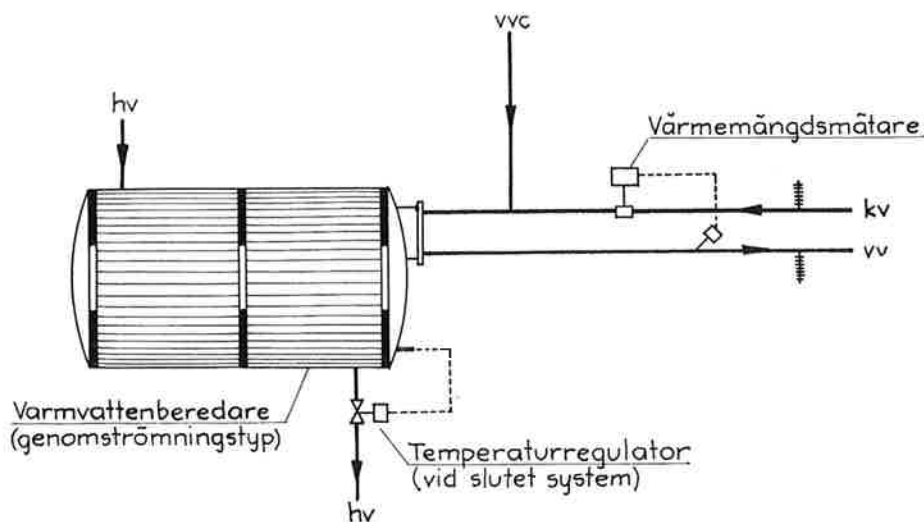


Fig. 1. Värmemängdmätarens placering i undercentraler.

The location of calorimeters in sub-stations.

Unterbringung des Wärmemängdzählers in Hausstationen.

rigerades för den verkliga kallvattentemperaturen, som avlästes på kontrolltermometer vid varje avläsnings-tillfälle. Installationen av värmemängdmätarna utfördes enligt fig. 1, så att volymmätardelen byggdes in i kallvattenledningen till respektive beredares batteri, före cirkulationsledningens inlopp, och med högtemperaturkänselfalden insatt i utgående varmvattenledningen. Därigenom erhöles stora temperatordifferenser mellan ingående kallvatten och utgående varmvatten, vilket var till fördel för mätningens noggrannhet.

Varmvattenförbrukning, som ej var att hänföra till egenhetsförbrukning (i maskintvättstugor) mättes och räknades från.

I en av HSB:s bostadsrättsföreningar, Annehill, stoppade värmemängdmätaren upprepade gånger på grund av föroreningar i vattnet. Detta medförde att endast 7 månaders mätning kunde redovisas från

Mölnaldsenheterna. Vidare byttes samtliga kallvattenmätare i såväl Runeberg som Annehill på grund av stopp under mätningstiden, och därför kunde icke heller totalvattenförbrukningarna för dessa redovisas.

#### Mätresultat

Resultatet av mätningarna framgår av tabell 1 och 2. För att skapa möjlighet till boendetäthetsanalys har man valt att redovisa resultatet i förbrukning per person.

För hyreslägenheter erhålls alltså en genomsnittlig besparing vid varmvattenmätning av 53 % för varmvattenmängd och 51 % för varmvatten-varmemängd. Motsvarande siffror för lägenheter i bostadsrättsförening blir 44 % respektive 36 %. Dessa senare siffror är dock något osäkra på grund av dels den reducerade mätperioden, dels att färre antal lägenheter ingick i undersökningen.

Tabell 1.

#### Medelförbrukning och besparing för hyreslägenheter i Högsbotorp under tiden maj 1959—april 1960.

Kalender- månad	Familjebostäder (med v.v.-mätn.)		Samhällsbyggen (utan v.v.-mätn.)		Besparing %	
	v.v.-mängd liter/dygn, pers.	v.v.-varmemängd Mcal/dygn, pers.	v.v.-mängd liter/dygn, pers.	v.v.-varmemängd Mcal/dygn, pers.	v.v.-mängd	v.v.-varmem.
Maj	28,6	1,67	57,5	3,26	50,2	48,8
Juni	21,8	1,16	46,8	2,67	53,4	56,6
Juli	11,4	0,63	26,5	1,56	56,8	59,6
Augusti	18,7	0,95	39,4	2,23	52,5	57,4
September	25,6	1,36	54,4	3,02	52,9	55,0
Oktober	25,6	1,49	51,4	3,00	50,2	50,3
November	27,0	1,62	58,7	3,44	54,0	52,9
December	29,5	1,80	60,4	3,56	51,1	49,4
Januari	30,7	1,94	66,8	3,79	54,0	48,8
Februari	30,0	1,94	66,7	3,94	55,0	50,8
Mars	32,1	2,07	71,8	4,10	55,3	49,5
April	32,1	2,01	59,9	3,57	46,3	43,7
Årsmedelvärde	25,7	1,50	54,0	3,06	52,5	51,0

Tabell 2.

#### Medelförbrukning och besparing för bostadsrättsföreningslägenheter i Mölnald under tiden juni 1959—maj 1960.

Kalender- månad	Brf. Runeberg (med v.v.-mätn.)		Brf. Annehill (utan v.v.-mätn.)		Besparing %	
	v.v.-volym liter/dygn, pers.	v.v.-varmemängd Mcal/dygn, pers.	v.v.-volym liter/dygn, pers.	v.v.-varmemängd Mcal/dygn, pers.	v.v.-mängd	v.v.-varmem.
Juni	24,0	1,26	44,9	2,26	46,5	44,2
Juli	15,3	0,84	33,3	1,57	54,0	46,5
Augusti	21,5	1,20	43,1	2,06	50,1	41,7
September	— Mätare ur funktion	—	—	—	—	—
Oktober	— Mätare ur funktion	—	—	—	—	—
November	— Mätare ur funktion	—	—	—	—	—
December	33,0	2,34	65,0	3,80	49,2	38,4
Januari	35,2	2,49	61,5	3,70	42,8	32,7
Februari	— Mätare ur funktion	—	—	—	—	—
Mars	— Mätare ur funktion	—	—	—	—	—
April	40,2	2,62	60,8	3,55	33,9	26,2
Maj	34,2	2,02	54,1	2,85	36,8	29,1
Medelvärde	29,0	1,82	52,1	2,83	44,4	35,7

Obs! Medelvärdet endast ur sju månaders mätvärden.

Totalvattenförbrukningen mättes med hjälp av Vattenverkets mätare. Resultatet har ej kunnat redovisas månad för månad, utan ges i form av en medelförbrukning under hela mätperioden maj 1959—april 1960, tabell 3. Det bör observeras att totalvattenförbrukningen innefattar förutom rena lägenhetsförbrukningar även sådana från tvättstugor och garage.

