

## Mätning av energiförbrukningen för tappvarmvatten i flerbostadshus

**Arne Jönsson**  
**Sören Lindgren**

INSTITUTET FÖR  
BYGGDOKUMENTATION

Accnr

Plac *Sur*

*R*  
*AM*

R72:1982

Mätning av energiförbrukningen för tappvarmvatten  
i flerbostadshus

Arne Jönsson  
Sören Lindgren

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag  
801365-8 från Statens råd för byggnadsforskning  
till Wahlings Installationsutveckling AB, Danderyd

I Byggforskningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

R72:1982

ISBN 91-540-3732-8

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1982

## INNEHÅLL

FÖRORD . . . . .	5
SAMMANFATTNING . . . . .	7
1	ERFARENHETER FRAN TIDIGARE UNDERSÖKNINGAR . . . . . 11
2	MÄTSYSTEM OCH KOMPONENTER . . . . . 15
2.1	Mätmetoder . . . . . 15
2.1.1	Volymmätare . . . . . 15
2.1.2	Destillationsmätare . . . . . 22
2.2	Tekniska data för varmvattenmätare . . . . . 23
2.3	Dimensionering av varmvattenmätare . . . . . 25
2.4	Avläsningssystem . . . . . 27
2.5	Mätnoggrannhet . . . . . 28
2.5.1	Volymmätare . . . . . 28
2.5.2	Destillationsmätare . . . . . 33
2.6	Varmvattencirkulation (vvc) . . . . . 35
2.7	Marknadsinventering . . . . . 36
2.7.1	Ringkolvmätare . . . . . 37
2.7.2	Enstråliga vinghjulsmätare . . . . . 37
2.7.3	Flerstråliga vinghjulsmätare . . . . . 42
2.7.4	Turbinflödesmätare . . . . . 43
2.7.5	Destillationsmätare . . . . . 45
2.8	Möjligheter att påverka mätresultaten . . . . . 46
2.8.1	Volymmätare . . . . . 46
2.8.2	Destillationsmätare . . . . . 48
2.9	Armatyr och konsoler . . . . . 48
3	INSTALLATIONSKOSTNADER . . . . . 51
3.1	Antal mätare . . . . . 51
3.1.1	Antal lägenheter . . . . . 52
3.1.1.1	Antal lägenheter utan varmvatten . . . . . 52
3.1.1.2	Antal lägenheter med varmvattenmätning . . . . . 53
3.1.1.3	Antal lägenheter med varmvatten utan individuell varmvattenmätning . . . . . 54
3.1.1.4	Antal lägenheter i elementbyggda betonghus . . . . . 54
3.1.1.5	Antal lägenheter i övriga hustyper . . . . . 55
3.1.2	Antal mätare per lägenhet . . . . . 56
3.1.2.1	Antal mätare per lägenhet i elementbyggda betonghus . . . . . 56
3.1.2.2	Antal mätare per lägenhet i övriga hustyper . . . . . 57
3.1.3	Totalt antal mätare vid individuell mätning i alla hustyper . . . . . 58
3.2	Installationskostnader per mätare . . . . . 59
3.2.1	Installationskostnader i synliga rör . . . . . 61
3.2.2	Installationskostnader vid dolda rör . . . . . 63
3.3	Antal mätare vid mätning i varje varmvattenstam . . . . . 63
3.4	Antal mätare vid mätning per hus . . . . . 65
3.5	Installationskostnader för centralavläsning . . . . . 65



4	AVLÄSNING OCH DEBITERING . . . . .	67
4.1	Lägenhetsvis avläsning . . . . .	67
4.1.1	Självavläsning . . . . .	67
4.1.2	Avläsare . . . . .	68
4.2	Centralavläsning . . . . .	69
5	UNDERHÅLL . . . . .	71
6	FASTIGHETSEKONOMISKA KALKYLER . . . . .	73
6.1	Debitering av mät- och varmvattenkostnaden . . . . .	73
6.2	Kalkylmetod . . . . .	75
6.3	Beskrivning av referenshus . . . . .	76
6.4	Avläsningsalternativ . . . . .	77
6.5	Kostnader för material och arbete . . . . .	78
6.6	Årlig kostnad vid kalkylräntan 16 % . . . . .	79
6.6.1	Referenshus 1 . . . . .	81
6.6.2	Referenshus 2 . . . . .	81
6.6.3	Referenshus 3 . . . . .	83
6.6.4	Känslighetsanalys . . . . .	84
6.7	Årlig kostnad vid kalkylräntan 10 % . . . . .	85
6.7.1	Referenshus 1 . . . . .	86
6.7.2	Referenshus 2 . . . . .	87
6.7.3	Referenshus 3 . . . . .	88
6.8	Årlig kostnad vid kalkylräntan 8 % . . . . .	88
6.8.1	Referenshus 1 . . . . .	89
6.8.2	Referenshus 2 . . . . .	90
6.8.3	Referenshus 3 . . . . .	91
6.9	Varmvattenkostnader . . . . .	91
6.10	Erforderlig varmvattenbesparing . . . . .	92
6.11	Sammanfattning . . . . .	93
7	NATIONELLA FASTIGHETSEKONOMISKA KALKYLER . . . . .	97
7.1	Samtliga lägenheter utan mätare . . . . .	98
7.1.1	Kostnader proportionella mot antalet mätare . . . . .	98
7.1.2	Kostnader proportionella mot antalet lägenheter . . . . .	100
7.1.3	Sammanställning av nuvärde . . . . .	101
7.1.4	Varmvattenkostnad . . . . .	102
7.1.5	Erforderlig varmvattenbesparing . . . . .	103
7.1.6	Känslighetsanalys . . . . .	104
7.1.7	Sammanfattning . . . . .	110
7.2	Lägenheter med synliga rör . . . . .	112
7.3	Lägenheter i elementbyggda betonghus . . . . .	114
7.4	Lägenheter i smalhus . . . . .	116
7.5	Lägenheter med volymmätare eller passbit . . . . .	118
7.6	Lägenheter vid nybyggnad . . . . .	121
7.7	Små kollektiv, stamvis mätning . . . . .	125
7.8	Små kollektiv, husvis mätning . . . . .	129
7.9	Sammanfattning . . . . .	131
8	RESULTAT . . . . .	133
	LITTERATURFÖRTECKNING . . . . .	137

## FÖRORD

Enligt Svensk Byggnorm 1980 gäller att bostadslägenhet eller motsvarande skall förseas med anordning som gör det möjligt att bestämma energiförbrukningen för uppvärmning av tappvarmvatten. Till vidare får anordningen ersättas med en avsättning (passbit) för framtida komplettering med mätare. Att mätaren ersätts med en passbit godtas i avvaktan på den pågående statliga utredningens "Individuell värmemätning och debitering" betänkande.

De problem som är förknippade med individuell mätning av energiförbrukningen för tappvarmvatten är av teknisk, ekonomisk och av administrativ natur och sammanhänger bl a med tappvarmvattensystemets uppbyggnad och funktion samt de boendes vanor. Syftet med detta projekt har varit att undersöka olika tekniska lösningar för mätning av energiförbrukningen för tappvarmvatten i flerbostadshus. Resultatet är avsett att utgöra underlag för val av mätsystem i befintliga hus och nybyggnader. Projektet har samordnats med ovanstående utredning genom kontakter med dess sekreterare Johannes Hämler, vilket bl a medfört en inriktning mot metoder för mätning av vattenmängd istället för energimängd. Rapporten redovisar vilka mätare och mätsystem som finns på den svenska marknaden samt vilka kostnader som är förknippade med varmvattensmätning och individuell debitering i flerbostadshus i Sverige. Vidare redovisas en jämförelse mellan kostnaderna för varmvattensmätning och den möjliga besparingen till följd av minskad varmvattenförbrukning. I kostnadsjämförelsen undersöks om varmvattensmätning kan bli självfinansierande varför subventioner i form av räntebidrag ej medräknas.

Huvudvikten av utredningsarbetet har lagts på:

- Lämpligt antal mätutrustningar och placering med hänsyn till rörstammar, fjärravläsning m m utreds utifrån olika typer av flerbostadshus.
- Bedömning av kostnadskonsekvenser vid installation av mätsystem i byggnader.

Följande frågor behandlas översiktligt:

- Inventering av mätsystem och komponenter på marknaden samt pågående utveckling.
- Bedömning av hur sänkt varmvattentemperatur påverkar möjligheterna till mätning.
- Utarbetande av förslag till mätsystem med preciserade egenskapskrav på ingående komponenter.

Utredningsarbetet har bedrivits vid Wahlings Installationsutveckling AB med civilingenjör Sören Lindgren som projektledare och med civilingenjör Arne Jönsson som utredningsman.



## SAMMANFATTNING

Syftet med detta projekt har varit att undersöka olika tekniska lösningar för mätning av tappvarmvatten i flerbostadshus. Resultatet är avsett att utgöra underlag för val av mätsystem. Projektet har samordnats med den statliga värmemätningens utredningen.

Individuell mätning av den förbrukade varmvattenmängden skall ligga till grund för individuell debitering av varmvattenkostnaden. Individuell debitering anses ge upphov till sparsamhet med varmvatten, vilket minskar både vatten- och energikostnaderna.

Vid individuell varmvattenmätning används främst olika former av turbinflödesmätare eller destillationsmätare. Den vanligaste typen av turbinflödesmätare för varmvattenmätning är den enstråliga vinghjulsmätaren. Ett vinghjul med raka vingar eller ekrar träffas av det passerande vattenflödet i form av en stråle. Vinghjulsmätaren är vanligen försedd med ett torrlöpande räkneverk under vakuum. Vinghjulets rotation överförs till räkneverket av magnetiska krafter som verkar genom räkneverkets vägg.

Destillationsmätaren bygger på principen att en vätska destillerar över från ett kärl i kontakt med det varma vattnet till ett annat kärl som står i kontakt med rumsluften. Den mängd vätska som destillerat över anses vara proportionell mot varmvattenförbrukningen, och avläses i skaldelar på mätaren. De avlästa skaldelarna kan endast användas för att fördela en centralt uppmätt varmvattenförbrukning mellan husets olika lägenheter och är inte ett måttetal på den förbrukade vattenmängden.

Mätnoggrannheten för en ny turbinflödesmätare ligger vid varmvattenmätning i en lägenhet kring  $\pm 3\%$  vid normal varmvattenförbrukning. För destillationsflödesmätarna är mätnoggrannheten avsevärt sämre. De undersökningar som utförts i Sverige ger delvis motsäggande resultat, varför det, utgående från de redovisade mätningarna, är svårt att bedöma denna mätares användbarhet.

Turbinflödesmätaren kan avläses direkt i lägenheten av antingen de boende själva eller av en avläsare. Den kan även förses med givare för elektrisk överföring av mätvärdena till centralt placerade räkneverk på en lätt åtkomlig plats i huset, där de kan avläsas av en avläsare. Destillationsmätaren är i sitt nuvarande utförande omöjlig att förse med centralavläsning, men utveckling pågår för att ersätta destillationsampullen med en elektronisk temperaturkännare.

I ca 25 % av lägenheterna i flerbostadshusen saknas varmvattencirkulation (vvc) vilket medför att upp till 15 % av det varmvatten som debiteras lägenhetsinnehavaren kan bestå av kallt vatten som svalnat i rörledningen. I de övriga 75 % av lägenheterna kan denna felaktiga debitering av denna orsak maximalt uppgå till ca 5 %.

Turbinflödesmätarna bör bytas ut med regelbundna intervaller för att de skall bibehålla mätnoggrannheten. Enligt fabrikanternas uppgifter bör mätarna bytas ut vart 3:e till 5:e år.

För att kunna bedöma varmvattenmätning görs två slag av ekonomiska kalkyler avseende turbinflödesmätare, dels en fastighetsekonono-

misk kalkyl där man endast betraktar konsekvenserna i ett hus och dels en nationell fastighetsekonomisk kalkyl där man betraktar hela fastighetsbeståndet i Sverige eller stora kategorier av fastigheter.

Den fastighetsekonomiska kalkylen avser tre referenshus med olika höga installationskostnader för mätarna beroende på hur många mätare som installeras i rör med dold förläggning. Referenshusen är konstruerade så att de i medeltal kräver 1.8 mätare per lägenhet vilket är lika mycket som genomsnittet i landet. Huset bebos av lika många människor per lägenhet som riksgenomsnittet, d v s 1.8. De förbrukar  $22 \text{ m}^3$   $55^\circ\text{C}$ -varmvatten per person och år. Referenshusen har vardera 25 lägenheter.

Den fastighetsekonomiska kalkylen görs för 16 %, 10 % och 8 % real kalkylränta utan hänsyn till räntebidrag på energilånen. Kalkylen görs för de tre avläsningssätten: självavläsning, avläsare och centralavläsning. Varje beräkning omfattar tre olika tänkbara utesittningstider för mätarna, 3, 5 och 8 år. Oljepriset antas stiga med 2 % per år mer än den allmänna prisökningen under hela kalkylperioden 25 år. Kalkylen görs med hänsyn till moms på material och arbete för mätningen och med hänsyn till energiskatt på oljan. Oljepriset sätts till 1 500 kr/ $\text{m}^3$  inkl skatt.

Det avläsningssätt som ger den lägsta totalkostnaden är självavläsning, därefter kommer avläsning med avläsare och den högsta kostnaden får centralavläsning. Centralavläsning blir dyrast främst p g a att mätarna är dyrare och de tillkommande kostnaderna för avläsningscentralen.

Jämförs kostnaderna för mätningen med den möjliga kostnadsbesparingen för varmvatten fås den minsta varmvattenbesparing som mätningen måste ge för att vara lönsam. I referenshus 2 som har 20 % av mätarna installerade i dolda rör krävs en varmvattenbesparing på mellan 28 och 32 % vid kalkylräntan 8 respektive 10 %, vid utesittningstiden 5 år för mätarna och för systemet med självavläsning. Används avläsare ökar den erforderliga varmvattenbesparingen till 32 respektive 35 % vid i övrigt lika kalkylförutsättningar. Vid centralavläsning ökar den erforderliga varmvattenbesparingen till 39 respektive 45 %.

Den erforderliga besparingen för systemet med självavläsning och avläsare gäller under förutsättning att alla läser av och sänder in sina avläsningskort och att avläsare kommer in i alla lägenheter vid ett besök i fastigheten. Enligt nuvarande erfarenheter från varmvattenmätning kan man dock endast räkna med att mellan 70-80 % av lägenheterna kan nås för avläsning på detta sätt. Den verkliga erforderliga varmvattenbesparingen för dessa system kommer därför att ligga några procentenheter högre än de ovan beräknade.

Den nationella fastighetsekonomiska kalkylen görs för installation av varmvattenmätare i alla lägenheter byggda före 1975 som har varmvatten men inte varmvattenmätare i någon form samt för olika kategorier av lägenheter i beståndet och för nybyggda lägenheter. Varmvattenmätningen kostnadsberäknas dels för individuell mätning och debitering i lägenheter samt för mätning och debitering i små kollektiv genomfört i det fastighetsbestånd byggt före 1975 som har varmvatten men inte mätare.



Liksom i den fastighetsekonomiska kalkylen har i den nationella kalkylen beräknats hur stor varmvattenbesparing som erfordras för att kostnaderna för varmvattenmätningen skall uppvägas av värdet av varmvattenbesparingen. I den nationella kalkylen används de reala kalkylräntorna 6 % och 4 %. Oljepriset antas stiga med 2 % mer per år än den allmänna prisökningen. Oljepriset före skatt sätts till 1300 kr/m<sup>3</sup>. Kalkylen görs dessutom med och utan hänsyn till energiskatt som sätts till 15 % på oljepriset. I den nationella kalkylen används nuvärdesmetoden med en kalkylperiod på 25 år.

Vid införandet av varmvattenmätning i de 1,7 miljoner lägenheterna byggda före 1975 som har varmvatten men inte mätare skulle åtgå 3.1 miljoner mätare eller i medeltal 1.8 mätare per lägenhet. Vid 6 % real kalkylränta, utan hänsyn till energiskatt, 5 års utesittningstid för mätarna och vid det billigaste avläsnings sättet, självavläsning krävs 24 % varmvattenbesparing.

Vid införandet av varmvattenmätning i de 1.3 miljoner lägenheter som inte kräver installation av mätare i dolda rör, vilket ger lägre installationskostnader, krävs 22 % varmvattenbesparing under samma kalkylförutsättningar som ovan.

Vid införandet av varmvattenmätning i elementbyggda betonghus, med ca 100 000 lägenheter, krävs också 22 % varmvattenbesparing vid samma kalkylförutsättningar. De elementbyggda betonghusen kräver endast 1.3 mätare per lägenhet men kräver å andra sidan installation av fler mätare i dolda rör.

I smalhusen i Stockholm, med ca 25 000 lägenheter, krävs 17 % varmvattenbesparing för att kostnaderna vid införandet av varmvattenmätning skall uppvägas. Smalhusen kräver endast 1.1 mätare per lägenhet och så gott som samtliga mätare kan installeras i synliga rör vilket ger låga installationskostnader.

I samband med nybyggnad av lägenheter krävs en varmvattenbesparing på 18 % för att uppväga kostnaderna för mätningen, under samma kalkylförutsättningar som ovan.

Den lägsta erforderliga varmvattenbesparingen har alternativet varmvattenmätning i de ca 65 000 lägenheter byggda efter 1975 som redan har volymmätare eller passbit. Där krävs 12 % varmvattenbesparing. I dessa lägenheter behöver den befintliga mätaren troligen bytas ut mot en ny och passbitarna bytas mot mätare.

Skall mätarna avläsas med avläsare krävs ca 5 % högre varmvattenbesparing och skall centralavläsning användas krävs ca 10 % högre varmvattenbesparing än ovan angivna varmvattenbesparingar som gäller självavläsning.

Mätarnas livslängd eller utesittningstid inverkar även på den erforderliga varmvattenbesparingen. Vid 3 års utesittningstid krävs ca 4 % högre varmvattenbesparing än vid 5 års utesittningstid. Skulle mätarna däremot sitta ute i 8 år minskar den erforderliga varmvattenbesparingen med 2 %.

Den dominerande enskilda kostnaden vid införandet av varmvattenmätning och individuell debitering är installationskostnaden för mätarna som uppgår till mellan 30-40 % av det totala nuvärdet av kostnaderna under 25 årsperioden.



Vid införandet av mätning i små kollektiv krävs lägre varmvattenbesparing än vid individuell mätning. Vid stamvis mätning krävs 13 % varmvattenbesparing vid 6 % kalkylränta, 5 års livslängd för mätarna, ingen hänsyn till energiskatt och vid avläsning med avläsare. Vid denna indelning kan kollektiven innehålla 2-10 lägenheter.

Vid husvis mätning krävs 5 % varmvattenbesparing under samma kalkylförutsättningar som ovan. Vid husvis mätning kan kollektivet innehålla mellan 3-1000 lägenheter med ett genomsnitt på 25 lägenheter.

De ovan angivna erforderliga varmvattenbesparingarna gäller vid 6 % kalkylränta. Vid 4 % kalkylränta blir den erforderliga varmvattenbesparingen ca 3 % lägre. Tas hänsyn till 15 % energiskatt på oljepriset kommer den erforderliga varmvattenbesparingen vid 6 % kalkylränta att bli ca 2 % lägre.

Genom att jämföra de erforderliga varmvattenbesparingarna för att varmvattenmätning skall vara lönsamt med de besparingar som uppmätts vid olika försök i Sverige med varmvattenmätning och individuell debitering borde man kunna avgöra om införandet av varmvattenmätning och individuell debitering kommer att bli en lönsam åtgärd eller inte. De utförda undersökningarna av varmvattenmätningens spareffekt ger emellertid inget entydigt resultat. De två undersökningar som utfördes under 50-talet anger spareffekter mellan 40-50 %. Den senaste undersökningen som utfördes under 70-talet anger spareffekter mellan 0-30 %. Man anger i detta fall mellan 20-30 % varmvattenbesparing i två undersökta bostadsområden och 0 % spareffekt i ett område. Eftersom den undre gränsen för spareffekten vid varmvattenmätning anges till 0 % kan inga säkra slutsatser dras utgående från nämnda undersökning.

## 1 ERFARENHETER FRÅN TIDIGARE UNDERSÖKNINGAR

För att kunna bedöma lönsamheten vid individuell mätning och debitering av varmvatten är det väsentligt att veta hur stor förbrukningen är och hur mycket det är troligt att man kan spara.

Energi- eller varmvattenbesparingen vid individuell mätning och debitering av varmvatten har undersökts genom försök tre gånger i Sverige och resultaten har redovisats i byggforskningsrapporter.

Det första projektet var den s k Blackebergsundersökningen som pågick 1955-1957 och som redovisats i (Reijner, 1956). Den gjordes i ett nytt bostadsområde och omfattade ca 100 lägenheter. Den andra undersökningen pågick mellan maj 1959 och maj 1960 i Göteborg och omfattade två bostadsområden med totalt 222 lägenheter. Den redovisas i (Dirke, 1961). Den tredje undersökningen gjordes också i Göteborg, men betydligt senare mellan 1975 och 1977 och omfattade tre flerbostadshusområden med ca 500 lgh. Den redovisas i (Nilsson, 1979).

Varmvattenmätning har behandlats teoretiskt vid ett flertal tillfällen av vilka de statliga utredningarna (Energiprognosutredningen, 1974), (Energiberedskapsutredningen, 1975) och (Installationsbranschutredningen, 1974) innehåller den mest omfattande analysen.

I (Mätning av tappvarmvatten, 1976) redovisas en konferens som VVS-tekniska föreningen anordnade för att informera om den då nya bestämmelsen i Byggnormen om varmvattenmätning i nybyggda flerbostadshus.

(Rejner, 1956) redovisar att energiförbrukningen för varmvattenberedning minskar med 40-50 % till följd av mätning och individuell debitering.

I (Dirke, 1961) har man i de två bostadsområdena uppmätt en medelförbrukning av varmvatten under året till 54 respektive 52 liter/dygn, person. I samma bostadsområde har man i de lägenheter som varit försedda med mätare uppmätt 26 respektive 29 liter/dygn, person. Besparingen blev 52 respektive 44 %. Inom samma projekt har man även mätt den energimängd som lämnar varmvattenberedaren i form av varmt vatten. Räknas besparingen på energimängden blir den 51 respektive 36 %. Varmvattentemperaturen har varit maximalt 80°C då panntermostaterna varit ställda på denna temperatur. Energibesparingen har procentuellt varit mindre än vattenbesparingen vilket är väntat, eftersom systemet är försett med varmvattencirkulation.

Mätningarna enligt (Nilsson, 1979) redovisas i tabellen nedan, som medelvärdet av förbrukningen för de två mätaren.

Tabell 1.1 Varmvattenförbrukning i medeltal under två mätår (Nilsson, 1979)

Område	Varmvattenförbrukning	
	mätare l/dygn, pers	referens l/dygn, pers
1	39	53
2	53	62
3	41	56

För att få fram minskningen i varmvattenförbrukning till följd av mätning och individuell debitering jämförs varmvattenförbrukningen med den totala vattenförbrukningen i fastigheten som antas minska vid införandet av mätning. Då erhålls den s k varmvattenandelen som är en variabel som enligt (Nilsson, 1979) i princip är oberoende av totalförbrukningens storlek. Varmvattenandelen påverkas inte av t ex bortvaro på samma sätt som den absoluta förbrukningen och en jämförelse med denna storhet anser man bör minska den statistiska osäkerheten.

Med denna typ av jämförelse erhålls för område 1 en påvisad varmvattenbesparing på 30-40 % som under normala förhållanden torde reduceras till 20-30 %. Med normala förhållanden menas när det inte förekommer så stor uppståndelse kring varmvattenmätningen som under ett forskningsprojekt med avläsning varje kvartal. I område 1 installerades mätarna i anslutning till undersökningen.

I området 2 fungerar, av mätresultaten att döma, inte varmvattenmätningen som varmvattenbesparande incitament. I område 2 har mätningar pågått sedan tidigare.

I området 3, där mätning också pågått sedan tidigare, tyder den låga varmvattenandelen på att mätningen haft en effekt som motsvarar den som kunnat påvisas i område 1.

Dessa system har varit försedda med varmvattencirkulation så energibesparingen till följd av att varmvattenförbrukningen minskar bör vara mindre än vattenbesparingen räknat i procent av den ursprungliga förbrukningen. Varmvattentemperaturen vid utgången från blandningsventilen har varit 60°C.

Varmvattenförbrukningen per person och dygn har även mätts i Norrköpingsprojektet (Holmberg, 1981). Avsikten med detta projekt har inte varit att studera hur mycket förbrukningen minskar vid individuell mätning och debitering utan istället att studera hur mycket vatten- och energiförbrukningen minskar vid sänkt varmvattentemperatur och vid byte av armaturer. Man har även studerat sammanlagring av olika tappningar. Varmvattenförbrukningen i en lägenhet med både bad, tvättställ och diskådsblandare uppgår enligt dessa mätningar till 74 l/dygn,pers. Dessa siffror baserar sig på mätningar i endast ett hus och har således mycket mindre statistiskt underlag än de tidigare redovisade mätningarna. Varmvattentemperaturen har i detta fall varit 55°C vid utgången från blandningsventilen. Detta system var inte försett med varmvattencirkulation, varför en del av det varmvatten som tappats ut i lägenheterna inte varit varmt, beroende på att det svalnat i ledningarna. En del av den energimängd som

åtgår för att täcka värmeförlusterna från varmvattenledningarna ingår således i den uppmätta varmvattenmängden, vilket till en del kan förklara varför den är större än den uppmätta förbrukningen i de hus som varit försedda med varmvattencirkulation.

I en dansk undersökning av bostädernas energiförbrukning har man på basis av tidigare utförda mätningar kommit fram till en varmvattenförbrukning av 22 m<sup>3</sup> per person och år. (Hansen & Moe, 1975)

De citerade mätningarna visar att varmvattenförbrukningen i lägenheter utan individuell mätning och debitering ligger mellan 70 och 50 liter/dygn,pers. Ett troligt medelvärde på varmvattenförbrukningen ligger kring 60 l/dygn,pers eller 22 m<sup>3</sup>/år,pers.



## 2 MATSYSTEM OCH KOMPONENTER

### 2.1 Mätmetoder

Syftet med varmvattenmätning är att fastställa den energi- eller vattenmängd som förbrukats under viss tid av en bestämd förbrukare, eller att få ett mätvärde som är proportionellt mot den förbrukade energi- eller vattenmängden. Mätningen används för att fördela kostnaden för varmvattnet på respektive förbrukare.

Att genom mätningar fastställa den i form av varmvatten förbrukade energimängden är komplicerat, utom då varmvattnet bereds lokalt med elenergi. En mätning av energimängden kräver att både varmvattenflödet och temperaturskillnaden mellan varm- och kallvatten mäts samt en integrerande funktion i energimätaren som beräknar energimängden. Detta gör energimätare dyra och svåra att installera.

Då varmvattentemperaturen i praktiken ofta är konstant kan man nöja sig med att bestämma varmvattenvolymen och i efterhand beräkna den förbrukade energimängden i varmvattnet.

Då man använder destillationsmätare fås ett mätvärde som är proportionellt både mot den förbrukade varmvattenmängden och det förbrukade varmvattnets temperatur. Detta mätvärde används för att fördela den centralt uppmätta energiförbrukningen på de olika förbrukarna i förhållande till respektive förbrukares mätvärde. I fortsättningen förutsätts att varmvattnet mäts genom volymmätning eller med destillationsmätare.

#### 2.1.1 Volymmätare

För att mäta en vattenvolym som passerat ett mätställe kan man använda ett flertal principer av vilka några redovisas i tabell 2.1 nedan. I tabellen anges även vilka principer som är tänkbara och vilka som redan nu används för varmvattenmätning.

Tabell 2.1 Principer för att bestämma en vattenvolym som passerat ett mätställe och användbarhet för varmvattenmätning

Mätprincip	Användbarhet
1. Mätkärl	
2. Vägning	
3. Displacementmätare	används
4. Turbinflödesmätare	används
5. Rotameter (Svävkroppsmätare)	
6. Strypbricka och manometer	
7. Strypmunstycke och manometer	
8. Venturirör och manometer	
9. Pitotrör och manometer	
10. Strömningsmotstånd mot kropp i vätska	
11. Temperaturhöjning vid tillförel av känd värmeeffekt	används
12. Elektromagnetisk induktion	tänkbar
13. Dopplerrörskjutning (ultraljud)	tänkbar



Tabell 2.1 forts

Mätprincip	Användbarhet
14. Fluidistorer	används
15. Avlösningensfrekvens i virvelgata	
16. Kropp som följer med vätskan	tänkbar
17. Överfall	

Denna lista gör inget anspråk på att vara fullständig. Flera av de ovan nämnda metoderna kan kombineras.

Mätkärl och vägning, som är de noggrannaste mätmetoderna, tar för stor plats för att kunna användas för varmvattenmätning.

Displacementmätaren, vilken även kallas förskjutningsmätare eller volymmätare, används vanligen för kallvattenmätning men förekommer även i utförande för varmvattenmätning. Den behandlas i ett eget avsnitt.

Turbinflödesmätaren finns i ett flertal utföranden och är den ojämförligt vanligaste mätprincipen för att mäta både kall- och varmvatten inom ett mycket stort flödesområde, varför även denna mätprincip behandlas mer ingående i ett särskilt avsnitt.

Rotametern eller svävkroppsmätaren ger endast ett momentant värde på flödet som måste integreras i tiden för att man skall få fram den vattenmängd som passerat mätstället. Den kräver att flödet är konstant under en viss tid, för att mätaren skall kunna ställa in sig på rätt mätvärde, vilket inte är fallet i ett varmvattennät.

Mätprinciperna 6-9 som använder en manometer för indikering av en tryckskillnad har nackdelen att utslaget är proportionellt mot kvadraten på flödet vilket ger mycket dålig noggrannhet för små flöden, och medför att dessa metoder inte kan användas i ett tappvattensystem.

Även metoden som använder strömningsmotståndet mot en nedsänkt kropp i vätskan ger ett utslag som är proportionellt mot kvadraten på flödet vilket ger mycket dålig noggrannhet för små flöden.

Temperaturhöjning vid tillförsel av känd värmeeffekt kräver relativt stora effekter vid mätning i vätskor, varför den främst används för gasflöden. En variant på denna princip är att i stället mäta energibehovet för att ge vattenflödet en känd temperaturhöjning. Denna mätprincip motsvarar lokal varmvattenberedning, där man för att få ned effektbehovet kan använda lokala varmvattenackumulatorer. Används elenergi för varmvattenberedningen kan energibehovet enkelt mätas med förbrukarens elmätare.

Vid mätmetoder som bygger på elektromagnetisk induktion mäts den spänning som induceras i den strömmande vätskan då den passerar ett magnetfält vinkelrät mot strömningsriktningen. Elektromagnetiska mätare används främst i förorenade vätskor, eftersom den inte har några rörliga delar och den ger ingen förträngning av ledningen. En elektromagnetisk mätare med noggrannheten  $\pm 2\%$  avsedd att monteras i rör med 25 mm diameter

kostar ca 7000 kr. Elektromagnetiska mätare med den i detta sammanhang höga mätnoggrannheten  $\pm 0,2\%$  kostar ca 15000 kr inklusive förstärkare och räkneverk.

Flödesmätare med ultraljud som bygger på dopplerförskjutning finns i två principiellt olika utföranden. Dels mätare som har två sändare-mottagare placerad upp- respektive nedströms varandra. Dels mätare med enbart en sändare-mottagare.

Den mätare som har två sändare-mottagare registrerar frekvensskillnaden för en signal som sänts med respektive motströms flödesriktningen och man kan på så vis bestämma flödeshastigheten och därmed volymflödet i ett rör med känd diameter. Metoden används vanligen i förorenade vätskor och fördelarna är att det inte finns några rörliga delar i vätskan och ingen förträngning i röret. En ultraljudsmätare enligt två sändare-mottagare principen kostar för anslutning i ett rör med 200 mm diameter ca 25000 kr.

Den mätmetod som har enbart en sändare-mottagare bygger på att man registrerar frekvensskillnaden mellan den signal som sänts ut och den som reflekterats från partiklar i vätskan. På så sätt kan man bestämma flödeshastigheten och därmed volymflödet i ett rör med känd diameter. Metoden är analog med polisens radar för hastighetskontroller där en radiovåg sänds ut och reflekteras mot det föremål vars hastighet skall mätas. Därefter registreras den reflekterade signalens frekvens och hastigheten kan beräknas. Metoden har fördelen att sändaren-mottagaren kan placeras direkt utanpå rörväggen hos det rör i vilket man önskar bestämma flödet och på ett instrument avläsa strömningshastigheten. Eftersom metoden kräver att det skall finnas partiklar i vattnet är den inte lämplig att använda för så rent vatten som tappvatten. Metoden ger en mätnoggrannhet av  $\pm 5\%$  -  $10\%$ . Ett portabelt instrument enligt en sändare-mottagarprincipen kostar ca 6.000 kronor.

Fluidistorer kan användas för att generera en frekvens som är proportionell mot flödet. Man kan registrera antalet växlingar i strömningsriktningen i fluidistorn för att få ett tal som är proportionellt mot det flöde som har passerat mätaren. Denna typ av mätare används för mätning av hetvattenflöden.

Avlösningsfrekvensen i en sk von Karmans virvelgata kan användas för att bestämma flödeshastigheten, metoden kräver att flödet inte varierar, vilket gör den olämplig för tappvattenmätning.

Kroppar som följer med vätskan kan användas på flera sätt t ex att man tar tiden för att en kropp som följer med vätskan skall gå en viss sträcka, eller att man låter en kula sättas i rotation i en kammare av vattenströmmen. Den vattenvolym som passerat kammaren är proportionell mot antalet varv som kulan roterat i kammaren.

Överfall kan endast användas för flödesmätning vid en fri vattenyta, vilket man inte har vid tappvattenmätningar.

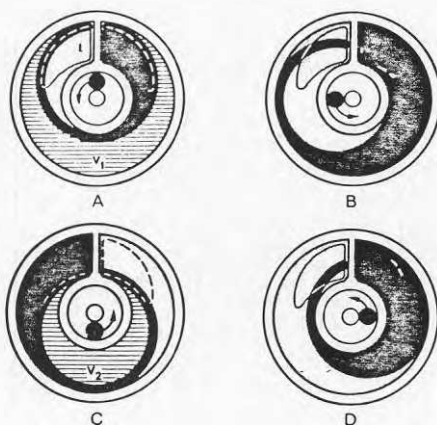
Av de uppräknade principerna för volymmätning är det således displacementmätare och turbinflödesmätare som är bäst lämpade för varmvattenmätning. Av dessa finns det ett flertal olika prin-

ciper och mätarförförändaren som har olika karaktäristiska egenskaper och som är lämpade för olika typer av mätning.

### Displacementmätare

En displacementmätare, förskjutningsmätare eller volymmätare kännetecknas av att vattenvolymen måste passera ett avgränsat utrymme med en geometrisk bestämd volym vilket ger dessa mätare god mät noggrannhet även vid små flöden. Det är endast läckaget mellan de ytor som avgränsar mätvolymen som reducerar mät noggrannheten.

De vanligast typerna av displacementmätare är ringkolvmätare, vippskivemätare, skruv- eller imo-mätare och ovalhjulsmätare. De tre första typerna används för kallvattenmätning, medan ovalhjulsmätaren främst används för oljemätning.



Figur 2.1 Funktionssätt för en ringkolvmätare (Z & I, 1981)

En ringkolvmätare med den maximala kapaciteten 3000 l/h har en mät noggrannhet på  $\pm 2\%$  i flödesområdet 3000-150 l/h och i flödesområdet 150-10 l/h är den relativa mät noggrannheten  $\pm 5\%$ .

En imo-mätare med den maximala kapaciteten 4000 l/h har en relativ mät noggrannhet på  $\pm 2\%$  i flödesområdet 4000-25 l/h och den relativa mät noggrannheten  $\pm 5\%$  i flödesområdet 25-15 l/h. Dessa mätartyper används främst för mätning av tappkallvatten.

Det finns ringkolvmätare även för mätning av varmvatten i lägenheter som den franska Flonic-Schlumberger. Den importeras av AB Hydrometer. Mätaren har en maximal kontinuerlig belastning på  $1,5 \text{ m}^3/\text{h}$  ( $0,42 \text{ l/s}$ ) och en mät noggrannhet på  $\pm 2\%$  ned till 20 l/h och  $\pm 5\%$  ned till 12 l/h. Mätarens startvärde är endast

3 l/h vid installation i valfri riktning.

Antalet gånger som den geometriskt bestämda volymen fyllts och tömts på vatten registreras av ett räkneverk som med<sup>3</sup>lämplig utväxling visar vattenvolymen direkt i liter eller m<sup>3</sup>.

Beroende på mätarens konstruktion kan räkneverket konstrueras som torr- eller våtlöpande. Vid ett torrlöpande räkneverk finns en vattentät platta mellan vätskesidan och räkneverket och impulserna till räkneverket överförs vanligen magnetiskt, men även packboxar har förekommit. Ett våtlöpande räkneverk är fyllt av samma vatten som passerar mätaren, vilket innebär att impulserna till räkneverket kan överföras mekaniskt utan några läckageproblem i ev packboxar. Användningen av våtlöpande mätare begränsas av vattenkvaliteten. Är vattnet järnhaltigt så kan föroreningar fällas ut på glaset och i själva räkneverket så att avläsning omöjliggörs.

#### Turbinflödesmätare

I en turbinflödesmätare sätts turbinhjulet i rotation av det vattenflöde som passerar mätaren. Turbinhjulets rotation är proportionell mot det vattenflöde som passerar mätaren. Antalet varv som turbinhjulet roterat registreras av ett räkneverk som beroende på utväxling visar vattenvolymen direkt i liter eller m<sup>3</sup>.

I turbinflödesmätaren måste inte vattenvolymen passera ett geometriskt avgränsat utrymme, utan den kan teoretiskt sett passera mätaren utan att turbinhjulet roterar. Detta medför att man inte kan registrera så små vattenflöden som i en deplacementmätare med samma maximala mätkapacitet, eftersom turbinhjulet kräver ett visst minsta vattenflöde för att rotera. Det minsta vattenflödet bestäms för en viss mätarstorlek av hur vattnet träffar turbinhjulet och på hur stor friktion det finns i upphängning, överföring till räkneverket och i själva räkneverket.

Turbinflödesmätarna kallas även hastighetsmätare och finns i två huvudutföranden: med raka eller med vridna skovlar. De turbinflödesmätare som har raka skovlar kallas vanligen vinghjulsmätare och de med vridna skovlar kallas vanligen turbinflödesmätare eller i ett speciellt utförande Woltmanmätare.

