

VARMTVANDSFORBRUG I BOLIGER

AF

NIELS MEJLHEDE JENSEN

LABORATORIET FOR VARMEISOLERING

DANMARKS TEKNISKE HØJSKOLE

FEBRUAR 1982

MEDDELELSE NR. 117

INDHOLD

Forord

Resumé

Indledning

Konklusion side

Bebyggelsen og varmtvandsforsyningen	1
Måleopstilling	2
Måleresultater	3
Afbildning af måleresultater med spidsbelastning	6
Dimensionering af varmtvandsbeholderstørrelse	8
Dimensioneringsregler fra litteraturen	13
Måleresultater fra andre bebyggelser	15
Bedre brusere i fremtiden	16
Referencer	18
Projektorganisation	19
Liste over udkomne rapporter	20
Summary	21

Forord

Energiministeriets (tidligere Handelsministeriets) projekt vedrørende udvikling af mindre varmelagre har til formål gennem teoretiske og eksperimentelle studier at vurdere og udvikle varmelagre, der er egnede til danske forhold.

Projektet udføres af Laboratoriet for Varmeisolering, Danmarks Tekniske Højskole, i samarbejde med interesserede institutter og erhvervsvirksomheder.

I projektet, der udføres i perioden 1978 - 1982, indgår følgende delprojekter:

Varmelagring i,

- a). Vand
- b). Stenmagasiner
- c). Smeltevarmelagre
- d). Bygningskonstruktioner
- e). Kemiske reaktanter
- f). Vandbassiner (sæsonlagring)
- g). Jord

Projektet tager sigte på, at de opnåede resultater allerede på kort sigt skal kunne anvendes i praksis.

Resumé

Varmtvandsforbruget for 14 rækkehuslejligheder i Næstved er blevet målt hver time over godt et år. De 14 lejligheder har brusebad og fælles varmeafregning. Såvel gennemsnitsforbrug som spidsbelastningsforbrug er betydeligt mindre end benyttet i hidtidig dimensioneringspraksis.

Indledning

Ved dimensionering af varmtvandsanlæg til boliger benytter rådgivende ingeniører bl.a. SBI-anvisning 118, suppleret med egne erfaringer. I de senere år har stigende energipriser og officielle energisparekampagner bevirket en reduktion i varmtvandsforbruget, således at det kan blive aktuelt med nye dimensioneringsregler. Som et bidrag hertil kan disse målinger fra 14 lejligheder i Næstved evt. indgå. Målingerne af varmtvandsforbruget er her et delresultat af ret omfattende målinger på et sol- og jordvarmeanlæg opført som et demonstrationsprojekt under Energiministeriets solvarme-program. Et rimeligt godt kendskab til varmtvandsforbruget og dets spidsbelastning har betydning for dimensionering af sol- og jordvarmeanlæg, men også for andre mere udbredte opvarmningsformer, som f.eks. den kommende naturgasforsyning.

Konklusion

Varmtvandsforbruget er fundet til ca. 100 liter pr. døgn pr. lejlighed med i gennemsnit 2,7 personer pr. lejlighed. Nettovarmeforbruget hertil (eksklusiv cirkulationstab) er målt til lidt under 2000 kWh pr. år. De sandsynlige spidsbelastninger pr. lejlighed er fundet til 10 kWh for årets værste døgn (svarende til ca. 200 liter) og 2,2 kWh for årets værste time. Dette er betydeligt lavere end de anviste dimensioneringsregler med et årsforbrug på 5000 kWh pr. lejlighed og spidsbelastningsværdier på 25 kWh for et døgn og 3 kWh for en time.

Bebyggelsen og varmtvandsforsyningen

I en rækkehusbebyggelse fra 1979 i én og to etager med ca. 200 lejligheder har 14 lejligheder fået målt deres samlede varmtvandsforbrug. De 14 lejligheder forsynes fra en fælles varmecentral med sol- og jordvarme suppleret med gas, medens de øvrige lejligheder har fjernvarme. Samtlige 200 lejligheder har fælles varmeafregning.