Tabell 3

Genomsnittlig totalvattenförbrukning i hyreslägenheter.

	liter/dygn, person	Besparing, %
Familjebostäder (med v.v.-mätn.)	136,4	33,2
Samhällsbyggen (utan v.v.-mätn.)	204,3	

Besparingen i totalvattenförbrukning blir alltså  $204,3 - 136,4 = 67,9$  liter/dygn, person, medan motsvarande besparing i ren varmvattenförbrukning enligt tabell 1 blir  $54,0 - 25,7 = 28,3$  liter/dygn, person. Besparingen i totalvattenförbrukning blir alltså mer än dubbelt så stor som besparingen i förbrukning av enbart varmvatten. Detta är ju också att vänta då huvudedelen av tappningen sker vid blandning av kallt och varmt vatten. I den efterföljande ekonomiska analysen skall det visa sig, att besparingen i totalvattenförbrukning blir den dominerande posten.

Detaljundersökningar

a) Mätintervall

Värmemängdmätarna lästes av månadsvis med undantag för perioden 13/3—10/4 1960, då avläsningar utfördes veckovis. I tabell 4 redovisas besparingsciffrorna för värmemängderna under denna veckoavläsningsperiod.

Tabell 4

Besparing av värmemängden under en veckoavläsningsperiod.

	Hyreslägenheter	Bostadsrättslägenheter
Vecka 1	48,3 %	29,2 %
Vecka 2	48,9 %	27,8 %
Vecka 3	42,0 %	30,9 %
Vecka 4	44,2 %	27,5 %

Spridningen är måttlig och oregelbunden, vilket var en förutsättning för så gleasa avläsningar som en gång i månaden.

b) Enkelrum

Såsom tidigare angivits, var kokvrålägenheterna i Samhällsbyggens område 16,5 %, medan motsvarande siffra för Familjebostädernas område var 6,1 % av totala antalet lägenheter. För att utröna om förbrukningen per person och dygn i dessa lägenheter avvek

från medelvärdet för övriga lägenheter inom gruppen, gjordes en särskild undersökning för 18 enkelrum med kokvrå i Samhällsbyggens område. Resultatet visade att varmvatten-varmeförbrukningen i enkelrummen per person och dygn var 12,7 % högre än medelvärdet för övriga lägenheter. Härigenom blir varmvatten-varmeförbrukningen för hela området 0,8 % högre än om inga enkelrum funnits. Slutresultatet påverkas därför endast obetydligt.

c) Maskintvätt

I samtliga maskintvättstugor mättes varmvattenförbrukningen separat. Av Familjebostädernas 20 maskintvättstugor hade 13 endast tillgång till varmvatten i handtvättkaren och således ej i tvättmaskinerna. I de 7 återstående tvättstugorna kunde man däremot även använda varmvatten till tvättmaskinerna. Hur detta förfaringsätt inverkade på lägenhetsförbrukningarna är svårbestämbart, men får dock anses vara av ringa betydelse. Helt naturligt inverkar det däremot på de i tabell 5 redovisade siffrorna för varmvattenförbrukningen i tvättstugorna. I övriga tvättstugor (Samhällsbyggen 7 st., brf. Runeberg 3 st., brf. Annehill 2 st.) kunde varmvatten användas både till tvättmaskiner och handtvättkar.

Tabell 5

Varmvattenförbrukning i maskintvättstugor (årsmedelvärdet).

	liter/dygn, person
Familjebostäder	3,7
Samhällsbyggen	8,6
Brf. Runeberg	4,0
Brf. Annehill	3,0

Statistisk analys

Detaljerade uppgifter om boendetäthet framgår av tabell 6 och 7. För en analys av spridningen på mätvärdena vid de månatliga avläsningarna har man valt Familjebostädernas bostadsområde, där största antalet avläsningar gjorts, nämligen 150 st. Medeltalet på värmemängden för varmvatten utan hänsyn till säsongvariationer var enligt tabell 1, 1,50 Mcal/dygn, person. Medelfelet i medelvärdet ( $\epsilon$ ) har beräknats till 0,05 och påverkar således ej resultatet. Spridningen omkring medelvärdet har beräknats till 0,55 Mcal per dygn och person, vilket innebär att minst 2/3 av alla mätvärden ligger mellan 0,95 och 2,05 Mcal per dygn och person. Att spridningen blivit så stor beror på säsongvariationer i mätvärdena (låga värden under sommarperioden). Om hänsyn tas till denna variation, erhåller man ett värde på spridningen som ligger väsentligt lägre, vilket överensstämmer med förväntad förbrukning.

## Driftekonomisk analys

En driftsekonomisk analys har ansetts värdefull vid bedömning av lönsamheten med mätning och debitering av förbrukningsvarmvatten i varje lägenhet. Denna måste baseras på tids- och ortsbundna antaganden bl. a. om bränslepris och vattentaxa.

Nedanstående exempel gäller för ett större hyreslägenhetsområde i Göteborg med prisnivå som gällde hösten 1960.

Enligt provningsresultaten är:

	med v.v.-mättn.	utan v.v.-mättn.
Värmeförbrukning för varmvatten, Mcal/dygn, lgh	1,5	3,1
Totalvattenförbrukning liter/dygn, person	136	204
Antages vidare:		
Boendetäthet	= 3,5 pers/lgh	
Vattentaxa (Göteborgstaxa)	= 0,92 kr/m <sup>3</sup>	
Bränslepris (eo 4)	= 100 kr/m <sup>3</sup>	
Värmevärde i olja	= 9200 kcal/liter	
Årsverkningsgrad	= 80 %	
Bränslekostnad = $\frac{10000}{9200 \times 0,8}$		= 1,36 öre/Mcal

		med v.v.-mättn.	utan v.v.-mättn.
Värmeförbrukn. f. varmvatten	Mcal/dygn, lgh	5,3	10,8
Dito	Mcal/år, lgh	1900	3900
Totalvattenförbrukning	liter/dygn, lgh	476	714
Dito	m <sup>3</sup> /år, lgh	171	257
Bränslekostnad för varmvatten	kr/år, lgh	26:—	53:—
Differens	"		27:—
Totalvattenkostnad	"	157:—	236:—
Differens	"		79:—
Summa kostnad	kr/år, lgh	183:—	289:—
Differens	"		106:—

I detta exempel har alltså den totala besparingen för lägenheter med varmvattenmätning blivit 106:— kr/år, lgh, fördelade på en bränslebesparing av 27:— kr/år, lgh och en vattenbesparing av 79:— kr/år, lgh. Det anmärkningsvärda är vattenbesparingens stora andel.

Ett försök har även gjorts att analysera årskostnaden för varmvattenmätarna. Två typer av mätare har tagits upp till behandling, nämligen avdunstnings-

Tabell 6.