Vinghjulsmätarna används för mindre och Woltmanmätarna för större vattenflöden. Både vinghjul- och Woltmanmätarna kan användas för kallvatten, varmvatten och hetvattenmätning.

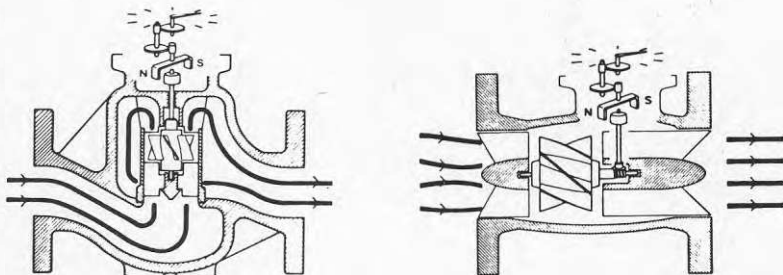
Skillnaden mellan en vinghjulsmätare och en Woltmanmätare är att i vinghjulsmätaren har turbinhjulet raka skovlar som träffas av en roterande vattenström. Vattenströmmen sätts i rotation av en insats i mätaren som riktar vattnet mot vinghjulet så att detta bringas att rotera.

I en Woltmanmätare har turbinhjulet vridna skovlar som roterar i den vattenström som passerar mätaren utan att själv rotera. Woltmanmätaren kan kalibreras genom att vrida en fast skovel som är placerad i vattenströmmen omedelbart före turbinhjulet. Den fasta skoveln ger den passerande vattenström-

men större eller mindre rotation innan den passerar turbinhjulet som på så sätt kan fås att rotera snabbare eller långsammare.

### Woltmanmätare

Woltmanmätarna tillverkas med turbinhjul som har lodrät eller vågrät rotationsaxel enligt figur 2.2. De med lodrät rotationsaxel är avsedda för mindre flöden, från det maximalt tillåtna flödet vid kortvarig överbelastning  $20 \text{ m}^3/\text{h}$  för en mätare med anslutningsnummer 50 till ca  $200 \text{ m}^3/\text{h}$  vid anslutningsnummer 150. Mätare med vågrät rotationsaxel klarar under samma förutsättningar av  $350 \text{ m}^3/\text{h}$  vid anslutningsnummer 150 och  $4000 \text{ m}^3/\text{h}$  vid anslutningsnummer 500.

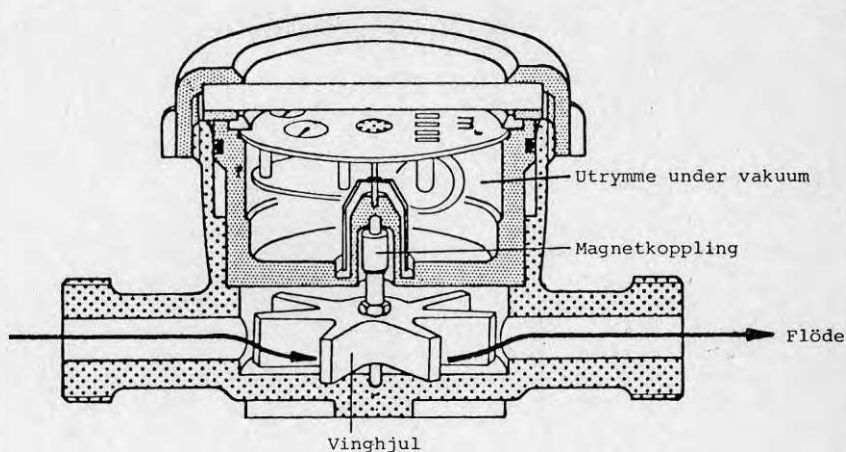


Figur 2.2 Woltmanmätare med lodrät och vågrät rotationsaxel (Z & I, 1981)

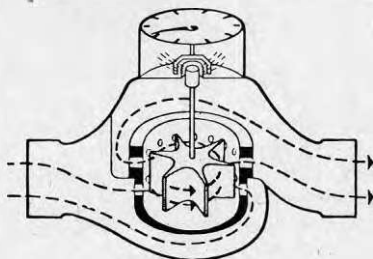
### Vinghjulsmätare

Vinghjulsmätare finns av två typer, enstråliga figur 2.3 och flerstråliga figur 2.4.





Figur 2.3 Enstrålig vinghjulsmätare (Nilsson, 1979)



Figur 2.4 Principskiss över flerstrålig vinghjulsmätare (Z & I, 1981)

Att en mätare är enstrålig innebär att vinghjulet träffas av endast en vattenstråle. I en flerstrålig mätare delas det passerande vattenflödet upp på flera vattenstrålar som träffar vinghjulet. Att vattenflödet delas upp på flera delstrålar innebär att vinghjulet blir likformigt belastat. Då det träffas av en stråle kommer det att bli belastat på endast ena sidan vilket medför att krafterna på lagringen blir större än i en flerstrålig mätare. Att krafterna på lagringen ökar innebär att den slits snabbare. Då vattenmätaren används för varmvattenmätning



har den kort drifttid, ca en h per dygn vid installation av en mätare per lägenhet, varför förslitningens inverkan på livslängden är av en helt annan storleksordning än för de vattenmätare som används för värmemätning. De har oftast en drifttid på 24 h/dygn.

Dessa båda typer kan på samma sätt som displacementmätarna vara antingen våtlöpare eller torrlöpare. Vid torrlöpare är räkneverket torrt och vinghjulets rotation överförs magnetiskt till räkneverket. Vid våtlöparna är räkneverket fyllt med samma vatten som finns i tappvattennätet.

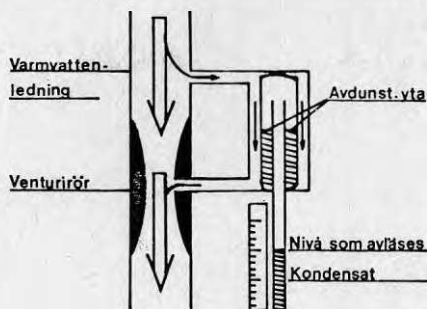
### 2.1.2 Destillationsmätare

Destillationsmätaren eller avdunstningsmätaren i figur 2.5 ger ett utslag som är ungefär proportionellt mot skillnaden i temperatur mellan avdunstningsytan och kondensationsytan och den tid som temperaturskillnaden funnits. Utslaget har dock en liten avvikelse mot de angivna faktorerna p g a att ångtryckskurvan för arbetsmediet inte är linjär utan ökar mer än linjärt mot temperaturen. Detta bör inte ha någon större inverkan eftersom varmvattentemperaturen är ungefär konstant och mätaren har konstruerats för denna temperatur. Att utslaget är proportionellt mot temperaturen innebär att mätaren inte ger något utslag för kallt vatten som passerar mätaren t ex i ett varmvattensystem utan varmvattencirkulation.

Mätaren ansluts i varmvattenledningen genom att ett venturirör skärs in i ledningen med klämringsskopplingar. Genom venturiröret avläskas en delström av varmvattenflödet ut i själva mätaren där delströmmen värmer avdunstningsytan. Kondensationsytan befinner sig i rumstemperatur varför arbetsmedium p g a ångtrycksskillnaden går från avdunstningsyta till kondensationsyta, där mediet samlas och mängden kan avläsas mot en skala.

Mätfelet vid denna typ av mätning kommer delvis från den vattenmängd som befinner sig runt avdunstningsytan. För att mätaren skall ge utslag måste en tillräckligt stor del av detta vatten bytas ut mot varmt vatten vilket kräver att tappningarna har en viss längd och ett visst flöde. När vattenmängden runt avdunstningsytan bytts ut kommer mätaren att fortsätta ge utslag så länge som detta vatten är varmare än kondensationsytan. Destillationen fortsätter således tills vattnet i mätaren har svalnat. Mätutslaget kommer således att vara beroende av tappningarnas längd och fördelning i tiden.

Som tidigare nämnts registrerar destillationsmätaren inte vattenvolymer, utan dess mätutslag används för att fördela den i hela huset totalt förbrukade varmvattenmängden mellan de olika lägenheterna eller tappställena.



Figur 2.5 Destillationsmätare för varmvatten (Principskiss)  
(Hedlund, 1974)

## 2.2 Tekniska data för varmvattenmätare

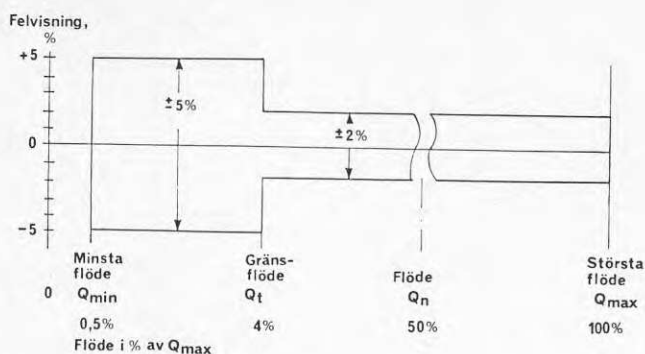
En vattenmätares (volymmätares) användningsområde anges av ett antal flöden som karakteriserar mätaren.

För kallvattenmätare finns en fastlagd terminologi utgiven av bl a Svenska Vatten och Avloppsverksföreningen, Publikation VAV P 34, där man i viss mån beaktat normer och bestämmelser i andra europeiska länder, i första hand EG-länderna. I denna terminologi anges följande flöden:

- $Q_{max}$  Största flöde, det största flöde vid vilken mätaren kan arbeta under begränsad tid utan att skadas och utan att tillåtna felgränser och tryckfall överskrids.
- $Q_{min}$  Det minsta flöde vid vilket mätaren skall börja mäta inom felgränserna.
- $Q_t$  Gränsflöde, det flöde som skiljer det under mätområdet från det övre.
- $Q_n$  Flödesvärde definierat som  $0,5 Q_{max}$ , detta flöde används vid provning och justering av mätaren.

Felgränserna i det undre mätområdet är  $\pm 5\%$  relativt fel av flödet. Felgränserna i det övre mätområdet är  $\pm 2\%$  relativt fel av flödet. Det övre flödesområdet sträcker sig ända upp till det största flödet  $Q_{max}$ .

De uppräknade värdena och felgränserna visas i figur 2.6.



Figur 2.6 Felgränser för vattenmätare (VAV, P34)

För varmvattenmätare anges normalt de karaktäristiska flödena med en annan terminologi, särskilt då det gäller största flöde.

Varmvattenmätarens storlek eller nominella storlek anges nästan alltid vid ett tryckfall av 100 kPa (10 m vp) över mätaren oberoende av om mätaren klarar av ett så högt tryckfall utan att gå sönder. Därefter anges den maximalt tillåtna överbelastningen eller kortvarigt tillåtna överbelastningen, varje tillverkare eller försäljare har något olika namn på detta värde. I storleksordning kommer sedan den tillåtna kontinuerliga belastningen som mätaren klarar av under en längre tid, detta flöde kallas vanligen tillåten kontinuerlig belastning. Därefter kommer gränsflödet, även kallat övre skiljegräns vid vilket det relativa felet överstiger  $\pm 2\%$ . Det minsta flödet eller undre skiljegräns anger det flöde vid vilket mätaren ger mindre relativt fel än  $\pm 5\%$ .

Det lägsta flödet som anges för varmvattenmätare är startflödet eller startvärde vid vilket mätaren börjar rotera eller att ge utslag.

De flöden som anger noggrannhetsgränserna i det lägre flödesområdet är gemensamma med terminologin för kallvattenmätare medan gränserna i det övre flödesområdet, för vad mätaren tål eller skall användas vid avviker och varierar dessutom mellan olika fabrikanter eller försäljare.

#### Material i mätare

Enligt anvisningarna för kallvattenmätare från VAV-föreningen skall vattenmätare vara så konstruerad och utförd av sådant material att den kan fungera under en lång tidsperiod och vara säker mot otillbörliga ingrepp och bedrägeri.

I SBN 80 sägs i anvisning 51:162 att ventiler, rördelar o d inuti ledningssystemet godtas utförda med vattenberörda delar i material som har tillräcklig korrosionshärdighet. Zinkhaltiga kopparlegeringar förutsätts ha tillfredsställande härdighet mot avzinkning.

För att kunna användas i hela landet utan föregående undersökning av vattnets aggressivitet bör mätaren således vara utförd av en avzinkningshärdig legering. Statens planverk har typgodkänt ett 30-tal legeringar som har tillfredsställande avzinkningshärdighet avsedda att användas för armatur.

Mässings avzinkningshärdighet beror till största delen på dess sammansättning. Är kopparhalten högre än 85 % är materialet så gott som immunt. Av tillverknings- och prisskäl är kopparhalten i armaturmässing vanligen mellan 61-65 %. Avzinkningshärdigheten kan förbättras starkt genom små tillsatser av As eller Sb. (arsenik eller antimon) Att en legering är typgodkänd innebär inte att den är helt immun mot avzinkning, men den har en väsentligen större avzinkningshärdighet än armaturmässing. Eftersom inte ens typgodkända legeringar är helt immuna bör vattenverket tillse att vattenkvaliteten är god och att man inte t ex genom olämplig avhärdning förvandlar ett ur avzinkningssynpunkt bra vatten till ett aggressivt vatten. (Linder, 1981)

### 2.3 Dimensionering av varmvattenmätare

Vid dimensionering av kallvattenmätare tillåts tryckfallet över mätaren att uppgå till högst 50 kPa (5 m vp) vid sannolikt flöde för de anslutna abonnenterna, enligt VAV P34.

För varmvattenmätare finns inga, av någon organisation eller myndighet fastställda dimensioneringsregler. Fabrikanterna har olika terminologi när det gäller att ange vilka dimensionerande data mätaren har. Gemensamt är dock att man anger mätarens nominella kapacitet vid ett tryckfall över mätaren på 100 kPa (10 m vp) oberoende om mätaren tål detta flöde eller ej. Vanliga maximala flöden som mätaren skall dimensioneras efter är, maximal kortfristig överbelastning, maximalt tillåten kontinuerlig belastning eller maximal belastning. Överbelastning av mätaren kan innebära att den havererar eller ger felaktigt utslag.

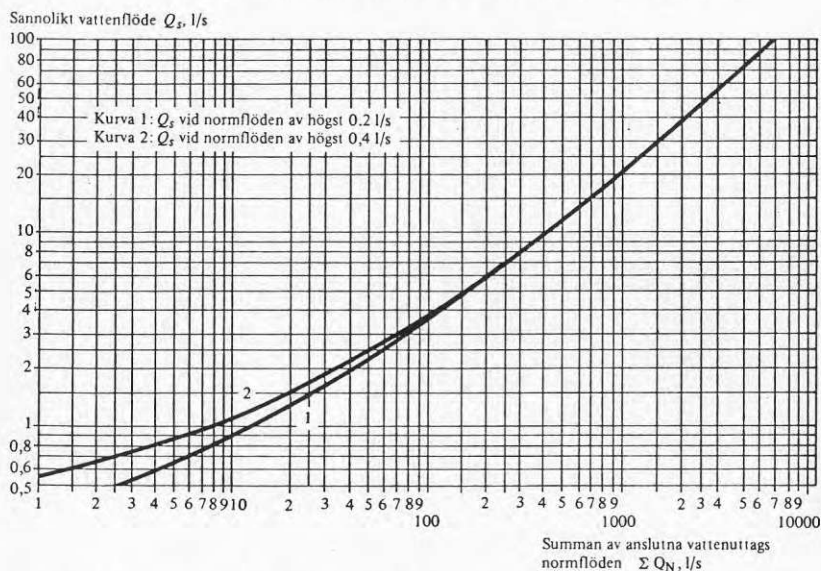
I ett tappvattensystem installeras mätaren vid lägenhetsvis mätning i vad SBN 80 kallar kopplingsledningen. Kopplingsledningen avgrenar sig från den vanligtvis lodräta fördelningsledningen och leder in vattnet till tappställena i lägenheten. Enligt SBN 80 förutsätts kopplingsledningar dimensionerade efter det anslutna normflödet och fördelningsledningar förutsätts dimensionerade för det flöde som vid anslutna normflöden sannolikt kan förväntas ske vid ett sannolikt flöde. Vidare tillåts att det verkliga flödet avviker från normflödet mellan 70 % och 150 % beroende på vilken våning i huset tappstället är beläget. Vid dimensionering av varmvattenmätare måste man se till att inte mätarens maximala eller den kortvarigt tillåtna överbelastningen överskrids av flödet i kopplingsledningen.

Enligt SBN 80 är normflödena för olika tappställen för varmvatten enligt tabell 2.2.

Tabell 2.2 Godtagna normflöden för olika installationsenheter för tappvatten

Installationsenhet	Normflöde, $Q_N$ , l/s Varmvatten
Badkar	0,4
Dusch	0,2
Disklådsblandare	0,2
Tvättställ	0,1
Bidē	0,1
Tappventil över golvbrunn e d	0,2

Vid omräkning mellan summan av anslutna vattenuttags normflöden till sannolikt vattenflöde används figur 2.7 enligt SBN 80.



Figur 2.7 Godtaget sannolikt vattenflöde för fördelningsledning i bostäder, kontor o d. (SBN 80)

Ur tabell 2.2 kan utläsas att det största enskilda tappstället i en lägenhet är badkaret som har ett normflöde på 0,4 l/s eller ca 1,5 m<sup>3</sup>/h. De därefter största tappställena är dusch- och diskblåsblandare med 0,2 l/s eller 0,7 m<sup>3</sup>/h. Om endast en mätare finns per lägenhet kommer summa normflöde för bad, diskblåsblandare och tvättställ att uppgå till 0,7 l/s eller 2,5 m<sup>3</sup>/h. Finns flera mätare per lägenhet så att endast badkars- och tvättställsblandare kommer att anslutas till samma mätare kommer summa normflöde för den mätaren att uppgå till 0,5 l/s eller 1,8 m<sup>3</sup>/h.

Dessa dimensioneringsprinciper för varmvattenledningar, den s k



klenrördimensioneringen, började att användas på slutet av 60-talet.

Före klenrördimensioneringen användes flödet ur ett normaltappställe som grund för dimensioneringen av varmvattenledningarna. Ett normaltappställe motsvarar flödet ur en 13 mm tappventil vid övertrycket 5 m vattenpelare (50 kPa) vilket är 0,3 l/s. Övriga tappställens nominella kapacitet anges i delar av normaltappställets enligt tabell 2.3 (VVS-handboken).

Tabell 2.3 Omräkning av tappställen till normaltappställen för varmvattenledningar.

Kar- och duschblandare	=	2 normaltappställen
Blandare för dusch	=	1 normaltappställe
Blandare för bidé	=	1 normaltappställe
Blandare för tvättställ	=	1 normaltappställe
Disklådsblandare	=	1 normaltappställe
Tappventil 13 mm	=	1 normaltappställe
Tappventil 19 mm	=	2,5 normaltappställen

I en lägenhet med bad, tvättställ och disklåda anslutna till samma mätare kommer denna att ha en ansluten kapacitet på 4 normaltappställen vilket motsvarar 1,2 l/s eller 4,3 m<sup>3</sup>/h.

Dessa värden på normflöden är i den äldre bebyggelsen endast riktvärden och kan ha större avvikelse från normflödet än den tillåtna i moderna varmvattensystem d v s min 70 % och maximalt 150 % av normflödet. Därför bör man före installation genom mätningar kontrollera vilka maximala flöden som kan komma att gå genom mätaren.

#### 2.4 Avläsningssystem

Varmvattenmätarna kan avläsas på det inbyggda räkneverket där den vattenmängd som passerat mätaren anges i m<sup>3</sup> och ev i decimaldelar av m<sup>3</sup>.

På de flesta varmvattenmätarna kan man ersätta det ordinarie räkneverket med ett räkneverk som är försett med impulsgivare för fjärröverföring av mätvärden till en avläsningscentral. Impulsgivaren, i princip en kontakt som sluts då en viss vattenvolym passerat mätaren, ger en elektrisk puls som via en svagströmsledning överförs till ett räkneverk i avläsningscentralen. Räkneverket i avläsningscentralen är också graderat i m<sup>3</sup>. Räkneverken drivs vanligen med transistorer som styrs av impulsgivaren, vilket ger lägre strömmar och därmed lägre belastning och högre livslängd på kontakten i impulsgivaren.

Räkneverket kan förses med ström antingen från batterier eller från nätet via ett spänningsaggregat eller i enklare utföranden direkt från en transformator.

Avläsningscentralerna kan innehålla upp till 120 räkneverk och de kan även användas för registrering av t ex kallvatten- eller elförbrukning.

Vid inkoppling av varmvattenmätare med kontaktverk för fjärravläsning kan man i de flesta fall använda gemensam återledning från



samtliga anslutna mätare och om man har två eller flera mätare per lägenhet kan dessa anslutas till samma ledning. Oberoende av antalet mätare per lägenhet behövs det således endast en dubbel elledning från varje lägenhet fram till den gemensamma återledningen där det räcker med en enkelledning per lägenhet och en återledning som är gemensam för alla lägenheter som är anslutna till samma avläsningscentral. Den utgående spänningen från avläsningscentralen till varmvattenmätarna ligger vanligen mellan 12 och 24 V, varför svagströmsledningar kan användas vid inkopplingen.

Ledningsdragningen i befintliga hus kan utföras separat med egen håltagning genom bjälklagen. Det finns även möjlighet att, om televerket ger sitt godkännande, dra avläsningsledningarna gemensamt med teleledningarna i samma slitsar, vilket skulle göra installationen billigare. Installationen av fjärravläsning i ett befintligt hus är till sin karaktär lika med installationen av centralantenn för radio och TV.

Avläsningscentralen placeras vanligen i källaren eller på ett ställe där avläsaren enkelt kan komma åt att avläsa den. Avläsning kan ske manuellt genom att varje värde skrivs av på en lista eller på ett avläsningskort, genom att avläsningscentralen fotograferas av och fotot avläses manuellt eller automatiskt vid beräkningen av varmvattenkostnaden. Fotografering av räkneverk används för närvarande av televerket vid avläsning av samtalsräknare i telefonstationer.

Avläsningscentralen kan också avläsas elektroniskt genom att man ansluter en bärbar mätbandspelare med en kontakt till varje räkneverk varvid mätvärdet automatiskt spelas in på en kassett. Kassetten spelas sedan automatiskt av i den dator som beräknar och debiterar varmvattenkostnaden.

Det är även möjligt med en ytterligare centralisering av avläsningen via separata ledningar eller teleledningar från avläsningscentralerna i husen till ännu större centraler där databearbetning och debitering kan ske.

## 2.5 Mätnoggrannhet

### 2.5.1 Volymmätare

Mätfelet vid mätning av varmvatten beror av mätarens gränsflöde, minsta flöde, tappningskurvas form och tappningarnas sammanlagring.

Mätarens maximala relativa mätfel anges till mindre än  $\pm 2\%$  för flöden större än gränsflödet och mindre än  $\pm 5\%$  för flöden större än mätarens minsta flöde. Dessa två flöden är karakteristiska för mätarstorlek och fabrikat. Det totala mätfelet för den upp-tappade mängden varmvatten beror av tappningskurvas form, då en del av varmvattenmängden tappas upp med ett flöde understigande mätarens gränsflöde, respektive understigande mätarens minsta flöde. Gränsflöde och minsta flöde anges av mätarförsäljarna.

Tappningskurvas form är däremot svårare att fastställa, men med hjälp av mätningar som utförts av Statens institut för byggnadsforskning inom "Norrköpingsprojektet" och som redovisas i (Holmberg, 1981) kan man ungefärligt bestämma tappningskurvornas form för

olika tappställen.

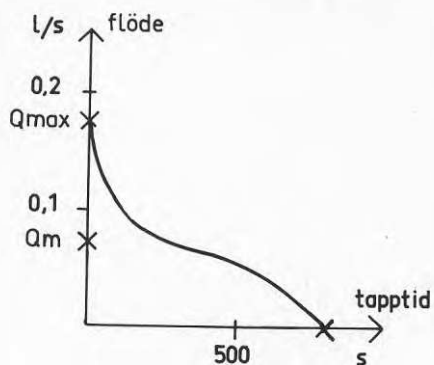
Sammanlagringen mellan olika tappställen, d v s hur ofta tappställen anslutna till samma mätare är öppna samtidigt, har även studerats i (Holmberg, 1981) och anges i sannolikheter för att det förekommer tappning vid ett tappställe. Då man endast studerar mätare i en lägenhet kan man i de flesta fall försumma sammanlagringseffekten, då t ex endast en person bor i lägenheten är det sällsynt att mer än ett tappställe är öppet samtidigt. Sammanlagringen av flöden från flera tappställen ökar mätnoggrannheten jämfört med att endast ett tappställe är öppet samtidigt, och då denna beräkning fastställer det största mätfelet, räknas i fortsättningen som om endast ett tappställe är öppet samtidigt.

Ur (Holmberg, 1981) hämtas uppgifter om medelflöde, medeltapptid, mängd och antalet tappningar per lägenhet och dygn ur tappställen disk, tvättställ och bad vilket redovisas i tabell 2.4.

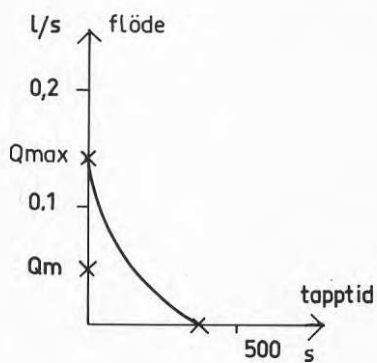
Tabell 2.4 Max flöde, medeltapptid, antal tappningar per dygn och lägenhet och upptappad mängd per dygn och lägenhet

	Maxflöde l/s	Medeltapptid s	Antal tappn. st/lgh d	Mängd l/lgh d
Disk	0,175	27	29	58
Tvätt	0,14	26	14	19
Bad	0,226	168	2	42

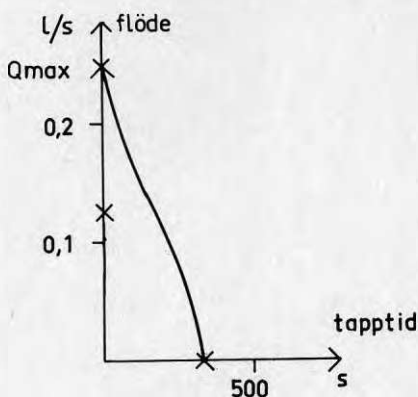
Genom att multiplicera medeltapptiden med antalet tappningar per dygn erhålls den sammanlagda tapptiden per dygn för varje tappställe. Med hjälp av det beräknade medelflödet och maxflödet uppritas därefter de ungefärliga tappkurvorna för respektive tappställe enligt figur 2.8-2.10. Man skall märka att kurvornas förlopp mellan maxflöde och sammanlagda tapptiden är ett skattat förlopp och skall endast användas för att ge en uppfattning av mätfelet vid varmvattenmätning.



Figur 2.8 Skattad tappkurva för diskblåsblandare, per dygn och lägenhet



Figur 2.9 Skattad tappkurva för tvättställ, per dygn och lägenhet



Figur 2.10 Skattad tappkurva för badkar, per dygn och lägenhet

#### Beräkning av mätnoggrannhet

I de skattade tappkurvorna i figur 2.8-2.10 läggs gränsflödet och minsta flödet in för en mätare med en maximal kapacitet på  $3 \text{ m}^3$  som monterats vågrät. Gränsflöde  $150 \text{ l/h}$  ( $0,04 \text{ l/s}$ ) och minsta flöde  $30 \text{ l/h}$  ( $0,008 \text{ l/s}$ ).

Vid denna beräkning skall det maximala mätfelet fastställas varför alla flöden större än gränsflödet antas uppmätta med mätnoggrannheten  $\pm 2 \%$ , flöden större än det minsta flödet antas uppmätta med noggrannheten  $\pm 5 \%$  och alla flöden mindre än det minsta flödet antas uppmätta med mätfelet  $\pm 100 \%$  d v s att de registreras ej av mätaren trots att de överstiger mätarens startflöde. Vidare antas att mätfelet adderas till varandra på det mest ogynnsamma sättet, trots att de i verkligheten delvis kompenserar varandra genom att felvisningen både är positiv och negativ.

Resultatet av felberäkningen visas i tabell 2.5.

Tabell 2.5 Maximalt mätfel, maximalt relativt mätfel och totalt maximalt mätfel och relativt mätfel för samtliga tappställen

	Max mätfel $\text{l/lgh d}$	Max relativt mätfel %
Kök	1,5	2,5
Tvätt	0,7	3,6
Bad	<u>0,85</u>	<u>2,0</u>
Totalt	3,05	2,5

Det maximala totala mätfelet på de 120 l/gh d som tappas i de tre tappställena uppgår till ca 3 l/gh d vilket ger ett relativt fel på 2,5 %. Den högsta relativa mätnoggrannheten som kan erhållas med denna beräkningsmetod är 2 % vilket är mätarens noggrannhet om samtliga flöden översteg gränsflödet. Att det förekommer flöden under gränsflödet och under mätarens minsta flöde tycks inte påverka mätnoggrannheten i nämnvärd utsträckning med detta val av mätare.

För att studera inverkan av att placera mätaren lodrät, vilket ger ett högre minsta flöde, görs en ny beräkning på samma sätt som den föregående, utgående från samma tappningskurvor, men med minsta flödet 60 l/h (0,016 l/s). Resultatet visas i tabell 2.6.

Tabell 2.6 Maximalt mätfel, maximalt relativt mätfel och totalt maximalt mätfel och relativt mätfel för samtliga tappställena

	Max mätfel l/gh d	Max relativt mätfel %
Kök	2,0	3,4
Tvätt	1,2	6,5
Bad	<u>0,85</u>	<u>2,0</u>
Totalt	4,05	3,4

Då mätarens minsta flöde fördubblas ökar det totala mätfelet från ca 3 till 4 liter och det totala relativa mätfelet ökar från 2,5 till 3,4 %.

För att åskådliggöra mätfelens ekonomiska betydelse sätts varmvattenförbrukningen per person och år här till 20 m<sup>3</sup>. Med nuvarande vatten och oljepriser kostar en m<sup>3</sup> varmvatten ca 15 kr. Varmvattenförbrukningen per person kostar således 300 kr per år.

Mätfelet i det första fallet där mätarens minsta flöde var 30 l/h kan således medföra en felaktig debitering med högst 7:50 per år, och med ett minsta flöde på 60 l/h kan den felaktiga debiteringen högst uppgå till ca 10 kr per år.

I de fall att mätarna håller den angivna mätnoggrannheten under hela mätperioden kommer inverkan från mätfelet att vara försumbar vid mätning med de volymmätare som förekommer på den svenska marknaden, avsedda för lägenhetsvis mätning. Man bör notera att denna felberäkning även gäller vid placering av en mätare per tappställe eftersom detta installationssätt inte kan ge någon sammanlagring mellan mätarna. Den verkliga mätnoggrannheten är större än den här beräknade eftersom mätfelena inte adderas och eftersom det kan förekomma sammanlagring mellan tappställena. Beräkningen förutsätter dock att den av tillverkarna angivna noggrannheten uppfylls.

En ev framtida sänkning av varmvattentemperaturen kommer inte att påverka mätnoggrannheten märkbart. Eftersom en sänkt varmvattentemperatur medför ökad varmvattenförbrukning kommer detta att medföra att varmvattenflödena i figur 2.8-2.10 kommer att höjas utan att den sammanlagda tapptiden per dygn ökar. Detta ger en

obetydlig ökning av mätnoggrannheten eftersom större del av det flöde som går genom mätaren kommer att tappas vid flöden som är större än det minsta flödet eller gränslödet.

En sänkt varmvattentemperatur minskar även problem med avlagringar och korrosion i själva mätaren.

### 2.5.2 Destillationsmätare

Vid en test av destillationsmätare på Statens provningsanstalt (Statens provningsanstalt, 1979) under hösten 1979 kopplades 10 mätare i serie så att de genomströmmades av samma vattenflöde. Flödet var vid de tre försöken 3 l/min (0,05 l/s), 6 l/min (0,1 l/s) och 12 l/min (0,2 l/s). De respektive flödena strömmade genom mätarna under 30 sekunder var 20:e minut.

Mätarna avlästes före och efter provperioden och ändringen i skalvärde noterades.

Under hela försöket var varmvattentemperaturen 52°C.

Under första försöket var ändringen i skalvärde i medeltal 9,31 enheter, standardavvikelsen 1,17 och variationsvidden 4,0 skaldelar, d v s den mätare som visade mest visade 4,0 skaldelar mer än den som visade minst.

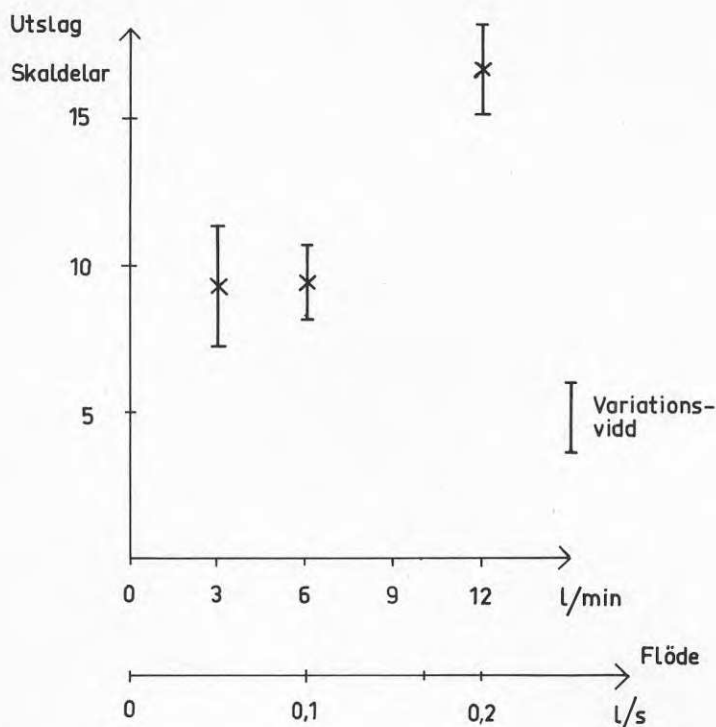
Under andra försöket var ändringen i skalvärde i medeltal 9,34 skaldelar, standardavvikelsen 0,85 och variationsvidden 2,6 skaldelar.

Det tredje försöket gav en ändring i antalet skaldelar på 16,75 i medeltal för de tio mätarna. Standardavvikelsen blev 1,00 och variationsvidden 3 skaldelar.

Denna mätserie har ritats upp i figur 2.11 där man ser att mätarna inte börjar skilja på olika flödesstorlekar förrän vid flöden över 6 l/min, vilket motsvarar normflödet för ett tvättställ. Man bör dock notera att det sätt som använts vid varmvattentappningen d v s att tappa varmvatten under 30 sekunder var 20:e minut inte motsvarar det normala sättet att tappa varmvatten i en lägenhet där tappningarna dels varierar i längd och storlek och är ojämnt fördelade i tiden, med längre uppehåll t ex nattetid. Med hänsyn till destillationsmätarens konstruktion påverkar varmvattentappningens fördelning i tiden utslaget, varför det är svårt att på bas av dess mätningar uttala sig om mätnoggrannheten i en verklig installation. Den kan troligen vara antingen sämre eller bättre än vad detta försök visat.

Enligt prov vid Institutionen för Kylteknik KTH 1951-52 visade denna typ av mätare tillfredsställande noggrannhet. (Hedlund, 1974)





Figur 2.11 Utslag som funktion av flödet genom destillationsmätare (Statens provningsanstalt, 1979)

I (Reijner, 1956) har man undersökt destillationsmätarnas mätnoggrannhet genom att montera två mätare av olika fabrikat på samma varmvattenledning och därefter jämföra deras utslag. Om man antar att båda mätarfabrikaten har samma tillförlitlighet och att spridningen är oberoende av värmemängden blir spridningen för en lägenhet  $\pm 21\%$  uttryckt i procent av lägenheternas medelförbrukning. Det statistiska underlaget för denna bedömning av mätnoggrannheten är endast 10 lägenheter vilket anses vara för litet för att "göra någon säker utsago".

Mätnoggrannheten för destillationsmätare är avsevärt sämre än för volymmätare. Med ledning av (Reijner, 1956) är mätfelet ca 10 gånger större, vilket kan ge en avvikelse i debiteringen med 75 kr per år och person.

Mätnoggrannheten för destillationsmätare är otillfredsställande undersökt och de undersökningar som gjorts ger motsägande resultat. Sålunda skulle mätaren enligt provningen på Statens provningsanstalt vara helt oanvändbar, medan provningen på KTH 1951-52 resulterade i att mätaren hade tillfredsställande noggrannhet.

I detta sammanhang vore det av intresse att avgöra vilken mätnoggrannhet som krävs vid tappvattenmätning för att mätningen skall kunna ligga till grund för en rättvis debitering av varmvattenkostnaden och därmed ge den avsedda spareffekten.

Då destillationsmätarens mätnoggrannhet är otillfredsställande utredd är det svårt att bedömma hur en framtida sänkning av varmvattentemperaturen skulle inverka på mätnoggrannheten.

En sänkt varmvattentemperatur minskar dock problemen med avlagringar och korrosion i varmvattenmätarna.

## 2.6 Varmvattencirkulation

Vid varmvattenmätning kommer en volymmätare alltid att registrera den mängd kallt vatten som svalnat i ledningen fram till tappstället. Detta medför att denna kallvattenmängd kommer att debiteras förbrukaren som om den vore varmvatten. Den mängd kallt vatten som debiteras beror av varmvattensystemets konstruktion, främst på om systemet har varmvattencirkulation (vvc) eller ej.

I moderna flerbostadshus, byggda enligt den VA-byggnorm som utkom 1970 är den största tillåtna väntetiden från det att tappventilen öppnas till det att varmt vatten kommer fram 10 s. Denna väntetid medför vid normflöde att ca 1 l kallt vatten tappas ur varmvattentappventilen innan det varma vattnet kommer fram.

I flerbostadshus byggda enligt VA-byggnorm 1970 behövde inte vvc-ledningen installeras i hus upp till tre våningars höjd exkl källare. I ett hus med tre våningar och utan vvc-ledning i stammarna kan man på översta våningen få tappa ca 3 l vatten som avsvannat, innan det varma vattnet kommer.

I samband med ombyggnad tillät SBN 75 att man uteslöt vvc-ledningar i hus upp till fem våningars höjd. På översta våningen i ett sådant hus kan man få tappa 5 l kallt vatten ur varmvattentappkranen innan det varma vattnet kommer fram.