De 14 lejligheder har i gennemsnit 2,7 personer (1,6 voksne og 1,1 børn). Det er oplyst at være tilfældigt, hvem der kom til at bo i de 14 lejligheder, og hvem der kom til at bo med fjernvarme. Lejlighederne har brusekabiner med "Rubin" telefonbruser og med fodbruser. Desuden kan der tappes varmt vand ved en håndvask og ved en køkkenvask.

Opvarmningen af varmt vand i varmecentralen sker dels ved solvarme og dels ved jordvarme, og når disse to varmekilder ikke slår til, træder et gasvarmeanlæg til. Gasvarmeanlægget i varmecentralen har måttet klare en meget større del af belastningen end forudset, men det har alene også rigeligt med effekt til at klare de her konstaterede belastninger. Der er installeret 3 kW gasvarme pr. lejlighed til varmtvandsopvarmning. Ca. halvdelen af gas-varmen tabes, inden den når ind i varmtvandsbeholderen. I den videre forsyning tabes i gennemsnit igen ca. halvdelen af varmen, inden forbrugeren får det varme vand ud af hanen, men i spidsbelastningsperioder er tabet en del mindre, så i den situation kan gasvarmeanlægget alene regnes at levere netto 1 kW pr. lejlighed. Gasvarmeanlægget virker på et beholdervolumen, der svarer til ca. 100 liter pr. lejlighed. I et senere eksempel vises det, at man her (pr. lejlighed) vil kunne dimensionere en beholder med 1 kW effekt til at have et volumen på 50 liter, og derved endda have opnået en meget høj forsyningssikkerhed for så vidt angår den statistiske indflydelse af samtidigt stort forbrug fra flere tappesteder.

Måleopstilling

Forbruget af varmt vand måles med flowmåler og termometer hvert minut. Ved varmtvandstankens koldt vandstilgang er der en flowmåler, der måler vandforbruget. Samme sted måles temperaturen af det kolde vand. Ved varmtvandsafgangen måles temperaturen af det varme vand. Der måles hvert minut og temperaturdifferens x vandforbrug angiver da varmeforbruget på måletidspunktet. Dette måles således 60 gange i timen. De 60 resultater summeres (i et dataanlæg) til en timeværdi. Usikkerheden på de enkelte minutværdier jævnes dermed ud, så timeværdien ret præcist kan siges at være gennemsnittet af en times forbrug. Minutværdierne slettes så, medens timeværdien gemmes.

Varmtvandsforsyningen sker via en ringledning med cirkulationspumpe, og temperaturen ved ringledningens tilgang til varmtvandsbeholderen måles. Denne er knap 1°C lavere end det varme vands afgangstemperatur. Sammenholdes dette med en vandopvarmning på ca. 45° ses det, at nogle lejligheder måske i virkeligheden får et par procent mindre varmtvandsforbrug (i kWh) end angivet ved målingerne.

Denne lille forskel ses der bort fra. Desuden er der varmetab i koblingsledninger fra ringledningen og frem til vandhanerne, men ved en evt. alternativ varmtvandsforsyning fra f.eks. gennemstrømningsgasvandvarmere i de enkelte boliger, vil der også være et stykke tabsgivende koblingsledning.

Det målte varmtvandsenergiforbrug i varmecentralen er således næsten det samme som forbruget i de 14 lejligheder.

Måleresultater

De 14 lejligheder i Næstved har fået målt deres varmtvandsforbrug i liter og varmtvands-energi-forbruget i kWh. Resultaterne er her vist måned for måned som forbrug pr. lejlighed i liter/døgn og kWh (pr. måned) og som gennemsnits-effekt i kW.