### Boendetäthet för hyreslägenheter i Högsbotorp.

Familjebostäder	Lägenhetskategori						Summa lägenheter	Summa boende	Därav barn u. 16 år	Antal boende per 100			Antal barn per 100		
	1 Rkv	1 Rk	2 Rk	3 Rk	4 Rk	5 Rk				Lägenheter	Rumsenheter	Rum	Lägenheter	Rumsenheter	Rum
Grupp 2	—	—	78	—	12	—	90	365	128	406	124	179	142	44	63
„ 4	4	—	22	19	3	—	48	162	66	338	101	138	138	41	56
„ 5	4	—	45	9	—	—	58	196	77	338	112	154	133	44	64
„ 7	7	2	24	18	6	—	57	190	75	333	103	141	132	41	56
„ 8	1	—	—	42	—	—	43	168	68	391	99	132	158	40	54
„ 9	2	—	21	9	—	—	32	108	37	338	107	152	116	37	52
„ 11	—	—	18	12	—	—	30	102	35	340	100	142	117	34	49
„ 14	8	3	49	21	3	—	84	266	100	317	102	145	119	38	54
„ 15	2	—	12	12	—	—	26	93	39	358	108	150	150	45	63
„ 17	3	—	21	9	3	3	39	134	55	344	99	135	141	41	56
I allt	31	5	290	151	27	3	507	1784	680	352	107	150	134	41	57
%	6,1	1,0	57,2	29,8	5,3	0,6	100,0		38,1						

### Samhällsbyggen.

Grupp 2	17	—	17	10	—	—	44	115	38	261	106	142	86	35	47
„ 3	—	—	36	—	—	—	36	126	50	350	117	175	139	46	69
„ 5	—	3	45	30	—	—	78	283	118	363	108	155	151	45	64
„ 7	24	—	48	—	18	—	90	285	106	317	110	148	118	41	55
I allt	41	3	146	40	18	—	248	809	312	326	110	153	126	42	59
%	16,5	1,2	58,9	16,1	7,3	—	100,0		38,6						

Tabell 7.

### Boendetäthet för bostadsrättsföreningslägenheter i Mölndal.

	Lägenhetskategori						Summa lägenheter	Summa boende	Därav barn u. 16 år	Antal boende per 100			Antal barn per 100		
	1 Rkv	1 Rk	2 Rk	3 Rk	4 Rk	5 Rk				Lägenheter	Rumsenheter	Rum	Lägenheter	Rumsenh.	Rum
Runeberg	3	6	93	36	6	3	147	429	121	292	88	125	82	25	35
Annehill	—	—	51	24	—	—	75	257	99	343	103	148	132	40	57

Tabell 8.

Sammanställning av förbrukningar och besparingar för värme och vatten.

		v.v.-mängd			v.v.-värmemängd			Totalvattenmängd		
		Förbrukn.		Besparing	Förbrukn.		Besparing	Förbrukn.		Besparing
		lit/dygn, pers.	lit/dygn, pers.	%	Mcal/dygn, pers.	Mcal/dygn, pers.	%	lit/dygn, pers.	lit/dygn, pers.	%
Hyres- lägenheter	med mätn.	26	28	53	1,5	1,6	51	136	68	33
	utan „	54			3,1			204		
Bostads- rätts- lägenheter*)	med mätn.	29	23	44	1,8	1,0	36	—	—	—
	utan „	52			2,8			—		

\*) Medelvärden endast ur sju månaders mätvärden.

mätare och volymmätare. Någon värdering av respektive mätares för- och nackdelar har ej gjorts, då besparingseffekten får anses bli lika i båda fallen. För volymmätare har räknats med nedmontering och rengöring vart tredje år på grund av risken för avlagring och igensättning. Vid volymmätning kräves möjligast konstant varmvattentemperatur samt cirkulation i varmvattenstammarna.

Årskostnaderna sammansätts av:

1. Ränta och avskrivning på anläggningskostnaderna för mätare och installation inklusive extra rördragning.
2. Avläsningskostnader, avläsning en gång om året.
3. Serviskostnader.  
Årskostnaderna har beräknats till:  
Avdunstningsmätare ..... = 13: — kr/år, mätare  
Volymmätare ..... = 17: — „

Avgörande för årskostnaden är även hur många mätare som går åt per lägenhet. Den strävan att förlägga kök och badrum mitt emot varandra, som dikteras av ljud- och rördragningssynpunkter, möjliggör även att man kan klara sig med en mätare per lägenhet. Normalt behövs dock två mätare, en för köket och en för badrummet.

Årskostnaden för mätarna måste frånräknas den besparing på 106: — kr/år, lgh, som tidigare räknats fram. Den slutliga besparingen framgår av nedanstående uppställning:

		Besparing kr/år, lgh
Avdunstningsmätare	1 st/lgh	93: —
	2 „	80: —
Volymmätare	1 st/lgh	89: —
	2 „	72: —

Även om dessa besparingssiffror måste tas med stor reservation, enär beräkningarna är baserade på i vissa fall osäkra antaganden, visar de dock en klar tendens till väsentlig minskning i årskostnaderna vid varmvattenmätning.

### Sammanfattning

Genom att mäta och debitera varmvatten i varje lägenhet uppnår man väsentliga minskningar både i totalvattenförbrukningen och värmeförbrukningen för beredning av varmvatten. Besparingarna varierar något under året med en markerad tendens till största besparing under sommar- och höstmånaderna.

Årsmedelvärden framgår av tabell 8.

För hyreslägenheter, där kompletta mätresultat föreligger, kan resultatet sammanfattas sålunda:

*Besparing av värmemängd för varmvattenuppvärmning:  
1,6 Mcal/dygn, person, motsvarande 51 %  
Besparing av totalvattenmängd:  
68 liter/dygn, person, motsvarande 33 %*

Dessa besparingar innebär vid nuvarande prisnivå en väsentlig minskning av årskostnaderna för bränsle och vatten. Med rådande vattentaxor och bränslepris överväger i allmänhet minskningen i totalvattenkostnad över motsvarande minskning i bränslekostnad.

Totalvattenförbrukningens betydelse i detta sammanhang har tidigare ej varit klarlagd. Det ställer frågan om varmvattenmätning i varje lägenhet i ny dager. En mer allmän övergång till sådana mätare komme att göra sig kraftigt märkbar i vattenverkens omsättning, vilket redan nu skulle kunna påverka deras prognos- och planeringsarbete.

Vattenbesparingarna får dock inte leda till att den hygieniska standarden sänks under önskvärd nivå. Risk kan föreligga att varmvattenmätning i varje lägenhet påverkar hyresgästernas bad- och tvättvanor i sådan riktning.

Trots undersökningens relativt stora omfattning, har man inte rätt att dra alltför allmängiltiga slutsatser; erfarenhetssiffror från ett betydligt större bostadsunderlag erfordras härför. En klar tendens, som bekräftar tidigare gjorda prov och erfarenheter, har dock framkommit.