I hus som helt saknar vvc kan mängden svalnat vatten vara avsevärt större och ha större variation mellan olika hus. T ex på 3:e våningen i ett gårdshus, där pannrummet ligger i gathuset kan man få tappa upp till ca 15 l kallt vatten innan det varma vattnet kommer fram till tapstället.

Det är ca 25 % av alla lägenheter som saknar vvc (Erikson & Hammarsten, 1979) och där således mängden kallt vatten innan det varma kommer fram till tapstället kan vara högst 15 l.

De övriga 75 % av lägenheterna har vvc antingen i de horisontella eller i både horisontella och vertikala ledningar och här är således den maximala mängden kallt vatten 3-5 liter. I ca 60 % av lägenheterna går vvc-ledningarna även upp i de vertikala ledningarna vilket ger en maximal mängd kallt vatten på ca 1 l innan det varma vattnet kommer fram.

För att någon boende skall drabbas av att han får betala för den mängd varmvatten som svalnat i ledningen krävs att samma boende upprepade gånger tappar ur ledningens kalla vattenmängd. Detta inträffar om han bor på översta våningen i huset och dessutom är

den som tappar varmvatten först på morgonen av de som är anslutna till samma varmvattenledning. Om den boende t ex p g a sitt arbete tappar varmvatten först under 200 dagar per år kommer han att få betala för  $200 \times 15 = 3000$  l kallt vatten per år. Vid ett varmvattenpris på  $15 \text{ kr/m}^3$  kommer den boende att debiteras 45 kr extra per år för det kalla vattnet. Den totala varmvattenförbrukningen för en person är ca  $22 \text{ m}^3$  per år vilket innebär att han får betala ca 15 % för hög varmvattensavgift. Bor två personer i den översta lägenheten kommer den procentuella merkostnaden att minska till ca 7 % per år eftersom att den totala vattenförbrukningen i lägenheten ökar till  $44 \text{ m}^3$  per år. I hus med vvc i de horisontella ledningarna kommer feldebiteringen till följd av tappning av svalnat vatten maximalt att uppgå till 5 % om en person bor i lägenheten och 2,5 % om två personer bor i den högst belägna lägenheten och de tappar varmvatten först på morgonen.

#### Komplettering med varmvattencirkulation

För att kunna eliminera olägenheten med att debitera det vatten som svalnat i ledningen som varmvatten, kan man förse huset med varmvattencirkulation (vvc) i efterhand.

Det är i de flesta fall möjligt att komplettera de hus som saknar vvc i den horisontella ledningen eftersom här kan ledningsdragningen ske i husets källare där rören oftast är åtkomliga. En sådan komplettering kan minska mängden svalnat vatten från ca 15 till 3-5 liter per tappning. Kompletteringen kostar i storleksordningen 800 kr per lägenhet i ett hus med 25 lgh.

En komplettering med vvc även i de vertikala ledningarna är i de flesta fall inte möjlig annat än i samband med ombyggnad. Då kommer den att kosta ca 1300 kr per lägenhet i ett hus med 25 lgh. En komplettering med vvc även i de lodräta ledningarna nedbringar mängden kallt vatten ur varmvattenkranen till ca 1 liter per tappning.

Kostnaden för komplettering med vvc består av ledningar med isolering, vvc-pump och ev komplettering med blandningsventil efter varmvattenberedaren samt arbetskostnader för installation.

Genom att i stället för vvc-ledning dra en självreglerande elvärmeledning tillsammans med den horisontella ledningen kommer man i från kostnaden för vvc-pump och komplettering av blandningsventil. Detta system kan reducera kostnaden med ca 200 kr per lägenhet till ca 600 kr/lgh i ett hus med 25 lägenheter.

## 2.7 Marknadsinventering

På den svenska marknaden finns ett flertal företag som säljer varmvattenmätare, men ingen som har egen tillverkning i Sverige av själva mätaren utan dessa importeras från Tyskland, Schweiz, Frankrike eller Danmark.

Nedan följer en genomgång av de olika mätartyper för varmvattenmätning som säljs i Sverige uppdelad efter mätartyp.

1. Ringkolvmätare
2. Enstrålig vinghjulsmätare

3. Flerstrålig vinghjulsmätare
4. Turbinflödesmätare
5. Destillationsmätare

Woltmanmätarna är avsedda för avsevärt större flöden varför de ej tas med i denna genomgång.

De angivna priserna gäller utan moms.

### 2.7.1 Ringkolvmätare

Ringkolvmätare för varmvattenmätning säljs endast av ett företag i Sverige:

AB Hydrometer  
Stockholmsvägen 35  
194 00 Upplands Väsby

Mätaren tillverkas av Flonic-Schlumberger i Frankrike, av enligt uppgift avzinkningshärdig mässingslegering i mätarhuset. Själva mätkammaren är av syntetiskt material.

Mätaren har använts som flödesgivare i värmemängdsmätare. Den kan installeras oberoende av orientering.

Tabell 2.7 Tekniska data för VOLUMAX

Storlek m <sup>3</sup> /h	3,0
Kontinuerligt till- låten belastning m <sup>3</sup> /h	1,5
Gränsflöde l/h ± 2 %	20
Minsta flöde l/h ± 5 %	12
Startflöde l/h	3
Bygglängd mm	105
Anslutningar	R1/2"

Mätaren finns i två utföranden, med och utan impulsgivare för fjärravläsning och kan anslutas till AB Hydrometers avläsningscentraler.

Den kostar mellan 200-400 kr/st beroende på om den är försedd med fjärravläsning och på i vilket antal den köps.

### 2.7.2 Enstråliga vinghjulsmätare

Denna mätartyp är den vanligast förekommande för varmvattenmätning. Den har ett okomplicerat utförande och får därigenom ett relativt lågt pris. Denna mätartyp säljs av ett flertal firmor enligt följande:

AB Hydrometer  
Stockholmsvägen 35  
194 00 Upplands Väsby

Dessa enstråliga vinghjulmätare tillverkas av Gas- und Wassermesserfabrik AG Luzern i Schweiz. De har räkneverk under vakuum och är tillverkade av typgodkänd avzinkningshärdig mässingslegering (Essmatur).

Tabell 2.8 Tekniska data för EVM-Perfekt och FVM

	EVM-Perfekt	EVM-Perfekt	FVM
Storlek m <sup>3</sup> /h	1	2	1,5
Maximalt tillåten belastning m <sup>3</sup> /h	0,9	1,8	1,1
Kontinuerligt tillåten belastning m <sup>3</sup> /h	0,6	1,2	0,9
Gränsflöde l/h + 2 %	60	85	50
Minsta flöde l/h ± 5 %	30	50	30
Startflöde l/h	14	16	14
Bygglängd mm	130	130	110
Anslutningar	R1/2"	R1/2"	R1/2"

Mätarna kan förses med impulsgivare för fjärravläsning.

Centrala avläsningsenheter kan fås för 1, 4, 8, 12, 16, 24 eller 120 räkneverk.

EVM-Perfekt kostar vid köp av 100-200 mätare ca 180 kr/st, vid ännu större köp, 10.000-tal kan priset komma ned i 150 kr/st. Impulsgivare för fjärravläsning kostar ca 90 kr/st.

Avläsningscentraler kostar med endast ett räkneverk ca 150 kr, och med 24 räkneverk kostar avläsningscentralen 800 kr vilket motsvarar 35 kr per räkneverk.

AB Svensk Värmemätning SVM  
Domnarvsgatan 33  
163 91 Spånga

SVM säljer tysktillverkade varmvattenmätare i två storlekar. De är tillverkade i en avzinkningshärdig mässingslegering och levereras vanligen med vattenmätarkopplingar.

Tabell 2.9 Tekniska data för SVMV-4-1-4-1

	ansl 15	ansl 20
Storlek m <sup>3</sup> /h	3	5
Maximal belastning (vid 10 m vp) m <sup>3</sup> /h	3	5
Gränsflöde l/h ± 2 %	150	250
Minsta flöde l/h ± 5 %	35	50
Bygglängd mm	110	130
Anslutning på mätaren	R3/4"	R1"
Anslutning på kopp- lingshylsorna	R1/2"	R3/4"

Mätarna kan levereras med kontaktverk för fjärravläsning. Fjärravläsningscentraler finns i storlekarna 8, 16, 24 och 32 räkneverk.

Mätaren i storlek 3 m<sup>3</sup>/h kostar med räkneverk för manuell avläsning ca 100 kr/st och med impulsgivare för fjärravläsning ca 175 kr/st vid köp i stora kvantiteter över 100 st.

Mätaren i storlek 5 m<sup>3</sup>/h kostar med manuell avläsning ca 145 kr/st och med impulsgivare för fjärravläsning ca 190 kr även detta vid köp i större kvantiteter.

Fjärravläsningscentralen med 32 räkneverk kostar ca 3.600 kr vilket ger ett pris per räkneverk på 110 kr.

Vid utbyte av mätare kostar en nyrenoverad mätare 65 % av ovanstående priser.

Ahlsell VVS  
Stockholm

Denna enstråliga vinghjulsmätare tillverkas av Bopp & Reuther i Tyskland. Huset tillverkas av mässing som enligt uppgift är absolut korrosionsbeständig. Den kan installeras i alla inbyggnadslägen med endast den skillnaden att mätarens minsta flöde vid vertikalt montage är det dubbla mot horisontellt montage.

Tabell 2.10 Tekniska data för AVi 3115 (ETW 90)

Storlek m <sup>3</sup> /h	3
Kontinuerligt till- låten belastning m <sup>3</sup> /h	3
Gränsflöde l/h +2 %	120



Tabell 2.10 forts

Minsta flöde l/h ± 5 %	30 horisontell, 60 vertikal
Bygglängd mm	130
Anslutning	R3/4"

Mätaren kostar vid köp i antal över 100 st ca 100 kr/st. Den finns ännu inte i utförande med fjärravläsning, men detta utförande kommer att marknadsföras inom en snar framtid.

CA Mörk AB  
Box 12068  
402 41 Göteborg

Denna mätare tillverkas i Schweiz och kan monteras både horisontellt och vertikalt. Den har torrlöpande räkneverk.

Tabell 2.11 Tekniska data för ETR-M

Normalbelastning vid 1,75 m yp tryckfall m <sup>3</sup> /h	1,2
Gränsflöde l/h + 2 %	60
Bygglängd mm	130
Anslutning	R3/4"

Denna mätare kostar vid köp av 100 st, 245 kr/st med räkneverk för manuell avläsning.

Ido AB  
Storgatan 46  
104 04 Stockholm

Idos varmvattenmätare tillverkas av Kalormess i Tyskland och kan användas både för varmt och kallt vatten. Den är den enda varmvattenmätaren på den svenska marknaden som har våtlöpande räkneverk. Huset i mätaren är enligt uppgift av avzinkningshärdig mässingslegering.

Tabell 2.12 Tekniska data för EW 075 och EW 100

	EW 075	EW 100
Storlek m <sup>3</sup> /h	3	5
Gränsflöde l/h ± 2 %	150	150
Minsta flöde l/h ± 5 %	25	25
Startflöde l/h	25	25

Tabell 2.12 forts

Bygglängd mm	110	130
Anslutning	R3/4"	R1"

Mätarna kan förses med impulsgivare för fjärröverföring.

Avläsningscentralerna kan ha 1,2,3 eller 12 räkneverk.

Varmvattenmätaren i storleken 3 m<sup>3</sup>/h kostar 105 kr/st vid köp av 1 st utan fjärröverföring och 195 kr/st med. Vid köp i stora kvantiteter ca 2000 st kostar den utan fjärröverföring 86 kr/st och med 160 kr/st.

Avläsningscentraler för 3 mätare kostar 435 kr och för 12 mätare ca 1.400 kr vilket per räkneverk blir 115 kr.

REGAB Reglerarmatur AB  
Importgatan 2  
422 46 Hisings Backa

REGAB importerar det italienska vattenmätarfabrikatet MADDALENA som finns i utförande för varmt vatten. Den är en flerstrålig vinghjulsmätare som finns med både vått och torrt räkneverk. Materialet i mätaren är valt för lång och problemfri service.

Tabell 2.13 Tekniska data för MADDALENA typ DS 70 storlek 10-13 och 20 mm

Storlek m <sup>3</sup> /h	5
Max kontinuerligt flöde under 1 h m <sup>3</sup> /h	2,5
Gränsflöde 1/h ± 2 %	150

VVS Agenturer i Malmö AB  
Sallerupsvägen 140  
212 28 Malmö

Detta företag importerar mätaren Satam.

Zander & Ingeström  
Box 12088  
120 23 Stockholm

Zander & Ingeström importerar Aquastar, en Schweisisk mätare som tillverkas av Aquametro.

Mätaren tillverkas i mässing.

Tabell 2.14 Tekniska data för Aquastar EMW

Storlek m <sup>3</sup> /h	3
Maximalt flöde under kortare tid m <sup>3</sup> /h	3
Gränsflöde l/h	150
Minsta flöde l/h	30

Utan fjärravläsning kostar mätaren 150 kr/st vid köp av 20 st mätare. Med impulsgivare för fjärravläsning kostar den ca 265 kr/st. Räkneverket för centralavläsningen kostar mellan 200-250 kr/st.

### 2.7.3 Flerstråliga vinghjulsätare

Denna mätartyp används vanligen som flödesmätare i värmemängdsmätare och som kallvattenmätare. Den är något dyrare än den enstråliga mätaren.

Armaturljonnson  
Fröfastegatan 71  
421 31 Västra Frölunda

Mätaren tillverkas av Spanner-Pollux i Tyskland. Denna mätare har en annorlunda uppbyggnad än övriga mätare. Den består av ett T-stycke som ansluts till vattenledningen och som vattnet kan strömma genom även när inte mätaren är installerad i T-stycket. Vid installation av mätaren skruvas en stor plugg ur T-stycket och själva mätarhuset inskruvas i samma gänga. T-stycket fungerar således som passbit då mätaren inte är monterad. Vid byte av mätare lossas den gamla mätaren ur T-stycke och den nya skruvas fast.

T-stycket tillverkas i rödgods SIS 5130 och mätarhuset i pressmässing SIS 5168 med en kopparhalt av 59 %.

Mätaren kan monteras både vertikalt och horisontellt, med en viss förändring i minsta flödet.

Tabell 2.15 Tekniska data för AJ 7080 Istameter

Storlek m <sup>3</sup> /h	3,15
Maximalt flöde m <sup>3</sup> /h	3
Gränsflöde l/h ± 2 %	150
Minsta flöde l/h ± 5 %	30 horisontellt, 60 vertikal
Startflöde	3 horisontellt, 15 vertikal
Bygglängd	100 mm

Mätaren kan levereras med räkneverk försett med impulsgivare för fjärröverföring.

Vid köp av denna mätare måste man först ha T-stycket som kostar ca 55 kr/st därefter mätarhuset som kostar ca 200 kr utan möjlighet till fjärravläsning. Ett mätarhus med impulsgivare för fjärravläsning kostar ca 300 kr.

Avläsningscentralen kostar 1.000 kr för skåpet där upp till 16 räkneverk kan placeras och därutöver 85 kr per räkneverk. Skåpet med 16 räkneverk kostar således ca 2.400 kr eller 150 kr per räkneverk.

För att ansluta T-stycket till röret tillkommer klämringskopplingar och en Ballofixventil för ca 40 kr per mätare.

AB Stjärnvärme  
Box 1030  
430 80 Hovås

Denna mätare tillverkas av Valmet AB, Instrumentfabriken i Finland. Själva mätarhuset är av syrafast stål enligt SIS 142343 och det är därmed uteslutet att den kan drabbas av avzinkningsproblem. Mätinsatsen är tillverkad av värmebeständig plast och mätaren kan användas för temperaturer upp till 120°C. Mätaren används även som flödesgivare i värmemätare. Den har torrlöpande räkneverk med magnetisk överföring mellan vinghjul och räkneverk.

Tabell 2.16 Tekniska data för Valmet MT 2,5 A-serie, DN15, DN20

Högsta tillåtna kortvariga flöde m <sup>3</sup> /h	2,5
Högsta tillåtna kontinuerliga flöde m <sup>3</sup> /h	1,25
Gränsflöde l/h ± 2 %	75
Minsta flöde l/h ± 5 %	25
Startflöde l/h	12-15
Bygglängd mm	130, 190

Mätaren kostar ca 220 kr st exklusive moms, vid köp i mindre antal. Skall mätaren förses med fjärravläsning tillkommer en impulsgivare för ca 75 kr per mätare och en avläsningscentral med 30 räkneverk kostar ca 7000 kr, vilket blir 230 kr per räkneverk.

#### 2.7.4 Turbinflödesmätare

Turbinflödesmätare har till skillnad från vinghjulsmätarna vridna skovlar på sitt turbingjul. Den importeras och säljs av:

Profa  
Box 7054  
103 82 Stockholm

Mätaren tillverkas av Brunata i Danmark. Den har en annan uppbyggnad än övriga mätare. Den består i princip av tre delar:

- mätarhus
- kapsel
- räkneverk

Mätarhuset har anslutningar som kopplas till vattenledningen och är försett med ett lock som skruvas fast i mätarhusets ovansida.

Kapseln innehåller turbinen och en del av växeln som överför mätvärden till räkneverket. Den placeras i mätarhuset som försluts med locket. Vid service av mätaren behöver endast kapseln med turbinen bytas. Mätarhuset är tillverkat i mässing och kapseln i syntetmaterial.

Räkneverket placeras ovanpå mätarhuset och överföringen sker magnetiskt genom mätarhusets lock.

Mätaren kan monteras både horisontellt och vertikalt med en ändring av måtnoggrannheten som följd.

Tabell 2.17 Tekniska data för Brunata

Storlek m <sup>3</sup> /h	3
Kontinuerligt tillåten belastning m <sup>3</sup> /h	1,5
Maximal belastning per dygn m <sup>3</sup> /dygn	3
Gränsflöde l/h ± 2 %	150
Minsta flöde l/h ± 5 %	40 horisontell, 60 vertikal
Startflöde l/h	14
Bygglängd mm	85 respektive 130

Mätaren kan förses med impulsgivare för fjärröverföring till central avläsningsenhet.

Vid köp av en mätare kostar den 198 kr/st försedd med räkneverk för direktavläsning. För fjärravläsning kostar den 245 kr/st. En kapsel med turbin kostar 95 kr/st vid köp av en st.

Ett batteridrivet räkneverk för centralavläsning kostar 310 kr. Avläsningscentraler med 4 räkneverk kostar 1.100 kr och med 16 räkneverk kostar den 3.400 kr per central, vilket ger 210 kr per räkneverk.

### 2.7.5 Destillationsmätare

För tillfället är det endast ett företag som importerar och säljer destillationsmätare för varmvattenmätning, men det finns även företag som har kontakt med destillationsmätartillverkare.

ISS Clorius Värmemätning AB  
Surbrunnsgatan 6  
411 19 Göteborg

Detta företag importerar och säljer den danska destillationsmätaren Clorius. Den har ett U-rör vars ena skänkel är vätskefylld och i kontakt med varmvattenmätarens varma del. Den andra skänkeln har rumstemperatur. Vid varmvattentappning värms den vätskefyllda skänkeln och vätskan förångas och destillerar över till den skänkel som har rumstemperatur. Den mängd vätska som destillerat över kan avläsas på en skala vars värde anses proportionellt mot varmvattentemperaturen och den tappade varmvattenmängden. Det avlästa skalvärdet används för att fördela den i huset totalt förbrukade varmvattenmängden mellan de olika lägenheterna.

För destillationsmätarna kan man inte ange dimensionerande flöden och mätnoggrannheter som för volymmätarna. Denna typ av mätare är inte känslig för överbelastning som volymmätarna eftersom den inte har några rörliga delar och eftersom utslaget är proportionellt både mot vattentemperatur och vattenmängd är det svårt att ange någon form av mätnoggrannhet.

Mätarna är relativt billiga och kostar inklusive montering vid köp av en mätare 173 kr och vid köp över 100 st 152 kr/st.

Montering är relativt enkel då man skär in ett venturirör i vattenledningen. Ovanstående priser gäller under förutsättning att ledningen är lätt åtkomlig.

Mätaren måste läsas av och förberedas för ny mätperiod av en särskild avläsare en gång per år. Denna mätartyp kan inte förses med fjärravläsning men utvecklingsarbete pågår för att kunna ersätta vätskeampullen med en elektronisk temperaturgivare. Givarens signaler skulle kunna användas för fjärröverföring till en centralt placerad avläsningsenhet.

Destillationsmätare tillverkas även av samma företag som tillverkar turbinflödesmätaren för varmvatten nämligen Brunata. Den har en vätskeampull som värms av varmvatten varvid vätskan destillerar över i mätröret enligt figur 2.5. Den installeras på samma sätt som Coroiusmätaren genom att ett venturirör skärs in i varmvattenledningen för att kunna länka av det delflöde som värmer vätskeampullen.

Eftersom denna mätare inte importeras finns ingen prisuppgift för den svenska marknaden. I Tyskland kostar den inklusive montering och armatur ca 62 DM vilket med en kurs av 2:20 kr/DM motsvarar ca 140 kr per st vid installation av mätare i ett hus med minst 10 lägenheter. (Ruhrgas)



## 2.8 Möjligheter att påverka mätresultaten

Vid individuell mätning av varmvatten kan man tänka sig att lägenhetsinnehavarna kommer att försöka påverka mätresultaten så att **en lägre varmvattenförbrukning** än den verkliga används vid debiteringen. Detta kan ske på flera olika sätt, beroende på mätare och avläsningssystem.

### 2.8.1 Volymmätare

Då man använder volymmätare kan man använda tre olika avläsningssystem självläsning, avläsning med avläsare och centralavläsning. Sätten att påverka mätresultaten kan delas in i åtgärder som påverkar själva mätaren, avläsningen eller avläsningssystemet.

För att påverka mätaren kan man tänka sig ett flertal metoder vilka är möjliga att förhindra genom lämplig konstruktiv utformning. Förbikoppling av mätaren kan endast göras genom ingrepp i rörsystemet, så att man skär in ett T-rör före och efter mätaren för att kunna leda varmvattenflödet förbi mätaren. Denna metod är relativt svår att genomföra och enkel att upptäcka vid besiktning i efterhand. En likartad metod är vändning av mätaren så att vattenflödet går baklänges, varvid räkneverket antingen står stilla eller går baklänges. Denna metod är enklare att utföra och vänds mätaren rätt innan den skall avläsas är det svårt att upptäcka om den varit vänd eller ej. Denna metod kan enkelt förhindras genom att man plomberar en av anslutningsmuttrarna så att mätaren inte kan skruvas loss utan att den brutna plomberingen upptäcks vid avläsning eller byte av mätaren.

Plombering av en av mätarens anslutningar kan även förhindra att mätaren kopplas loss och ersätts med en passbit. Losskoppling av mätaren är relativt enkel genom att den är försedd med en avstängningsventil strax före mätaren.

På vissa mätartyper är det möjligt att demontera själva räkneverket utan att mätaren börjar läcka. För att förhindra detta är räkneverket försett med en plombering som måste brytas för att kunna demontera räkneverket.

På de flesta mätare finns det möjlighet att ändra mätarens justering från utsidan. Samtliga dessa mätare är dock försedda med plombering av justerskruven varför man vid avläsning och byte av mätare kan upptäcka om plomberingen brutits.

Då överföringen mellan vinghjul och räkneverk sker genom att permanentmagneter påverkar varandra skulle man kunna tänka sig att påverka överföringen genom yttre magnetfält, men då överföringen sker genom mångpoliga magneter är den relativt okänslig för yttre magnetfält.

Slutligen kan åverkan på mätaren användas för att sätta den ur funktion, t ex att räkneverket slås sönder, mätaren tas loss och vinghjulets rotation stoppas genom att ett främmande föremål förs in i mätaren. Det är svårare att angripa själva mätarhuset eftersom mätaren då skulle börja läcka. Om mätaren slagits sönder är enkelt att upptäcka vid avläsning och för att hindra att vinghjulets rotation stoppas genom främmande föremål används på samma sätt som tidigare plombering av mätarens anslutningsmuttrar. För

att förhindra att t ex en stältråd förs in i mätaren vid ena anslutningen måste man plombera båda anslutningarna. Det främmande föremålet kan dock upptäckas vid avläsning genom att mätaren inte rört sig från föregående avläsningstillfälle eller vid byte av mätare.

Ett annat sätt att stoppa mätaren är att utsätta den för överbelastning. Detta förhindras genom att mätaren dimensioneras för att tåla det maximala flöde som kan tänkas gå genom den då samtliga anslutna tappställen är fullt öppna.

Mätvärden kan även påverkas genom manipulationer av avläsnings-systemen. Vid självavläsning är det mycket enkelt att läsa av och fylla i avläsningskortet med ett lägre värde än vad mätaren visar. Detta kan dock upptäckas vid byte av mätaren eller genom en särskild avläsning då hyresgästen flyttar. Vid självavläsning har man möjligheten att inte sända in avläsningskortet, vilket kan åtgärdas genom personligt besök av avläsare eller genom ett system för "sköntaxering" av de som inte sänder in sina kort. Vid avläsning med avläsare fås den största säkerheten mot manipulering av mätaren och avläsningen. Den enda möjligheten att förhindra avläsning är att vägra avläsaren tillträde till lägenheten, vilket kan förhindras genom lämpligt system för "sköntaxering".

Vid användning av system med centralavläsning finns det större möjligheter att påverka märesultaten än för övriga system, genom att man kan angripa den elektroniska överföringen mellan mätare och avläsningscentral. Kopplas den elektriska ledningen bort från mätaren kommer inga impulser att gå fram till centralen varför räkneverket i denna står stilla. Man kan även tänka sig att strömförsörjningen till centralen kopplas ifrån så att samtliga räkneverk stoppas. Ett sätt att upptäcka detta förfarande är att vid byte av mätarna jämföra räkneverken på mätarna med räkneverken på avläsningscentralen.

Överföringen mellan varmvattenmätare och det centralt placerade räkneverket kan blockeras genom att man placerar en yttre magnet så att impulsgivarens reed-relä förblir slutet. Då reläet är slutet kommer ström hela tiden att gå genom det centralt placerade räkneverket, vilket t o m kan skada detta om det inte är konstruerat för att tåla denna belastning. Det är mycket svårt att i efterhand avgöra om reed-reläet varit blockerat med en yttre magnet eller om kontakterna häftat vid varandra av andra orsaker. Man kan självfallet fortfarande upptäcka skillnaden mellan varmvattenmätarens räkneverk och det centrala räkneverket då varmvattenmätaren byts ut. Det är däremot svårare att avgöra om skillnaden beror på blockering med en yttre magnet eller om felet har "naturliga" orsaker. Detta sätt att manipulera mätarna kan ge upphov till att man byter ut kontaktverk i onödan.

Vid konstruktionen av mätare och givare har man i vissa fall tagit hänsyn till denna manipuleringsmöjlighet genom att föra in ytterligare ett reed-relä som ger signal om givaren utsätts för ett yttre magnetfält, eller genom att magnetiskt skärma av givaren.

Avläsningscentralen kan även utsättas för åverkan vilket är enklare att upptäcka vid avläsning. Vid samtliga avläsningssystem måste man ha en form av rimlighetskontroll av mätvärdena, dels för att förhindra konsekvenserna av felavläsningar, dels för att

kunna upptäcka om någon mätare stannat. I denna kontroll är det möjligt att upptäcka om någon uppger mycket låga värden och sedan kontrollera om det beror på mätarfel eller på försök att manipulera mätresultaten.

### 2.8.2 Destillationsmätare

Destillationsmätare kan inte ha något centralt avläsningssystem. De måste avläsas av utbildade avläsare varje år som samtidigt byter ut eller återställer avläsningsampullen, varför man inte kan angripa avläsningssystemet eller uppge för lågt värde vid avläsningen. För att kunna manipulera mätresultatet återstår således att angripa själva mätaren. Liksom för volymmätarna kan man koppla bort den från röret där den är ansluten eller göra en förbikoppling. Båda dessa metoder är relativt svåra att genomföra, losskopplingen kräver att man stänger av vattnet. Då varmvattenmätare enligt destillationsprincipen normalt inte installeras med avstängningsventil före mätaren krävs att man stänger av vattnet för flera lägenheter. Förbikopplingen är enkel att upptäcka vid den årliga avläsningen.

En enklare metod som troligen kommer att minska mätarens utslag är att isolera den så att hela mätaren kommer att få nästan lika hög temperatur som den varma vätskeytan. Då även mätarens "kalla del" blir varm kommer mängden vätska som destillerar över att minska varför mätaren ger lägre utslag. Det torde vara svårt att vid avläsningen upptäcka om mätaren varit försedd med isolering under mätperioden.

Det är även tänkbart att demontera ampullen under mätperioden, vilket dock kan upptäckas vid avläsningen genom att mätarens plombering har brutits.

Slutligen kan mätaren utsättas för åverkan d v s att mätampullen slås sönder. Detta är enkelt att upptäcka vid avläsningen och debiteringen kan i sådana fall baseras på en form av "sköntaxering".

### 2.9 Armatur och konsoler

För att ansluta mätaren till rörledningen används mekaniska kopplingar av kläm- eller skärringstyp i de här använda dimensionerna kostar dessa under 10 kr/st troligen 7 kr/st.

För att man skall kunna byta ut mätaren utan att behöva tappa ur vattnet centralt installeras en avstängningsventil före mätaren och i de fall ledningsvolymen efter mätaren är så stor att man inte kan samla upp detta vatten i en hink installeras en avstängning även efter mätaren. En avstängning med koppling kostar ca 20 kr.

Dessutom tillkommer s k vattenmätarkopplingar som medger att man kan byta mätaren utan att flytta rörledningen och en konsol för att hålla kvar mätaren på väggen.

För vissa mätarfabrikat levereras vattenmätarkopplingarna med mätaren och ingår i priset för denna. Armaturen för att ansluta mätaren och konsolen för att fästa den på väggen kostar i det

enklaste utförandet ca 50 kr. I de fortsatta beräkningarna används 60 kr som armaturkostnad.

Armatyr och konsol finns även i mer påkostat utförande, för montage i t ex badrum där mätaren och armaturen sitter synlig på väggen. Denna armatur är kombinerad med konsolen och kostar ca 120 kr/st inklusive en passbit som används vid installation av armaturen och som sitter kvar tills ledningen rensolats. Därefter byts passbiten ut mot vattenmätaren.



### 3 INSTALLATIONSKOSTNADER

Installationskostnaden per mätare är bl a beroende på hur lätt åtkomlig rörledningen är där mätaren skall installeras. Det enklaste fallet är när röret ligger fritt åtkomligt på väggen och det svåraste fallet är när rören är inmurade under puts eller kachel. Installationskostnaden är även beroende av om installationen sker i samband med ombyggnad eller renovering då man byter ut det befintliga rörsystemet eller om installationen sker i en befintlig byggnad med hyresgäster. Vidare beror kostnaderna på antalet varmvattenmätare som skall installeras. Det blir givetvis billigare med ett stort antal likartade installationer.

Antalet mätare per lägenhet har betydelse även för avläsnings- och underhållskostnader.

#### 3.1 Antal mätare

Eftersom en lägenhet kan försörjas med varmvatten från flera stammar kan det krävas att man installerar flera mätare per lägenhet. I de fall där det inte blir billigare att göra omdragningar av varmvattenrören i huset eller lägenheten krävs det att man installerar en mätare per stam. Omdragning av rören är i de flesta fall omöjligt i lägenheter eftersom planlösningen inte medger att nya rör dras i lägenheten av utrymmes- och utseendemässiga skäl eller med hänsyn till reduktionen av varmvattenflödet till följd av att en stam kommer att belastas hårdare.

Vid bedömningen av antalet mätare per lägenhet i det totala lägenhetsbeståndet i Sverige kan man dela in lägenheterna efter storlek och efter ålder, eftersom det är vanligare med flera varmvattenstammar i stora lägenheter, beroende på planlösning och på att de ibland har ett extra toaletterum. Indelningen efter lägenhetens ålder görs för att man under olika perioder har använt olika standard vad gäller installation av varmvatten, olika byggnadsteknik och under vissa tidsperioder har man även installerat varmvattenmätare.

Byggnadstekniken inverkar så att man i de elementbyggda betonghusen har försökt koncentrera installationerna till installationsschakt, installationsväggar eller ibland till särskilda förtillverkade våtdelar (Hovmark 1972). Detta medför att man i denna hustyp behöver installera färre antal varmvattenmätare per lägenhet än i t ex byggnader med platstillverkad byggnadstomme med lika stora lägenheter.

För att kunna bedömma antalet mätare per lägenhet har ett antal planlösningar för olika lägenhetstyper och lägenhetsstorlekar undersökts med avseende på antalet varmvattenstammar per lägenhet. Eftersom det inte klart framgått hur många stammar det finns i lägenheten har en bedömning fått göras utgående från lägenhetens planlösning.

Planlösningarna har tagits från olika publikationer som behandlat byggande. Vid urvalet av dessa publikationer har målet varit att få fram ett stort antal planlösningar för olika hustyper så att det statistiska underlaget blir tillräckligt för att beräkna medelvärden av antal mätare per lägenhet. Det



statistiska underlaget skall också vara tillräckligt stort för att man skall kunna se variationer i mätarantalet mellan olika hustyper och olika byggnadsår.

De undersökta lägenheterna har delats in i kategorierna:

- elementbyggda betonghus
- övriga

I övriga hustyper ingår hus med platsgjuten betongstomme, lättbetongstomme, tegelstomme och sådana hus där inga tillförlitliga uppgifter har kunna erhållas om materialet i byggnadsstommen. Vid bedömningen av antalet mätare per lägenhet i denna huskategori har ett urval planlösningar studerats bl a för smalhusen i Stockholms ytterområden.

Under 60-talet skedde en förändring när det gäller byggnadsstommen. Tidigare var ytterväggarna de bärande delarna i byggnaden och nu blev det istället innerväggarna och gavlarna som blev bärande väggar.

### 3.1.1 Antal lägenheter

Vid bedömningen av antalet mätare som skall installeras för att kunna genomföra individuell mätning av varmvatten i samtliga lägenheter i Sverige används det 1975 befintliga lägenhetsbeståndet i flerbostadshus fördelade på lägenhetstyp och färgigställandeår enligt Bostads och byggnadsstatistisk årsbok 1980. Lägenhetsbeståndet visas i tabell 3.1.

Tabell 3.1 Lägenhetsbeståndet i Sverige 1975 fördelat på lägenhetsstorlek och byggnadsår (RK rum och kök, RKV rum och kokvrå) (1000-tal lgh)

Lgh storlek	Byggår						
	-1920	21-40	41-50	51-60	61-65	66-70	71-75
1+R, 1K, 1+RKV	17	37	27	48	22	22	21
1RK	51	95	50	51	33	36	30
2RK	61	87	124	164	86	96	85
3RK	35	36	57	119	106	135	90
4RK	17	14	13	35	31	42	21
5RK	9	6	4	7	7	8	3
6+RK	6	3	1	2	1	1	1
Totalt	199	280	280	430	285	342	251

#### 3.1.1.1 Antal lägenheter utan varmvatten

I Bostads och byggnadsstatistisk årsbok finns ingen direkt uppgift om hur många lägenheter som saknar varmvatten, men däremot uppgifter om lägenheternas utrustningstandard vilka, tillsammans med uppgifter i (Eriksson 1979) på att ungefär 5 % av lägenheterna i flerbostadshus saknar varmvatten, ger uppskattningen av antalet lägenheter utan varmvatten enligt tabell 3.2.

Tabell 3.2 Antal lägenheter som saknar varmvatten (1000-tal)

Lgh storlek	Byggår		
	-1920	21-40	41-50
1+R,1K,1+RKV	8	4	1
1RK	25	10	2
2	30	9	6
3	17	4	3
4	8	1	
5	4		
6+RK	3		
<b>Totalt</b>	<b>95</b>	<b>28</b>	<b>12</b>

## 3.1.1.2 Antal lägenheter med varmvattenmätning

Under 50- och 60-talet försågs ett antal lägenheter med individuell mätning av varmvatten.

Huvuddelen av dessa mätare utgörs av destillationsmätare men även volymmätare förekommer. Enligt uppgift från ett företag såldes mellan 30.000-40.000 volymmätare av detta fabrikat under denna tid.

Enligt Energiberedskapsutredningen är 200.000 lägenheter byggda under denna tid försedda med individuell varmvattenmätning.

Enligt uppgifter från ett företag som arbetar med värmemätning förekom som mest mätning i 150.000 lägenheter under mitten av 60-talet vilket sedan dess minskat snabbt till följd av en ändring i hyreslagen.

På bas av dessa uppgifter antas i de följande beräkningarna att antalet lägenheter som är försedda med varmvattenmätare från 50- eller 60-talet är ca 200.000 lgh. Antar man vidare att andelen lägenheter som är försedda med varmvattenmätning är oberoende av lägenhetsstorleken under respektive byggnadsperiod och att få varmvattenmätare installerats efter 1965 erhålls en ungefärlig fördelning av lägenheter försedda med varmvattenmätning enligt tabell 3.3.

Tabell 3.3 Antal lägenheter med individuell mätning av varmvatten byggda före 1975 (1000-tal)

Byggår	1951-60	61-65
1+R,1K,1+RKV	13	5
1RK	15	8
2	50	21
3	36	26
4	10	8
5	2	2
<b>Totalt</b>	<b>126</b>	<b>70</b>

Under 70-talet har nybyggda lägenheter försetts med varmvattenmätare enligt en bestämmelse i Byggnormen som trädde i kraft 1977-07-01. Denna bestämmelse upphörde att gälla genom ett regeringsbeslut 1980-04-10. Under denna tid har det byggts ca

60.000 lägenheter som således varit försedda med varmvattenmätare.

Lägenheter som byggts efter 1980-04-10 har försetts med avsättning (passbit) så att man enkelt i efterhand kan installera varmvattenmätare.

### 3.1.1.3 Antal lägenheter med varmvatten och utan individuell vattenmätning

För att få fram antalet lägenheter med varmvatten, som saknar individuell varmvattenmätning summeras tabell 3.2 och tabell 3.3. Summan dras från tabell 3.1. Då erhålls att man måste installera varmvattenmätare i ca 1,7 miljoner lägenheter för att kunna genomföra individuell mätning och debitering. Samtidigt måste man byta ut mätarna i de ca 200.000 lägenheterna som försågs med värmemätare på 50- och 60-talet och byta ut eller kontrollera mätarna i de 60.000 lägenheterna som försetts med mätare i slutet av 70-talet.