For i givet fald bedre at kunne sammenligne med andre resultater og sædvanlig beregningspraksis, er forbruget omregnet til liter varmt vand pr. døgn med temperaturen 55° som benyttet i "Norm for vandinstallationer" dvs med 45° opvarmning. Da det kolde vand her kun er 9° (og ikke 10° som i normen) bliver de 55° dog faktisk kun til 54° . Den opnåede tappetemperatur i gennemsnit pr. liter varmt vand er udregnet og angivet; den ligger noget lavere, og i sommeren 1980 er den nok også en del gange lidt lavere end ønsket. Desuden er gennemsnitstemperaturen time for time af det varme vand målt. Den er ikke vist her, men den ligger i de fleste tilfælde højere end gennemsnitstappetemperaturen, idet varmtvandstemperaturen er højere, når der kun bruges lidt varmt vand, end når der bruges meget.

Det ses af månedsgennemsnitsværdierne, at der er kun lidt spredning, og at den er af tilfældig karakter. Der bruges så godt som samme mængde varmt vand sommer og vinter, og feriemånedene juli adskiller sig ikke fra resten af året.

Gennemsnitsforbruget for specielle dage er fundet til:

Hverdage	0,21	kW/lejlighed
Lørdage	0,20	-
Søndage	0,23	-
Andre helligdage	0,20	-

Dette svarer til det samlede gennemsnit på 0,21 kW og til månedsgennemsnittene. Men spidsbelastningerne for døgn- og time-værdierne falder hovedsageligt på søn- og helligdage, som vist på fig. 2 og 3.

	Varmtvands- forbrug i liter/døgn	Gennemsnits- tappetemp.	Månedlig varmt- vands- energi- forbrug i kWh	Gennemsnits- effekt til varmtvands- forbrug i kWh	Omregnet varmt- vandsfor- brug i liter/døgn m.temp 55°C
Feb 1980	115	52	167	0,24	110
Mar	115	52	179	0,24	110
Apr	100	50	144	0,20	90
Maj	140	44	179	0,24	110
Juni	125	40	137	0,19	85
Juli	135	40	149	0,20	90
Aug	125	40	141	0,19	85
Sept	105	41	115	0,16	75
Okt	95	50	141	0,19	85
Nov	100	50	144	0,20	90
Dec	90	43	141	0,19	85
Jan 1981	mg1	mg1	164	0,22	100
Feb	mg1	mg1	mg1	mg1	mg1
Mar	mg1	mg1	mg1	mg1	mg1
Apr	115	54	180	0,25	115
Maj	125	49	179	0,24	110
Juni	125	45	158	0,22	100
Juli	125	44	156	0,21	95
Gennemsnit	115	47	155	0,21	95
(Gennemsnit pr.prs 45		47	55	0,08	35)
(Årsforbr.pr.lejl. 42000		47	1900	0,21	35000)
(Årsforbr.pr.prs 16000		47	700	0,08	13000)

Gennemsnitsforbrug pr. lejlighed af varmt vand måned for måned.

Desuden er en 8 dages hedeperiode, 4-11 juni 1980, vurderet nærmere. Her findes gennemsnitsforbruget til 0,20 kW pr. lejlighed, dvs nær det samme som årsgennemsnittet.

Gennemsnitsforbruget er således det samme året rundt og uafhængigt af ugedage. Der kan være store variationer fra en dag til en anden, men den er af tilfældig, dvs statistisk karakter.

Som eksempel på forbrugets variation time for time er der vist en afbildning af måleresultaterne fra de første 5 dage af juni 1980 (fig.1). Det ses, at forbruget er 0 nogle timer om natten. Om dagen er forbruget af varierende størrelse, og mønstret er forskelligt fra dag til dag. F.eks. kan der kl.18 én hverdag bruges meget varmt vand, medens der en anden hverdag bruges meget lidt. Men ser vi på nogle timer omkring kl. 18 på hverdag, er det dog normalt et tidspunkt med stort forbrug. På grund af de store variationer i timeforbruget er det ikke fundet rimeligt at angive et gennemsnitstappegang program time for time som ellers ofte benyttes i Danmark. Det kunne overvejes, om der var grundlag for at angive forbruget delt op på f.eks. 4 perioder af døgnet (som set benyttet i Sverige), men til dimensionering af beholderstørrelse vil der her blive foreslået en anden fremgangsmåde.