## MOMENTAN VARMVATTENFÖRBRUKNING\*

### Förutsättningar

Varmvattenmätningar med korta tidsintervall har utförts och bearbetats mot bakgrund av de teorier, som civilingen. H. R. Fornäs lagt fram i VVS nr 5 år 1959 "Varmvattenbehov och varmvattenberedning i bostadshus". Det omfattande avläsningsarbetet utfördes av elever vid Högre Tekniska Läroverket i Göteborg, VVS-tekniska linjen.

Varmvattenförbrukningen i ett bostadshus varierar oavbrutet med tiden och variationerna är delvis helt slumpvisa, delvis lagbundna, beroende av dygnsväxlingarna och därmed följande vanor hos de personer som bor i huset. Av den senare orsaken kan man förutsätta att det under en veckoperiod finns en eller flera maximalbelastningsperioder, badperioder, som är utslagsgivande för bestämning av varmvattenberedningsanläggnings storlek. Hur tappningarna fördelar sig under en sådan period åskådliggörs lämpligen med en belastningskurva med tappningseffekten som funktion av tiden. Försök att bestämma kurvans form har gjorts med hjälp av praktiska erfarenhetsvärden. Denna metod kan ge goda resultat så länge man arbetar inom ett avgränsat område och om representativa mätvärden i tillräckligt antal står till förfogande. Det är dock svårt att på detta sätt få fram en önskad allmän beräkningsgrund.

En teoretisk metod kan ge sammanhangen mellan variablerna, där det givetvis är ett önskemål att få det teoretiska underlaget för bestämning av belastningskurvans form prövat och kontrollerat i ett så stort antal bostadshus som möjligt. Detta kan ske genom mätning av tappvattenmängden och temperaturen under mixamala belastningsperioden och med så små mätintervall att man kan påräkna att även kortvariga belastningstoppar kommer att mätas. I samband med Statens Råd för Byggnadsforsknings undersökning av varmvattenförbrukning i bostadshus i Högsbotorp har sådana mätningar skett i fem undercentraler med tillsammans 343 lägenheter.

\*) Avsnittet är utarbetat tillsammans med civilingenjör H. R. Forsnäs.

Tabell 9.

Data för undercentralerna.

Fastighet	Grupp	Antal		Boende per lgh	Varmvattenmätning i varje lägenhet	Beredare		
		Lägenheter	Boende			Beteckning, CTC	Volym liter	Batteri
Familjebostäder	2	90	365	4,06	Ja	LM/F	8.000	2×125
	7	57	190	3,34	Ja	LM/F	5.000	2×125
	14	84	266	3,17	Ja	LM/T	6.300	2×100
Samhällsbyggen	3	36	126	3,50	Nej	SM/RO	3.200	100
	5	78	283	3,63	Nej	LM/FC	8.000	2×125

I varje undercentral har mätutrustningen bestått av en värmemängdsmätare samt termometrar i glycerinfyllda hylsor för direkt temperaturavläsning i in- och utgående ledningar. Data för de undersökta centralerna framgår av tabell 9. Beträffande lägenheternas storlek hänvisas till tidigare uppgifter. Samtliga lägenheter har badrum.

### Utförande

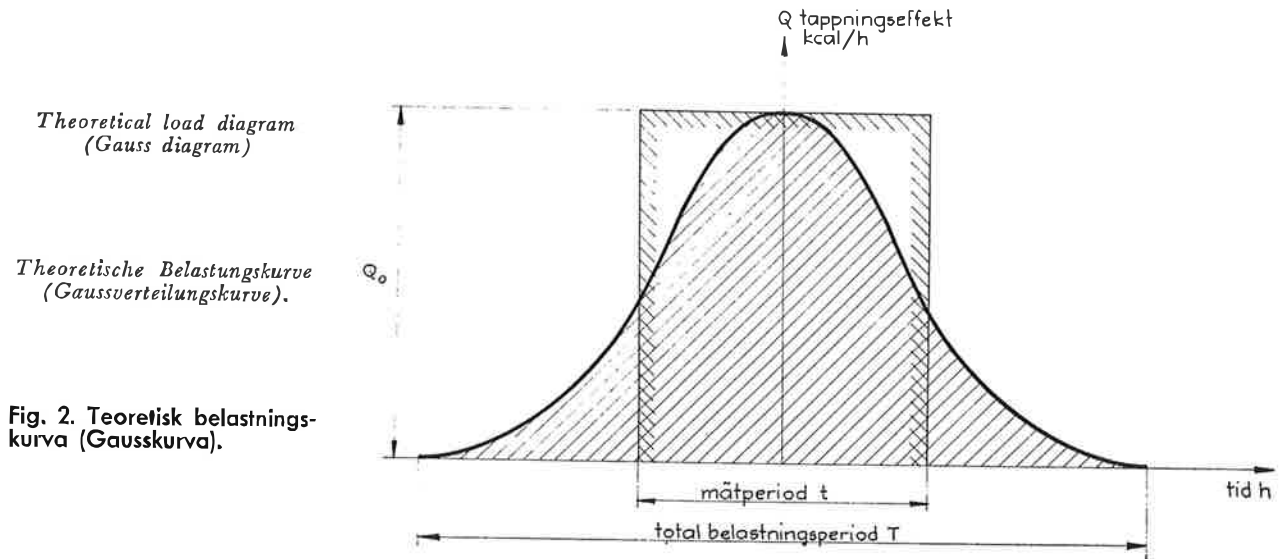
Mätintervallets längd bör helst väljas så kort som möjligt. Av praktiska skäl valdes tiden 1 minut för vattenmängdsmätaren och termometrarna. Detta tidsintervall ansågs ge möjligheter till bedömning av de små belastningstopparnas karaktär. För värmemängdsmätaren måste man välja ett längre tidsintervall, 15 minuter, p. g. a. att dess räkneverk registrerar värmemängderna periodvis.

De största belastningsperioderna inträffar under badtider. Hittills har fredagskvällen ansetts ha den högsta belastningstoppen. För att undersöka om denna tendens gäller valdes att utföra mätningar förutom en fredagskväll även en tisdagskväll med mättiden mellan klockan 15.30 och 22.00. Tiden är vald så att även något av måltidsperioden kommer med.

Emellertid förekommer även andra belastningsperioder med ganska stor badfrekvens såsom söndag förmiddag och lördag eftermiddag. Vid den senare torde tappningar i samband med matlagning sammanfalla med badtappningar. Mätningar gjordes därför också dessa dagar och mättiden valdes för lördagen mellan klockan 11.30 och 17.00 och för söndagen mellan klockan 8.00 och 12.00. Mätningarna skedde fredag den 2, lördag den 3, söndag den 4 och tisdag den 6 oktober 1959.

Teoretiskt sett skall den på värmemängdsmätaren var 15:e minut avlästa värmemängden vara lika med summan av produkten vattenmängd och temperaturdifferens under samma tid. Dessa värmemängder skiljde sig emellertid ofta ganska avsevärt från varandra, beroende på att värmeöverföringen till termometrarna via glycerinen icke skedde tillräckligt snabbt.