Fördelningen efter byggnadsår och lägenhetsstorlek för de lägenheter byggda före 1975 där man måste installera mätare visas i tabell 3.4.

Tabell 3.4 Antal lägenheter som har varmvatten men saknar varmvattenmätare (1000-tal lgh)

Lgh storlek	Byggår						
	-1920	21-40	41-50	51-60	61-65	66-70	71-75
1+R,1K,1+RKV	9	33	26	35	17	22	21
1RK	26	85	48	36	25	36	30
2	31	76	118	114	65	96	85
3	18	32	54	83	80	135	90
4	9	13	13	25	23	42	21
5	5	6	4	5	5	8	3
6+RK	3	3	1	2	1	1	1
Totalt	101	248	264	300	216	340	251

### 3.1.1.4 Antal lägenheter i elementbyggda betonghus

Antalet lägenheter i elementbyggda betonghus erhålls ur två källor enligt följande.

Tabell 3.5 Antalet lägenheter i elementbyggda betonghus enligt (Ljungkvist, 1980)

Byggår	Antal lgh
56-60	8.000
61-64	12.000
65-72	70.000
73-76	40.000

Tabell 3.6 Antalet lägenheter i elementbyggda betonghus enligt Bostads och byggnadsstatistisk årsbok 1980

Byggår	Antal lgh
68	1.900
69	8.500
70	12.500
71	12.500
72	9.200
73	6.100
74	4.600
75	2.500

Om lägenhetsstorlekarna i de elementbyggda husen antas överensstämma med genomsnittet för de aktuella perioderna erhålls fördelningen enligt tabell 3.7.

Eftersom uppgifterna i de båda källorna enligt ovan ej är helt överensstämmande har vissa antaganden måst göras.

Tabell 3.7 Antal lägenheter i elementbyggda betonghus fördelade efter byggnadsår och lägenhetsstorlek (1000-tal)

Lgh storlek	Byggår			
	51-60	61-65	66-70	71-75
1+R,1K,1+RKV	1	2	3	3
1RK	1	2	4	5
2	3	6	11	14
3	2	7	16	14
4	1	2	5	3
5	0	0	1	0
6+RK	0	0	0	0
Totalt	8	19	40	39

### 3.1.1.5 Antal lägenheter i övriga hystyper

Lägenheter i flerbostadshus som ej är uppförda som elementbyggda betonghus fördelar sig enligt tabell 3.8.

Tabell 3.8 Antal lägenheter i övriga hustyper (ej elementbyggda betonghus) fördelade efter lägenhetsstorlek och byggnadsår (1000-tal)

Lgh storlek	Byggår						
	-1920	21-40	41-50	51-60	61-65	66-70	71-75
1+R,1K,1+RKV	9	33	26	34	15	19	18
1RK	26	85	48	35	23	32	25
2	31	76	118	111	59	85	71
3	18	32	54	81	73	119	76
4	9	13	13	24	21	37	18
5	5	6	4	5	5	7	3
6+RK	3	3	1	2	1	1	1
Totalt	101	248	264	292	197	300	212

### 3.1.2 Antal mätare per lägenhet

Det som är avgörande för antalet mätare per lägenhet är om kök, bad och ev separat toalett ligger tillsammans eller är fördelade i lägenheten utan kontakt mellan de olika våtdelarna.

#### 3.1.2.1 Antal mätare per lägenhet i elementbyggda betonghus

De elementbyggda betonghusen tillhör den i skrifter och rapporter bäst dokumenterade hustypen varför 20 planlösningar i olika hustyper från tre referenser har undersökts. (Stalin 1969) visar 5 olika hustyper i elementbyggda betonghus, (Hovmark 1972) visar 9 hustyper och (Hjertén 1969) visar 6 hustyper.

Antalet mätare per lägenhet i olika lägenhetsstorlekar från respektive referens visas i tabell 3.9.

Tabell 3.9 Antal mätare per lägenhet i elementbyggda betonghus

Lgh storlek	(Stalin 1969)	(Hovmark 1972)	(Hjertén 1969)	Medelantal per lgh
		mätare per lgh		
1RK			1	1
2RK	1	1.2	1	1.1
2RK	1.5	1.5	1.4	1.5
4RK	1	2.5	1.3	1.8

Vid beräkningen av medelantalet mätare per lägenhet har antalet undersökta hustyper använts som viktningsfaktor, vilket innebär att man antar att de undersökta hustyperna är lika vanliga i hela husbeståndet dvs att det finns lika många lägenheter inom varje undersökt hustyp. Detta antagande är rimligt om man studerar lägenhetsstorleken 2RK och 3RK där uppgifter om antalet mätare per lägenhet ligger väl samlat mellan de olika källorna. Detta antagande skulle kunna ge något fel i uppskattningen av antalet mätare per lägenhet för lägenhetsstorleken 4RK där det finns en variation mellan 1 och 2.5 mätare per lägenhet mellan de olika källorna. Detta kommer troligen inte att ge något större fel i uppskattningen av antalet mätare som måste installeras i hela lägenhetsbeståndet eftersom lägenhetsstorleken 4RK är mindre vanligt förekommande än 2RK och 3RK. I underlaget saknas lägenheter som är mindre än 1RK och större än 4RK, varför antalet mätare per lägenhet för dessa lägenhetsstorlekar uppskattats. För övriga storlekar antas antalet mätare per lägenhet fördela sig efter medelvärdet i tabell 3.9. Därmed blir antalet mätare per lägenhet i elementbyggda betonghus enligt tabell 3.10 nedan.

Tabell 3.10 Antal mätare per lägenhet i elementbyggda betonghus fördelat efter lägenhetsstorlek.

Lägenhetsstorlek	Mätare per lägenhet
1+RKV	1
1RK	1
2RK	1.1
3RK	1.5
4RK	1.8
5RK	2
6+RK	2

Eftersom de elementbyggda betonghusen byggts under en relativ kort tidsperiod antas att antalet mätare per lägenhet inte varierar med byggnadsåret.

### 3.1.2.2 Antal mätare per lägenhet i övriga hustyper

Antalet mätare per lägenhet i övriga hustyper har studerats på samma sätt som för elementbyggda betonghus.

Nedan redovisas resultatet i tabellform uppdelat på byggnadsmaterial i husets stomme och med angivande av källa.

Tabell 3.11 Antal mätare per lägenhet i hus med byggnadsstomme av platsgjuten betong byggda under 60-talet.

Lgh storlek	(Stalin 1969) mätare per lgh	(Hovmark 1972) mätare per lgh	Medelantal per lgh
2RK	1.75	2	1.8
3RK	1.75	1	1.6
	8 hustyper	3 hustyper	

Tabell 3.12 Antal mätare per lägenhet i hus med stomme av lättbetong byggda under 50- och 60-talet.

Lgh storlek	(Stalin 1969) mätare per lgh	(Boman 1980) mätare per lgh	Medelantal per lgh
2RK	2	1	1.4
2RK	2	2.2	2.1
4RK		3.0	3.0
5RK		3.0	3.0
	4 hustyper	6 hustyper	

Tabell 3.13 Antalet mätare per lägenhet i smalhus i Stockholm byggda under 30- och 40-talet (Smalhus framtids-hem 1978)

Lägenhetsstorlek    antal mätare per lgh

1+RKV	1
1RK	1
2RK	1.1
3RK	1.4

Tabell 3.14 Antal mätare per lägenhet i hus med okänd byggnadsstomme.

Lgh storlek	(Stalin 1969) mätare per lgh	(Hovmark 1972) mätare per lgh	(Jensfelt 1968) mätare per lgh
1RK			2
2RK	1.4		2
3RK	2	1	2
4RK	1		
	14 hustyper	1 hustyp	5 hustyper



I detta material finns betydligt större spridning mellan antalet mätare i olika hustyper och lägenhetsstorlekar. Materialet innehåller dessutom färre hustyper per byggnadsmaterial i stommen än för de elementbyggda husen. Att fastställa antalet mätare per lägenhet kommer därför att bli mer en bedömningsfråga än för elementbyggda hus. Det värde som är bäst samlat är antalet mätare per lgh i lägenhetsstorleken 3RK som sätts till 2 under den studerade tidsperioden. Det förefaller även finnas en viss tidsvariation så att det var vanligare med flera varmvattenstammar i de gamla husen (30-talet och tidigare).

Vid genomgång av materialet har det visat sig att lägenhetsstorleken 4RK som byggts efter 1960 försetts med separat toalett. Antalet mätare per lägenhet i hus som ej är elementbyggda betonghus anges i tabell 3.15 som funktion av lägenhetsstorlek och byggnadsår.

Tabell 3.15 Antal mätare per lägenhet i övriga hustyper

Lgh storlek	Byggår						
	-1920	21-40	41-50	51-60	61-65	66-70	71-75
1+R,1K,1+RKV	1.5	1.5	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
1RK	2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
2	2	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
3	2	2	2	2	2	2	2
4	2.5	2.5	2.5	2.5	3	3	3
5	3	3	3	3	3	3	3
6+RK	3	3	3	3	3	3	3

### 3.1.3 Totalt antal mätare vid individuell mätning i alla hustyper

Genom multiplikation av antalet mätare per lägenhet för byggnadsår och lägenhetsstorlek med antalet lägenheter efter byggnadsår och lägenhetsstorlek för respektive hustyp fås antalet mätare i elementbyggda betonghus enligt tabell 3.16 till 139.000. I övriga hustyper fås på samma sätt antalet mätare till 2.990.000 st enligt tabell 3.17.

Det totala antalet mätare som behövs installeras för att mäta varmvattnet individuellt i Sverige uppgår således till 3.130.000 st. Dessutom tillkommer utbytesmätare i de 200.000 lgh som har varmvattenmätare installerade sedan 50- och 60-talet och det kommer troligen även att krävas ett visst utbyte av mätare som installerats i nybyggda hus mellan 1975 och 1980.

Tabell 3.16 Antalet mätare i elementbyggda betonghus (1000-tal mätare)

Lgh storlek	Byggår			
	1951-60	61-65	66-70	71-75
1+R,1K,1+RKV	1	2	3	3
1RK	1	2	4	5
2RK	3.3	6.6	12.1	15.4
3RK	3	10.5	24	21
4RK	1.8	3.6	9	5.4
5RK	0	0	2	0
6+RK	0	0	0	0
Totalt	10.1	24.7	54.1	49.8

Totalt 138.700 mätare

Tabell 3.17 Antalet mätare i flerbostadshus som ej är uppförda som elementbyggda betonghus (1000-tal mätare)

Lgh storlek	Byggår						
	-1920	21-40	41-50	51-60	61-65	66-70	71-75
1+R,1K,1+RKV	13.5	40.5	31.2	40.8	18	22.8	21.6
1RK	52	127.5	72	52.5	34.5	48	37.5
2RK	62	129.2	200.6	188.7	100.3	144.5	120.7
3RK	36	64	108	162	146	238	152
4RK	22.5	32.5	32.5	60	63	111	54
5RK	15	18	12	15	15	21	9
6+RK	9	9	3	6	3	3	3
Totalt	210	429.7	459.3	525	379.8	588.3	397.8

Totalt 2.990.000 mätare

### 3.2 Installationskostnader per mätare

Det är mycket svårt att ange en installationskostnad som gäller generellt eftersom kostnaden varierar från fall till fall, främst beroende på åtkomligheten. Installationen har därför delats in i två fall, nämligen installation i synliga rör och installation i dolda rör. Synliga rör finns i huvuddelen av alla kök där rören är dragna under diskbänken och i de flesta badrum där man dragit rören utanpå väggens ytskikt. Dolda rör finns i badrum av hög standard.

Synliga rör ligger fritt utanpå väggen och vid installationen av mätaren behöver de endast böjas ut från väggen så mycket att man får plats att skära av rören och ansluta mätaren.

Vid dolda rör ligger röret inmurat i en slits varför man först får frilägga röret, dra ur det ur väggen, skära av det, ansluta mätaren och därefter återställa väggens ytskikt. Vid dolda rör kan man även bila ut plats för mätaren i själva väggen, där byggnadsmaterialet och vägg tjockleken tillåter detta, eller installera mätaren utanpå väggen med en särskild koppling som ansluts till en ventil som skärs in i rörledningen inne i väggen.

Ett annat alternativ vid installation i lägenheter med dolda rör kan vara att installera en mätare per tappställe. Då tar man loss blandaren från väggen och installerar mätaren mellan vägg och blandare som ev måste bytas. På blandarens kallvattensida installeras en distans- eller passbit som har samma bygglängd som mätaren. Denna installation kräver flest antal mätare per lägenhet och är platskrävande genom att blandaren flyttas ut ca 100 mm från väggen.

I båda installationsfallen, med dolda eller synliga rör, kan man använda s k T-Plus-kopplingar för att ansluta mätaren. Största fördelen med denna koppling har man i de fall det är svårt att komma åt att kapa röret där mätaren skall installeras. En nackdel är att man introducerar ett ytterligare tryckfall i ledningen som reducerar flödet.

Denna typ av koppling kan anslutas på hela rör utan att man behöver kapa röret eller tappa ur systemet. Kopplingen skruvas fast kring röret och en krutdriven stans som är inbyggd i kopplingen skär hål i rörväggen samtidigt som den tätar mot röret. Stansens krutladdning utlöses genom ett tändstift som slås in med en hammare.

Installationskostnaden kommer också att påverkas av rördimensioner och rörmaterial. Då röret har sådan dimension att man inte kan använda de standardkopplingar som finns på marknaden idag kommer installationskostnaden att öka eftersom man måste ta fram passande kopplingar eller försöka löda in rörbitar med lämplig dimension som existerande kopplingar passar till.

Rörmaterialiet är i vanliga fall koppar men i vissa fall kan det fortfarande förekomma varmvattenrör i galvaniserat stål som användes i installationer före 1955. I galvaniserade stålrör blir det dyrare att skära in mätaren eftersom de är svårare att arbeta med och i de flesta fall är installation i dessa rör från den nämnda tiden att avråda från eftersom rören kan vara spröda. I sådana system kan däremot mätare installeras i samband med att man byter ut rörsystemet mot kopparrör.

Det kan även i ett mycket litet antal nyare lägenheter förekomma plaströr av PEX-typ. I denna rörtyp kan man ansluta mätare med hjälp av speciella kopplingar avsedda för detta material. Denna installation blir inte svårare än installation av mätare i kopparrör.

Destillationsmätarna är enklare att installera än volymmätarna, eftersom de är lättare och har kortare bygglängd på den del som skall skäras in i röret. Denna mätartyp kräver en kortare rörsträcka, framför det venturirör som skärs in i vattenledningen, på ca 60 mm för att strömningen i röret skall bli så välordnad att avtappningen genom venturiröret till mätaren blir den avsedda. Den installeras med fördel på kopplingsledningen strax före blandaren, men kan också installeras på rör som ligger dolda genom att venturiröret placeras under väggytan och mätaren placeras utanpå väggen med en förbindelse dem emellan.

Installationskostnaden per mätare beror givetvis också på hur många mätare som installeras samtidigt d v s om mätare installeras i hela huset samtidigt eller endast i enstaka lägenheter och på husets storlek. I stora hus eller husbestånd med likarta-

de installationer kan man enkelt standardisera installationen ev med förtillverkade eller förberedda mätarenheter. Antalet mätare i samma hus påverkar även installationskostnaden per mätare genom att de fasta kostnaderna för installationen som resor, avtappning och påfyllning av systemet kommer att fördelas på ett större antal mätare.

Installationskostnaden beror också på om installationen görs i bebodda lägenheter eller om den görs i samband med ombyggnad. I samband med ombyggnad eller renovering byter man i vissa fall ut även varmvattenrör av koppar varför den lägsta installationskostnaden per mätare erhålls i ett sådant fall. (Berndtsson m fl 1980)

### 3.2.1 Installationskostnader synliga rör

Vid installation av mätare i synliga ledningar används kläm- eller skärringskopplingar eller annan mekanisk koppling, eftersom den är enklast att ansluta till ledningen. Andra alternativ för att ansluta mätare till kopparrör är mjuk- eller hårdlödning, men de är svårare att använda då de kräver att röret värms.

Vid användning av mekaniska kopplingar krävs att kopplingens dimension överensstämmer med rörets. De ytterdiametrar på kopparrör som kan bli aktuella vid lägenhetsvis installation av varmvattenmätare ligger mellan 6 och 22 mm men vanligen mellan 10 och 15 mm.

Den nuvarande dimensionsserien för ytterdiametrar hos kopparrör infördes samtidigt med att röret betecknades efter ytterdiameter i början av 70-talet. Nu används rör med ytterdiametrar 6, 8, 10, 12, 15, 18 och 22 mm. Tidigare har även använts rör med ytterdiametrarna 7, 9, 11, 13, 16 och 19 förutom de som ingår i den nuvarande dimensionsserien. Av de tidigare förekommande ytterdiametrarna är 13 och 16 mm vanligast och kallas rör-mokarerör. (VVS-Handboken)

T-Pluskopplingar för kopparrör finns för ytterdiametrarna 12, 15, 16, 18, 22 och 28 mm vilket täcker in de flesta förekommande diametrar för installation av mätare som betjänar två eller flera tappställen.

För rör med en diameter som avviker från den nuvarande dimensionsserien kommer installationskostnaden att öka utöver de värden som anges nedan.

Installationskostnaden för mätare består av arbets- och materialkostnader av vilka arbetskostnaden är den som är svårast att uppskatta.

Materialkostnaden består av kostnaden för själva mätaren som angivits i kapitel 2, för de olika fabrikat som säljs i Sverige. Till materialkostnaden räknas också armatur och ev konsol för att ansluta mätaren till ledningen och för att fästa den på väggen. Denna kostnad varierar också beroende på fabrikat och utförande som angivits i kap 2.

Arbetskostnaden är svår att uppskatta eftersom det är svårt att exakt ange vilka förutsättningar som gäller för installa-

tionen. Kan man komma åt att arbeta där mätaren skall installeras, måste man flytta skåpväggar under diskbänken för att komma åt o s v.

För att kunna ange en installationskostnad för olika fall av svåråtkomlighet o s v har Calor-Celsius tagit fram normtider för installationen.

Tiden för att installera en varmvattenmätare i en Cu-ledning mindre än eller lika med 22 mm om ledningen ligger fritt åtkomligt och inga rörändringar behöver göras är ca 45 min. Men denna fria åtkomlighet finns endast i undantagsfall i ett verkligt installationsfall ligger arbetstiden kring 2 h. En arbetstimme i Stockholmsområdet kostar under första halvåret 1981 ca 140 kr. Installationskostnaden för en mätare i synliga rör ligger kring 300 kr, vid installation av ett stort antal mätare d v s i ett helt hus på en gång.

Installationskostnaden under samma förutsättningar som för Calor-Celsius normtider har jämförts med uppgifter från Byggnadsekonomi AB, som utför kostnadskalkyler inom vvs-området. Byggnadsekonomi AB anger att det kostar 320 kr per mätare vid installation av flera mätare på en gång, plus ca 1.000 kr för avstängning, nedtappning och för att koppla på vattnet igen per varmvattenstam. Denna kostnad gäller vid ett timpris på 150 kr/h vilket anses normalt i Stockholmsområdet under maj 1981.

AB Svensk värmemätning anger installationskostnaden för installation av mätare i äldre fastigheter med mindre än 30 lägenheter till i genomsnitt 350 kr per mätare då man installerar 2 mätare per lägenhet. SVM anger variationer i installationskostnaden till mellan 100 och 450 kr per mätare.

Bostadsstyrelsen anger som schablonbelopp för beräkning av energilåd 850 kr per mätare vid installation i befintlig bebyggelse. Samma schablonbelopp används för alla mätarinstallationer oberoende av hur många mätare som installeras på en gång i en fastighet och skall täcka även materialkostnaden för mätare och armatur.

Som en jämförelse med äldre utredningar kan nämnas att i (EBU 1975) angavs kostnaden för installation av två mätare per lägenhet till 600 kr/lägenhet för både material och arbetskostnader. Räknas denna kostnad om till 1980-års priser med hjälp av faktorprisindex blir den idag 500 kr per mätare.

I (Nilsson, 1979) anges kostnaden för installation av mätare till mellan 700-1.000 kr per lägenhet i nyproduktion.

Samtliga dessa uppgifter tyder på att installationskostnaden för volymmätare i synliga rör ligger mellan 300 och 400 kr per mätare exkl materialkostnader och moms vid installation av mätare i ett helt hus på samma gång.

Vid installation av mätare med hjälp av T-plus måste tidsvinsten uppvägas av den extra kostnaden för T-pluskopplingarna. De kostar för kopparrör med en diameter mellan 15 och 22 mm mellan 50-60 kr/st. Eftersom det krävs två kopplingar blir extrakostnaden för material 100-120 kr. Den övriga armaturen för anslutning av mätaren måste modifieras jämfört med nuvarande standardutfö-



rande vilket ger en extra kostnad på ca 30 kr. Arbetstiden måste således förkortas med ca 1 h för att det skall bli billigare att gå över till T-pluskopplingar.

Installationskostnaden för destillationsmätare ingår i priset för själva mätaren. Beroende på hur många mätare som skall installeras varierar den mellan 180 och 150 kr per mätare.

### 3.2.2 Installationskostnader vid dolda rör

I detta fall är det svårare att ge någon allmän prisuppgift eftersom installationerna kan variera mycket från fall till fall. Det är svårt att uppskatta hur stor del av antalet mätare som kommer att behöva installeras i dolda rör, men en preliminär undersökning tyder på att i 20 % av badrummen i flerbostadshus ligger rören dolda.

Installation i dolda rör medför att två kategorier hantverkare måste anlitas d v s både rörläggare och byggnadsarbetare.

Först måste rören friläggas av en byggnadsarbetare, därefter ansluts mätaren av en rörläggare och därefter återställs ledningsslitsen av byggnadsarbetaren.

Extrakostnaden för byggnadsarbetena uppskattas till mellan 500 och 1000 kr per mätare under förutsättning att man inte behöver flytta badkar eller toalettstolar för att komma åt det ställe där rören skall friläggas.

Kostnaden för mätarinstallation vid dold förläggning av rören är känsligare för variationer med antalet mätare som skall installeras samtidigt, än installation av mätare i synliga rör.

### 3.3 Antal mätare vid mätning i varje varmvattenstam

För att minska antalet varmvattenmätare som måste installeras vid individuell mätning kan man tänka sig mätning i små kollektiv, där en lämplig indelningsgrund kan vara mätning per trapphus.

För att kunna mäta den varmvattenmängd som förbrukas av lägenheterna i varje trapphus måste man installera varmvattenmätare på varmvattenstammarna där de förgrenas från den vågräta ledningen. Detta innebär att mätarna måste placeras med flödesriktningen lodrät, och att de måste dimensioneras för ett större varmvattenflöde än om de enbart skulle betjäna en lägenhet. För tillfället finns få mätare på den svenska marknaden som klarar av denna uppgift. Det är dessutom omöjligt att genomföra en strikt mätning av varmvatten per trapphus eftersom det finns varmvattenstammar som är gemensamma för lägenheter som hör till olika trapphus.

I de hus som är försedda med varmvattencirkulation i varmvattenstammarna krävs det installation av en varmvattenmätare i cirkulationsledningen, eftersom den mätare som installerats i varmvattenstammen registrerar både den förbrukade varmvattenmängden och cirkulationsflödet.



Vid beräkningen av antalet mätare vid stamvis mätning i hela flerbostadshusbeståndet beräknas antalet lägenheter med varmvatten men utan individuell mätning i hus med olika våningsantal efter bostads- och byggnadsstatistisk årsbok enligt tabell 3.18. I samma tabell anges även antalet lägenheter i hus som är högre än tre våningar och försedda med varmvattencirkulation i stammarna.

Antalet lägenheter som är försedda med varmvattencirkulation i stammarna uppskattas med ledning av uppgifter ur (Erikson 1979). Dessutom anges i tabellen medelantalet våningar i hus högre än tre våningar uppskattat med ledning av uppgifter ur bostads- och byggnadsstatistisk årsbok 1980.

Med hjälp av tabellerna i avsnitt 3.1.3 som visar antalet mätare i flerbostadshus av betongelement respektive i övriga byggnadsmaterial så beräknas det totala antalet mätare vid stamvis installation. Det totala antalet mätare vid stamvis installation anges för respektive åldersklass i tabell 3.19 tillsammans med uppgift på hur stor del av antalet mätare vid individuell mätning som det totala antalet mätare vid stamvis mätning utgör.

Tabell 3.18 Antal lägenheter med varmvatten fördelade efter antal våningar i huset och byggnadsår (1000-tal)

Antal vån.	Byggår						
	-1920	21-40	41-50	51-60	61-65	65-70	71-75
1-2 vån	29	32	54	45	34	53	57
3 vån	32	78	141	216	133	157	78
4 vån	55	128	52	144	106	113	102
Antal lgh med vv-cirkulation	25	60	50	140	100	110	100
Medelantal vån i hus med vvc	5	5	5	6	7	7	6

Tabell 3.10 Det totala antalet mätare vid stamvis installation av varmvattenmätare och hur många procent dessa utgör av antalet mätare vid individuell mätning (1000-tal)

Byggår	-1920	21-40	41-50	51-60	61-65	66-70	71-75
totalt	84,3	153,5	192,1	172,2	142,9	237	184,6
%	40	36	42	37	35	37	41

Vid stamvis mätning krävs ca 1200.000 mätare och vid individuell mätning krävs 3100.000 mätare vilket ger en reduktion av antalet mätare med ca 60 %.

Vid ovanstående beräkning har antagits att det inte förekommer gemensamma stammar mellan lägenheterna. Förekomsten av gemensamma stammar reducerar antalet mätare, men omöjliggör mätning per trapphus eftersom lägenheterna i ett trapphus kan ha en stam gemensam med lägenheterna i ett annat trapphus.

### 3.4 Antal mätare vid mätning per hus

Om indelningen i små kollektiv görs så att man mäter varmvattenmängden per hus kommer det att ge en väsentligt större reduktion av antalet mätare jämfört med installation i varmvattenstammarna. Vid varmvattenmätning per hus kan man i de fall varmvattenberedningen sker i respektive hus mäta varmvattenmängden i form av kallvatten, d v s före varmvattenberedaren och på så sätt helt komma ifrån inverkan från varmvattencirkulationsflödet. Genom en bearbetning av antalet lägenheter per hus i flerbostadshus byggda mellan 1949 och 1975 kan man konstatera att det i medeltal är 25 lägenheter per hus. Detta innebär att en mätare klarar av mätning för 25 lgh, utom för de hus som förses med varmvatten från en gemensam panncentral. Från den gemensamma panncentralen går kulvertar med värme och varmvatten till de anslutna husen. Varmvattenledningen är försedd med varmvattencirkulation varför även cirkulationsledningen behöver förses med mätare för att man skall kunna räkna bort cirkulationsflödet. I dessa fastigheter kommer man endast att kunna klara av mätningen i 12 lägenheter per mätare.

Enligt Bostads och byggnadsstatistisk årsbok 1980 värms följande procentandelar av den totala husytan i flerbostadshus med kvarterscentral:

Tabell 3.19 Andel av husyta som värms med kvarterscentral

Färdigställandeår	%
-1940	1
1941-1950	1
1951-1960	2
1961-1965	6
1966-1970	6
1971-1975	4
1976-1978	10

Vid en överslagsberäkning är det en försumbar del av lägenheterna som värms med kvarterscentral, varför antalet lägenheter per mätare vid husvis mätning sätts till 25.

Lägenhetsantalet som har varmvatten men ej individuell mätning uppgår till 1.720.000 lgh varför det skulle behövas ca 69.000 mätare vid mätning per hus.

### 3.5 Installationskostnader för centralavläsning

Installationskostnaden för centralavläsningen består av arbetskostnader för ledningsdragning och för att installera den centrala avläsningsenheten.

Denna kostnad uppskattas till 220 kr per lägenhet vid ledningsdragning genom hål som tagits upp i bjälklagen. Kostnaden baserar sig på projekterade värden för ett 3-vånings-, respektive ett 6-våningshus och innehåller även kostnader för ledningsmaterialet. Utan ledningar med endast tomrör skulle installationen kosta 180 kr per lägenhet. Ett värmemätarföretag anger kostnaden för ledningsdragningen till i medeltal 450 kr per lägenhet med variationsmöjligheter mellan 200 och 750 kr per lägen-

het i äldre fastigheter med mindre än 30 lägenheter per fastighet.

Bostadsstyrelsen anger schablonbeloppet 300 kr för installation av fjärravläsning.

I de fortsatta beräkningarna sätts att installationen av centralavläsning kostar 400 kr per lägenhet för ledningar och arbete. Därtill kommer kostnaden för själva räkneverket som sätts till 100 kr per lägenhet. Dessa priser anses gälla vid installation i befintlig bebyggelse.

## 4 AVLÄSNING OCH DEBITERING

Kostnaderna för själva avläsningen beror på om den skall göras i varje lägenhet av särskilda avläsare eller om den görs av lägenhetsinnehavarna, s k självavläsning, som sänder in avläsningskort för beräkning och debitering. Avläsningskostnaden beror också på om man har centralavläsning för samtliga mätare på ett lättåtkomligt ställe i huset.

I Sverige finns minst två företag som utför avläsning och debitering av varmvattenmätare. Självavläsning vid lägenhetsvis mätning tillämpas av några fastighetsförvaltningar och hos ett flertal samfälligheter (villaområden) med gemensam värmecentral.

## 4.1 Lägenhetsvis avläsning

Vid lägenhetsvis avläsning avläses de mätare som finns i lägenheten manuellt och värdet skrivs på en lista eller på ett avläsningskort. Detta kan göras antingen av lägenhetsinnehavaren själv eller av en särskild avläsare.

Vid självavläsning blir avläsningen billig eftersom arbetet utförs av lägenhetsinnehavaren, men metoden har nackdelen att inte alla lägenhetsinnehavare läser av sina mätare och sänder in korten.

Avläsning med särskild avläsare blir dyrare än självavläsning och har nackdelen att avläsaren inte kan komma in i alla lägenheter samtidigt, utan kan få göra två eller flera besök i samma hus.

Destillationsmätarna kräver avläsning och service av särskild utbildad personal en gång per år varför dessa system inte kan ha självavläsning.

## 4.1.1 Självavläsning

Vid självavläsning skall lägenhetsinnehavaren läsa av samtliga mätare i lägenheten, skriva av värdena på ett avläsningskort och sända in kortet till förvaltningen eller till det företag som har hand om beräkning och debitering av varmvattenkostnaden. Detta kan medföra svårigheter för lägenhetsinnehavaren. Denne måste veta var mätarna är placerade, hur de skall avläsas, hur avläsningskortet skall fyllas i och dessutom skall han vara motiverad för att göra avläsningen. Vidare skall lägenhetsinnehavaren läsa av rätt värde, d v s inte systematiskt ange för låg förbrukning. Detta kan korrigeras i efterhand genom att mätaren avläses av avläsare vid avflyttning eller vid mätarbyte.

Ett bostadsföretag som provar självavläsning i lägenheter uppger att mellan 70 och 80 % själva klarar avläsningen. Resterande besöks av fastighetsskötare. Orsakerna till att inte avläsningen utförs är många: t ex hyresgästen är bortrest, sjuk eller har dålig syn. Vidare händer det att denne ej känner till att mätare finns eller hur den skall avläsas. Språkkunskaperna kan också vara så dåliga att man inte förstår den utsända informationen.

Vid samfälligheter (villaområden) med gemensam värmecentral sköts avläsning av de boende själva, oftast med hjälp från någon i samfällighetens styrelse.

Kostnaden för självavläsning, om samtliga läser av sina mätare utan hjälp, inskränker sig till porto och tryckkostnader för avläsningskortet. Det bostadsföretag som provar självavläsning, har inte beräknat några särkostnader för själva avläsningsverksamheten, men uppger att man klarar av den med nuvarande personal. Kostnaden för avläsning och debitering i de fall man får samtliga avläsningskort insända till den som sköter debiteringen kommer således endast att utgöras av debiteringskostnaden. Då ett särskilt företag utför debiteringen kostar den 25 kr per lägenhet och år vid en debitering per år. Företaget använder sig av en datorbaserad rutin för att beräkna varmvattenkostnaden och för att skriva ut avräkningar i form av ut- eller inbetalningskort, beroende på om lägenhetsinnehavaren skall få tillbaka eller betala mer. Detta företag utför ca 1 000 debiteringar per år, i huvudsak åt samfälligheter.

Bostadsföretaget har utarbetat en datorbaserad rutin för att beräkna och skriva ut avräkningar för varmvattenkostnaden. Man har inte beräknat någon särkostnad för denna verksamhet.

#### 4.1.2 Avläsare

Erfarenhet av lägenhetsvis avläsning finns från elavläsning och från avläsning av destillationsmätare. I Sverige finns enligt uppgift 18 000 lägenheter försedda med destillationsmätare för antingen värme- eller varmvattenmätning. Det företag som utför avläsning, beräkning och debitering i dessa lägenheter anger kostnaden till mellan 30 och 50 kr per lägenhet för en avläsning per år. I stadsbebyggelse med korta resor anger man kostnaden till 30-35 kr per år.

Ett annat företag som utför samma tjänst för volymmätare uppger kostnaden för avläsning, beräkning och debitering till 60 kr per år för en avläsning per år.

Ett företag som tidigare utfört avläsning och debitering av varmvattenkostnader gjorde tidstudier på lägenhetsvis avläsning. Om avläsaren har huvudnyckel så att han kan komma in i alla lägenheter han vill besöka är avläsningstiden inklusive gångtider 8 min per lägenhet vilket motsvarar ca 8 lägenheter per timme vid avläsning i tät bebyggelse. Om avläsaren inte har huvudnyckel utan måste ringa på för varje lägenhet ökar tiden per lägenhet till 10 min och han kommer endast in i 70 % av lägenheterna.

Energiverkens elavläsare klarar i tät bebyggelse att avläsa ca 20 lägenheter per timme vid lägenhetsvis avläsning. Avläsarna klarar 80 % av lägenheterna vid eget besök, 15 % klaras med självavläsning, då man inte får tag i lägenhetsinnehavaren. De resterande 5 % blir föremål för andra åtgärder.

I Tyskland är enligt (Ruhrgas) kostnaden för avläsning och debitering uppdelat i en grundavgift och en avläsningsavgift samt en minimiavgift. För destillationsmätare är grundavgiften ca 40 kr per anläggning, avläsningsavgiften 8 kr och minimiavgiften ca 75 kr.

Ur tidigare utredningar kan man hämta dåtida uppgifter på avläsnings- och debiteringskostnader. I Energiberedskapsutredningen från 1975 angavs att avläsning och debitering kostade 35 kr per lägenhet och år vid en avläsning per år. Räknas denna kostnad om till 1980-års priser med faktorprisindex motsvarar den ca 60 kr per lägenhet och år.

I (Nilsson, 1979) anges att driftskostnaden, d v s reparationer, underhåll och service samt administration med avläsning och individuell debitering kan köpas av särskilda företag för 50 kr per lägenhet 1978 om bostadsområdet är beläget i en storstad och omfattar minst 30 lägenheter. Omräknat till 1980 års priser med faktorprisindex motsvaras även denna kostnad av ca 60 kr per lägenhet och år.

#### 4.2 Centralavläsning

Vid centralavläsning överförs mätarnas värden till en mätcentral med räkneverk som placeras på ett lättåtkomligt ställe i huset. Med detta avläsningssätt försvinner olägenheterna av att man inte kan komma in i alla lägenheter för avläsning och av att alla lägenhetsinnehavare inte själva klarar av att läsa av sina mätare. Kostnaden för avläsning och debitering vid centralavläsning gäller vid manuell avläsning, d v s att man skriver av värdena från räkneverken på en lista eller på avläsningskort.

Samma företag som utför lägenhetsvis avläsning av volymmätare anger en kostnad på 30 kr per år vid en avläsning per år för avläsning, beräkning och debitering då byggnaden är försedd med centralavläsning.

Företaget som tidigare utfört avläsning anger kostnaden för samma tjänst som ovanstående till mellan 20 och 25 kr per år.

Energiverken anger att en elavläsare klarar av att läsa av elmätarna för 35 lägenheter per timme i de fastigheter som är försedda med centralavläsning för elmätare i stadsbebyggelse.





## 5 UNDERHÅLL

För att mätaren skall ge tillfredsställande mätnoggrannhet och för att man skall kunna kontrollera mätnoggrannheten bör mätaren bytas ut efter en viss tidsperiod och tas in för renovering eller nedsmältning och återanvändning av materialet.

För kallvattenmätare av den aktuella storleken, med ett genomlopp mindre än 20 mm är den längsta rekommenderade utesittningstiden 8 år.

För varmvattenmätare avsedda för mätning av levererad värmemängd från värmeverk är utesittningstiden högst 5 år för varmvattenmätare avsedda för en vattentemperatur upp till och med 90°C och högst 3 år för vattentemperaturer över 90°C.

En fabrikant anger livslängden för sina mätare till 5 år då de installeras i vatten av normal kvalitet, och till 3 år vid installation i järn-, kalk- och manganhaltigt vatten.

En annan uppger livslängden till 4-5 år medan en tredje uppger 7-8 år.

Livslängden för en varmvattenmätare ligger troligen mellan 3 och 5 år. Vid byte av mätare kan man i vissa fall köpa utbytesmätare för reducerat pris, ca 50 % av vad en ny mätare kostar.

Arbetskostnaden för byte av mätaren uppgår till ca 50 kr per mätare. För mätare som är försedd med fjärravläsning tillkommer kostnader för att räkneverken skall ges överensstämmande värden eller för att anteckna skillnaden mellan avläsningscentralens räkneverk och räkneverket på mätaren. De år då mätarna byts ut kan man samtidigt läsa av dem, varför avläsningskostnaden bortfaller.



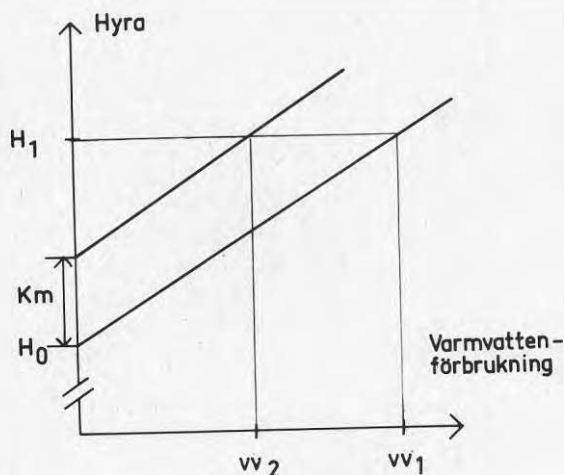
## 6 FASTIGHETSEKONOMISKA KALKYLER

Den fastighetsekonomiska kalkylen görs för att se under vilka villkor som varmvattenmätning är lönsamt att införa i en befintlig byggnad.