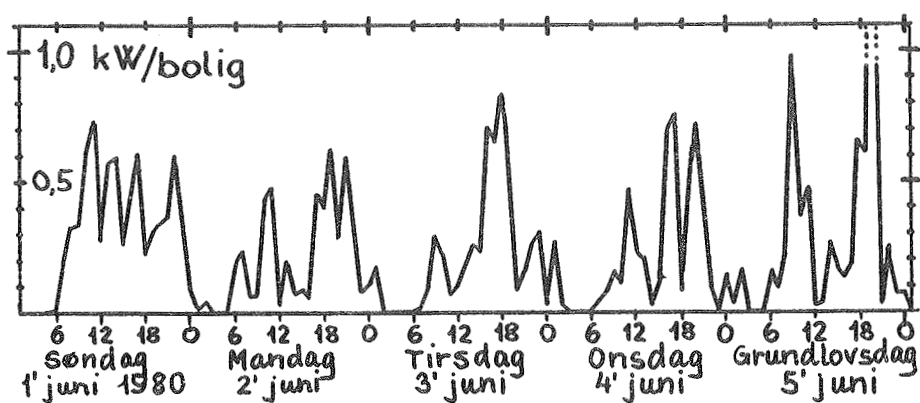


Fig.1 Gennemsnits-energi-forbrug til varmt vand time for time i begyndelsen af juni 1980.

Afbildning af måleresultater med spidsbelastning

For at kunne foretage en simpel statistisk analyse af spidsbelastninger af varmtvandsforbruget er det ønskeligt at betragte indbyrdes uafhængige måleresultater. Vandforbruget på et tidspunkt kan udmærket tænkes at have en vis sammenhæng med vandforbruget et par timer før og senere. Vandforbruget den ene dag kan være påvirket af vandforbruget dagen før, især vedrørende døgnforbruget, men også noget vedrørende det maksimale timeforbrug. I løbet af ugen kan der være forskelle, her kan man bl.a. tænke på tidligere tiders tradition med et lørdagsbad. Selv om der her er fundet, at hverdage, lørdage og søndage har tæt ved samme gennemsnitsforbrug målt over et år, kan spidsbelastningerne godt være forskellige, (og her er der netop også fundet en forskel).

Det er valgt her at udtage den maksimale timeværdi og den maksimale døgnværdi for hver uge og så betragte dem som statistisk uafhængige. Denne inddeling af måleåret i ugelange eller omtrent ugelange perioder er gjort "visuelt" (eller "i hånden") for at bortluge evt. indvirkning af driftforstyrrelser i varmtvandsforsyningen eller i målingerne.

Måleresultaterne fra de ca. 52 uger af et år er afbildet enkeltlogaritmisk, således at den største værdi opnås en gang pr. år, den næststørste opnås eller overskrides 2 gange pr. år, dvs hvert halve år osv, ned til den laveste værdi, der opnås eller overskrides hver uge. Med denne valgte afbildningsform, ser vi, at der rimeligt entydigt kan indlægges en ret linie, både for det maksimale timeforbrug og for det maksimale døgnforbrug. Denne rette linie angiver så den sandsynlige spidsbelastning oven en given periode. Det ses, at de målte 1 års værdier tilfældigvis falder omtrent på linierne (vi kunne jo lige så godt have fået f.eks. 5-årsværdierne i måleåret).

Den maksimale værdi, der kan forventes i en periode med varighed af et par uger og op til et år ses at være godt bestemt. For perioder ud over et år, kan man i et vist omfang ekstrapolere.