De avlästa temperaturvärdena var icke helt korrekta p. g. a. dels dämpning dels eftersläpning.

De avlästa minutvattenmängderna liksom 15-minutersvärdena på värmemängden måste emellertid anses godtagbara. Visserligen har även värmemängdsmätarens känselkroppar en dämpning och eftersläpning men denna kommer att utfalla och registreras på både plus- och minussidan, varför felen i viss mån tar ut varandra.

Vid utvärderingen av tappningseffekten varje minut nar därför produkten vattenmängd och temperaturdifferens korrigerats med hänsyn till värmemängdsmätarens 15-minutersvärde. Dessa korrekationer har i vissa fall blivit relativt stora, beroende på tidigare nämnda faktorer.

#### Mätresultat

Undersökningens uppläggning har baserat sig på teorien om normal frekvensfördelning av tappningseffekten som funktion av tiden (Gausskurvan). Tappningseffekten får då en slumpvis fördelning omkring en viss tappeffekt, vilket illustreras i fig. 2.

Följande definitioner tillämpas:

$T$  = belastningsperiod, h

$Q_0$  = toppeffekten, kcal/h

$W_T$  = värmemängd under tiden  $T$ , kcal = ytan under  $////$

$t$  = mätperioden, h, definierad som

$t \cdot Q_0 = W_t =$  ytan under rektangeln  $////$

Om  $W_t$  = total värmemängd under mätperioden  $t$  blir teoretiskt:

$W_t = 0,79 \cdot W_T$

$n$  = antal normallägenheter

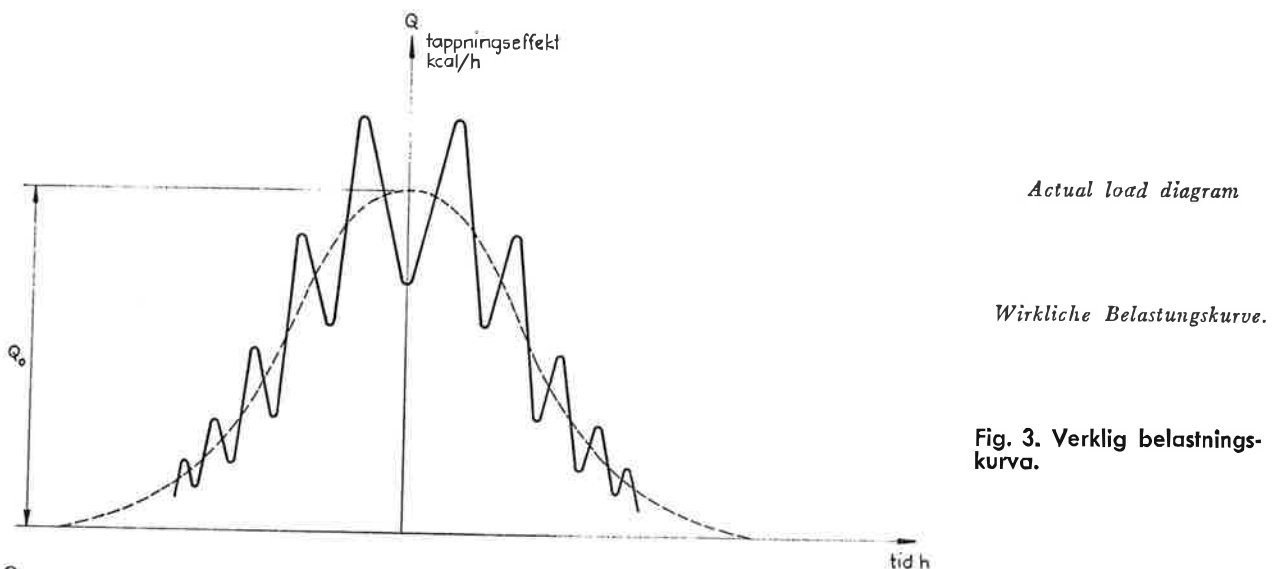
$w$  = total värmemängd per normallägenhet under belastningsperioden  $T$ , kcal/lgh.

$n \cdot w = W_T$

härav  $W_t = 0,79 \cdot W_T = 0,79 \cdot n \cdot w$

Enligt definitionerna är  $t \cdot Q_0 = W_t$  d.v.s.  $t = \frac{Q_0}{W_T}$

Uttrycket  $\frac{Q_0}{W_T}$  är ett mått på spridningen av de



enskilda tappningarna d. v. s. toppens spetsighet. Tiden  $t$  har valts som mätperiod och är således en del av totala belastningsperioden  $T$ .

Tiden  $t$  omfattar 79 % av belastningsperiodens tappningar och är identisk med den tid under vilken tappning med effekten  $Q_0$  skall ske för att man skall få ut värmemängden  $W_T$ . Vid litet antal lägenheter är spridningen mindre. Ett lågt värde på  $t$  motsvarar då en kort badperiod. Vid stora lägenhetsantal är förhållandet det omvända.

Gausskurvan är en medelvärdeskurva d. v. s. sannolikheten för att den i en punkt skall över- eller underskridas är 50 %. Den är alltså idealiserad och den verkliga belastningskurvan torde ha ett utseende som antyddes i fig. 3.

Vid en varmvattenberedningsanläggning med en tillförd effekt uppemot och större än  $Q_0$  är ackumuleringsbehovet beroende av de småtoppar, som överstiger den tillförda effekten.

Av tabell 10 framgår mätperiodens längd  $t$ . Ur provningsresultaten kan sedan den under denna tid förbrukade värmemängden  $W_t = 0,79 \cdot n \cdot w$  kcal beräknas, om man bestämmer sig för läget av tidpunkten i origo. Denna har valts för fredag och tisdag till klockan 19.00, för lördag till klockan 15.00 och för söndag till klockan 10.00. Den mot  $t$  svarande tidsrymden och värmeförbrukningen  $W_t$  har även införts i tabell 10.

Av värdena i tabell 10 bekräftas att den största tappningen sker fredagskvällen. Endast för grupp 5 visar tisdagsperioden något högre värde än fredagens.

Ur fredagsvärdena på  $W_t = 0,79 n \cdot w$  kan värden på  $w$  dvs. värmeförbrukningen per lägenhet och belastningsperiod beräknas, tabell 11. Detta värde ligger till grund för dimensioneringen av varmvattenberedare.

För hus utan värmemätning (grupp 3 och 5) synes ett beräkningsvärde av  $w = 7.000$  kcal/lgh vara lämpligt, vilket även rekomenderas i den angivna artikeln i VVS nr 5 år 1959.

Däremot är minskningen av  $w$  vid hus med värmemätning mycket slående. Det förefaller ej helt omotiverat att man, om man redan före dimensionering av en varmvattenberedningsanläggning har klart för sig att lägenheterna förses med varmvattenmätning, skall kunna tillämpa  $w = 5.000$ .