I de ekonomiska kalkylerna förutsätts installation av volymmätare, eftersom destillationsmätarnas mätnoggrannhet är otillfredsställande belagd.

## 6.1 Debitering av mät- och varmvattenkostnaden

I de lägenheter som har totalhyra ingår varmvattenkostnaden i hyran. Totalhyran före införandet av mätning  $H_1$  är inlagd i figur 6.1 nedan.



Figur 6.1 Hyra, varmvattenkostnader, förbrukning och mätkostnader.

$H_0$  Hyra exklusive varmvattenkostnader

$H_1$  Hyra före införandet av varmvattenmätning

$K_m$  Kostnaden för mätning

$vv_1$  Varmvattenförbrukning före införandet av mätning

$vv_2$  Högsta varmvattenförbrukning för att hyran efter införandet av mätning skall bli lägre än före mätning

Hyran  $H_1$  eller  $H_0$  i figur 6.1 kan vara antingen den sammanlagda hyran för ett helt hus eller räknas per kvadratmeter lägenhetsyta. Varmvattenförbrukningen fördelas på samma sätt som hyran.

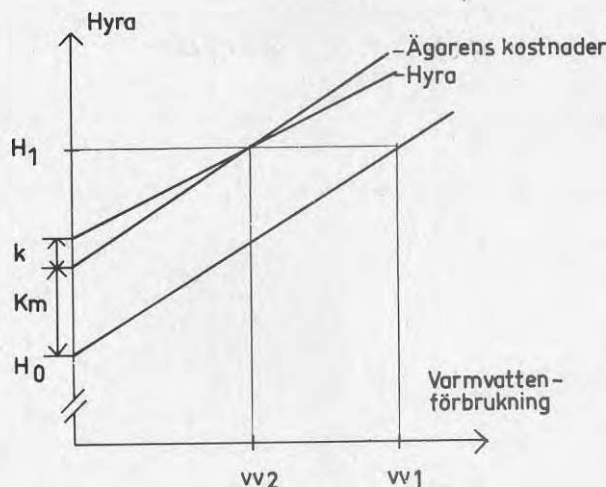
Hyran  $H_1$  före införandet av mätning innehåller den nuvarande kostnaden för varmvatten som är  $H_1 - H_0$  vid varmvattenförbrukningen

$vv_1$ . Vid införandet av mätning måste man beräkna  $K_m$  som är den årliga kostnaden för varmvattenmätning d v s för kapitalkostnaderna för mätaren, kostnader för avläsning och debitering och kostnader för service och underhåll.

Vid beräkning av hyran efter varmvattenmätning läggs  $K_m$  till  $H_0$  för att få den del av hyran som är oberoende av varmvattenförbrukningen. Resterande del av hyran består av de kostnader för varmvattnet som är beroende av förbrukningen, d v s energi för uppvärmning och kostnaderna för själva vattnet. Hyran som funktion av varmvattenförbrukningen läggs in som en rät linje där skärningspunkten mellan hyran före införandet av varmvattenmätning  $H_1$  och den räta linjen ger den maximala mängden varmvatten  $vv_2$  som får förbrukas för att varmvattenmätning skall vara lönsamt. Förbrukas mer varmvatten än  $vv_2$  kommer hyran att öka jämfört med tidigare.

Om kostnaderna för varmvattenmätning och varmvatten debiteras på det beskrivna sättet kommer en ev höjning eller sänkning av hyran helt att bäras av de boende. Eftersom ägaren av huset tar ut de fasta kostnaderna för mätning oberoende av om förbrukningen blir mindre eller större än  $vv_2$ . Detta resonemang gäller i medeltal för hela huset eller bostadsområdet. Ser man till de enskilda lägenhetsinnehavarna är det givetvis de som gör av med mycket varmvatten som får den högsta hyreshöjningen. Vid debitering enligt detta system är det således de boende som kommer att få sina boendekostnader ändrade, en höjning om de förbrukar mer än  $vv_2$  eller en sänkning om de förbrukar mindre än  $vv_2$ . Ägaren av huset kommer att få sina kostnader täckta i samma utsträckning som tidigare om  $K_m$  beräknas så att den motsvarar kostnaderna för varmvattenmätningen.

Det är emellertid teoretiskt möjligt att konstruera sådana betalningssätt att boende och ägare delar på ev förlust eller vinst med individuell mätning och debitering av varmvatten. Ett sådant betalningssätt visas i fig 6.2 som har samma storheter och beteckningar som i fig 6.1 med undantag av  $k$ .



Figur 6.2 Hyra, varmvattenkostnader, och mätningkostnader då varmvattnet efter mätning betalas så att ägare och boende delar vinst eller förlust med mätning.

$k$  är en extra fast kostnad som läggs till mätkostnaden  $K_m$ . Den kan utformas som ett procentuellt tillägg på  $K_m$ . Det nya varmvattenpriset sätts så att hyran blir lika hög som före införandet av varmvattenmätning vid varmvattenförbrukningen  $vv_2$ . Beräknas den extra fasta kostnaden och det nya varmvattenpriset på detta sätt kommer varmvattenpriset att bli lägre än vad som motsvarar den verkliga produktionskostnaden för varmvattnet.

Med denna prissättning på varmvattnet och med den extra fasta kostnaden kommer både ägare och boende att tjäna på om varmvattenförbrukningen är lägre än lönsamhetsgränsen för att införa varmvattenmätning  $vv_2$ . Om däremot varmvattenförbrukningen är högre än  $vv_2$ , d v s om man inte lyckas spara så mycket varmvatten som avsetts kommer de ökade kostnaderna att bäras av både ägare och boende.

Med detta betalningssätt kommer ägarens och de boendes ekonomiska intressen att sammanfalla och risken av att inte besparingen skall bli den avsedda kommer att fördelas dem emellan. En nackdel kan vara att spareffekten minskar eftersom varmvattenpriset ( $\text{kr}/\text{m}^3$ ) sätts lägre än den verkliga produktionskostnaden.

## 6.2 Kalkylmetod

Vid en fastighetsekonomisk kalkyl är det av intresse för ägaren att beräkna de årliga kostnaderna för varmvattenmätningen, eftersom denna måste betalas via hyran. Den årliga kostnaden beräknas med annuitetsmetoden eftersom man med en kapitalvärdesmetod kan ta hänsyn till att komponenterna har olika livslängd och att service och underhåll utförs med oregelbundna intervaller.



Beräkningen görs med hänsyn till att statliga lån kan erhållas för att installera varmvattenmätning.

### Kalkylränta

Vid beräkningen av den årliga kapitalkostnaden används en real kalkylränta på 16 %, 10 % och 8 %.

Vid jämförelsen med energi och vattenkostnaden för varmvattnet antas att energipriset stiger med 2 % per år i förhållande till övriga priser.

Kalkylen görs för en tidsperiod av 25 år, som är tillräckligt lång för att vid de valda kalkylräntorna motsvara en oändligt lång tidsperiod. Tidsperioden kan även motsvara den återstående livslängden hos ett tappvarmvattensystem.

### Statliga lån

Det statliga lånet som erhålls enligt energilåneförordningen kan maximalt uppgå till 850 kr per mätare vid installation av varmvattenflödesmätare i befintlig bebyggelse. Vid installation av centralavläsning utgår maximalt 300 kr per lägenhet.

Dessa lån lämnas för belopp som motsvarar redovisad och godkänd kostnad, dock högst med det maximalt angivna beloppet. Lånen är annuitetslån med 12 % nominell ränta.

Vid kalkylen med 16 % kalkylränta har de statliga lånen 12 % real räntesats. Det kapital som fordras för att täcka kostnaderna utöver det statliga lånet har 16 % real räntesats.

Vid kalkylen med de lägre kalkylräntorna antas att det statliga lånets reala räntesats är 10 respektive 8 %. De här valda reala låneräntorna tar ingen hänsyn till de räntebidrag som för närvarande lämnas för energilån till energibesparande åtgärder i flerbostadshus. Räntebidraget medför i praktiken att energilånet får en negativ real låneränta.

Lån för att täcka kostnader utöver det statliga lånet har vid de lägre kalkylräntorna en real räntesats på 12 % respektive 10 %.

### 6.3 Beskrivning av referenshus

Den fastighetsekonomiska kalkylen görs för installation av varmvattenmätare i tänkta hus s k referenshus som har en sådan lägenhetsfördelning att de kräver installation av samma antal mätare per lägenhet som genomsnittet i landet. Referenshusen bebos också av så många personer som motsvarar genomsnittet av antalet personer per lägenhet i landet.

För att kunna se hur stor inverkan installation av mätare i dolda rör inverkar på totalkostnaden görs kostnadsberäkningen för 2 referenshus med olika antal mätare installerade i dolda rör.

### Referenshus 1

I hus 1 är samtliga mätare installerade i synliga rör. Huset innehåller 25 lägenheter vilket motsvarar ett genomsnittligt lägenhetsantal per hus i landet, och är ett tillräckligt stort antal lägenheter för att de framtagna kostnaderna för installation av mätare skall vara giltiga.

I 10 av lägenheterna som antas vara på 1 RK behövs endast 1 mätare per lägenhet. I 10 lägenheter som antas vara på 2 eller 3 RK behövs 2 mätare per lägenhet. I de resterande fem lägenheterna som har fler än 3 RK krävs 3 mätare per lägenhet. Det behövs således 45 mätare på 25 lägenheter eller i medeltal 1,8 mätare per lägenhet.

Antal boende beräknas enligt Bostads och byggnadsstatistisk årsbok 1980. 45 % av befolkningen i åldersgruppen mellan 16 och 74 år bor i flerfamiljshus enligt statistik från 1978. Antas att resterande åldersgrupper av befolkningen fördelar sig med samma proportionsats på flerbostadshus så erhålls att 3,7 miljoner personer bor i de ca 2,1 miljoner lägenheterna i flerbostadshus. Per lägenhet bor i genomsnitt 1,8 personer. I referenshuset bor således totalt 45 personer. Varje boende förbrukar 22 m<sup>3</sup> varmvatten per år eller 60 l per dygn.

### Referenshus 2

I referenshus 2 bor lika många människor, finns lika många lägenheter och krävs lika många mätare per lägenhet som i referenshus 1. Det som skiljer är att rören i badrum och extra toalettrum i de lägenheter som kräver tre mätare per lägenhet är dolt förlagda. Det är således 10 mätare av 45 eller 22 % av mätarna som ligger dolt förlagda. Den dolda förläggningen av rören medför en extra installationskostnad.

### Referenshus 3

Referenshus 3 har samma lägenhetsfördelning och samma antal boende som de övriga. Det som skiljer är att samtliga mätare installeras i dolda rör, vilket ger en hög installationskostnad.

## 6.4 Avläsningsalternativ

De alternativ som kostnadsberäknas för de tre referenshusen skiljer sig åt vad beträffar sättet att avläsa mätarna, således beräknas kostnaden för:

- Självavläsning
- Avläsning med avläsare
- Centralavläsning

Alternativen skiljer sig åt både vad beträffar avläsnings- och installationskostnader.

Dessutom görs beräkningarna genomgående för 3 olika utesittningstider eller livslängder för mätarna 3, 5 eller 8 år.

## 6.5 Kostnader för material och arbete

Kostnaderna för de olika komponenterna, installationsarbeten, avläsning och debitering hämtas från respektive avsnitt i rapporten och gälle exklusive mervärdeskatt.

### Mätare

Mätare avsedd för manuell avläsning kostar 120 kr.

Mätare med fjärröverföring för centralavläsning kostar 180 kr.

### Armatyr

Vid installation i synliga rör antas att armatur för anslutning av mätaren och konsol för fäste i väggen kostar 60 kr.

Vid installation i dolda rör krävs armatur och rördelar som antas kosta 120 kr per mätare.

### Installationskostnader för mätare

Installation av en mätare i ett synligt rör vid installation av samtliga mätare vid samma tillfälle i alla lägenheter kostar 350 kr per mätare.

Vid installation av mätare i dolda rör sätts installationskostnaden till 1000 kr per mätare inklusive byggnadsarbeten.

### Installationskostnader för centralavläsning

Installationskostnaden för centralavläsning är proportionell mot antalet lägenheter och består av kostnader för räkneverket i avläsningscentralen och för dragning av ledning mellan räkneverket och avläsningscentralen.

Räkneverket kostar per st ca 100 kr vid en avläsningscentral för hela huset, inklusive material och installationskostnader. Ledningsdragningen kostar 400 kr per lägenhet för både material och arbete.

### Service och underhåll

Den beräknade livslängden för mätarna ligger mellan 3 och 8 år. Vid byte av mätare kan man få en ny till halva mätarpriset om den gamla lämnas i inbyte. Att byta ut mätaren kostar 50 kr per mätare om den som byter mätare kan komma in i samtliga lägenheter vid samma besök i huset.

### Avläsning och debitering

Avläsning och debitering sker endast en gång per år.

Vid självavläsning förutsätts att samtliga lägenhetsinnehavare läser av och sänder in sina avläsningskort till den som gör beräkning och debitering. Då blir debiteringskostnaden 25 kr per lägenhet.

het och år.

Vid avläsning med avläsare förutsätts att avläsaren kommer in i samtliga lägenheter vid ett besök i huset. Då kostar avläsning och debitering 60 kr per lägenhet och år.

Vid centralavläsning kan avläsare läsa av samtliga lägenheters förbrukning vid centralen i källaren vilket medför att avläsning och debitering endast kostar 30 kr per år och lägenhet.

Då avläsningen görs av avläsare kan denna utföras samtidigt med att mätarna byts, varför inga särskilda avläsningskostnader uppstår det året, utan endast kostnaden för debitering 25 kr/år och lägenhet.

#### 6.6 Arlig kostnad vid kalkylräntan 16 %

##### Varmvattenmätning med självavläsning

Med de tidigare angivna kostnaderna kostar installationen av mätare 530 kr per mätare. Detta finansieras med ett statligt annuitetslån med 12 % ränta som antas löpa över 25 år vilket ger en årlig kostnad av 3020 kr per år för hela flerbostadshuset.

Mätarna avläses av de boende vilket medför att endast debiteringskostnaden 25 kr per lägenhet måste betalas, vilket ger 625 kr per år för hela flerbostadshuset.

Varje byte av mätare kostar med tidigare angivna priser 110 kr. Behöver mätarna bytas vart 3:e år blir kostnaden för hela huset 1410 kr/år vid en kalkylränta på 16 %.

Behöver mätarna bytas vart 5:e år blir kostnaden för hela huset 720 kr/år.

Byts mätarna vart 8:e år blir kostnaden 345 kr/år.

Den totala årliga kostnaden blir 5060 kr/år vid mätarbyte vart 3:e år, 4370 kr/år vid mätarbyte vart 5:e år och vid byte vart 8:e år 3990 kr/år.

##### Varmvattenmätning med avläsare

Mätarkostnaden enligt föregående beräkning.

Avläsnings- och debiteringskostnaden blir 1500 kr/år för hela huset.

Kostnaden för att byta ut mätarna blir  $45 \times 110 - 25 \times 35 = 3080$  kr per bytesomgång, eftersom den ordinarie kostnaden för avläsning bortfaller de år då mätarna byts ut. Vid byte vart 3:e år blir den årliga kostnaden 880 kr/år, vid byte vart 5:e år blir den årliga kostnaden 450 kr/år och vid byte vart 8:e år blir den 215 kr/år.

Totalkostnaden vid byte vart 3:e år blir 5400 kr/år, vid byte vart 5:e år blir den 4970 kr/år och vart 8:e år 4735 kr/år.

### Varmvattenmätning med centralavläsning

Kostnaden för mätarna kommer att öka från 120 kr per styck till 180 kr per styck till följd av att de är försedda med givare för fjärröverföring. Mätarna finansieras med samma statliga lån som tidigare vilket ger en årlig kostnad för mätarna 3360 kr/år. För centralavläsningen tillkommer 500 kr per lägenhet, vilken endast kan finansieras med 300 kr från det statliga lånet. De resterande 200 kr finansieras med eget kapital, vilket ger en årlig kostnad för centralavläsningen på 1760 kr/år. Denna kostnad förutsätter att centralavläsningen har 25 års livslängd och att den inte kräver något underhåll och service.

Avläsnings- och debiteringskostnaden uppgår till 750 kr/år.

Byte av mätarna kommer att bli dyrare eftersom mätarna är dyrare, arbetskostnaden för mätarbyte har dock sats oförändrad 50 kr trots att den borde bli något högre än tidigare till följd av de elektriska omkopplingarna. Vid byte vart 3:e år blir byteskostnaden 1800 kr/år, vid byte vart 5:e år 910 kr/år och vid byte vart 8:e år 445 kr/år.

Den totala årliga kostnaden för varmvattenmätning med centralavläsning blir 7670 kr/år vid byte vart 3:e år, 6780 kr/år vid byte vart 5:e år och vart 8:e år 6315 kr/år.

Den årliga kostnaden för varmvattenmätning i referenshus I vid kalkylräntan 16 % har sammanställts i tabell 6.1.

## 6.6.1 Årlig kostnad i referenshus 1

Tabell 6.1 Kostnadssammansättning för varmvattenmätning i referenshus 1 vid 16 % kalkylränta

	Självavläsning kr/år	Avläsare kr/år	Centralavläsning kr/år
Mätare	3020	3020	3360
Centralavläsning			1760
Avläs & Deb	625	1500	750
Utbyte 3:e år	1410	880	1800
5:e år	720	450	910
8:e år	345	215	445
<hr/>			
Totalt 3:e år	5060	5400	7670
5:e år	4370	4970	6780
8:e år	3990	4735	6315
<hr/>			
Totalt 3:e år inkl moms 13 %	5700	6100	8650
5:e år	4950	5600	7650
8:e år	4500	5350	7150

Den totala fasta kostnaden som måste tas ut på hyran för att täcka kostnaderna för varmvattenmätning uppgår till mellan 4500 - 6000 kr/år vid självavläsning och vid avläsning med avläsare. Vid centralavläsning kommer den årliga kostnaden att uppgå till mellan 7100-8600 kr/år. Vid avläsning med avläsare och självavläsning förutsätts att avläsaren kommer in i alla lägenheter vid ett besök i fastigheten och att alla själv klarar av att sända in sina avläsningskort.

## 6.6.2 Årlig kostnad i referenshus 2

I referenshus 2 skall 10 av de 45 mätarna installeras i dolda rör.

## Varmvattenmätning med självavläsning

Installation av en dold mätare kostar inklusive material och arbete 1240 kr per mätare. Installation av mätare kostar således 30900 kr för hela huset, vilket kan finansieras med statliga lån. Då blir den årliga kapitalkostnaden för mätarna 3930 kr/år.

Kostnaderna för debitering och byte av mätarna blir oförändrade jämfört med föregående beräkning.



### Varmvattenmätning med avläsare

Jämfört med föregående beräkning för referenshus 1 ändras endast installationskostnaden för mätarna. Den årliga kapitalkostnaden blir 3930 kr/år.

Kostnaderna för avläsning, debitering och byte av mätarna förblir oförändrade.

### Varmvattenmätning med centralavläsning

Vid centralavläsning måste räkneverken förses med givare för fjärröverföring av mätvärdena vilka kostar 60 kr/mätare. Den årliga kapitalkostnaden för mätarna blir 4280 kr/år.

Övriga kostnader för centralavläsningen, avläsning, debitering och byte av mätarna blir oförändrade jämfört med referenshus 1.

Den årliga kostnaden för varmvattenmätning i referenshus 2 vid kalkylräntan 16 % har sammanställts i tabell 6.2.

Tabell 6.2 Kostnadssammanställning för varmvattenmätning i referenshus 2 vid 16 % kalkylränta

		Självavläsning kr/år	Avläsare kr/år	Centralavläsning kr/år
Mätare		3930	3930	4280
Centralavläsning				1760
Avläs & Deb		625	1500	750
Utbyte	3:e år	1410	880	1800
	5:e år	720	450	910
	8:e år	345	215	445
<hr/>				
Totalt	3:e år	5965	6310	8590
	5:e år	5275	5880	7700
	8:e år	4900	5645	7235
<hr/>				
Totalt	3:e år	6700	7100	9700
inkl				
moms	5:e år	5900	6600	8700
13 %	8:e år	5530	6400	8200

I referenshus 2 där 10 av de 45 mätarna installeras i dolda rör kommer den fasta kostnaden för varmvattenmätning att ligga mellan 5500-7000 kr/år vid självavläsning och avläsning med avläsare. Detta gäller under förutsättning att avläsaren kommer in i alla lägenheterna vid ett besök och att alla de boende läser av sina mätare och sänder in avläsningskorterna.

Varmvattenmätning med centralavläsning kostar mellan 8200-9700 kr/år.

### 6.6.3 Årlig kostnad i referenshus 3

I referenshus 3 ligger samtliga rör där mätare skall installeras dolt förlagda. Detta kommer att medföra högre kostnader.

Att installera en mätare utan fjärröverföring i ett dolt rör kostar 1240 kr. Det maximala beloppet som kan erhållas från statliga lån är 850 kr/mätare, de överskjutande 390 kr måste således finansieras med egna medel vilka har högre ränta.

Den årliga kapitalkostnaden för det statliga lånet blir 4860 kr/år. Den årliga kapitalkostnaden för den del av kostnaden som finansieras med eget kapital blir 2 860 kr/år. Den sammanlagda kapitalkostnaden för mätarna blir 7720 kr/år.

### Varmvattenmätning med självavläsning

Jämfört med tidigare beräkningar ändras endast kapitalkostnaden för mätarna till 7720 kr/år.

### Varmvattenmätning med avläsare

Jämfört med tidigare beräkningar ändras endast kapitalkostnaden för mätarna till 7720 kr/år.

### Varmvattenmätning med centralavläsning

Vid centralavläsning måste räkneverken förses med givare för fjärröverföring av mätvärdena vilka kostar 60 kr/mätare. Denna kostnad måste finansieras med eget kapital då det statliga lånet redan är utnyttjat. Kapitalkostnaden för mätarna blir således 8360 kr/år.

Den årliga kostnaden för varmvattenmätning i referenshus 3 vid kalkylräntan 16 % har sammanställts i tabell 6.3.

Tabell 6.3 Kostnadssammansättning för varmvattenmätning i referenshus 3 vid 16 % kalkylränta

		Självavläsning kr/år	Avläsare kr/år	Centralavläsning kr/år
Mätare		7720	7720	8360
Centralavläsning				1760
Avläs & Deb		625	1500	750
Utbyte	3:e år	1410	880	1800
	5:e år	720	450	910
	8:e år	345	215	445
<hr/>				
Totalt	3:e år	9755	10100	12670
	5:e år	9065	9670	11780
	8:e år	8690	9435	11315
<hr/>				
Totalt inkl moms 13 %	3:e år	11000	11400	14300
	5:e år	10200	10900	13300
	8:e år	9700	10700	12800

I referenshus 3 där samtliga mätare installeras i dolda rör kommer den fasta kostnaden för varmvattenmätning att ligga mellan 9700-11500 kr/år vid självavläsning och avläsning av avläsare. Denna kostnad förutsätter att avläsaren kommer in i samtliga lägenheter vid ett besök i huset och att alla boende läser av och sänder in sina avläsningskort. Den fasta kostnaden för varmvattenmätning vid centralavläsning ligger mellan 12800-14300 kr/år.

#### 6.6.4 Känslighetsanalys

Den årliga kostnaden för varmvattenmätning kan delas upp i två huvuddelar, nämligen material och arbetskostnader. Hittills har arbetskostnaderna stigit mer än materialkostnaderna om man ser till Statistiska Centralbyråns beräkningar av faktorprisindex.

Som utgångspunkt för känslighetsanalysen används installationen i referenshus 1 utförd vid 16 % real kalkylränta.

Tabell 6.4 Fördelningen mellan arbete och materialkostnader vid varmvattenmätning i referenshus 1

	Självavläsning %	Avläsare %	Centralavläsning %
Material	36	34	41
Arbete	64	66	59
<b>Totalt</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Vid självavläsning och avläsning med avläsare består ca 35 % av de årliga kostnaderna för varmvattenmätning av materialkostnader och resterande 65 % av arbetskostnader.

Vid centralavläsning består ca 40 % av kostnaderna med varmvattenmätning av materialkostnader och 60 % av arbetskostnader.

En ökning av materialkostnaden med 10 % kommer således att öka totalkostnaden med 4 %. En ökning av arbetskostnaden med 10 % kommer att öka totalkostnaden med 6 %.

För installation av varmvattenmätare i referenshus 2 och 3 kommer arbetskostnadens andel av de totala kostnaderna att öka eftersom installationen av mätarna blir mer arbetskrävande.

#### 6.7 Årlig kostnad vid kalkylräntan 10 %

Under samma tekniska förutsättningar som för kalkylräntan 16 % beräknas den årliga kostnaden för mätning och debitering av varmvatten i de tre referenshusen. Kalkylräntan sätts till en real räntesats av 10 %, den reala räntan på det statliga lånet sätts till 10 % och den reala räntan på de medel som måste lånas utöver det statliga lånet sätts till 12 %. Den utrustning som inte fullt ut kan finansieras med statligt lån är utrustningen för centralavläsning och installation av mätarna då samtliga mätare i referenshuset installeras i dolda rör. Vid installation av en mätare avsedd för manuell avläsning i dolt rör kostar mätaren, övrig material och arbete 1240 kr per mätare, medan det statliga lånet uppgår till 850 kr.

Den årliga kostnaden i referenshus 1 som har samtliga 45 mätare installerade i synliga rör visas i tabell 6.5.

I tabell 6.6 visas sammanställning av den årliga kostnaden för varmvattenmätning och individuell debitering i referenshus 2 som har 10 av de 45 mätarna installerade i dolda rör vilket ökar installationskostnaden.

I tabell 6.7 slutligen visas den årliga kostnaden i referenshus 3 där samtliga mätare installerats i dolda rör.

Jämfört med föregående beräkningar vid de högre räntesatserna så har den årliga kostnaden minskat, till följd av att en lägre låneränta ger lägre årliga kapitalkostnader. Ökningen i utbyteskostnaden, till följd av att en lägre räntesats ger större värde åt betalningar i framtiden, blir för liten för att märkas i års-

kostnaden.

### 6.7.1 Arlig kostnad i referenshus 1

Tabell 6.5 Kostnadssammanställning för varmvattenmätning i referenshus 1 vid 10 % kalkylränta

		Självavläsning kr/år	Avläsare kr/år	Centralavläsning kr/år
Mätare		2620	2620	2930
Centralavläsning				1450
Avläs & Deb		625	1500	750
Utbyte	3:e år	1490	930	1900
	5:e år	812	505	1030
	8:e år	430	268	550
<hr/>				
Totalt	3:e år	4740	5050	7030
	5:e år	4060	4630	6160
	8:e år	3680	4390	5680
<hr/>				
Totalt	3:e år	5350	5700	7950
inkl				
moms	5:e år	4600	5220	6950
13 %	8:e år	4150	4950	6400

## 6.7.2 Årlig kostnad i referenshus 2

Tabell 6.6 Kostnadssammanställning för varmvattenmätning i referenshus 2 vid 10 % kalkylränta

		Självläsning kr/år	Avläsare kr/år	Centralavläsning kr/år
Mätare		3400	3400	3700
Centralavläsning				1450
Avläs & Deb		625	1500	750
Utbyte	3:e år	1490	930	1900
	5:e år	812	505	1030
	8:e år	430	268	550
<hr/>				
Totalt	3:e år	5520	5830	7800
	5:e år	4840	5400	6930
	8:e år	4460	5170	6450
<hr/>				
Totalt	3:e år	6230	6590	8800
inkl				
moms	5:e år	5470	6100	7840
13 %	8:e år	5030	5840	7290



## 6.7.3 Arlig kostnad i referenshus 3

Tabell 6.7 Kostnadssammanställning för varmvattenmätning i referenshus 3 vid 10 % kalkylränta

		Självavläsning kr/år	Avläsare kr/år	Centralavläsning kr/år
Mätare		6420	6420	6760
Centralavläsning				1450
Avläs & Deb		625	1500	750
Utbyte	3:e år	1490	930	1900
	5:e år	812	505	1030
	8:e år	430	268	550
<hr/>				
Totalt	3:e år	8540	8850	10860
	5:e år	7860	8430	9990
	8:e år	7480	8190	9510
<hr/>				
Totalt	3:e år	9650	10000	12270
inkl	5:e år	8880	9520	11290
moms	8:e år	8450	9250	10750
13 %				

## 6.8 Arlig kostnad vid kalkylräntan 8 %

Under samma förutsättningar som för de båda föregående fastighetsekonomiska beräkningarna vid 16 % respektive 10 % kalkylränta genomförs ytterligare en beräkning av den årliga kostnaden för varmvattenmätning och individuell debitering vid den reala kalkylräntan 8 %. Det statliga lånet antas ha en real räntesats på 8 % och de medel som måste lånas utöver det statliga lånet antas ha 10 % real räntesats. Den årliga kostnaden för referenshusen 1, 2 och 3 visas i tabell 6.8, 6.9 och 6.10. Ur tabellerna 6.8, 6.9 och 6.10 kan utläsas att en ytterligare sänkning av räntorna ger en minskning av den årliga kostnaden för mätning och individuell debitering. Detta är en följd av att den årliga kapitalkostnaden för mätarna minskar.

## 6.8.1 Arlig kostnad i referenshus 1

Tabell 6.8 Kostnadssammanställning för varmvattenmätning i referenshus 1 vid 8 % kalkylränta

		Självavläsning kr/år	Avläsare kr/år	Centralavläsning kr/år
Mätare		2240	2240	2500
Centralavläsning				1255
Avläs & Deb		625	1500	750
Utbyte	3:e år	1520	950	1940
	5:e år	845	530	1080
	8:e år	465	290	590
<hr/>				
Totalt	3:e år	4390	4690	6450
	5:e år	3710	4270	5590
	8:e år	3330	4030	5100
<hr/>				
Totalt	3:e år	4950	5300	7300
inkl	5:e år	4200	4830	6300
moms	8:e år	3730	4550	5760
13 %				

## 6.8.2 Årlig kostnad i referenshus 2

Tabell 6.9 Kostnadssammansättning för varmvattenmätning i referenshus 2 vid 8 % kalkylränta

		Självavläsning kr/år	Avläsare kr/år	Centralavläsning kr/år
Mätare		2900	2900	3160
Centralavläsning				1255
Avläs & Deb		625	1500	750
Utbyte	3:e år	1520	950	1940
	5:e år	845	530	1080
	8:e år	465	290	590
<hr/>				
Totalt	3:e år	5050	5350	7100
	5:e år	4370	4930	6250
	8:e år	4000	4690	5750
<hr/>				
Totalt	3:e år	5700	6050	8030
inkl				
moms	5:e år	4940	5570	7060
13 %	8:e år	4510	5300	6500

## 6.8.3 Arlig kostnad i referenshus 3

Tabell 6.10 Kostnadssammanställning för varmvattenmätning i referenshus 3 vid 8 % kalkylränta

		Självlavläsning kr/år	Avläsare kr/år	Centralavläsning kr/år
Mätare		5530	5530	5830
Centralavläsning				1255
Avläs & Deb		625	1500	750
Utbyte	3:e år	1520	950	1940
	5:e år	845	530	1080
	8:e år	465	290	590
<hr/>				
Totalt	3:e år	7680	7980	9780
	5:e år	7000	7560	8920
	8:e år	6620	7320	8430
<hr/>				
Totalt	3:e år	8670	9020	11050
inkl				
moms	5:e år	7910	8540	10070
13 %	8:e år	7480	8270	9520

## 6.9 Varmvattenkostnader

Kostnaderna för varmvatten består av energikostnaderna för att värma upp vattnet och kostnaderna för själva vattnet.

Eftersom endast ett fåtal procent av flerbostadshusen värms med elenergi, används oljepriset som utgångspunkt vid beräkning av energipriset. Eldningsolja 4 med låg svavelhalt kostar (810701) inklusive skatt ca 1500 kr/m<sup>3</sup> vilket medför att energipriset blir 15 öre/kWh om energiinnehållet baseras på förbränningsvärmets utan avdrag för omvandlingsförluster (verkningsgrad).

Värms varmvattnet från i medeltal 7°C till 55°C åtgår 56 kWh/m<sup>3</sup> vatten. Vid en verkningsgrad på 80 % kommer uppvärmningen av vattnet att kosta 10,5 kr/m<sup>3</sup>.

Den antagna verkningsgraden för varmvattenuppvärmning 80 % kan förefalla hög men i denna verkningsgrad ingår endast de förluster som är beroende på mängden producerat varmvatten. Med denna verkningsgrad fås ett mått på hur mycket olja man sparar om man sparar 1 m<sup>3</sup> vatten. Den totala verkningsgraden inklusive de fasta förlusterna från pannorna och kulvertar är vanligtvis lägre, men dessa förluster minskar inte p g a att varmvattenförbrukningen minskar.

För själva vattnet antas en kostnad på 5 kr/m<sup>3</sup>.

Sparar man 1 m<sup>3</sup> varmvatten kommer energi- och vattenkostnaderna att minska med ca 15 kr.

#### 6.10 Erforderlig varmvattenbesparing

För att hyran i referenshuset skall minska efter det att varmvattenmätare installerats krävs att kostnadsminskningen till följd av vattenbesparingen uppväger kostnaden för varmvattenmätningen.

I referenshusen bor 45 personer som förbrukar 22 m<sup>3</sup> varmvatten per person och år. Den sammanlagda förbrukningen blir 990 m<sup>3</sup> per år. Om hela denna förbrukning sparades skulle man spara ca 15000 kr/år.

Om oljepriset vid kalkylräntan 16 % antas stiga med 2 % per år, mer än den övriga prisnivån och att vattenpriset följer den övriga prisnivån blir den årliga möjliga besparingen under en 25 årsperiod ca 17000 kr. Nuvärdet blir 2000 kr högre per år än om man inte tar någon hänsyn till att oljepriset ökar mer än övriga priser.

Vid kalkylräntan 10 % och med en oljeprisökning på 2 % per år mer än den allmänna prisökningen kommer värdet per år av oljebesparingen att bli 17500 kr/år.

Vid den lägsta kalkylräntan 8 % och med en oljeprishöjning på 2 % mer än den allmänna prisnivån kommer värdet per år av oljebesparingen att bli 17900 kr/år. En lägre kalkylränta ger som synes ett större värde åt framtida oljeprisökningar.

Värdena på kostnader med varmvattenmätning enligt tabell 6.1-3, 6.5-10 jämförs med ovanstående möjliga kostnadsbesparing för att få fram den erforderliga vattenbesparingen i procent av den nuvarande förbrukningen.

Den erforderliga varmvattenbesparingen för de olika referenshusen och kalkylräntorna redovisas i tabell 6.11.

Tabell 6.11 Erforderlig varmvattenbesparing för att mätning skall ge sänkt hyra

	Ref.hus 1 %	Ref.hus 2 %	Ref.hus 3 %
Kalkylränta 16 %			
Själv	26-34	33-39	57-65
Avläsare	31-36	38-42	63-67
Centralavläsning	42-51	48-57	75-84
Kalkylränta 10 %			
Själv	24-31	29-36	48-55
Avläsare	28-33	33-38	53-57
Centralavläsning	38-45	42-50	62-70
Kalkylränta 8 %			
Själv	21-28	25-32	42-48
Avläsare	25-30	30-35	46-50
Centralavläsning	32-41	36-45	53-62

Att den erforderliga varmvattenbesparingen anges som ett intervall beror på vilken utesittningstid mätarna kommer att få. Det lägre värdet på den erforderliga vattenbesparingen motsvarar 8 års utesittningstid och det högre 3 år.

### 6.11 Sammanfattning

Den fastighetsekonomiska kalkylen syftar till att bestämma den varmvattenbesparing som erfordras för att hyran efter införandet av varmvattenmätning skall bli lägre än före införandet.

De ekonomiska konsekvenserna av införandet av varmvattenmätning studeras i tre referenshus. Referenshusen har konstruerats utgående från medelantalet mätare per lägenhet som erfordras i samtliga lägenheter i Sverige och från medelantalet boende per lägenhet. Referenshusen har således 25 lägenheter som kräver installation av 45 mätare eller i medeltal 1,8 mätare per lägenhet. I husen bor 45 personer som vardera förbrukar 22 m<sup>3</sup> varmvatten per år. Referenshus 1 har samtliga mätare installerade i synliga rör, hus 2 har 20 % av mätarna installerade i dolda rör vilket motsvarar ett troligt medelvärde för samtliga mätare i Sverige. Referenshus 3 har samtliga mätare installerade i dolda rör.

Den fastighetsekonomiska kalkylen görs för en kalkylperiod av 25 år som kan sägas motsvara livslängden hos ett tappvarmvattensystem. Den görs för tre reala kalkylräntor 16 %, 10 % och 8 %. Kalkylen görs med hänsyn till statliga lån. Den reala låneräntan sätts till 12 %, 10 % och 8 % i kalkylerna med respektive kalkylränta. Hänsyn tas ej här till de räntebidrag som för närvarande lämnas för energilån till energibesparande åtgärder i flerbostadshus. Den reala låneräntan på det kapital som lånats för att täcka kostnader utöver det statliga lånet sätts till 16 %, 12 % och 10 %.



Oljepriset antas öka med 2 % per år utöver den allmänna prisökningen.

Kalkylen är utförd för tre olika alternativa avläsnings sätt: Självavläsning, avläsning med avläsare och centralavläsning. Kostnaden för avläsning bärs i kalkylen helt av varmvattenmätningen, d v s beräkningarna gäller för separat avläsning av varmvattenmätarna. Man kan tänka sig att varmvattenmätarna och elmätarna avläses vid samma tillfälle varvid avläsningskostnaderna skulle kunna delas.

Kalkylen är utförd för tre olika tänkbara livslängder för mätarna: 3 år, 5 år och 8 år. I redovisningen av erforderlig varmvattenbesparing gäller den undre gränsen livslängden 8 år och den högre 3 år. Den erforderliga varmvattenbesparingen vid livslängden 5 år ligger närmare den lägre gränsen än mitten av intervallet, ca 35 % av intervallet från den undre gränsen.

Resultatet av den fastighetsekonomiska kalkylen redovisas i tabell 6.11 där den erforderliga varmvattenbesparingen för samtliga referenshus, kalkylräntor och avläsnings sätt anges.