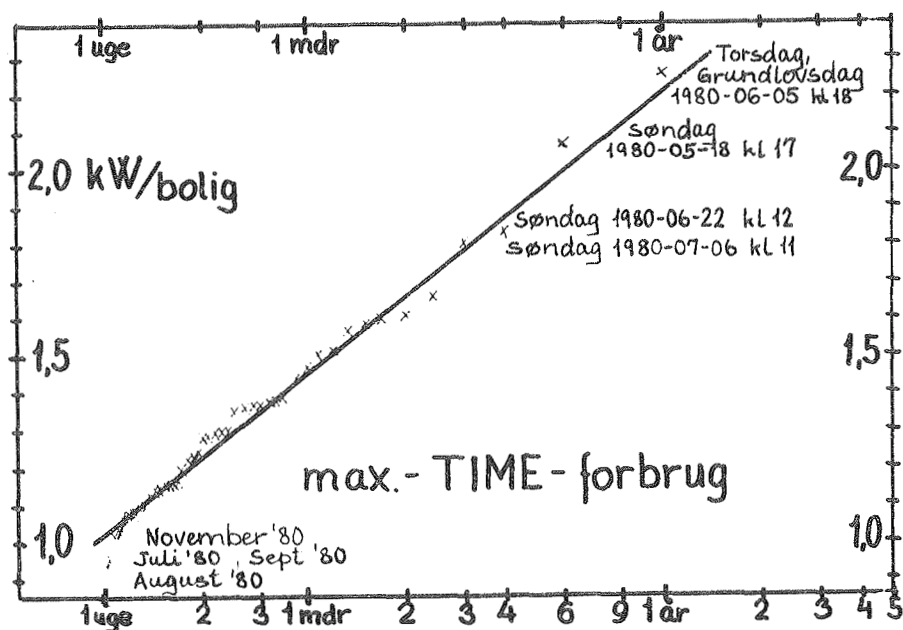
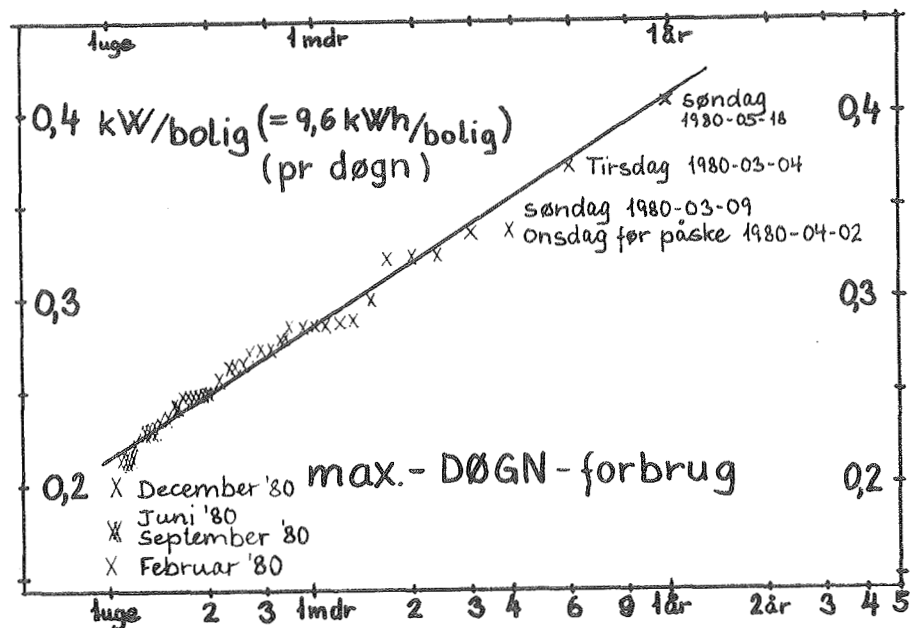


Fig. 2 og 3. Spidsbelastninger i varmtvandsforbruget for 14 lejligheder med brusebad i Næstved med 2,7 personer pr. bolig og et gennemsnitsforbrug på 0,21 kW (95 liter 55° vand pr. døgn) og fælles varmeafregning for 200 boliger.

For forsyninger af de 14 lejligheder findes der en (meget høj) teoretisk maksimalværdi, nemlig når samtlige vandhænder åbnes en hel time eller et helt døgn (det giver med normal vandstrøm $0,7 \text{ liter/sek} = 60.000 \text{ liter pr. døgn pr. bolig}$). Der er en meget mindre praktisk maksimal værdi bestemt af varmeanlæggets ydeevne, og som i dette tilfælde rigeligt kan dække det konstaterede behov, hvilket er heldigt for brugbarheden af måleresultaterne til at finde et dimensioneringskriterium.