Beträffande dygnsförbrukningen ger denna mätning icke något besked. Man kan emellertid göra det experimentet att av fredags-, lördags- och söndagsmätningarna sammanställa ett tänkt "maximaldygn" på så sätt att tiderna väljas:

Tabell 10.

Mätperiod  $t$  och värmemängd  $W_t$

Grupp	Mätperiod $t$		Värmemängd $W_t$ $= 0,79 \cdot n \cdot w$
	timmar	tidpunkt	kcal
2	3,28	Fred. 17.21—20.38	293.400
		Lörd. 13.21—16.38	196.700
		Sönd. 8.21—11.38	150.700
		Tisd. 17.21—20.38	238.100
7	2,66	Fred. 17.40—20.20	115.900
		Lörd. 13.40—16.20	73.800
		Sönd. 8.40—11.20	87.500
		Tisd. 17.40—20.20	65.200
14	3,18	Fred. 17.25—20.36	207.700
		Lörd. 13.25—16.36	121.500
		Sönd. 8.25—11.36	117.900
		Tisd. 17.25—20.36	143.300
3	2,16	Fred. 17.55—20.05	150.300
		Lörd. 13.55—16.05	80.300
		Sönd. 8.55—11.05	111.000
		Tisd. 17.55—20.05	133.500
5	3,06	Fred. 17.28—20.32	374.200
		Lörd. 13.28—16.32	337.000
		Sönd. 8.28—11.32	219.400
		Tisd. 17.28—20.32	385.700

Tabell 11.

Värmeförbrukning per lägenhet och belastningsperiod.

Grupp	$w$ kcal/lgh
2	4127
7	2574
14	3130
3	5285
5	6073

Söndag klockan 8—12  
Lördag „ 12—17  
Fredag „ 17—22

Ur mätvärdena fås då förbrukningsvärdena enligt tabell 12.

Man finner att vid hus utan värmemätning det i tidigare refererad artikel antagna maximala dygnförbrukningsvärdet 14.000 kcal/dygn, lgh är rimligt. Vid hus med värmemätning synes maximala dygnsförbrukningen vara nedmot hälften. Besparingen gör sig alltså mer gällande vid dygnets småtappningar än vid badperioder.

Ett mycket omfattande diagrammaterial på de uppmätta minutbelastningarna har redovisats i en delrapport, men har av utrymmesskäl inte kunnat tagas

Tabell 12.

Dygnsförbrukning per normallägenhet under ett tänkt "maximaldygn".

Grupp	Tidpunkt	kcal	Summa kcal	n	kcal/dygn, lgh
2	Söndag 8—12	168.200	820.700	90	9.112
	Lördag 12—17	264.300			
	Fredag 17—22	388.200			
7	„	115.000	429.200	57	7.530
	„	127.300			
	„	186.900			
14	„	172.000	616.800	84	7.343
	„	181.400			
	„	263.400			
3	„	149.100	536.700	36	14.908
	„	165.500			
	„	222.100			
5	„	290.200	1.271.400	78	16.300
	„	485.600			
	„	495.600			

med i denna redogörelse. På en del av dessa diagram har Gausskurvan för  $\omega = 7.000$  jämte den teoretiska småtoppen inritats. Den teoretiska formen visade där god överensstämmelse med de uppmätta värdena. Småtoppar av storleken motsvarande den teoretiska, efterföljes av rimliga återladdningsperioder.

De utpräglade efter varandra följande småtopparna ger stöd för användningen av beredare av "bufferttyp" (d. v. s. beredare med ett relativt litet magasin, som snabbt urladdas vid småtoppstappning, men även snabbt kan uppladdas tiderna mellan småtopparna).

### Maximal varmvattenmängd

Enligt Svenska Kommunaltekniska Föreningen gäller för dimensionering av tappvarmvattenledningar följande formel för den maximala tappningen:  $G$  liter/s

$$G = 0,3 (n_0 + 0,5 \sqrt{n_1 - n_0})$$

där  $n_1$  = totala antalet normaltappställen.

$n_0$  = största antal normaltappställen hos ett av tappställena (för badkarsblandare är  $n_0 = 2$ ).

Om i denna ekvation insättes  $n_0 = 2$  och  $n_1 = 4n$  där  $n$  = antalet normallägenheter, (varje normallägenhet antages således motsvara 4 normaltappställen) fås motsvarande max.tappning uttryckt i liter/min:

$$G \text{ max.} = 36 + 9\sqrt{4n - 2}$$

Antages erforderliga uppvärmningen av förbrukningsvarmvattnet vid maximaltappningen vara  $35^\circ \text{C}$

fås erforderliga värmemängden i kcal/min som funktion av antalet normallägenheter:

$$Q \text{ max.} = 1260 + 315\sqrt{4n - 2}$$

Anses de provade lägenheterna vara normallägenheter och tages ingen hänsyn till boendetätheten fås den teoretiska småtoppen i kcal/min. enligt ovanstående formel, tabell 13.

I tabell 14 har angivits motsvarande provade värden, dock endast de tre största värdena för varje undercentral.

Tabell 13.

Maximal varmvattenvärmemängd enligt formel.

Grupp	$Q \text{ max.}$ kcal/min
2	7.220
7	5.996
14	7.017
3	5.014
5	6.806

De provade toppvärdena avviker från det teoretiska för de fem undercentralerna med  $-4\%$ ,  $-16\%$ ,  $-12\%$ ,  $-12\%$  och  $+14\%$ . Det teoretiska värdet på maximal vattenmängd enligt "vattenverksformeln", stämmer således ganska väl.

De provade toppvärdena är ej bundna till fredagskvällen. Det förekommer fler höga toppar i hus utan varmvattenmätning än i hus med sådan mätning.

Topparna är mycket kortvariga. I tabellen angivna värden är minutavläsningar med i många fall avse-

Tabell 14.

Maximal varmvattenvärmemängd enligt prov.

Grupp	Tidpunkt	$Q \text{ max.}$ kcal/min
2	Lördag kl. 14.59	5.860
	„ „ 16.38	6.910
	Tisdag „ 20.35	6.630
7	Fredag kl. 17.55	5.030
	„ „ 18.08	3.870
	Tisdag „ 19.45	4.000
14	Fredag kl. 20.05	5.340
	Söndag „ 8.59	6.200
	Tisdag „ 19.48	4.930
3	Fredag kl. 19.06	4.200
	Lördag „ 16.49	4.175
	Söndag „ 10.14	4.390
5	Fredag kl. 17.12	7.260
	„ „ 18.17	6.880
	Tisdag „ 18.59	7.850

vårt lägre värden på ömse sidor om minuttoppen. Med tanke på att det tar mellan 3 och 5 minuter att fylla ett badkar är detta något överraskande, men kan förklaras med att det har skett kortvariga tvättställs- och duschtappningar samtidigt med badtappningar.