Den erforderliga varmvattenbesparingen blir som väntat högst i referenshus 3 där samtliga mätare installeras i dolda rör, och lägst i referenshus 1 där samtliga mätare installeras i synliga rör. Den besparing som erfordras blir nästan dubbelt så hög i hus 3 som i hus 1.

Det avläsningsalternativ som är känsligast för antalet mätare installerat i dolda rör är självavläsning eftersom här utgör installationskostnaden en stor del av totalkostnaden.

En hög kalkylränta ökar den erforderliga varmvattenbesparingen eftersom den årliga kapitalkostnaden för grundinvesteringen ökar och värdet av den framtida oljeprisökningen minskar. De alternativ som har högst grundinvestering är känsligast för ändringar i kalkylräntan. Det avläsnings sätt som kräver den största varmvattenbesparingen är centralavläsning, eftersom mätarna är dyrare p g a impulsgivarna till det centrala räkneverken och att det krävs installation av centrala räkneverk med ledningar mellan mätare och räkneverk. Det alternativ som kräver minst varmvattenbesparing är självavläsning, förutsatt att de boende sänder in sina avläsningskort.

Mätarnas livslängd har störst inverkan på de alternativ som utnyttjar centralavläsning eftersom dessa mätare är dyrare än de som används för manuell avläsning.

Den erforderliga varmvattenbesparingen i ett hus med 20 % av mätarna installerade i dolda rör, vid självavläsning, med 5 års livslängd på mätaren och vid en kalkylränta på 10 % ligger kring 32 %. Vid avläsning med avläsare blir motsvarande erforderlig besparing 35 % och vid centralavläsning 45 %.

Den lägsta erforderliga besparingen av samtliga beräknade kalkylfall är 21 % som gäller för 8 års livslängd, självavläsning, 8 % kalkylränta och samtliga mätare installerade i synliga rör. Den högsta erforderliga besparingen av de beräknade kalkylfallen är 84 % som gäller för 3 års livslängd, centralavläsning, 16 % kalkylränta och samtliga mätare installerade i dolda rör.

Det billigaste avläsningssättet är således självavläsning, mätarnas livslängd har en viss inverkan och andelen mätare som installeras i dolda rör har stor inverkan på den erforderliga varmvattenbesparingen.

För att varmvattenmätningen och individuell debitering skall ge en sänkt hyra krävs det varmvattenbesparing på minst ca 30 % vid självavläsning.



I den nationella fastighetsekonomiska kalkylen beräknas kostnader-  
na för att införa varmvattenmätning i hela landet. Beräkningen  
görs för olika delar av fastighetsbeståndet som t ex i alla de  
lägenheter byggda före 1975 som har varmvatten men inte har någon  
form av mätare eller t ex i de lägenheter som har synliga rör  
där mätarna skall installeras. Synliga rör ger lägre installations-  
kostnad än när rören ligger dolda i en slits i väggen.

Kostnaden för att införa varmvattenmätning beräknas även för mät-  
ning och debitering i små kollektiv som trapphus- eller stamvis  
mätning och husvis mätning.

För att kunna bedöma möjligheterna att varmvattenmätning skall  
bli lönsamt jämförs kostnaderna för mätning med värdet av den  
maximalt möjliga varmvattenbesparingen. Då erhålls den minsta  
erforderliga varmvattenbesparingen för att mätningen skall va-  
ra lönsam. Den erforderliga varmvattenbesparingen kan sedan jäm-  
föras med den varmvattenbesparing som uppnåtts vid de försök med  
varmvattenmätning som hittills genomförts.

Vid den nationella fastighetsekonomiska kalkylen används lägre  
kalkylräntor än i den fastighetsekonomiska. Den nationella kal-  
kylen görs för två reala kalkylräntor 6 % och 4 %. Den högre kal-  
kylräntan har använts av Energihushållningsdelegationen (EHD)  
vid bedömningen av energibesparande åtgärder på ett nationell  
plan. EHD har även antagit att oljepriset (Eo4) kommer att stiga  
med 2 % mer än den övriga prisnivån per år, vilket även antas  
gälla i denna utredning. (Proposition 1980/81:133).

I den nationella kalkylen tas ingen hänsyn till att åtgärderna  
kan finansieras på olika sätt utan att de reala räntorna 6 % och  
4 % gäller även för alla delar av mätutrustningen.

För att beräkna kostnaderna för varmvattenmätning och värdet av  
varmvattenbesparingen används nuvärdemetoden med en kalkylperiod  
på 25 år, vilket är samma längd som i den fastighetsekonomiska  
kalkylen. Tidsperioden anses vara den längsta under vilken man  
kan överblicka de ekonomiska konsekvenserna med en meningsfull  
noggrannhet. Kalkylperioden sammanfaller även med livslängden  
för ett tappvarmvattensystem.

Kalkylen görs för tre avläsningsätt, nämligen självavläsning,  
avläsare och centralavläsning, utom för mätning i små kollektiv  
där självavläsning inte kan användas. Avläsningen av varmvatten-  
mätarna har förutsatts ske vid ett särskilt besök i fastigheten  
och ej tillsammans med t ex elavläsning. Görs båda dessa avläsning-  
ar samtidigt kan avläsningskostnaden delas mellan el och varmvat-  
ten.

I kalkylen har varmvattenmätarna getts livslängden 3, 5 och 8  
år. Den verkliga livslängden eller utesittningstiden ligger i  
detta intervall. Efter det att en mätare bytts ut kan den ev re-  
noveras och användas på nytt.

Beräkningen av nuvärdet för varmvattenmätning och individuell  
debitering görs utgående från en uppdelning av kostnaderna på  
en del som beror av antalet lägenheter och på en del som beror

av antalet mätare.

## 7.1 Samtliga lägenheter utan mätare

### 7.1.1 Kostnader proportionella mot antalet mätare

Enligt kapitel 3.1.3 kommer det att krävas 3,15 miljoner mätare vid installation av mätare i alla lägenheter i flerbostadshus som inte har varmvattenmätare men har varmvatten.

En del av dessa mätare kommer att installeras i dolt förlagda rör vilket medför en högre installationskostnad än i synliga rör. Enligt en uppskattning i kapitel 3 så har 20 % av badrummen rör med dold förläggning. Vilket, för de ca 1,7 miljoner lägenheter som denna beräkning omfattar, medför att 340000 mätare kommer att förläggas i dolda rör. Avrundat uppåt förläggs 400000 mätare i dolda rör.

Installationskostnaden för en mätare med direktavläsning inklusive mätare och armatur är enligt tidigare 530 kr/mätare i synliga rör och 1240 kr/mätare i dolda rör.

Med kostnader enligt ovan kommer den totala kostnaden för att installera mätare i de 1,7 miljoner lägenheterna att bli  $2 \cdot 10^9$  kr.

Vid installation av mätare som är försedda med givare för fjärröverföring till avläsningscentral tillkommer ca 60 kr per mätare oberoende om den installeras i dolda eller synliga rör. Detta ger en ytterligare kostnad på ca  $200 \cdot 10^6$  kr vilket ger installationskostnaden för mätare avsedda för centralavläsning  $2,2 \cdot 10^9$  kr.

### Byte av mätare

Beroende på att mätarna har en utesittningstid mellan 3 och 8 år måste de bytas med regelbundna intervaller. Lämnas den använda mätaren tillbaka som inbytesmätare vid bytet kan man i vissa fall få den nya mätaren för ca halva priset jämfört med en ny mätare.

Arbetskostnaden för att byta en mätare uppgår till 50 kr per mätare. Då mätarna avläses med avläsare bortfaller avläsningskostnaden de år då mätarna byts ut, eftersom avläsning och byte kan göras samtidigt. Avläsningskostnaden är 35 kr per lägenhet och år.

Kostnaden för byte av en mätare avsedd för direktavläsning blir 110 kr per byte och för en mätare avsedd för centralavläsning blir kostnaden 140 kr per mätare och byte.

### Självavläsning

Nusummefaktorn för mätarnas utbyteskostnader beräknas genom att summera diskonteringsfaktorerna för de år då byte av mätarna sker. Vid byte vart 3:e år summeras diskonteringsfaktorerna för 3, 6, 9 o s v upp till 25 år vilket ger en nusummefaktor vid 6 % kalkyl-

ränta på 3,93. Vid byte vart 5:e år summeras diskonteringsfaktorerna för 5, 10, 15 o s v upp till 25 år vilket blir 2,27.

Vid byte vart 8:e år summeras diskonteringsfaktorerna för 8, 16 och 24 år vilket blir 1,25.

Vid 3 års utesittningstid för mätarna blir nuvärdet av kostnaden för byte  $1340 \cdot 10^6$  kr och sitter de ute i 5 år blir nuvärdet av kostnaden för byte  $775 \cdot 10^6$  kr.

Sitter mätarna ute i 8 år blir nuvärdet av kostnaderna för byte  $425 \cdot 10^6$  år.

Vid den lägre kalkylräntan 4 % summeras diskonteringsfaktorerna på samma sätt som ovan. Vid utesittningstiden 3 år blir nusunnefaktorn 489, vid 5 år 2,88 och vid 8 år 1,64. Nuvärdet av kostnaderna för mätarbyte vid kalkylräntan 4 % blir vid 3 års utesittningstid  $1660 \cdot 10^6$  kr, vid 5 år  $950 \cdot 10^6$  kr och vid 8 års utesittningstid  $558 \cdot 10^6$  kr.

#### Avläsare

Vid avläsning med avläsare bortfaller kostnaden för avläsning de år då mätarna byts, d v s 35 kr per lägenhet och byte.

Den totala kostnaden vid byte av alla mätarna blir då:

$$3,15 \cdot 10^6 \times 110 - 1,7 \cdot 10^6 \times 35 = 286 \cdot 10^6 \text{ kr}$$

Det kostar således ca  $290 \cdot 10^6$  kr att byta mätarna.

Vid den högre kalkylräntan 6 % blir nuvärdet vid byte vart 3:e år  $1120 \cdot 10^6$  kr, vid byte vart 5:e år blir nuvärdet  $650 \cdot 10^6$  kr och vid byte vart 8:e år blir nuvärdet  $358 \cdot 10^6$  kr. Vid den lägre kalkylräntan 4 % kommer nuvärdet för byte vart 3:e år att öka till  $1390 \cdot 10^6$  kr, vid byte vart 5:e år  $825 \cdot 10^6$  kr och vid byte vart 8:e år blir nuvärdet  $466 \cdot 10^6$  kr.

#### Centralavläsning

Vid byte av mätare avsedda för centralavläsning kan man inte räkna sig tillgodo den ordinarie avläsningskostnaden vid det år då mätarna byts.

Vid den högre kalkylräntan 6 % blir nuvärdet för byte vart 3:e år  $1700 \cdot 10^6$  kr, vid byte vart 5:e år  $1000 \cdot 10^6$  och vid byte vart 8:e år blir nuvärdet  $550 \cdot 10^6$  kr.

Vid den lägre kalkylräntan 4 % blir nuvärdet för byte vart 3:e år  $2100 \cdot 10^6$  kr, vid byte vart 5:e år  $1270 \cdot 10^6$  kr och vid byte vart 8:e år blir nuvärdet  $720 \cdot 10^6$  kr.

Nuvärdet av kostnaden för byte blir således högre vid den lägre kalkylräntan. En låg kalkylränta innebär att man i kalkylen lägger större vikt vid händelser som inträffar i framtiden.



## 7.1.2 Kostnader proportionella mot antalet lägenheter

### Avläsnings- och debiteringskostnader

Vid självavläsning kostar debiteringen 25 kr per lägenhet och år. Vid avläsning med avläsare kostar avläsning och debitering 60 kr per lägenhet och år. Dessa kostnader gäller under förutsättning att avläsaren kommer in i alla lägenheter under ett besök i fastigheten och att alla boende själva läser av sina mätare och sänder in avläsningskortet.

Då fastigheten har centralavläsning är man inte beroende av dessa faktorer utan avläsning och debitering kostar 30 kr per lägenhet och år.

Den ekonomiska kalkylen utförs för det fallet att varmvattenmätarna avläses separat vid ett särskilt besök i lägenheten. I ett verkligt fall kan man utnyttja t ex elavläsningstillfället även för att läsa av varmvattenmätarna, vilket gör att man kan dela upp avläsningskostnaderna mellan elavläsning och varmvattenmätaravläsning.

### Centralavläsning

Kostnaden för installation av utrustning för centralavläsning, dvs ledningsdragnings och räkneverk i källaren är proportionellt mot antalet lägenheter och beräknas kosta 500 kr per lägenhet för både material och arbete. I denna beräkning antas att utrustningen för centralavläsning har lika lång livslängd som kalkylperioden dvs 25 år.

### Avläsning och debitering

#### Självavläsning

Nuvärdet av kostnaderna för debitering av varmvattenkostnaderna blir med nsummefaktorn 12,8 för 6 % kalkylränta och 25 år,  $550 \cdot 10^6$  kr för samtliga 1,7 miljoner lägenheter.

Vid lägre kalkylräntan 4 % blir nsummefaktorn för 25 år 15,6. Nuvärdet av debiteringskostnaden blir  $670 \cdot 10^6$  kr.

#### Avläsare

Nuvärdet av kostnaderna för både avläsning och debitering blir på samma sätt som ovan  $1300 \cdot 10^6$  kr.

Vid den lägre kalkylräntan 4 % blir nuvärdet av kostnaderna för avläsning och debitering  $1580 \cdot 10^6$  kr.

### Centralavläsning

Vid kalkylräntan 6 % blir nuvärdet av kostnaderna för avläsning och debitering vid centralavläsning  $660 \cdot 10^6$  kr. Vid 4 % kalkylränta blir nuvärdet av kostnaderna  $805 \cdot 10^6$  kr.

## 7.1.3 Sammanställning av nuvärde

Nuvärdet av samtliga kostnader för den nationella fastighetsekonomiska kalkylen med 6 % kalkylränta har sammanställts i tabell 7.1 för de tre olika utesittningstiderna för mätarna. Tabell 7.2 visar sammanställningen av nuvärdet vid den lägre kalkylräntan 4 % och för de tre utesittningstiderna.

Tabell 7.1 Nuvärdet av kostnaderna för varmvattenmätning och individuell debitering av varmvattenkostnaden i 1,7 miljoner lägenheter i flerbostadshus vid 6 % kalkylränta under 25 år

	Självavläsning 10 <sup>6</sup> kr	Avläsare 10 <sup>6</sup> kr	Centralavläsning 10 <sup>6</sup> kr
Mätare	2000	2000	2200
Centralavläsning			850
Avläs & Deb	550	1300	660
Utbyte 3:e år	1340	1120	1700
5:e år	775	650	1000
8:e år	425	358	720
<hr/>			
Totalt 3:e år	3890	4420	5410
5:e år	3325	3950	4710
8:e år	2975	3660	4430

Nuvärdet av kostnaden för varmvattenmätning och individuell debitering i 1,7 miljoner lägenheter i flerbostadshus med kalkylräntan 6 % under 25 år ligger vid självavläsning mellan 3,9 och 3,0 10<sup>9</sup> kr. Vid avläsning med avläsare ligger nuvärdet av kostnaderna mellan 4,4 och 3,7 10<sup>9</sup> kr. För det dyraste alternativet d v s avläsning med hjälp av centralavläsning ligger nuvärdet av kostnaden mellan 5,4 och 4,4 10<sup>9</sup> kr. Variationen i kostnad beror på mätarnas variationer i livslängd eller utesittningstid. Den högre kostnaden motsvarar 3 års livslängd och den lägre 8 års livslängd.

Tabell 7.2 Nuvärdet av kostnaderna för varmvattenmätning och individuell debitering av varmvattenkostnaden i 1,7 miljoner lägenheter vid 4 % kalkylränta under 25 år

	Självavläsning 10 <sup>6</sup> kr	Avläsare 10 <sup>6</sup> kr	Centralavläsare 10 <sup>6</sup> kr
Mätare	2000	2000	2200
Centralavläsning			850
Avläs & Deb	670	1580	805

Tabell 7.2 forts

		Självläsning 10 <sup>6</sup> kr	Avläsare 10 <sup>6</sup> kr	Centralavläsare 10 <sup>6</sup> kr
Utbyte	3:e år	1660	1390	2100
	5:e år	950	825	1270
	8:e år	558	466	720
Totalt	3:e år	4330	4970	5960
	5:e år	3620	4400	5130
	8:e år	3230	4050	4580

Vid den lägre kalkylräntan 4 % kommer nuvärdet av kostnaderna för varmvattenmätning och individuell debitering i 1,7 miljoner lägenheter i flerbostadshus under 25 år att öka jämfört med vid kalkylräntan 6 %. För självläsning kommer nuvärdet att ligga mellan 4,3 och 3,2 10<sup>9</sup> kr, för avläsning med avläsare mellan 5,0 och 4,0 10<sup>9</sup> kr och för det dyraste alternativet med centralavläsning mellan 6,0 och 4,6 10<sup>9</sup> kr.

#### 7.1.4 Varmvattenkostnad

I de 1,7 miljoner lägenheter för vilka nuvärdesberäkningen av kostnaderna för varmvattenmätning och debitering gäller bor ca 3 miljoner människor som vardera förbrukar 22 m<sup>3</sup> varmvatten per år vilket ger en total varmvattenförbrukning på 66 miljoner m<sup>3</sup> per år. Vattnet antas kosta 5 kr/m<sup>3</sup>.

För uppvärmning av vattnet från 7°C till 55°C åtgår 56 kWh/m<sup>3</sup> som vid 80 % verkningsgrad motsvarar en oljeförbrukning av ca 7 liter.

Utan skatt kostade eldningsolja 4 ca 1300 kr/m<sup>3</sup> i april 1981. Kostnaden för att värma en m<sup>3</sup> blir då ca 9 kr/m<sup>3</sup>.

Energiskatten kan sägas motsvara en bristriskkostnad för oljan och skall då inkluderas i kostnaden för att värma vattnet. Med en energiskatt på 15 % på oljepriset kommer uppvärmningen av varmvattnet att kosta 10,4 kr/m<sup>3</sup>.

Vid beräkningen av nuvärdet av den möjliga oljebesparingen till följd av varmvattenbesparing tas hänsyn till att oljepriset förväntas stiga med 2 % per år utöver den allmänna prisökningen. Vid den högre kalkylräntan 6 % blir nussumfaktorn för oljan 15,6 jämfört med nussumfaktorn för övriga varor och tjänster på 12,8.

Nuvärdet av oljekostnaden för att värma en m<sup>3</sup> vatten per år blir 140 kr/m<sup>3</sup>. Nuvärdet av vattenkostnaden blir 64 kr/m<sup>3</sup>. Nuvärdet av kostnaden för en m<sup>3</sup> varmvatten per år under 25 år blir 204 kr/m<sup>3</sup>.

Vid den lägre kalkylräntan 4 % antas också att oljepriset stiger med 2 % mer per år än den allmänna prisnivån. Nussumfaktorn för

oljan blir 19,5 och nusumme-faktorn för övriga varor och tjänster blir 15,6 räknat för kalkylperioden 25 år.

Nuvärdet av oljekostnaden blir 175 kr/m<sup>3</sup> varmvatten och nuvärdet av själva vattnet blir 78 kr/m<sup>3</sup>. Nuvärdet av en m<sup>3</sup> sparad varmvatten per år under 25 år blir således 253 kr/m<sup>3</sup>.

Om hänsyn tas till energiskatten och om man antar att den kommer att utgöras av samma procentsats som nu under hela kalkylperioden dvs 15 % på oljepriset kommer nuvärdet av en m<sup>3</sup> sparad varmvatten att vid den högre kalkylräntan att uppgå till 225 kr/m<sup>3</sup> under den studerade 25 årsperioden. Vid den lägre kalkylräntan 4 % kommer nuvärdet av en m<sup>3</sup> sparad varmvatten per år att bli 280 kr/m<sup>3</sup>.

Med den relativt höga verkningsgraden 80 % för varmvattenvärmingen motsvarar denna summa nuvärdet av kostnadsminskningen vid besparing av 1 m<sup>3</sup> varmvatten per år.

Vid en besparing av allt förbrukat varmvatten i samtliga 1,7 miljoner lägenheter kommer nuvärdet av besparingen utan hänsyn till energiskatt och vid den högre kalkylräntan 6 % att bli 13,4 10<sup>9</sup> och vid 4 % kalkylränta 16,6 10<sup>9</sup> kr. Tas hänsyn till energiskatt 15 % på oljepriset, blir nuvärdet av vattenbesparingen vid den högre kalkylräntan 6 %, 14,8 10<sup>9</sup> kr. Vid den lägre kalkylräntan 4 % blir nuvärdet med hänsyn till energiskatt 18,4 10<sup>9</sup> kr.

#### 7.1.5 Erforderlig varmvattenbesparing

Jämförs nuvärdet av den möjliga besparingen med nuvärdet av kostnaderna får man fram hur mycket varmvatten som minst måste sparas för att varmvattenmätning skall vara lönsamt.

Resultatet för olika kalkylräntor, med och utan hänsyn till energiskatt visas i tabell 7.3.

Tabell 7.3 Erforderlig varmvattenbesparing för att varmvattenmätning och individuell debitering skall vara lönsamt i befintliga flerbostadshus (1,7 miljoner lgh)

Kalkyl- ränta %	Energi- skatt %	Självläsning %	Avläsare %	Centralavläsning %
6	0	22-29	27-33	33-40
4	0	19-27	24-30	28-36
6	15	20-26	25-30	30-37
4	15	18-24	22-27	25-32

Variationen i erforderlig vattenbesparing beror på olika antagen livslängd hos varmvattenmätarna. Det lägre värdet motsvaras av att mätarna har en utesittningstid av åtta år och det högre värdet på den erforderliga vattenbesparingen motsvaras av att mätarna har en utesittningstid på tre år.

Rangordningen mellan avläsningsalternativen är oförändrad då det gäller erforderlig varmvattenbesparing för att varmvattenmätning och individuell debitering skall vara lönsam. Däremot har den erforderliga besparingen minskat i förhållande till den fastighets-

ekonomiska kalkylen trots att den fastighetsekonomiska kalkylen tar hänsyn till de statliga lånen. Detta beror på att nuvärdet av den framtida energiprisökningen blir större då man använder en lägre kalkylränta. En låg kalkylränta gör lönsamheten känsligare för vad som kommer att hända i framtiden. Vid 6 % kalkylränta är diskonteringsfaktorn för 25 år 0,23, medan vid 16 % kalkylränta är motsvarande diskonteringsfaktor endast 0,02, vilket illustrerar detta förhållande.

#### 7.1.6 Känslighetsanalys

Känslighetsanalysen görs med hänsyn till avvikelser i de beräknade kostnaderna och med hänsyn till framtida prisutveckling.

Den utgår ifrån den högre kalkylräntan 6 % utan hänsyn till energiskatt och innehåller endast livslängderna 3 och 5 år för varmvattenmätarna.

#### Känslighetsanalys för de beräknade kostnaderna

Denna känslighetsanalys är avsedd att ge en uppfattning om hur känsligt nuvärdet av kostnaderna för varmvattenmätning är för variationer i de ingående delposterna. Detta är viktigt att känna till då man skall bedöma hur stor inverkan en feluppskattning av en ingående delpost har på den totala kostnaden. Känslighetsanalysen kan man även använda för att undersöka kostnadskonsekvenserna av t ex en dyrare eller billigare mätare eller för att kunna se vilken kostnad som det lönar sig bäst att försöka hålla nere.

Känslighetsanalysen görs med avseende på:

- mätarpris
- installationskostnad
- avläsningskostnad
- debiteringskostnad
- arbetskostnad för byte

Totalkostnaden är en linjär funktion av de ingående delkostnaderna varför det är tillräckligt att beräkna hur stor del av totalkostnaden som varje delkostnad utgör. Man kan därefter ur ett diagram avläsa hur mycket totalkostnaden förändras vid olika stora ändringar i respektive delkostnad.

Känslighetsanalysen för de tre avläsningsätten redovisas i tabell 7.4. Där redovisas de ingående delkostnadernas procentuella andel av nuvärdet för kostnaderna med varmvattenmätning enligt respektive utesittningstid och livslängd för mätarna. Känslighetsanalysen har inte utförts med avseende på variationer i armaturkostnad och i kostnader för material i centralavläsningsutrustningen. Med material menas här det räkneverk som är placerat i källaren och elektriska ledningar mellan mätarna och räkneverket i källaren. Kostnaden för givarna till fjärröverföringen tas med under delposten mätarkostnader.

Vid beräkning av avläsningskostnaden för alternativet med avläsare tas hänsyn till att avläsning och byte kan kombineras det år då mätarna byts ut.

Tabell 7.4 Delkostnader och deras procentuella andel av nuvärdet av kostnaden för varmvattenmätning i 1,7 miljoner lägenheter

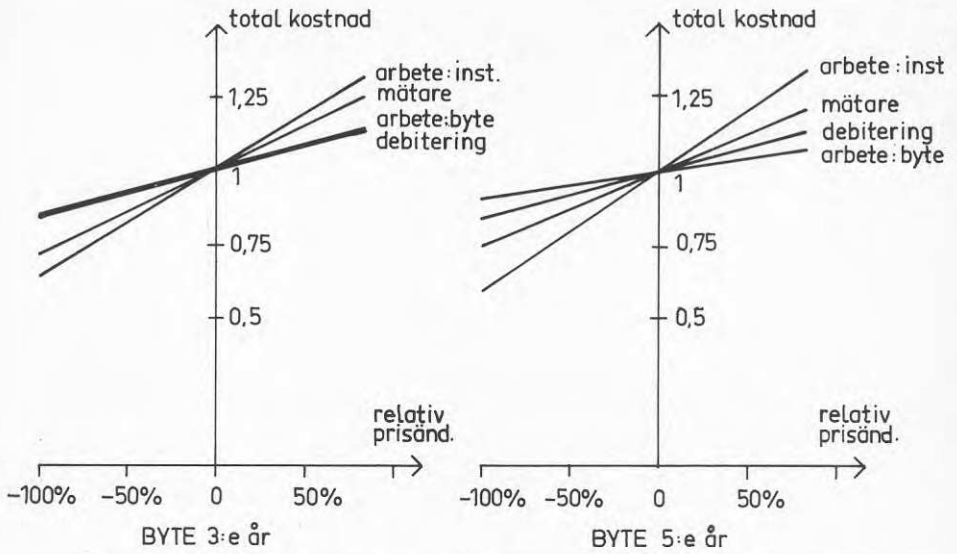
	Självavläsning		Avläsare		Centralavläsning	
	3:e %	5:e %	3:e %	5:e %	3:e %	5:e %
Arbete, inst	34,7	40,5	30,5	35,2	35,8	41,2
Mätare	28,5	24,0	25,1	20,2	30,5	25,6
Arbete, byte	15,7	10,6	13,8	8,9	11,2	7,5
Debitering	14,2	16,9	12,4	13,9	10,2	11,7
Avläsning			11,9	15,8	2	2

Den numeriska noggrannheten i tabell 7.4 återspeglar inte beräkningarnas noggrannhet utan används endast vid uppritandet av figur 7.1-7.3.

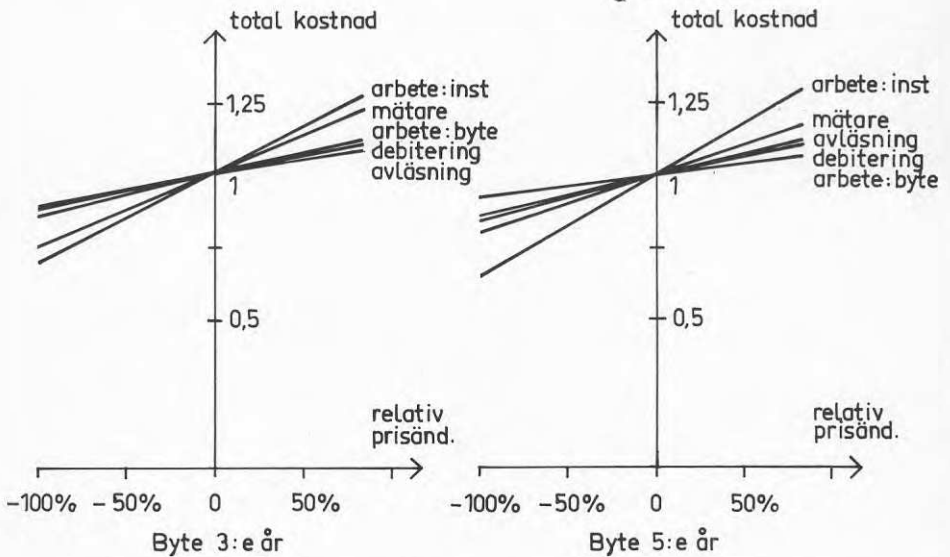
Ur tabell 7.4 kan man utläsa att den dominerande kostnaden utgörs av arbetskostnaden för installationen, därefter kommer kostnaden för mätarna. I mätarkostnaden ingår både mätarna vid nyinstallation och vid byten, vilket kan utläsas genom att mätarkostnadens procentuella andel av totalkostnaden minskar då mätarnas utesittningstid ökar. Övriga kostnader utgör mellan 15 % och 10 % av totalkostnaden, utom avläsningskostnaden vid centralavläsning som genom att avläsningen blir enkel att utföra uppgår till endast 2 % av totalkostnaden. Känslighetsanalysen visas i diagramform i figur 7.1-7.3 där man kan avläsa hur mycket nuvärdet ändras vid en ändring av någon av de ingående delposterna.

Skulle t ex installationskostnaden vara 1,5 gånger större än den antagna kommer totalkostnaden att öka mellan 15 % och 20 %.

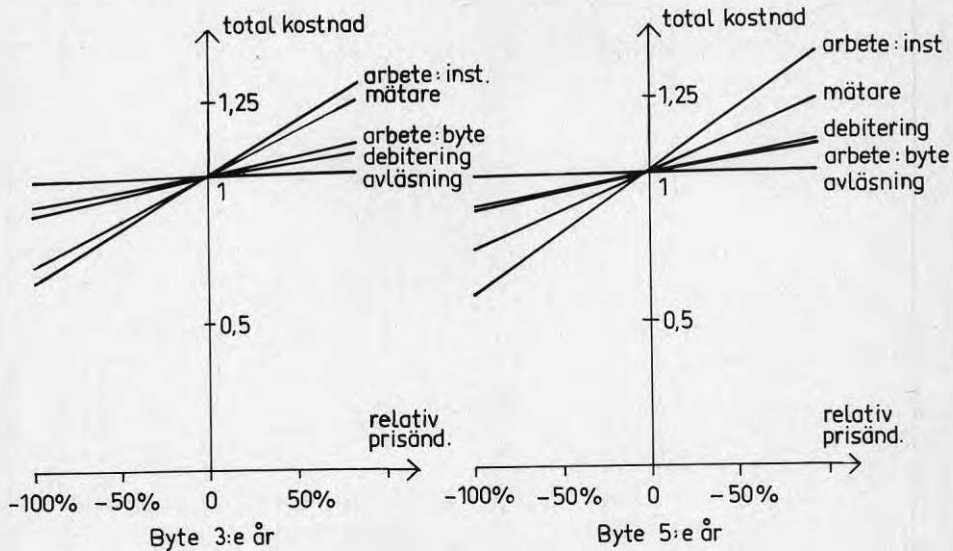




Figur 7.1 Känslighetsanalys för nuvärdet av totalkostnaden för varmvattenmätning med självavläsning vid utesittningstiden 3 och 5 år för varmvattenmätarna



Figur 7.2 Känslighetsanalys för nuvärdet av totalkostnaden för varmvattenmätning med avläsning av avläsare vid utesittningstiden 3 och 5 år för varmvattenmätarna



Figur 7.3 Känslighetsanalys för nuvärdet av totalkostnaden för varmvattenmätning med centralavläsning för utsittningstiderna 3 och 5 år för varmvattenmätarna

#### Känslighetsanalys med hänsyn till framtida prisändringar

Av de i denna beräkning ingående varorna och tjänsterna är det oljan (Eo4) som ökat mest i pris under 70-talet. Fördelas oljeprisökningen med lika stor procentsats per år under 70-talet har oljepriset stigit med ca 21 % per år räknat i löpande priser (Esso 1980).

Arbetskostnaderna för flerbostadshus enligt faktorprisindex har under samma tid ökat med i genomsnitt 11 % per år, också räknat i löpande priser. Materialkostnaderna för flerbostadshus har enligt faktorprisindex ökat med i snitt 10 % per år under samma tidsperiod även det räknat i löpande priser.

Under samma period har prisnivån för den privata konsumtionen enligt konsumentprisindex ökat med i genomsnitt 8 % per år.

Under 70-talet har således alla kostnader som ingår i totalkostnaden för varmvattenmätning ökat mer än den allmänna prisnivån. Oljepriset har ökat 13 % per år mer än den allmänna prisnivån.

I denna kalkyl har i utgångsläget oljeprisökningen satts till 2 % mer än den allmänna prisökningen, enligt energihushållningsdelegationen, vilket förefaller lågt med hänsyn till utvecklingen under 70-talet.

Arbets- och materialkostnader har i utgångsläget antagits följa den allmänna prisutvecklingen vilket förefaller troligt med hänsyn

till den senaste tidens minskade reallöneökningar eller till och med reallönesänkningar.

Känslighetsanalysen med hänsyn till framtida prisändringar görs för oljeprisökningarna 4 % och 8 % mer än höjningen av den allmänna prisnivån. Känslighetsanalysen görs också för en framtida ökning av arbetskostnaden med 2 % mer respektive 2 % mindre än den allmänna prisökningen. Även känslighetsanalysen görs för de tre avläsningsmetoderna: självavläsning, avläsare och centralavläsning.

## Olja

Vid en framtida ökning av oljepriset utöver den allmänna prisnivån kommer nuvärdet av kostnaderna för den olja som används för uppvärmning av varmvattnet att bli högre än om oljan stigit lika mycket i pris som den allmänna prisnivån. Vid beräkningen av nuvärdesfaktorn för oljekostnaden används en ränta som är skillnaden mellan kalkylräntan och det procenttal som anger hur mycket oljepriset kommer att stiga över den allmänna prisnivån. Vid 2 % höjning över den allmänna prisnivån används räntan 6-2=4 %. Detta beräkningssätt är approximativt men felet blir försumbart.

Vid beräkningen av nuvärdesfaktorn vid oljeprishöjningarna 4 och 8 % över den allmänna prisnivån används på samma sätt som ovan räntan 2 % och - 2 %. Nuvärdesfaktorn för 25 år och 2 % är 19,5 och för 25 år och - 2 % är nuvärdesfaktorn 32,8. Nuvärdet av den möjliga oljebesparingen då hela varmvattenförbrukningen i de 1,7 miljoner lägenheterna sparas anges vid olika tänkbara framtida höjningar på oljepriset i förhållande till den allmänna prisnivån i tabell 7.5.

Tabell 7.5 Nuvärde av maximalt möjlig oljebesparing för varmvatten i 1,7 miljoner lägenheter under 25 år

Oljeprishöjning i förhållande till övriga priser %	Nuvärde  10 <sup>9</sup> kr
2	13,4
4	15,8
8	23,6

Om man antar att oljepriset kommer att öka 8 % per år mer än övriga priser kommer nuvärdet av besparingen således att fördubblas jämfört med prisökningen på 2 % som är utgångsläget i denna kalkyl.

I kapitel 7.1.5 beräknades den erforderliga vattenbesparingen för att varmvattenmätning skall vara lönsam vid oljeprisökningen 2 % mer per år än ökningen i den allmänna prisnivån, vilket redovisades i tabell 7.3. Den erforderliga varmvattenbesparingen vid de nya oljeprisökningarna redovisas i tabell 7.6 nedan. Vid beräkningen av varmvattnets nuvärde har endast energin antagits öka mer än den allmänna prisnivån, själva vattnet har antagits följa den allmänna prisnivån.

Tabell 7.6 Erforderlig varmvattenbesparing för att varmvattenmätning skall vara lönsam vid varierande oljeprisökning

Erforderlig varmvattenbesparing i procent av nuvarande förbrukning

Oljeprisökning %	Självavläsning %	Avläsare %	Centralavläsning %
4	21 - 25	25 - 28	30 - 34
8	14 - 16	17 - 19	20 - 23

Variationen i erforderlig vattenbesparing i tabell 7.6 beror på om mätarna har 3 eller 5 års utesittningstid.

En ökad energiprisökning utöver grundalternativet ändrar inte rangordningen mellan avläsningsalternativen utan sänker som väntat den erforderliga varmvattenbesparingen för att varmvattenmätning skall vara lönsamt. En större energiprisökning minskar även utesittningstidens inverkan på lönsamheten vilket framgår av att intervallet i erforderlig varmvattenbesparing minskar.

Den erforderliga varmvattenbesparingen för att varmvattenmätning skall vara lönsamt halveras om den framtida oljeprisökningen kommer att bli 8 % mer än den allmänna prisökningen jämfört med utgångsalternativets 2 %. Blir oljeprisökningen endast 4 % kommer den erforderliga varmvattenbesparingen endast att minska med 20 %.

#### Arbete

Vid beräkningen av totalkostnaden vid olika framtida ökning av arbetskostnaden används en räntesats för arbetskostnadens nuvärdesfaktor som är skillnaden eller summan av kalkylränta och den framtida ändringen av arbetskostnaden. Då man antar att arbetskostnaden kommer att stiga med 2 % mer än den allmänna prisökningen används räntesatsen  $6 - 2 = 4$  %. Då man antar att arbetskostnaden kommer att öka med 2 % mindre än den allmänna prisökningen används räntesatsen  $6 + 2 = 8$  %. Detta är som vid beräkningen av oljans nuvärde en approximation vars fel är försumbart i denna sammanhang.

Den framtida arbetskostnaden består av kostnaden för arbete vid byte av mätare och kostnaden för avläsning och debitering vilken antas bestå till 100 % av arbetskostnader. Vid byte av mätare antas att avläsning utförs vid samma besök i lägenheten. Beräkningen genomförs för de tänkbara utesittningstiderna för mätarna 3 och 5 år. Beräkningarna redovisas i form av totalkostnadens procentuella ändring i förhållande till utgångskalkylen, där arbetskostnaden antogs öka i samma takt som den allmänna prisökningen. I tabell 7.7 anges den procentuella ändringen av totalkostnaden för de tre tänkbara avläsningssystemen.

Tabell 7.7 Procentuell ändring i nuvärdet av totalkostnaden vid olika arbetskostnadsökning i förhållande till den allmänna prisnivån

Arbetskost- nadsändring %	Ändring i nuvärdet av totalkostnaden					
	Självavläsning		Avläsare		Centralavläsning	
	3:e %	5:e %	3:e %	5:e %	3:e %	5:e %
+2	+6	+6	+9	+9	+5	+4
-2	-5	-4	-7	-7	-5	-4

Det avläsningssystem som kräver störst arbetsinsats d v s det med avläsare är som väntat mest känsligt för ändringar i arbetskostnaden. För systemet med själv- och centralavläsning varierar totalkostnaden mellan 4 och 5 % om arbetskostnaden ökar 2 % mer eller minde än den allmänna prisnivån. Utesittningstiden för mätarna inverkar inte på känsligheten, hos nuvärdet av totalkostnaden, för framtida ändringar i arbetskostnadsökningen.

#### 7.1.7 Sammanfattning

Kalkylen omfattar nuvärdet av kostnaden för mätning och individuell debitering av varmvatten i de 1,7 miljoner lägenheter byggda före 1975 som har varmvatten men inte mätare. I kalkylen jämförs nuvärdet av kostnaderna med varmvattenmätning med nuvärdet av den möjliga besparingen till följd av minskad varmvattenförbrukning för att kunna beräkna hur många procent av den nuvarande varmvattenförbrukningen som minst måste sparas för att varmvattenmätning skall vara lönsam.

Vid kalkylen används de reala kalkylräntorna 6 % och 4 %. I grundalternativet antas att energipriset kommer att stiga med 2 % per år mer än den allmänna prisnivån.

Kalkylen görs både med och utan hänsyn till energiskatt som sätts till 15 % av oljepriset före skatt, 1300 kr/m<sup>3</sup> olja, (Eo4).

Kostnaderna för installation, avläsning m m följer de tidigare beräkningarna. Antalet mätare följer kapitel 3.1.3 och av de erforderliga 3,1 miljonerna mätare har 400 000 mätare antagits installerade i rör med dold förläggning.

Det avläsningssystem som har den lägsta kostnaden är självavläsning som beroende på mätarnas livslängd, vid 6 % kalkylränta och utan hänsyn till energiskatt kräver en minsta varmvattenbesparing på mellan 22 och 29 %. Den lägre siffran motsvarar att mätarna har en utesittningstid på 8 år och den högre 3 år.

Vid det näst billigaste avläsningssystemet, med avläsare, blir den erforderliga vattenbesparingen under i övrigt samma förutsättningar mellan 27 och 33 %. Det dyraste avläsningssystemet, centralavläsning kräver mellan 33 och 40 % erforderlig vattenbesparing. Varmvattenbesparingen räknas som ett medelvärde i hela landet. Vid den lägre kalkylräntan 4 % kommer den erforderliga varmvattenbesparingen att minska med 3-4 % jämfört med den högre kalkylräntan. Tas hänsyn till energiskatten 15 % på oljepriset kommer den erforderliga varmvattenbesparingen att minska ytterligare med mellan 2 och 3 %.



Används den lägre kalkylräntan 4 % och om hänsyn tas till energiskatten 15 % kommer den erforderliga varmvattenbesparingen vid det billigaste avläsningssystemet, självavläsning, att bli mellan 18 och 24 %. För avläsning med avläsare blir den erforderliga besparingen mellan 22 och 27 %.

För centralavläsning som fortfarande är det dyraste alternativet blir den erforderliga besparingen vid den lägre kalkylräntan och med hänsyn till energiskatt mellan 25 och 32 %. Variation i erforderlig besparing beror på olika förväntad livslängd hos mätarna.

Den erforderliga varmvattenbesparingen i den nationella kalkylen är genomgående lägre än vad som krävs för lönsamhet i den fastighetsekonomiska kalkylen. Detta beror till största delen på att den förväntade oljeprisökningen får större betydelse vid de lägre kalkylräntorna än vid de högre i den fastighetsekonomiska kalkylen. En låg kalkylränta ger större nuvärde åt kostnader eller besparingar som inträffar i framtiden än en hög kalkylränta.

Känslighetsanalysen utgår från kalkylräntan 6 %, utan hänsyn till energiskatt och är gjord för utesittningstiderna 3 och 5 år för mätarna. Den har utförts både med hänsyn till ändringar i de ingående delposternas storlek och med hänsyn till olika tänkbara framtida prisutvecklingar på ingående varor och tjänster.

Nuvärdet för kostnaden med varmvattenmätning är känsligast för variationer i arbetskostnaden vid installationen av varmvattenmätare. Denna kostnad uppgår till mellan 35 och 40 % av nuvärdet. Mätarkostnaden utgör mellan 20 och 30 % av nuvärdet, i mätarkostnaden ingår även de mätare som krävs vid byte efter mätarnas utesittningstid. Att nuvärdet är känsligast för arbetskostnaden vid installation av mätarna är olyckligt för beräkningsnoggrannheten eftersom det är denna kostnad som är svårast att uppskatta.

Antas att oljepriset, istället för 2 %, kommer att stiga med 4 % mer än den allmänna prisnivån kommer den erforderliga varmvattenbesparingen att sjunka med ca 5 % till mellan 21-25 % vid självavläsning, 25-28 % vid avläsare och 30-34 % för centralavläsning.

En förväntad oljeprisökning på 8 % över den allmänna prisökningen minskar den erforderliga varmvattenbesparingen till mellan 14-16 % för självavläsning, 17-19 % vid avläsare och 20-23 % vid centralavläsning. Den erforderliga varmvattenbesparingen är således tämligen känslig för storleken på den framtida oljeprisökningen.

Om arbetskostnaden kommer att öka 2 % mer än den allmänna prisökningen kommer nuvärdet av kostnaderna för varmvattenmätning att öka med maximalt 9 % för det alternativ som kräver den största arbetsinsatsen, nämligen avläsare. Kommer arbetskostnaden att öka 2 % mindre än den allmänna prisökningen kommer nuvärdet av kostnaden att bli 7 % lägre än om arbetskostnaden ökar lika mycket som den allmänna prisökningen. Alternativen med självavläsning och centralavläsning kommer att öka eller minska mellan 4-6 % vid ändringar i arbetskostnadsutvecklingen enligt ovan.



## 7.2 Lägenheter med synliga rör

I lägenheter med endast synliga rör kostar installationen 350 kr per mätare jämfört med installation i ett dolt rör som kostar ca 1000 kr exklusive mätare och armatur. Detta kalkylfall skall undersöka om denna kostnadsskillnad har någon avgörande betydelse för totalkostnaden och för den erforderliga varmvattenbesparingen. Nuvärdet av kostnaden för varmvattenmätning och individuell debitering beräknas för samtliga lägenheter på samma sätt som i kap 7.1 och sammanställs i tabell 7.8 för kalkylräntan 6 % och i tabell 7.9 för kalkylräntan 4 %.

Enligt tidigare uppskattningar finns det ca 1,3 miljoner lägenheter som endast har synliga rör. I dessa lägenheter antas att det krävs lika många mätare per lägenhet som i det totala lägenhetsbeståndet d v s 1,8 mätare per lägenhet. Vilket medför att det totalt krävs installation av  $2,34 \cdot 10^6$  mätare i dessa lägenheter.

De övriga kostnaderna för installation av utrustning för centralavläsning, avläsning och debitering och byte av mätarna beräknas på samma sätt som i kap 7.1.

För att kunna jämföra nuvärdet av kostnaderna för mätning och debitering med den möjliga varmvattenbesparingen beräknas nuvärdet av den maximalt möjliga varmvattenbesparingen enligt kap 7.1.4. I de 1,3 miljonerna lägenheter bor  $2,3 \cdot 10^6$  personer som vardera förbrukar  $22 \text{ m}^3$  55°C varmvatten per år.

Om all varmvattenförbrukning i de  $1,3 \cdot 10^6$  lägenheterna sparades skulle nuvärdet av besparingen vid 6 % kalkylränta att uppgå till  $10,2 \cdot 10^9$  kr och vid 4 % till  $12,7 \cdot 10^9$  kr.

Om hänsyn tas till energiskatt som är 15 % på oljepriset så blir nuvärdet av varmvattenbesparingen vid 6 % kalkylränta  $11,7 \cdot 10^9$  kr och vid 4 % kalkylränta  $14,7 \cdot 10^9$  kr.

Tabell 7.8 Nuvärdet av kostnaden för varmvattenmätning och individuell debitering i 1,3 miljoner lägenheter med synliga rör vid 6 % kalkylränta under 25 år

	Självavläsning $10^6$ kr	Avläsare $10^6$ kr	Centralavläsning $10^6$ kr
Mätare	1240	1240	1380
Centralavläsning			650
Avläs & Deb	420	1000	500
Utbyte 5:e år	590	495	760
<b>Totalt</b>	<b>2250</b>	<b>2735</b>	<b>3290</b>

Tabell 7.9 Nuvärdet av kostnaden för varmvattenmätning och individuell debitering i 1,3 miljoner lägenheter med synliga rör vid 4 % kalkylränta under 25 år

	Självavläsning 10 <sup>6</sup> kr	Avläsare 10 <sup>6</sup> kr	Centralavläsning 10 <sup>6</sup> kr
Mätare	1240	1240	1380
Centralavläsning			650
Avläs & Deb	510	1200	615
Utbyte 5:e år	725	630	970
<b>Totalt</b>	<b>2475</b>	<b>3070</b>	<b>3615</b>

Den erforderliga varmvattenbesparingen för att varmvattenmätning och individuell debitering skall vara lönsam anges i tabell 7.10.

Tabell 7.10 Erforderlig varmvattenbesparing för att varmvattenmätning och individuell debitering skall vara lönsamt i befintliga flerbostadshus med endast synliga rör (1,3 miljoner lägenheter)

Kalkylränta %	Energiskatt %	Självavläsning %	Avläsare %	Centralavläsning %
6	0	22	27	32
4	0	20	24	29
6	15	19	23	28
4	15	17	21	25

Om varmvattenmätning och individuell debitering endast införs i de lägenheter där mätarna kan installeras i synliga rör, vilket ger lägre installationskostnader, kommer den erforderliga varmvattenbesparingen att minska med ca 3 % jämfört med installation i hela lägenhetsbeståndet.

Vid det billigaste avläsningsalternativet självavläsning, kalkylräntan 6 %, utan hänsyn till energiskatt och vid utesittningstiden 5 år för mätaren krävs en varmvattenbesparing på 22 % jämfört med 24 % vid installation i hela lägenhetsbeståndet.

Den högsta erforderliga varmvattenbesparingen 32 % krävs för centralavläsning vid 6 % kalkylränta och utan hänsyn till skatt. Den lägsta erforderliga varmvattenbesparingen 17 % fås för självavläsning vid 4 % kalkylränta och med 15 % energiskatt.

Den erforderliga varmvattenbesparingen har samma känslighet för variationer i mätarnas utesittningstid som vid installation i alla lägenheter. Vid 3 års utesittningstid krävs ca 4 % mer varmvattenbesparing än den angivna varmvattenbesparingen i tabell 7.10 och vid utesittningstiden 8 år krävs ca 2 % mindre varmvattenbesparing än i tabell 7.10.

### 7.3 Lägenheter i elementbyggda betonghus

För att undersöka hur kostnadsbilden och lönsamheten för varmvattenmätning och individuell debitering ändras vid installation i elementbyggda betonghus beräknas på samma sätt som tidigare nuvärdet av kostnaderna och den erforderliga varmvattenbesparingen för att mätning inte skall ge höjt nuvärde.

I elementbyggda betonghus har man av byggnadstekniska skäl koncentrerat våtenheterna, vilket medför att det behövs ett mindre antal mätare per lägenhet än i det övriga husbeståndet. Det uppskattade antalet mätare per lägenhet har angivits i tabell 3.10.

I kapitel 3 har även angivits det totala antalet elementbyggda lägenheter till 106 000 lgh företrädesvis byggda under 60- och 70-talet. I dessa lägenheter kräver en större andel av mätarna installation i dolt förlagda rör än i det övriga lägenhetsbeståndet. Vilket beror på att rörledningar oftast är förlagda i schakt eller i installationsväggar där sanitetsutrustningen är ansluten direkt till schaktet eller installationsväggen. I vissa fall har det även förekommit förtillverkade våtenheter med badrum och toalett, där ledningsdragningen gjorts på fabrik. I detta lägenhetsbestånd antas därför att 40 % av mätarna kommer att behövas installeras i dolda rör eller i förlägningsfall som ger motsvarande installationskostnad. (Hovmark, 1972).

Installationskostnaden för de 139.000 mätarna är angiven i kostnadssammanställningen i tabell 7.11 och 7.12 under posten mätare. Eftersom antalet mätare per lägenhet är lägre, 1.3 mätare per lägenhet, än i hela husbeståndet kommer utbyteskostnaden att bli lägre i förhållande till avläsningskostnaden än för övriga byggnader.

Beräkningen görs för utesittningstiden 5 år för varmvattenmätaren. Nuvärdet av kostnader för varmvattenmätning och individuell debitering i de elementbyggda flerbostadshusen visas i tabell 7.11 för kalkylräntan 6 % och i tabell 7.12 för kalkylräntan 4 %.

Tabell 7.11 Nuvärdet av kostnaden för varmvattenmätning och individuell debitering i 106.000 lägenheter i elementbyggda betonghus vid 6 % kalkylränta under 25 år

	Självavläsning 10 <sup>6</sup> kr	Avläsare 10 <sup>6</sup> kr	Centralavläsning 10 <sup>6</sup> kr
Mätare	113	113	122
Centralavläsning			53
Avläs & Deb	34	81	41
Utbyte 5:e år	34	26	44
<b>Totalt</b>	<b>181</b>	<b>220</b>	<b>260</b>

Tabell 7.12 Nuvärdet av kostnaden för varmvattenmätning och individuell debitering i 106 000 lägenheter i elementbyggda betonghus vid 4 % kalkylränta under 25 år

	Självavläsning kr	Avläsare kr	Centralavläsning kr
Mätare	113	113	122
Centralavläsning			53
Avläs & Deb	42	98	50
Utbyte 5:e år	42	33	56
<b>Totalt</b>	<b>197</b>	<b>244</b>	<b>281</b>

För att på samma sätt som tidigare kunna jämföra kostnaderna för varmvattenmätning med värdet av den möjliga varmvattenbesparingen beräknas nuvärdet av besparingen om all varmvattenförbrukning i de elementbyggda husen upphör. Om man antar att det bor lika många personer per lägenhet som i övrig bebyggelse så bor 190 000 personer i dessa hus. Med samma varmvattenförbrukning per person som tidigare d v s 22 m<sup>3</sup> per person och år blir nuvärdet av den möjliga varmvattenbesparingen vid 6 % kalkylränta 835 10<sup>6</sup> kr och vid 4 % kalkylränta 1030 10<sup>6</sup> kr under hela kalkylperioden 25 år. Tas hänsyn till energiskatten 15 % på oljepriset kommer nuvärdet av vattenbesparingen vid 6 % kalkylränta att bli 920 10<sup>6</sup> kr och vid 4 % kalkylränta 1150 10<sup>6</sup> kr.

Den erforderliga varmvattenbesparingen för att varmvattenmätning och individuell debitering skall vara lönsam anges i tabell 7.13 för olika avläsningssätt, räntor och med eller utan energiskatt för livslängden 5 år för mätarna.

Tabell 7.13 Erforderlig varmvattenbesparing för att varmvattenmätning och individuell debitering skall vara lönsamt i befintliga elementbyggda flerbostadshus (ca 100 000 lägenheter)

Kalkyl- ränta %	Energi- skatt %	Självavläsning %	Avläsare %	Centralavläsning %
6	0	22	26	31
4	0	19	24	27
6	15	20	24	28
4	15	17	21	24

Vid installation av varmvattenmätare i elementbyggda betonghus krävs 3 % lägre varmvattenbesparing än vid installation av mätare i hela lägenhetsbeståndet. De elementbyggda husen har lägre antal mätare per lägenhet, men en högre installationskostnad per mätare.

Vid det billigaste avläsningsalternativet självavläsning, kalkylräntan 6 %, utan hänsyn till energiskatt och vid utesittningstiden 5 år krävs en erforderlig vattenbesparing på 22 %, jämfört med i hela lägenhetsbeståndet 24 %. Den högsta erforderliga varmvattenbesparingen 31 % krävs för centralavläsning, 6 % kalkylränta och utan hänsyn till energiskatt. Centralavläsning är det dyraste avläsningsalternativet även om elementbyggda hus p g a lågt antal mätare per lägenhet ger gynnsamma betingelser för detta avläsningsalternativ. Känsligheten för variationer i mätarnas livslängd bör vara något mindre än för installation i alla lägenheter. Vid en utesittningstid på 3 år krävs ca 3 % högre vattenbesparing och vid en utesittningstid på 8 år ca 2 % lägre vattenbesparing än i tabell 7.13.

#### 7.4 Lägenheter i smalhus

Smalhusen avviker från medelvärdet när det gäller antalet mätare per lägenhet och genom att så gott som samtliga mätare kan installeras i synliga rör.

Smalhusen i Stockholm uppgår till ca 25.000 lägenheter byggda 1934- 1946 och de är väl dokumenterade i (Smalhus - Framtidshem). I Stockholm finns dessutom ca 20.000 smala lamellhus byggda 47-52 som troligen har liknande egenskaper som smalhusen när det gäller varmvattenmätning.

I smalhusen finns 3200 lgh som är större än 2 RK, 11200 lgh på 2 RK och 10600 lgh mindre än 2 RK.

I dessa hus bodde 1975, 0,56 personer per rumsekvivalent, som även omfattar köket. Vilket innebär att det totalt i smalhusen bor 38 000 personer eller 1,5 per/lgh jämfört med riksgenomsnittet 1,8 pers/lgh.

I de 25 .000 lgh behöver man enligt beräkningar baserade på uppgifterna i tabell 3.13 installera 1,1 mätare per lägenhet jämfört med riksgenomsnittet 1,8 mätare per lägenhet. Samtliga mätare i smalhusen förutsätts installerade i synliga rör och övriga kostnader, för centralavläsningsutrustning, avläsning, debitering och byte är oförändrade jämfört med tidigare kalkyler.

Nuvärdet av kostnaderna för varmvattenmätning och individuell debitering vid kalkylräntorna 6 % och 4 % visas i tabell 7.14 och tabell 7.15.



Tabell 7.14 Nuvärdet av kostnaden för varmvattenmätning och individuell debitering i 25.000 lägenheter i smalhus i Stockholm vid 5 % kalkylränta under 25 år

	Självavläsning 10 <sup>6</sup> kr	Avläsare 10 <sup>6</sup> kr	Centralavläsning 10 <sup>6</sup> kr
Mätare	14,5	14,5	16,1
Centralavläsning			12,5
Avläs & Deb	8,1	19,1	9,7
Utbyte 5:e år	6,6	5,3	8,5
<b>Totalt</b>	<b>29,2</b>	<b>38,9</b>	<b>46,8</b>

Tabell 7.15 Nuvärdet av kostnaderna för varmvattenmätning och individuell debitering i 25 000 lägenheter i smalhus i Stockholm vid 4 % kalkylränta under 25 år

	Självavläsning 10 <sup>6</sup> kr	Avläsare 10 <sup>6</sup> kr	Centralavläsning 10 <sup>6</sup> kr
Mätare	14,5	14,5	16,1
Centralavläsning			12,5
Avläs & Deb	9,9	23,2	11,8
Utbyte 5:e år	8,3	6,4	11,0
<b>Totalt</b>	<b>32,7</b>	<b>44,1</b>	<b>51,4</b>

För att kunna bedöma möjligheterna att varmvattenbesparingen till följd av mätning och individuell debitering blir så stor att hyran för de boende kommer att sjunka efter införandet av varmvattenmätning jämförs nuvärdet av kostnaderna för mätning med nuvärdet av besparingen av all varmvattenförbrukning.

Nuvärdet av besparingen beräknas för kalkylräntorna 6 och 4 %, med och utan hänsyn till energiskatten 15 % räknat på oljepri-set. Även här antas att oljepri-set kommer att stiga med 2 % per år utöver den allmänna prisökningen och att varje person förbrukar 22 m<sup>3</sup> varmvatten per år. Nuvärdet av den möjliga varmvattenbesparingen blir vid 6 % kalkylränta 167 10<sup>6</sup> kr och vid 4 % kalkylränta 205 10<sup>6</sup> kr. Med 15 % energiskatt och med 6 % kalkylränta blir värdet av varmvattenbesparingen 184 10<sup>6</sup> kr och vid 4 % kalkylränta 230 10<sup>6</sup> kr.

Den minsta erforderliga varmvattenbesparingen för att varmvattenmätning och individuell varmvattenmätning skall vara lönsam i smalhus visas i tabell 7.16.



Tabell 7.16 Erforderlig varmvattenbesparing för att varmvattenmätning och individuell debitering skall vara lönsamt i smalhus (25 000 lägenheter i Stockholm)

Kalkyl- ränta %	Energi- skatt %	Självavläsning %	Avläsare %	Centralavläsning %
6	0	17	23	28
4	0	16	22	25
6	15	16	21	25
4	15	14	19	22

Smalhusen har bättre förutsättningar för att ge lägre mätkostnader än det övriga fastighetsbeståndet. Dels är antalet mätare per lägenhet lägre och dels kan installationen ske i synlia rör.

Den erforderliga varmvattenbesparingen för att varmvattenmätning inte skall ge höjd hyra ligger i smalhusen mellan 5-7 % lägre än i det övriga fastighetsbeståndet. Vid det fortfarande billigaste avläsningsalternativet självavläsning, vid kalkylräntan 6 %, utan hänsyn till energiskatt och vid utesittningstiden 5 år krävs en varmvattenbesparing på 17 % jämfört med i hela fastighetsbeståndet på 24 %. Den högsta erforderliga varmvattenbesparingen krävs för centralavläsning, 6 % kalkylränta, utan hänsyn till skatt och vid utesittningstiden 5 år, 28 %, jämfört med i det övriga fastighetsbeståndet på 35 %.

Känsligheten för variationer i mätarnas utesittningstid bör vara ungefär lika stor som i hela fastighetsbeståndet. Vid 3 års utesittningstid krävs det 4 % mer varmvattenbesparing än i tabell och vid 8 års utesittningstid krävs 2 % mindre varmvattenbesparing än i tabell 7.16.

#### 7.5 Lägenheter med volymmätare eller passbit

Under 70-talet har ca 50 000 lägenheter försetts med varmvattenmätare och efter ändringen den 15/4 1980 då man tillät att varmvattenmätaren ersattes med en passbit har det byggts ca 15 000 lgh. I samtliga dessa lägenheter förutsätts i beräkningarna att både de befintliga mätarna och passbitarna byts ut mot nya mätare, samtidigt som en första avläsning av mätaren sker.

Utrustning för centralavläsning förekommer endast i undantagsfall i samband med varmvattenmätare, men fallet att centralavläsning installeras i samband med installation av mätare eller utbyte av befintliga mätare till nya tas med som jämförelse.

Om antalet rum per lägenhet i de lägenheter som byggts efter 1979 fördelar sig på samma sätt som i de lägenheter som byggts mellan 1975-79 så kommer lägenhetsfördelningen för lägenheter med befintlig mätare eller passbit att med ledning av uppgifter i Bostads och byggnadsstatistisk årsbok 1980 att fördela sig enligt tabell 7.17.

Antalet mätare eller passbitar per lägenhet antas ligga mellan antalet mätare per lägenhet i elementbyggda betonghus och i övriga byggnader. I de lägenheter där man monterat mätare har man försökt minska antalet mätare per lägenhet genom ökad dragning

av kopplingsledningar varför mätarantalet per lägenhet reduceras jämfört med normal bebyggelse. Antalet mätare per lägenhet anges i tabell 7.17 där även det totala antalet mätare är framräknat.

Tabell 7.17 Lägenhetsstorlek, antal lägenheter, antal mätare per lägenhet och totalt antal mätare i ca 65 000 lgh med volymmätare eller passbit

Lägenhetsstorlek	Fördelning %	Antal lägenheter	Mätare per lägenhet	Antal mätare
1 RKV	15	9 500	1,1	10 000
1 RK	7	4 500	1,2	5 000
2 RK	30	19 500	1,4	28 000
3 RK	35	23 000	1,7	39 000
4 RK	10	6 500	2,4	15 000
5 RK+	3	2 000	2,5	5 000
Summa		65 000		102 000

I de 65 000 lägenheterna krävs installation av 102 000 mätare vilket innebär 1,58 mätare per lägenhet i medeltal.

Att byta ut en befintlig mätare eller för att byta en passbit mot en mätare kostar 50 kr per mätare i arbetskostnader och 120 kr för själva mätaren om den är avsedd för manuell avläsning. En mätare avsedd för centralavläsning kostar 180 kr.

Utrustning för centralavläsning kostar lika mycket som tidigare d v s 500 kr per lägenhet och avläsning, debitering och byte av mätarna kostar lika mycket per mätare eller per lägenhet som tidigare. Nuvärdet av kostnaderna för mätning och individuell debitering sammanställs för kalkylräntan 6 % i tabell 7.18 och för kalkylräntan 4 % i tabell 7.19.

Tabell 7.18 Nuvärdet av kostnaden för varmvattenmätning och individuell debitering i 65 000 lägenheter med volymmätare eller passbit vid 6 % kalkylränta under 25 år

	Självavläsning 10 <sup>6</sup> kr	Avläsare 10 <sup>6</sup> kr	Centralavläsning 10 <sup>6</sup> kr
Mätare	17,4	17,4	22,5
Centralavläsning			32,5
Avläs & Deb	21,2	49,5	25,2
Utbyte 5:e år	25,2	19,4	38,2
<b>Totalt</b>	<b>63,8</b>	<b>86,3</b>	<b>118,4</b>

Tabell 7.19 Nuvärdet av kostnaden för varmvattenmätning och individuell debitering i 65 000 lägenheter med volymmätare eller passbit vid 4 % kalkylränta under 25 år

	Självavläsning 10 <sup>6</sup> kr	Avläsare 10 <sup>6</sup> kr	Centralavläsning 10 <sup>6</sup> kr
Mätare	17,4	17,4	22,5
Centralavläsning			32,5
Avläs & Deb	26,7	60,2	30,0
Utbyte 5:e år	31,0	24,4	41,3
<b>Totalt</b>	<b>75,1</b>	<b>103,0</b>	<b>126,3</b>

För att kunna beräkna den erforderliga varmvattenbesparingen för att varmvattenmätning och individuell debitering skall vara lönsam måste först nuvärdet av den maximalt möjliga varmvattenbesparingen beräknas. I de 65 000 lägenheterna antas bo lika många personer som i genomsnitt i landet d v s 1,8 personer per lägenhet, vilket totalt blir 120 000 personer. De förbrukar vardera 22 m<sup>3</sup> varmvatten per person och år. Om allt varmvatten sparades skulle nuvärdet vid 6 % kalkylränta bli 530 10<sup>6</sup> kr vid 4 % kalkylränta 650 10<sup>6</sup> kr. Tas hänsyn till 15 % energiskatt räknat på oljepriset kommer nuvärdet av den maximalt möjliga varmvattenbesparingen vid 6 % kalkylränta att bli 580 10<sup>6</sup> kr och vid 4 % kalkylränta 730 10<sup>6</sup> kr. Vid denna beräkning har antagits att oljepriset kommer att stiga med 2 % per år över den allmänna prisnivån.

Den erforderliga varmvattenbesparingen för att inte hyran skall öka som en följd av införandet av varmvattenmätning visas i tabell 7.20.

Tabell 7.20 Erforderlig varmvattenbesparing för att varmvattenmätning och individuell debitering skall vara lönsamt i lägenheter som redan har volymmätare eller passbit (ca 65 000 lägenheter)

Kalkyl- ränta %	Energi- skatt %	Självavläsning %	Avläsare %	Centralavläsning %
6	0	12	17	23
4	0	12	16	20
6	15	11	15	21
4	15	10	14	18

I de lägenheter som redan har volymmätare eller där passbit finns installerad bortfaller nästan hela installationskostnaden. Den återstående kostnaderna består i huvudsak av mätarkostnaden, avläsnings- och debiteringskostnader och utbyteskostnader.

Vid det billigaste avläsningsalternativet, självavläsning, med 6 % kalkylränta, utan hänsyn till skatt och vid 5 års utesittningstid krävs 12 % varmvattenbesparing jämfört med i hela fastighetsbeståndet 24 %. Det dyraste avläsningsalternativet, centralavläs-

ning kräver under samma förutsättningar som ovan 23 % varmvattenbesparing. I övriga fastighetsbeståndet krävs 35 % varmvattenbesparing.

I detta kalkylfall kommer den erforderliga varmvattenbesparingen att vara känsligare för variationer i mätarnas livslängd, eftersom kostnaden för utbyte utgör en större del av nuvärdet än i övriga fastighetskategorier. Vid livslängden 8 år för mätarna kommer den erforderliga besparingen att minska med ca 3 % jämfört med tabell 7.20. Vid livslängd 3 år kommer den erforderliga varmvattenbesparingen att öka med ca 6 % jämfört med tabell 7.20.

## 7.6 Lägenheter vid nybyggnad

För att kunna bedöma lönsamheten med att införa varmvattenmätning och individuell debitering av varmvatten i samband med nybyggnad av flerbostadshus beräknas nuvärdet av kostnaderna för varmvattenmätningen.

I förhållande till nuvärdesberäkningen av kostnaden för varmvattenmätning i befintliga flerbostadshus kommer kostnaderna för mätare, armatur, avläsning, debitering och utbyte att vara oförändrade. Det som ändras är antalet mätare per lägenhet och installationskostnaden per mätare.

Enligt Svensk Byggnorm, SBN 80, krävs att mätaren skall kunna läsas av, av de som bor i lägenheten och att man förbereder installation av utrustning för att överföra mätvärdena till ett utrymme utanför lägenheten. Denna förberedelse kan göras genom att tomrör installeras vid byggandet som sedan används vid ledningsdragningen mellan mätare och fjärravläsningsenhet, antingen placerad centralt eller utanför varje lägenhet.

Beräkningen av nuvärdet av kostnaderna med varmvattenmätning görs för samtliga tre avläsningssystem, för att se den kostnadsmässiga rangordningen mellan dem. Vidare antas att all utrustning för mätning installeras samtidigt med att byggnaden uppförs. Vid installation av flera mätare med fjärravläsning i samma lägenhet kopplas dessa till samma räkneverk liksom i befintliga flerbostadshus. Detta förfaringsätt torde uppfylla Byggnormens krav.

Då man redan vid lägenhetens planlösning kan ta hänsyn till önskemålet att mäta hela lägenhetens varmvattenförbrukning med en mätare kan antalet mätare per lägenhet reduceras jämfört med det mätarantal som måste installeras i befintlig bebyggelse.

I beräkningen antas att reduktionen av antalet mätare per lägenhet genom ändrad planlösning kan göras, ned till de antagna värdena, utan att det medför någon fördyring av lägenheterna. Installationskostnaden per mätare kommer att bli lägre än vid installation i befintlig bebyggelse eftersom de rör där mätaren skall placeras kan dras så att det blir lätt att installera mätaren. Det blir också möjligt att undvika dold förläggning. Mätarinstallationen kan ske tillsammans med rördragningen vilket minskar kostnaderna för installationen.

### Installationskostnader per mätare

Installation av en mätare i samband med rördragningen beräknas kosta ca 250 kr vid installation i synliga rör.

Kostnaderna för installation av utrustning för centralavläsning blir ca 100 kr lägre och uppgår här till 300 kr för material och arbetskostnader. Tillsammans med kostnaden för räkneverket blir kostnaden för centralavläsningen 400 kr per lägenhet.

Vid installation av mätarutrustning med centralavläsning kommer ledningsdragningen mellan varmvattenmätare och avläsningsenheten att bli billigare än vid installation i befintlig bebyggelse, eftersom ledningsdragningen kan förberedas genom att t ex tomrör dras vid uppförandet av byggnaden.

### Antalet mätare

Liksom i befintliga hus bestäms antalet mätare per lägenhet främst av lägenhetens planlösning, d v s hur väl samlade lägenhetens våtutrymmen är. Vid nybyggnad kan man visserligen dra längre kopplingsledningar inne i lägenheten än vid installation i efterhand, men det som främst bestämmer antalet mätare per lägenhet är ändå planlösningen.

Då lägenheternas planlösning utformas helt utan hänsyn till varmvattenmätning blir antalet mätare per lägenhet enligt tabell 3.15 kolumnen för flerbostadshus byggda 1971-1975. Då man av byggnadstekniska skäl försöker koncentrera våtdelarna i en lägenhet blir antalet mätare per lägenhet enligt tabell 3.10.

Vid nybyggnad där man försöker begränsa antalet mätare per lägenhet genom lämplig planlösning antas i denna beräkning att man kan använda ett mätarantal per lägenhet som är ett medelvärde mellan tabell 3.10 och tabell 3.15. Antalet mätare per lägenhet vid nybyggnad blir sålunda enligt tabell 7.21 nedan.

Tabell 7.21 Antalet mätare per lägenhet i nybyggda flerbostadshus vid olika lägenhetsstorlek

Lägenhetsstorlek	Mätare per lägenhet
1 RKV	1,1
1 RK	1,2
2 RK	1,4
3 RK	1,7
4 RK	2,4
5 RK	2,5
6 RK	2,5

### Lägenheter och lägenhetsstorlek

För att kunna beräkna kostnaden för installation av varmvattenmätare i samtliga lägenheter i nyproduktionen används de lägenheter som producerades 1979.

Enligt Bostads- och byggnadsstatistisk årsbok 1980 fördelar sig lägenheterna efter storlek enligt tabell 7.22 nedan.



Tabell 7.22 Antal lägenheter byggda 1979 fördelade efter antalet rum per lägenhet och antal mätare

Lägenhetsstorlek	Antal lägenheter	Antal mätare
1 RKV	1 220	1 340
1 RK	900	1 080
2 RK	5 100	7 100
3 RK	5 290	9 000
4 RK	2 120	5 100
5 RK	330	820
6 RK	90	225
	<hr/>	<hr/>
	15 000	24 665

Med det antal mätare per lägenhet som erfordras enligt tabell 7.21 blir det totalt erforderliga antalet mätare för samtliga lägenheter som byggdes 1979 25 000, vilket framgår av tabell 7.22 ovan.

#### Beräkning av nuvärde

Nuvärdet av kostnaderna för mätning och individuell debitering av varmvatten i nybyggda flerbostadshus beräknas med samma metod som används för befintlig bebyggelse.

Kostnaderna delas upp i två delar, sådana som är proportionella mot antalet lägenheter och sådana som är proportionella mot antalet mätare.

Kostnader som är proportionella mot antalet mätare är kostnaden för mätaren, armatur och installation. Dessa redovisas under posten mätare i tabell 7.23-7.24. Kostnaden för byte av mätarna efter 5 eller 3 år redovisas under posten utbyte. För systemet med avläsare har kostnaden för avläsning dragits ifrån under det år som utbyte av mätarna sker, eftersom både byte och avläsning kan ske samtidigt.

Kostnader som är proportionella mot antalet lägenheter är avläsning, debitering och utrustning för centralavläsning.

Nuvärdesfaktorerna för kalkylräntan 6 % och 4 % tas från kapitel 7.1. I tabell 7.23 redovisas nuvärdet av kostnaderna för mätning vid kalkylräntan 6 % och i tabell 7.24 redovisas nuvärdet vid kalkylräntan 4 %. Båda tabellerna är uppgjorda för de två utesittningstiderna för mätarna, 3 och 5 år.

Totalkostnaden för mätning och debitering av varmvatten i nybyggnad visar samma rangordning enligt kostnad som för mätning och debitering i befintlig bebyggelse, d v s centralavläsning är dyrast, självavläsning billigast och avläsning med avläsare ligger kostnadsmässigt närmre självavläsning än centralavläsning.



Tabell 7.23 Nuvärdet av kostnaderna för varmvattenmätning och individuell debitering i 15 000 lägenheter i nyproduktion vid 6 % kalkylränta under 25 år

	Självavläsning 10 <sup>6</sup> kr	Avläsare 10 <sup>6</sup> kr	Centralavläsning 10 <sup>6</sup> kr
Mätare	10,8	10,8	12,2
Centralavläsning			6,0
Avläs & Deb	4,9	11,8	5,9
Utbyte 3:e år	10,8	7,0	13,8
5:e år	6,3	4,2	8,0
<hr/>			
Totalt 3:e år	26,5	29,6	37,9
5:e år	22,0	26,8	32,1

Tabell 7.24 Nuvärdet av kostnaderna för varmvattenmätning och individuell debitering i 15 000 lägenheter i nyproduktion vid kalkylräntan 4 % under 25 år

	Självavläsning 10 <sup>6</sup> kr	Avläsare 10 <sup>6</sup> kr	Centralavläsning 10 <sup>6</sup> kr
Mätare	10,8	10,8	12,2
Centralavläsning			6,0
Avläs & Deb	5,9	14,2	7,2
Utbyte 3:e år	13,4	8,7	17,0
5:e år	7,8	5,4	10,2
<hr/>			
Totalt 3:e år	29,1	33,7	42,4
5:e år	23,5	30,4	35,6

#### Erforderlig varmvattenbesparing

På samma sätt som i kalkylen för befintlig bebyggelse kan man jämföra nuvärdet av kostnaderna med nuvärdet av den möjliga kostnadsbesparingen till följd av minskad varmvattenförbrukning. Då erhålls hur många procent av den nuvarande förbrukningen som måste sparas för att investeringen skall vara lönsam att utföra.

I kapitel 7.1.4 beräknas nuvärdet av kostnaden för 1 m<sup>3</sup> varmvatten varje år under 25 år vid uppvärmning med olja, där oljepriset väntas stiga 2 % per år mer än den allmänna prisnivån till 204 kr/m<sup>3</sup>. Vid beräkningen används verkningsgraden 80 % vilket motsvarar den energibesparing som erhålls då man sparar en m<sup>3</sup> varmvatten.

I de nybyggda lägenheterna antas bo lika många personer per lägenhet som i den befintliga bebyggelsen d v s 1,8 personer per lägenhet. De förbrukar 22 m<sup>3</sup> varmvatten per person. Vid den högre kalkylräntan 6 % och utan hänsyn till energiskatt blir nuvärdet av den maximalt möjliga varmvattenbesparingen att bli 120 10<sup>6</sup> kr. Vid den lägre kalkylräntan 4 % blir nuvärdet 145 10<sup>6</sup> kr. Tas hänsyn till energiskatten som sätts till 15 % på oljepriset blir nuvärdet vid kalkylräntan 6 % 130 10<sup>6</sup> kr och vid kalkylräntan 4 % 160 10<sup>6</sup> kr.

Den erforderliga varmvattenbesparingen för att det skall vara lönsamt att installera varmvattenmätning i nybyggda lägenheter redovisas i tabell 7.25.