### Sammanfattning

Teorin om normal frekvensfördelning av tappnings-effekten (Gausskurvan) ger ett rimligt underlag för bestämning av volymer och tillförda effekter vid dimensionering av varmvattenberedningsanläggningar, även om den kurva, som erhålles när den verkliga belastningskurvan med sina småtoppar utjämnas till en medelvärdeskurva, ej helt ansluter sig till Gausskurvans form.

Det rekommenderade beräkningsvärdet  $w = 7.000$  kcal/lgh för värmebehovet per normallägenhet och belastningsperiod är lämpligt. Vid hus med varmvattenmätning kan dock ett lägre värde  $w = 5.000$  väljas.

"Vattenverksformeln" ger rimliga värden på maximaltappningen. Dock har samtliga provade toppvärden en varaktighet av endast en, högst två minuter.

Visst beroende av TV och radioprogram synes föreligga. Så har t. ex. samtliga fredagsmätningar visat en markerad minskning av tappningarna omkr. kl. 20.

Det ligger i sakens natur att mätningar av detta slag är tämligen svårbedömda och trots den stora omfattning som mätningarna har haft, måste konstateras, att det här redovisade materialet ej tillåter några alltför generella slutsatser. ●

UDC 696.4.003

DIRKE, L.: Consumption of hot water in dwellings with and without meters. VVS 31 (1960) No 11. P. 361—366. No. 12. P. 407—411, 3 figures.

#### I. Mean consumption of hot water

It has been known for a long time now that the metering and debiting of hot water for each individual dwelling results in considerable saving. Previous investigations, however, have only been carried out on a small scale and in newly built areas. Moreover, the total consumption of water has not been taken into account.

The present investigation was carried out in somewhat older residential areas, thus avoiding so-called "initial saving". Altogether ca. 1.000 dwellings were included, measurements being made of the total consumption of water and the consumption of hot water during a period of one year. The results showed that the saving in the consumption of hot water, 51 %, was more or less in agreement with earlier tests. The saving in the total consumption of water was 33 %, a surprisingly high figure.

In accordance with the current water tax and price of fuel in Gothenburg, these figures indicate that the total saving for dwellings with hot water meters is 106:— Sw. cr. per dwelling per year, made up of a saving in fuel of 27:— crowns and a saving in hot water of 79:— Sw. cr. Taking into account the annual

costs for the hot water meters, the net saving will be between 72:— — 93:— Swedish crowns per dwelling per year. With current water taxes and fuel prices the reduction in the total costs for water dominates the corresponding reduction in fuel costs.

The importance of the total consumption of water in this context has not been made clear before now. The question of hot water meters in each individual dwelling must be seen in a new light. A more general change-over to such meters would have a powerful effect on the turnover of waterworks and this could already affect the prognosis and planning of these.

Saving of water should not, however, lead to the lowering of hygienic standards below a certain desired level. There may be a risk that the metering of hot water in every dwelling will have an undesirable influence on the habits of personal cleanliness of the population.

In spite of the relatively large extent of the investigation, too general conclusions should not be drawn from its results. Figures should be obtained from a considerably larger number of dwellings. Nevertheless, a clear trend has been demonstrated, confirming the experience and results of earlier tests.

#### II. Periodic consumption of hot water

Hot water consumption has been measured with short time intervals and the results treated in the light of the theories put forward by H. R.

Fornäs in VVS no. 5, 1959, in "Hot water requirements and the production of hot water in apartment houses". Measurements were made on a Friday and a Tuesday evening, a Saturday afternoon and a Sunday morning in five sub-centres serving a total of 345 apartments. Readings were taken every minute.

The investigations shows that the theory concerning the normal frequency distribution of the effect of tapping (Gauss curve) provides a reasonable basis for determining the volume of the water heater and the heat supply. It also speaks in favour of using "buffer type" heaters, i. e. with a relatively small reservoir that is quickly exhausted during secondary peak periods but that can be quickly recharged in the intervals between these secondary peaks.

The results also confirm the view that the greatest consumption is on Friday evenings. Suitable values for heat consumption per apartment and load period are  $w = 7.000$  kcal/apartment for buildings without hot water calorimeters and  $w = 5.000$  kcal/apartment for buildings with such calorimeters.

The "Water Works" formula for the theoretical maximum volume of water was found to be relatively reliable. Peaks are, however, extremely short-lived — one or, at most, two minutes. The peaks found were not confirmed to Friday evening. There were more high peaks in buildings without hot water calorimeters than in buildings with these.

DIRKE, L.: Warmwasserverbrauch in Wohnungen mit und ohne Wärmezähler. VVS 31 (1960), Nr 11. S. 361—366. Nr 12. Seite 407—411, 3 Abbildungen.

### I. Durchschnittlicher Warmwasserverbrauch

Das Messen und Debitieren des Warmwasserverbrauches pro Wohnung wirkt sich, wie man seit Langem beobachten konnte, einsparungsmässig günstig aus. Frühere Untersuchungen waren jedoch in ihrem Umfang begrenzt und erstreckten sich lediglich auf neugebaute Gebiete. Ausserdem wurde der Gesamtwasserverbrauch nicht nachgewiesen.

Vorliegende Untersuchung wurde in Wohngebieten etwas älteren Datums durchgeführt, sodass man von sogenanntem Neusparen absehen kann. Bei der Untersuchung, die sich auf insgesamt etwa 1.000 Wohnungen erstreckte, wurden Warmwasser- und Gesamtwasserverbrauch während eines vollen Jahres gemessen. Das Ergebnis zeigt, dass die Ersparnis im Warmwasserverbrauch (51 %) mit dem Ergebnis früherer Untersuchungen etwa übereinstimmt. Die Ersparnis im Gesamtwasserverbrauch betrug 33 %, was ein überraschend hohes Ergebnis ist.

Beim Durchrechnen von Beispielen anhand geltender Wassergebühren und Brennstoffpreise in Göteborg zeigt sich, dass in Wohnungen mit Warmwasser-Verbrauchsmessung die Gesamtersparnis 106.— Kronen pro Wohnung und Jahr beträgt, wovon 27.— Kr. auf Heizungseinsparung und 79.— Kr. auf Wassereinsparung entfallen. Bei Berücksichtigung der Jahresgebühr für die Warmwasser-

zähler ergibt sich eine Nettoeinsparung zwischen 72.— und 93.— Kr. pro Wohnung und Jahr. Es überwiegt also bei den geltenden Wassergebühren und Brennstoffpreisen die Verminderung der Gesamtwasserkosten gegenüber der entsprechenden Verminderung der Brennstoffkosten.

Die Bedeutung des Gesamtwasserverbrauches in diesem Zusammenhang war bisher nicht deutlich zutage getreten. Sie stellt die Frage der Warmwasser-Verbrauchsmessung in jeder Wohnung in ein neues Licht. Ein Uebergang auf breiterer Basis zu derartigen Zählern wird sich auf den Umsatz des Wasserwerkes fühlbar auswirken, was sich bereits jetzt auf die Langzeitplanung des Werkes auswirken würde.