Tabell 7.25 Erforderlig varmvattenbesparing för att varmvattenmätning och individuell debitering skall vara lönsamt att införa vid nybyggnad

Kalkyl- ränta %	Energi- skatt %	Självavläsning %	Avläsare %	Centralavläsning %
6	0	18-22	22-25	27-32
4	0	16-20	21-23	25-29
6	15	17-20	21-23	25-29
4	15	15-18	19-21	22-27

Det lägre värdet i intervallet för erforderlig varmvattenbesparing gäller vid livslängden eller utesittningstiden 5 år och det högre vid utesittningstiden 3 år.

Dessa faktorer medför att den erforderliga varmvattenbesparingen minskar med mellan 5-8 % jämfört med den befintliga bebyggelsen. Minskningen är störst för centralavläsning eftersom det minskade antalet mätare gynnar detta avläsningsalternativ. Vid det billigaste avläsningsalternativet, självavläsning, kalkylräntan 6 %, utan hänsyn till skatt och vid livslängden 5 år krävs en varmvattenbesparing på 18 % jämfört med i befintlig bebyggelse på 24 %. Vid det dyraste avläsningsalternativet krävs under samma kalkylförutsättningar som ovan en varmvattenbesparing på 27 % jämfört med 35 % i befintlig bebyggelse.

Vid utesittningstiden 8 år för mätarna minskar den erforderliga varmvattenbesparingen till ca 2 % lägre än den lägsta gränsen för intervallet i tabell 7.25.

## 7.7 Små kollektiv, stamvis mätning

För att minska antalet mätare och ändå kunna fördela debiteringen på ett mindre antal förbrukare än med nuvarande debiteringssystem kan man tänka sig att dela in förbrukarna i små kollektiv. Ett med hänsyn till mättekniken lämpligt kollektiv kan vara mätning per varmvattenstam. Det varmvattenflöde som förbrukas av de lägenheter som är anslutna till stammen debiteras för den uppmätta varmvattenförbrukningen. Eftersom flera stammar kan leda till samma lägenhet eller flera lägenheter vara anslutna till samma stam måste indelningen i små kollektiv göras för varje hus beroende på hur lägenheterna försörjs med varmvatten.

Det är troligen inte möjligt att installera stamvis mätning i alla hus, beroende på att det finns hus som saknar källare, men värdena på den erforderliga varmvattenbesparingen för lönsamhet är ändå giltiga för de hus där mätare för stamvis mätning kan installeras.

I kapitel 3.3 har antalet erforderliga varmvattenmätare vid stamvis mätning beräknats vid mätning i de 1,7 miljoner lägenheterna som har varmvatten byggda före 1975 men som inte är försedda med mätare i någon form. För dessa lägenheter krävs 1,2 miljoner mätare varav en del av dessa kommer att monteras i varmvattencirkulationsledningens retur (vvc) för att man skall kunna subtrahera cirkulationsflödet från förbrukningsflödet. Det är med hänsyn till mätnoggrannheten lämpligt att montera identiiska mätare i vvc-ledning och varmvattenledning, eftersom mätarnas felvisning i olika flödesområden då bör kompensera varandra.

Mätare avsedda att placeras i varmvattenstammarna måste tåla ett större flöde än mätare avsedda för individuell mätning i lägenheterna. Överslagsmässigt så bör en mätare avsedd för ett maximalt flöde på  $5 \text{ m}^3/\text{h}$  vara tillräcklig beroende på att den dimensioneras efter det sannolika flödet enligt figur 2.7 i kapitel 2.3.

En mätare i denna storlek avsedd för manuell avläsning kostar ca 180 kr och armatur för anslutning kostar ca 60 kr.

En mätare avsedd att anslutas till centralavläsning kostar ca 240 kr.

För centralavläsning krävs ett räkneverk per mätare som kostar 100 kr per räkneverk och ledningsdragningen mellan mätarna och räkneverken beräknas kosta 100 kr per mätare. I detta fall kan inte flera mätare anslutas till samma räkneverk eftersom värdet från de mätare som sitter i vvc-ledningen skall dras in från värdet från de mätare som sitter i varmvattenledningen.

Arbetskostnaden för att ansluta mätaren till varmvattenstammen beräknas med ledning av Calor-Celsius normtider och Rörsnabbens prislista uppgå till ca 350 kr per mätare. Detta är samma kostnad som för installation av varmvattenmätare i lägenheter, men vid installation i stammar som oftast ligger åtkomliga i husets källare bedöms åtkomligheten vara bättre, vilket gör arbetet snabbare. Den förbättrade åtkomligheten kompenserar för den ökade arbetstidsåtgången till följd av den större rörprovleken.

Kostnaden för att installera en mätare avsedd för manuell avläsning uppgår således till 590 kr per mätare och för centralavläsning till 680 kr per mätare.

Debiteringen av varmvattnet antas kosta lika mycket som då de boende debiteras för självavläsning d v s 25 kr per lägenhet.

Avläsningskostnaden kommer däremot att bli annorlunda än vid individuell debitering, beroende på att all avläsning kan ske i husets källare eller i gemensamma utrymmen. Då mätarna måste avläsas en och en manuellt sätts avläsningskostnaden till 100 kr per hus. Då centralavläsning finns installerad kan mätarna avläsas på en plats i byggnaden varför avläsningskostnaden sätts till 75 kr per hus.

Denna avläsning kan enkelt kombineras med andra avläsningar som kallvatten- eller värmeförbrukningsavläsning, varvid avläsningskostnaden kommer att fördelas mellan dessa avläsningar. I kalkylen görs beräkningen som om varmvattenmätarna avlästes separat. Avläsningskostnaden utgör endast 14 % av den totala avläsnings- och debiteringskostnaden så detta beräkningssätt har mycket liten inverkan på slutresultatet.

Beroende på att mäternas noggrannhet försämras med tiden måste de bytas ut med jämna mellanrum. I denna kalkyl antas att mäternas byts ut vart 5:e år. Vid byte av en mätare kan den nya mätaren fås för halva priset då den gamla lämnas som inbyte. Att byta en mätare kostar 50 kr varför den totala byteskostnaden för en mätare avsedd för manuell avläsning uppgår till 140 kr per mätare och för en mätare avsedd för centralavläsning till 170 kr per mätare och byte.

Denna nationella fastighetsekonomiska kalkyl görs liksom de andra för de reala kalkylräntorna 6 och 4 % för en period av 25 år. Nuvärdet av kostnaderna för stamvis mätning och kollektiv debitering beräknas för hela fastighetsbeståndet byggt före 1975 som har varmvatten men inte varmvattenmätare av något slag d v s för 1,7 miljoner lägenheter. Vid beräkningen har enligt kapitel 3.4 varje hus i medeltal 25 lägenheter, vilket har betydelse vid beräkningen av avläsningskostnaderna.

Nuvärdet av kostnaden för stamvis mätning och debitering i små kollektiv vid kalkylräntan 6 % visas i tabell 7.26 och för kalkylräntan 4 % i tabell 7.27.

Tabell 7.26 Nuvärdet av kostnaderna för stamvis varmvattenmätning och debitering i små kollektiv för 1,7 miljoner lägenheter vid kalkylräntan 6 % under 25 år

	Avläsare 10 <sup>6</sup> kr	Centralavläsning 10 <sup>6</sup> kr
Mätare	710	820
Centralavläsning		240
Avläs & Deb	640	610
Utbyte 5:e år	381	465
<hr/>		
Totalt	1731	2135

Tabell 7.27 Nuvärdet av kostnaderna för stamvis varmvattenmätning och debitering i små kollektiv för 1,7 miljoner lägenheter vid kalkylräntan 4 % under 25 år

	Avläsare 10 <sup>6</sup> kr	Centralavläsning 10 <sup>6</sup> kr
Mätare	710	820
Centralavläsning		240
Avläs & Deb	770	740
Utbyte 5:e år	484	590
<b>Totalt</b>	<b>1964</b>	<b>2390</b>

För att kunna bestämma hur stor del av varmvattenförbrukningen som måste sparas för att stamvis mätning och debitering i små kollektiv skall vara lönsamt på ett nationellt plan jämförs kostnaderna för mätning med det maximalt möjliga nuvärdet av varmvattenbesparingen enligt kapitel 7.1.4 för kalkylräntorna 6 och 4 % samt med och utan hänsyn till energiskatt på 15 % på oljepriset. Resultatet av jämförelsen visas i tabell 7.28.

Tabell 7.28 Erforderlig varmvattenbesparing för att stamvis varmvattenmätning och debitering i små kollektiv skall vara lönsamt i befintliga flerbostadshus med 1,7 miljoner lägenheter under 25 år

Kalkyl- ränta %	Energi- skatt %	Avläsare %	Centralavläsning %
6	0	13	16
4	0	12	14
6	15	12	14
4	15	11	13

Vid jämförelse av den erforderliga varmvattenbesparingen med tidigare kalkyler måste man komma ihåg att debiteringen görs för små kollektiv som beroende på husets våningsantal och konstruktion kan ligga mellan 2-10 lägenheter. Den kollektiva debiteringen har troligen lägre spareffekt än den individuella.

Den kollektiva mätningen stamvis och debiteringen kräver genom sitt lägre antal mätare en lägre erforderlig varmvattenbesparing för att inte kostnaderna till följd av mätning och debitering skall öka. Jämfört med individuell mätning i hela fastighetsbeståndet halveras den erforderliga varmvattenbesparingen.

Vid det för kollektiv mätning billigaste avläsningssättet avläsare och vid 6 % kalkylränta, utan hänsyn till energiskatt och vid 5 års utesittningstid för mätarna blir den erforderliga varmvattenbesparingen 13 %. Under motsvarande kalkylförutsättningar krävs vid individuell mätning och debitering 24 % varmvattenbesparing.



Mätning i små kollektiv är inte så känsligt för variationer i kalkylränta som övriga mätsätt, eftersom endast en tredjedel av nuvärdet är grundinvestering. Övriga kostnader som avläsning, debitering och utbyte uppstår samtidigt med energi och vattenbesparingen under resten av kalkylperioden.

Den erforderliga vattenbesparingen bör vara något känsligare för variationer i mäternas livslängder än vid individuell mätning, eftersom utbyteskostnaderna utgör en större del av det totala nuvärdet.

## 7.6 Små kollektiv, husvis mätning

Genom att debitera varmvattnet i de små kollektiven hus kan man klara varmvattenmätningen med en mätare per hus vilket enligt kapitel 3.4 innebär att det skulle behövas ca 70.000 mätare som är en avsevärd reduktion gentemot övriga mätsätt. Detta mätsätt medför att man kan mäta kallvattenflödet som går till varmvattenberedningen varför mätaren inte behöver vara avsedd för användning i varmvatten. Mätaren behöver dock dimensioneras för ett större flöde och kommer att installeras i rör med grövre dimensioner än tidigare.

I ett hus med ca 25 lägenheter behöver man installera en mätare avsedd för ett flöde omkring  $7 \text{ m}^3/\text{h}$ . En mätare avsedd för detta flöde kostar ca 350 kr vid köp i stora kvantiteter. För att installera mätaren så att den blir utbytbar behövs avstängningsventiler på vardera sidan av mätaren för ca 150 kr. Arbetskostnaden för att installera mätaren i rör av denna grovlek uppgår till ca 500 kr. Installationskostnaden för material och arbete blir således 1000 kr per mätare.

Debiteringskostnaden för att fördela varmvattenförbrukningen på de boende i huset beräknas uppgå till samma som tidigare d v s 25 kr per lägenhet.

Avläsningskostnaden uppgår till ca 70 kr per hus om hela avläsningskostnaden bärs av varmvattenmätningen. I detta fall behövs ett besök i huset för att läsa av en mätare. Kombineras avläsningen av varmvattenmätaren med avläsningen av kallvattenmätaren halveras kostnaden för avläsning av varmvattenmätaren.

Vid utbyte av mätaren antas att en ny mätare kan erhållas för halva priset då den gamla lämnas som inbyte. Kostnaden för en ny mätare uppgår då till 175 kr. Arbetskostnaden för att byta ut den är ca 150 kr per mätare, eftersom endast en mätare byts vid varje besök i huset. Det år då byte sker kan dock byte och avläsning kombineras varför kostnaden för byte reduceras till 255 kr per byte.

Den nationella fastighetsekonomiska kalkylen för varmvattenmätning och debitering i små kollektiv husvis görs liksom för tidigare kalkyler för två reala kalkylräntor 6 och 4 %. Nuvärdet av kostnaderna beräknas liksom tidigare för den del av fastighetsbeståndet byggt före 1975 som har varmvatten, men inte är försett med mätare av något slag d v s för 1,7 miljoner lägenheter. Varje hus har i genomsnitt 25 lägenheter. Nuvärdet av kostnaderna har sammanställts i tabell 7.29 för kalkylräntan 6 % och i tabell 7.30 för kalkylräntan 4 %.



Tabell 7.29 Nuvärdet av kostnaderna för husvis varmvattenmätning och debitering i små kollektiv för 1,7 miljoner lägenheter vid kalkylräntan 6 % under 25 år

	Avläsare 10 <sup>6</sup> kr
Mätare	70
Avläs & Deb	605
Utbyte 5:e år	40
<hr/>	
Totalt	715

Tabell 7.30 Nuvärdet av kostnaderna för husvis varmvattenmätning och debitering i små kollektiv för 1,7 miljoner lägenheter vid kalkylräntan 4 % under 25 år

	Avläsare 10 <sup>6</sup> kr
Mätare	70
Avläs & Deb	740
Utbyte 5:e år	51
<hr/>	
Totalt	861

För att kunna bedöma möjligheterna att husvis mätning och debitering i små kollektiv skall bli lönsam på ett nationellt plan så jämförs liksom i tidigare kalkyler nuvärdet av kostnaden med nuvärdet av den möjliga varmvattenbesparingen. Den erforderliga varmvattenbesparingen visas i tabell 7.31 för de reala kalkylräntorna 6 och 4 % med och utan hänsyn till 15 % energiskatt räknat på oljepriset. Oljepriset förutsätts stiga med 2 % per år utöver den allmänna prisnivån.

Tabell 7.31 Erforderlig varmvattenbesparing för att husvis varmvattenmätning och debitering i små kollektiv skall vara lönsamt i befintliga flerbostadshus med 1,7 miljoner lägenheter under 25 år

Kalkyl- ränta %	Energi- skatt %	Avläsare %
6	0	5
4	0	5
6	15	5
4	15	5

Vid jämförelser med tidigare beräknade erforderliga varmvattenbesparingar måste man komma ihåg att debiteringen görs för små kollektiv som beroende på husets storlek kan ligga mellan 3-1000

lägenheter per hus. Medelvärdet ligger kring 25 lägenheter per hus. Spareffekten bör minska till följd av att debiteringen görs för större enheter.

Den kollektiva mätningen husvis kräver den minsta varmvattenbesparingen av samtliga undersökta mätalternativ och huskategorier. Det krävs endast 5 % varmvattenbesparing för att mätningen inte skall ge höjda kostnader. Detta är en följd av att det endast behövs en mätare för 25 lägenheter.

Nuvärdet av kostnaden för mätning och debitering utgörs till ca 85 % av kostnader för avläsning och debitering, där debiteringskostnaderna utgör den helt övervägande kostnadsdelen. Vid debiteringen fördelas den kollektivt uppmätta varmvattenförbrukningen på de olika lägenheterna.

Detta alternativ är okänsligt för variationer i mätarnas utesittningstid, eftersom utbyteskostnaden endast utgör 6 % av totalkostnadens nuvärde.

### 7.9 Sammanfattning

Den nationella fastighetsekonomiska kalkylen har syftet att undersöka vilken varmvattenbesparing som erfordras för att varmvattenmätning och individuell eller kollektiv debitering skall ge sänkta kostnader för en kategori av lägenheter. Vid beräkningen av den erforderliga varmvattenbesparingen har nuvärdet av kostnaderna för mätning och debitering jämförts med nuvärdet av den maximalt möjliga varmvattenbesparingen. Nuvärdet av kostnaderna har beräknats för de reala kalkylräntorna 6 och 4 % med nuvärdesmetoden. Nuvärdet av varmvattenbesparingen har beräknats vid samma kalkylräntor med och utan hänsyn till 15 % energiskatt på oljepri-set. I samtliga kalkyler har antagits att oljepri-set kommer att stiga 2 % mer per år än den allmänna prisutvecklingen, under hela kalkylperioden 25 år.

Den nationella kalkylen görs genomgående för de tre avläsningsalternativen: självavläsare, avläsare och centralavläsning.

Självavläsning är genomgående det billigaste avläsningsalternativet och centralavläsning det dyraste.

Inom varje kalkyl så ger 4 % kalkylränta lägre erforderlig varmvattenbesparing än 6 % kalkylränta och om man tar hänsyn till 15 % energiskatt blir den erforderliga varmvattenbesparingen mindre än om energiskatten ej tas med i beräkningen.

För att kunna jämföra de olika kostnadsberäknade kategorierna av fastigheter visas i tabell 7.32 den erforderliga varmvattenbesparingen för 6 % kalkylränta, utan hänsyn till skatt vid utesittningstiden 5 år för mätarna och för det billigaste avläsningsalternativet självavläsning utom för små kollektiv där man använder avläsare.

Tabell 7.32 Erforderlig varmvattenbesparing för att nuvärdet av olja och vattenbesparingen skall överstiga nuvärdet av kostnaderna för mätning och debitering. 6 % real kalkylränta, utan energiskatt, 5 års utesittningstid och självavläsning

Individuell mätning och debitering	Erforderlig varmvattenbesparing %
Alla lägenheter i bef hus	24
Lägenheter med synliga rör i bef hus	22
Elementbyggda betonghus i bef hus	22
Smalhus i bef hus	17
Lägenheter med mätare eller passbit i bef hus	12
Nybyggda lägenheter	18
Kollektiv mätning och debitering	
Stamvis mätning i bef hus	13
Husvis mätning i bef hus	5

De andra avläsningsalternativen är dyrare än självavläsning. Avläsning med avläsare kräver ungefär 5 % högre varmvattenbesparing än självavläsning. Centralavläsning kräver ca 10 % högre varmvattenbesparing än självavläsning.

Ur tabell 7.32 kan man utläsa att kategorierna lägenheter med synliga rör och elementbyggda betonghus ur mätsynpunkt är ungefärligen likvärdiga med hela lägenhetsbeståndet.

Smalhusen och nybyggda lägenheter är ungefär likvärdiga ur mätsynpunkt och kräver ca 6 % mindre varmvattenbesparing än hela lägenhetsbeståndet.

De lägenheter som redan har volymmätare eller passbit kräver som väntat minst erforderlig varmvattenbesparing dvs 12 %, vilket är 12 % mindre eller endast hälften så stor besparing som i hela lägenhetsbeståndet.

De små kollektiven kräver också liten varmvattenbesparing. Stamvis mätning kräver 13 % vid mätning i hela fastighetsbeståndet vilket är lika stor erforderlig varmvattenbesparing som vid mätning i lägenhet där det redan finns mätare eller passbit. Vid stamvis mätning kan små kollektiv ha mellan 2 och 10 lägenheter beroende på hur varmvattenstammarna är dragna.

Vid husvis mätning krävs endast ca 5 % varmvattenbesparing, eftersom antalet mätare per lägenhet blir mycket lågt. Det kommer i genomsnitt att räcka med en mätare per 25 lägenheter. Vid husvis debitering kan antalet lägenheter per kollektiv variera mellan 3-1000.

Vid bedömningen av den erforderliga varmvattenbesparingen vid debitering i små kollektiv måste man ta hänsyn till att spareffekten troligen är mindre än vid individuell debitering.

## 8 RESULTAT

För att kunna bedöma möjligheterna till att varmvattenmätning med volymmätare och individuell debitering skall bli lönsam kan man jämföra de beräknade erforderliga varmvattenbesparingarna med de besparingar som uppmätts vid försök med varmvattenmätning och individuell debitering.

Vid den fastighetsekonomiska beräkningen för befintliga byggnader med 20 % av mätarna installerade i dolda rör krävs en varmvattenbesparing på mellan 32-28 % vid självavläsning, med 5 års livslängd för mätarna och vid 10 % respektive 8 % real kalkylränta.

I den nationella fastighetsekonomiska kalkylen vid 6 % kalkylränta utan hänsyn till energiskatt, men i övrigt under samma förutsättningar som i den fastighetsekonomiska blir den erforderliga varmvattenbesparingen 24 %. Att den nationella kalkylen ger en lägre energibesparing beror på att vid en lägre kalkylränta tas större hänsyn till händelser i framtiden. Vilket innebär att oljeprisökningen på 2 % mer än den övriga prisökningen kommer att få ett större nuvärde.

Kategorierna lägenheter med synliga rör och lägenheter i elementbyggda betonghus ställer ungefär samma krav på varmvattenbesparing som vid mätning i hela lägenhetsbeståndet.

Vid mätning i smalhus och i nybyggda lägenheter krävs ca 15 % varmvattenbesparing för att mätningen inte skall ge ökade boendekostnader.

Den minsta erforderliga besparingen krävs i lägenheter som redan har volymmätare eller passbit, endast 12 % varmvattenbesparing.

Mätning och debitering i små kollektiv kräver 13 % varmvattenbesparing vid stamvis mätning och endast 5 % vid husvis mätning. Vid bedömningen av om det är möjligt att uppnå ordentlig besparing vid mätning och debitering i små kollektiv måste man ta hänsyn till att spareffekten troligen blir mindre än vid individuell mätning och debitering.

De ovan angivna varmvattenbesparingarna för individuell mätning gäller vid avläsningssättet självavläsning. Vid avläsning med avläsare krävs ytterligare 5 % högre varmvattenbesparing och vid centralavläsning krävs 10 % högre varmvattenbesparing än vid självavläsning. Vid mätning och debitering i små kollektiv används avläsning med avläsare.

Under de försök med varmvattenmätning som utfördes under 50-talet uppmättes en varmvattenbesparing på mellan 52-44 % till följd av att man införde mätning och individuell debitering.

De mätningar av spareffekten som utfördes under 70-talet gav ett tvetydigt och mera svårtolkat resultat. Besparingen vid införandet av varmvattenmätning under "normala förhållanden" skulle ligga mellan 20-30 % vilket bekräftats i två bostadsområden, medan i ett tredje område där mätning pågått en tid har man inte kunnat märka någon spareffekt över huvud taget. Ur detta material kan man således dra slutsatsen att vattenbesparingen ligger mellan 0-30 %.

Spareffekten av mätning och debitering i små kollektiv förefaller inte vara utredd varför det inte är möjligt att göra någon bedömning av denna.

Enligt de mätningar som utfördes under 50-talet skulle varmvattenmätning och individuell debitering kunna bli lönsamt att införa enligt både den fastighetsekonomiska- och enligt den nationella kalkylen. Det skulle t o m gå att använda de dyrare avläsningssätten avläsare eller centralavläsning.

Om man, utgående från de mätningar av vattenbesparingen som gjordes under 70-talet, sätter den övre gränsen till 30 % kan man dra följande slutsatser:

Det är inte omöjligt att varmvattenmätning är fastighetsekonomiskt lönsamt i befintlig bebyggelse.

Det är möjligt att varmvattenmätning och individuell debitering är lönsamt nationellt sett även vid den höga kalkylräntan 6 %.

Det är möjligt att varmvattenmätning och individuell debitering är lönsamt att införa nationellt sett i den del av lägenheterna som inte har installation av mätare i dolda rör, eller i lägenheter i elementbyggda betonghus.

Det är möjligt att varmvattenmätning och individuell debitering är lönsamt nationellt sett vid kalkylräntan 6 % att införa i småhus och i samband med nybyggnad av lägenheter.

Det är troligt att varmvattenmätning och individuell debitering är lönsamt nationellt sett vid kalkylräntan 6 % i de lägenheter som redan har mätare eller passbit.

Eftersom det inte finns några data på varmvattenbesparingen vid mätning och debitering i små kollektiv kan möjligheten att dessa mätsätt skall bli lönsamma ej bedömas.

Vid bedömningen av varmvattenmätning och individuell debitering som ett sätt att spara energi och vatten bör man även jämföra med lönsamheten för andra sätt att spara energi och vatten. Finns åtgärder med bättre lönsamhet bör dessa genomföras först.

De åtgärder som syftar till att minska de värmeförluster från varmvattensystemet som är oberoende av förbrukningens storlek, som förbättrad rörisolering och stopp av varmvattencirkulationspumpen nattetid etc, kommer inte att försämra lönsamheten med varmvattenmätning och individuell debitering. Minskar man däremot den del av energiförbrukningen för varmvattenberedning som beror av varmvattenförbrukningen t ex genom en sänkning av varmvattentemperaturen kommer lönsamheten med varmvattenmätning att försämrans. Med försämrad lönsamhet menas att man måste öka den sparade vattenmängden eftersom vattnets energiinnehåll minskar och därmed kostnaden för att värma det.

Vidtas åtgärder som syftar till att minska varmvattenförbrukningen såsom installation av vattenbesparande armaturer eller flödesbegränsare kommer kraven på varmvattenbesparing att öka. Kostnaderna för varmvattnet minskar genom minskad förbrukning men den insparade mängden varmvatten måste, för att varmvattenmätning skall vara lönsam, vara lika stor som före installation av vattenbespa-

rande anordningar. Den procentuella besparingen beräknat på förbrukad varmvattenmängd kommer därför att öka. Installation av varmvattenbesparande anordningar försämrar således möjligheterna att uppnå lönsamhet vid varmvattenmätning.





## LITTERATURFÖRTECKNING

- Berndtsson, L, Granstrand, L, Gunnarsson, L, Lindgren, S, 1980, Installationer i flerbostadshus byggda 1930-1955, (Statens Råd för Byggnadsforskning) Rapport R59:1980, 114 s., Stockholm
- Bjerking, S-E, 1978, Ombyggnad, Hur bostadshusen byggdes 1940-1970, (Statens Råd för Byggnadsforskning), Rapport R106:1978, 128 s., Stockholm
- Boman, C-A, Erikson, B E, Nyblom, L, Swedjemark, G A, 1980, Radon i bostäder - en fältforskningsstudie, del 1, (Statens institut för byggnadsforskning), Meddelande M80:12, 89 s., Gävle
- Bostads- och byggnadsstatistisk årsbok, 1980 (Sveriges officiella statistik, Statistiska Centralbyrån), 266 s., Stockholm
- Dirke, L, 1961, Varmvattenförbrukning i lägenheter med och utan varmvattenmätare, (Statens Råd för Byggnadsforskning), Särtryck 3:1961, 11 s., Stockholm
- Energiberedskapsutredningen, SOU 1975:61, Bilaga 6: Ransonering av tappvarmvatten - förutsättningar och möjligheter (Statens Offentliga utredningar) 1975, Stockholm
- Energiprognosutredningen, SOU 1974:65, Bilaga 7: Kollektivmätning eller individuell mätning, (Statens Offentliga utredningar, Industridepartementet) 1974, Stockholm
- Erikson, B E, & Hammarsten, S, 1979, Undersökning av husbeståndet från energisynpunkt, (Statens institut för byggnadsforskning), Delrapport 9: Husbeståndets installationstekniska egenskaper, 16 s., Gävle
- Hansen, A & Moe, N, 1975, Boligens energiforbrug 1973 - 2005 (Niels Bohr Institutet (IFIAS), 69 s., Köpenhamn, 1975
- Hedlund, A, 1974, Några tekniska synpunkter på användandet av värmeflödesmätare, (Institutionen för uppvärmnings- och ventilationsteknik), Tekniska Meddelanden 27 - 36, Nr 32, s. 55 - 66, 1974, Stockholm
- Hjertén, I, 1969, Elementa, (Göteborgsbostäders skriftserie), nummer 12, 263 s., Göteborg
- Holmberg, S, 1981, "Norrköpingsprojektet" (Statens institut för byggnadsforskning), Rapport VA-laboratoriet Studsvik, Nyköping, 1981, 60 s.,

Hovmark, S & Sundberg, L, 1972, Installationsprinciper vid olika stombyggnadssystem - en inventering, (Statens Råd för Byggnadsforskning), Rapport R12:1972, 160 s., Stockholm

Installationsbranschutredningen, SOU 1974:47, (Statens Offentliga utredningar), 1974, Stockholm

Jensfelt, H & Jensfelt K, 1968, Bygga om, Stadsförnyelse genom ombyggnad, (Bok och bild förlag), 256 s., Malung

Kallvattenmätare, Anvisningar med kommentarer, 1978, (Svenska vatten och avloppsverksföreningen), Publikation VAV P34 sept 1978, 55 s., Stockholm

Linder, M, 1981, Korrosionshärdighet hos mässingsarmatur i tappvattensystem, (Korrosionsinstitutet), Korrosionsbekämpning inom VVS, 20-21 maj 1981, Stockholm

Ljungkvist, M-0, 1980, Betongelementindustrins struktur och framtid, (Statens Industriverk), SIND 1980:18, 209 s., Stockholm

Mätning av tappvarmvatten, Bestämmelser och tillämpningsförslag, 1976, (Förlags AB VVS), VVS Informationskrift 1976:6, 30 s., Stockholm

Nilsson, S, & Lundgren, T, 1979, Individuell varmvattenmätning, en undersökning i fyra bostadsområden, (Statens Råd för Byggnadsforskning), Rapport R23:1979, 74 s., Stockholm

Ohlon, R, 1975, Kontroll av el-, vatten- och värmemätare, (Statens Provningsanstalt), SP-RAPP 1975:18, 61 s., + 7 bilagor, Stockholm

Reijner, E & Adamson, B, 1956, Prov med fördelningsmätare för värme och varmvatten, (Statens Nämnd för Byggnadsforskning), Rapport 36, 1956, 31 s., Stockholm

Riktlinjer för energisparverksamhet i byggnader, (Bostadsdepartementet), Regeringens proposition 1980/81:133, 180 s., Stockholm

Ruhrgas, Zusammenstellung der Messgeräte zur Heizkosten- und Warmwasserkostenabrechnung sowie Kostenberechnung der Zählvorrichtungen für ein Zehn-familienhaus, (Ruhrgas AG), Essen

SBN 80, (Statens Planverk), PFS 1980:1, 608 s., Stockholm

Smalhus Framtidshem (Statens Råd för Byggnadsforskning) Skrift T21:1978, 169 s., Stockholm

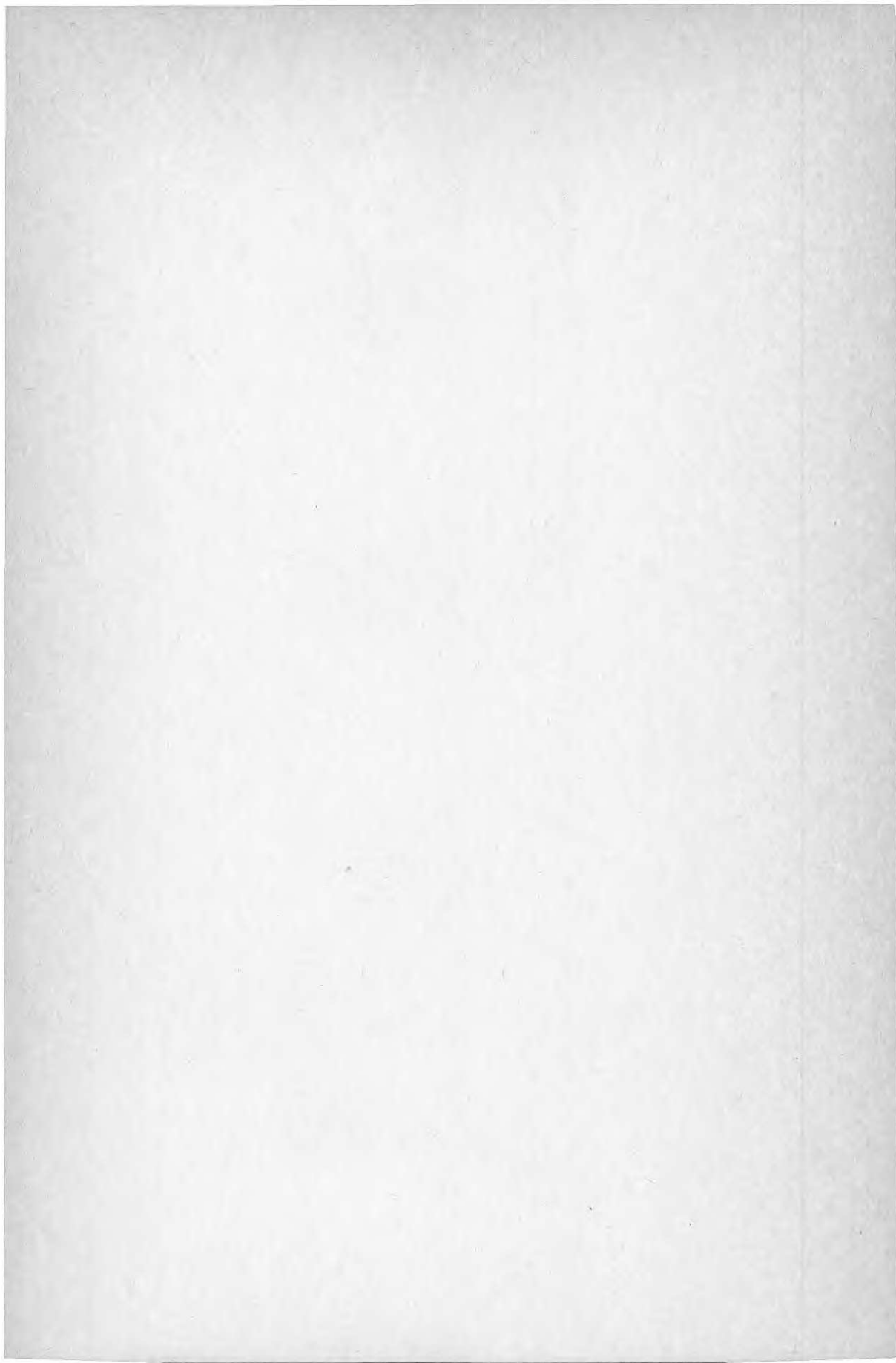
Stalin, L, 1969, Bostadskostnad, (Lars Stalin Arkitektkontor AB)  
192 s., Bottnaryd

Statens Provningsanstalt 1979, Intyg nr 7833, 0528, 1979, Borås

VVS-Handboken, 1963, (Förlags AB VVS), 1030 s., 1963, Stockholm

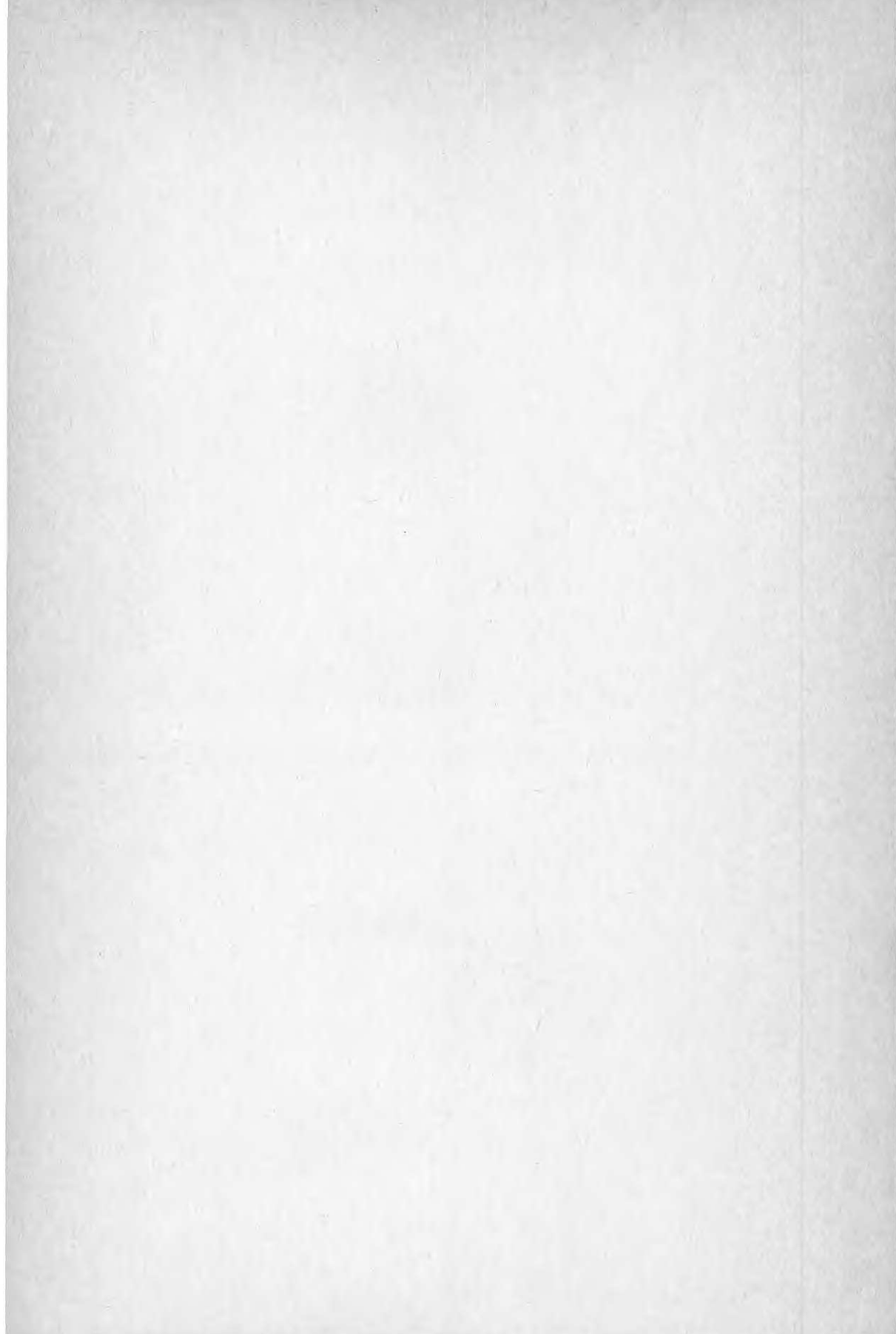
Zander & Ingeström, 1981, Automatisering, mätning, reglering,  
Katalog, Västerås 1981













Denna rapport hänför sig till forskningsanslag  
801365-8 från Statens råd för byggnadsforskning  
till Wahlings Installationsutveckling AB, Danderyd.

R72: 1982

ISBN 91-540-3732-8

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6700572

Abonnemangsgrupp:  
W. Installationer

Distribution:  
Svensk Byggtjänst, Box 7853  
103 99 Stockholm

Cirkapris: 40 kr exkl moms