Die Einsparung an Wasser darf jedoch nicht zu einem Absinken des hygienischen Standards unter das gewünschte Niveau führen. Die Warmwasser-Verbrauchsmessung in jeder Wohnung kann das Risiko einschliessen, dass sich die Bade- und Waschgepflogenheiten der Mieter in dieser Richtung verändern.

Trotz des relativ grossen Umfanges der Untersuchung berechtigen die Ergebnisse nicht zu allzu weitgehenden Schlussfolgerungen. Hierzu bedarf es des Vorliegens von Erfahrungszahlen auf einer wesentlich grösseren Wohnbasis. Die vorliegenden Ergebnisse weisen jedoch eine klare, frühere Untersuchungen und Erfahrungen bekräftigende Tendenz auf.

### II. Momentaner Warmwasserverbrauch

Warmwasserverbrauchsmessungen in kurzen Zeitabständen wurden vorgenommen und anhand der von Zivilingenieur H. R. Fornäs in VVS

Nr. 5 (1959) "Warmwasserbedarf und Warmwasserbereitung in Wohnhäusern" entwickelten Theorien bearbeitet. Die Messungen wurden an einem Freitag- und Dienstag-Abend, an einem Sonnabend-Nachmittag und an einem Sonntag-Vormittag in fünf Unterzentralen mit insgesamt 345 Wohnungen vorgenommen. Ablesungen erfolgten jede Minute.

Die Untersuchung zeigt, dass die Theorie einer normalen Frequenzverteilung des Abzapfeffektes (Gauss-Kurve) eine angemessene Unterlage bei der Bestimmung des Bereiter-volumens und der zugeführten Leistung bietet. Sie unterstützt ferner die Anwendung von Bereitern des "Puffer-Typs" (d. h. Bereitern mit relativ kleinem Magazin, das sich bei Kleinspitzenabzapfung rasch entladet, jedoch in den zwischen den Kleinspitzen gelegenen Zeiten schnell aufgeladen werden kann).

Ferner erhielt man die Bestätigung, dass die grösste Abzapfung am Freitag-Abend erfolgt. Ein zweckmässiger Berechnungswert für den Wärmeverbrauch pro Wohnung und Belastungsperiode ist  $w = 7.000$  kcal/Wohnung in Häusern ohne Warmwasserverbrauchsmessung und  $w = 5.000$  kcal/Wohnung in Häusern mit Warmwasserbrauchsmessung.

Der theoretische Wert für maximale Wassermenge gemäss der "Wasserwerkformel" stimmt ziemlich gut. Die Spitzen sind jedoch von sehr kurzer Dauer, eine Minute, höchstens zwei. Die geprüften Spitzenwerte sind nicht an den Freitag-Abend gebunden. In Häusern ohne Warmwasserverbrauchsmessung ist die Anzahl hoher Spitzen grösser als in Häusern mit Messung.

Särtryck Utgivare: Statens råd för byggnadsforskning

**1957:**

7. *Ronge, Hans och Löfstedt, Börje.* Strålningsdrag från kalla tak. Stockholm 1957. 8 s. Kr. 1:50.
8. *Ronge, Hans och Löfstedt, Börje.* Luftfuktighetens värmeverkan och »effektiv temperatur». — Hur varma är kläder vid olika luftfuktighet? Stockholm 1957. 15 s. Kr. 2:50.
11. *Klingberg, Lennart och Olsson, Eskil.* Krandagbok. En metod för arbetsstudier på tornsvängkranar. Stockholm 1957. 18 s. Kr. 2:—.

**1958:**

1. *Klingberg, Lennart, Olsson, Eskil m. fl.* Monterbara fasadställningar. Stockholm 1958. 27 s. Kr. 3:—.
2. *Tynelius, Sven.* Parkeringsundersökning från luften med tillhjälp av stereobilder. Stockholm 1958. 13 s. Kr. 1:50.
3. Uppsatser om golv. Stockholm 1958. 62 s. Kr. 3:—.
6. *Saare, Erik.* Forskning om fukt i byggnadsmaterial. Stockholm 1958. 7 s. Kr. 2:—.

**1959:**

1. *Höglund, Ingemar m. fl.* Invändig ytbehandling i betonghus. Stockholm 1959. 11 s. Kr. 1:—.
2. *Backmark, Lennart, Blomgren, Boris, Jacobsson, Mejse och Månsson, Kurt.* Byggnadsverksamhet och bostadsförhållanden i Sovjetunionen. (Fyra artiklar.) Stockholm 1959. 48 s. Kr. 4:—.
3. *Pleijel, Gunnar.* Fönstrets värmebalans. Stockholm 1959. 8 s. Kr. 1:—.
4. *Bjerkning, Sven-Erik och Höglund, Ingemar.* 1. Platsgjutning av betong för putsfria ytor. 2. Ytjämnhet hos putsfria betongytor. Stockholm 1959. 12 + 8 s. Kr. 1:50.
5. *Eneborg, Ingmar.* Driftundersökningar på små oljeeldade värmeanläggningar. Stockholm 1959. 7 s. Kr. 1:—.

**1960:**

2. *Jacobsson, Mejse.* Monteringsbyggeri i Europa. Stockholm 1960. 8 s. Kr. 1:50.
3. *Mandorff, Sven.* Förinställningsberäkning — ett viktigt led i värmeanläggningens projektering. Stockholm 1960. 16 s. Kr. 3:—.
4. *Eneborg, Ingmar.* Värmeutbytet vid sopeldning. (Två artiklar.) Stockholm 1960. 12 s. Kr. 3:—.
5. *Westin, Olle.* Markexploatering. Stockholm 1960. 7 s. Kr. 1:50.
6. *Saare, Erik.* Åldringsbeständighet hos byggnadsmaterial av plast. Stockholm 1960. 8 s. Kr. 1:50.
7. *Jacobsson, Mejse.* Byggnaders underhåll — ett viktigt forskningsområde. Stockholm 1960. 8 s. Kr. 2:—.
8. *Tynelius, Sven.* Kan det äldre villabeståndet förnyas? Stockholm 1960. 4 s. Kr. 1:50.
9. *Eneborg, Ingmar och Nilsson, Stig.* Problem kring soporna. Stockholm 1960. 7 s. Kr. 2:—.

**1961:**

1. *Holm, Lennart.* Kreditvärdesbedömning och samhällsplanering. Stockholm 1961. 8 s. Kr. 1:50.
2. *Nyquist, Ingemar resp. Jansson, Ingvar.* Den III internationella betongvarukongressen, Stockholm, 16—22 juni 1960. RILEM:s lättbetongsymposium, Göteborg, 20—23 juni 1960. (Två sammanfattningar.) Stockholm 1961. 8 s. Kr. 2:—.

**Pris kr. 3:—**

---

Distribueras av

**AB Svensk Byggtjänst**

Stockholm C · P. 540 33