Ofte vil man da blive stillet over for spørgsmålet: Hvad er det maksimale timeforbrug og døgnforbrug? Dette kan som så ofte ved statistiske størrelser ikke besvares helt kort, men det kan oplyses hvilke sandsynlige maksimalværdier, der kan forventes over en periode på f.eks. et år eller over en måned. Da værdierne for en måned er 34% og 29% lavere end værdierne for et år, skal man, for at kunne angive de dimensionerende maksimalværdier, desuden have oplyst periodelængden, dvs hvor mange måneder skal der gå i middel mellem, at forbruget overskrider varmtvandsanlæggets ydeevne. Der skal således tages stilling til et komfortniveau.

Da varmtvandsforsyningen på grund af tekniske uheld vel i en del tilfælde svigter adskillige timer om året, vil det ikke være urimeligt at tænke sig, at de her betragtede statistiske årsager med sammenfald af mange forbrugeres forbrug også tillades at give nogle få timer om året med lavere varmtvandstemperatur. Senere betragtes det tilfælde, at anlægget skal kunne klare den maksimale sandsynlige belastning over et år, men det kan udmærket tænkes, at en hyppigere overbelastning kan akcepteres.

Dimensionering af varmtvandsbeholderstørrelse

Det er på fig. 2 og fig. 3 vist, hvorledes man finder den sandsynlige spidsbelastning over en given periode. Vælges denne periode til ét år fås den krævede gennemsnitseffekt pr. bolig for et døgn til $0,41 \text{ kW}$ og for en time til $2,2 \text{ kW}$ (hvor spidsbelastningstimen med stor sandsynlighed ikke vil

falde på spidsbelastningsdøgnet). På tilsvarende måde kan to-timersspidsbelastningen findes (og de to timer vil sandsynligvis ikke indeholde én-timesspidsbelastningen).

Sådan findes spidsbelastninger for gennemsnitseffekten for 1, 2, 3,, 23, 24 timer alle med ét år som den betragtede periode. Dette afbildes som den øverste kurve på fig. 4. Den nederste kurve er kaldt det øjeblikkelige effektkrav. Det skal forstås rigtigt: Kurven afbilder en form for "differentialkoefficient" af den øverste kurve, således at f.eks. to timers værdien angiver hvilken effekt, der må kræves på slutningen af anden time, når der ialt over to timer skal opnås en gennemsnitseffekt, som fundet ved den øverste kurve.

Denne kurve må ikke tolkes således, at der i f.eks. 4 af døgnets timer (her 20-24) ikke er noget effektbehov. Den kan kun bruges til angivelse af effektbehovet over de 20 (første) timer.

Benyttelsen af kurverne kan bedst illustreres med et eksempel:

Vi ønsker at finde den nødvendige beholderstørrelse for et varmtvandsanlæg med en valgt effekt på 1,0 kW pr. bolig. Det aflæses på figuren, at dette svarer til den krævede gennemsnitseffekt for de 10,5 hårdest belastede timer, men at det øjeblikkelige effektbehov vil være faldet til 1,0 kW allerede efter 4,5 timer. Beholderen skal således have et lager af varme svarende til forbruget ud over 1 kW de 4,5 timer. Dette lager findes ved af den øverste kurve at finde gennemsnitseffekten over de første 4,5 timer til 1,55 kW, dvs 0,55 kW mere end de producerede 1,0 kW. Lagerbehovet bliver derfor $4,5 \times 0,55 = 2,5$ kWh pr. bolig (foruden behov til dækning af varmetab). De 2,5 kWh kan så regnes om til liter, når vandtemperaturen er fastlagt. Med en temperatur på ca. 50°C kræves et beholdervolumen på ca. 50 liter. Dette eksempel svarer til forholdene for de 14 lejligheder i Næstved, idet den nyttiggjorte effekt ud over tab svarer til ca. 1 kW pr. lejlighed.

Effektforbrug pr lejlighed

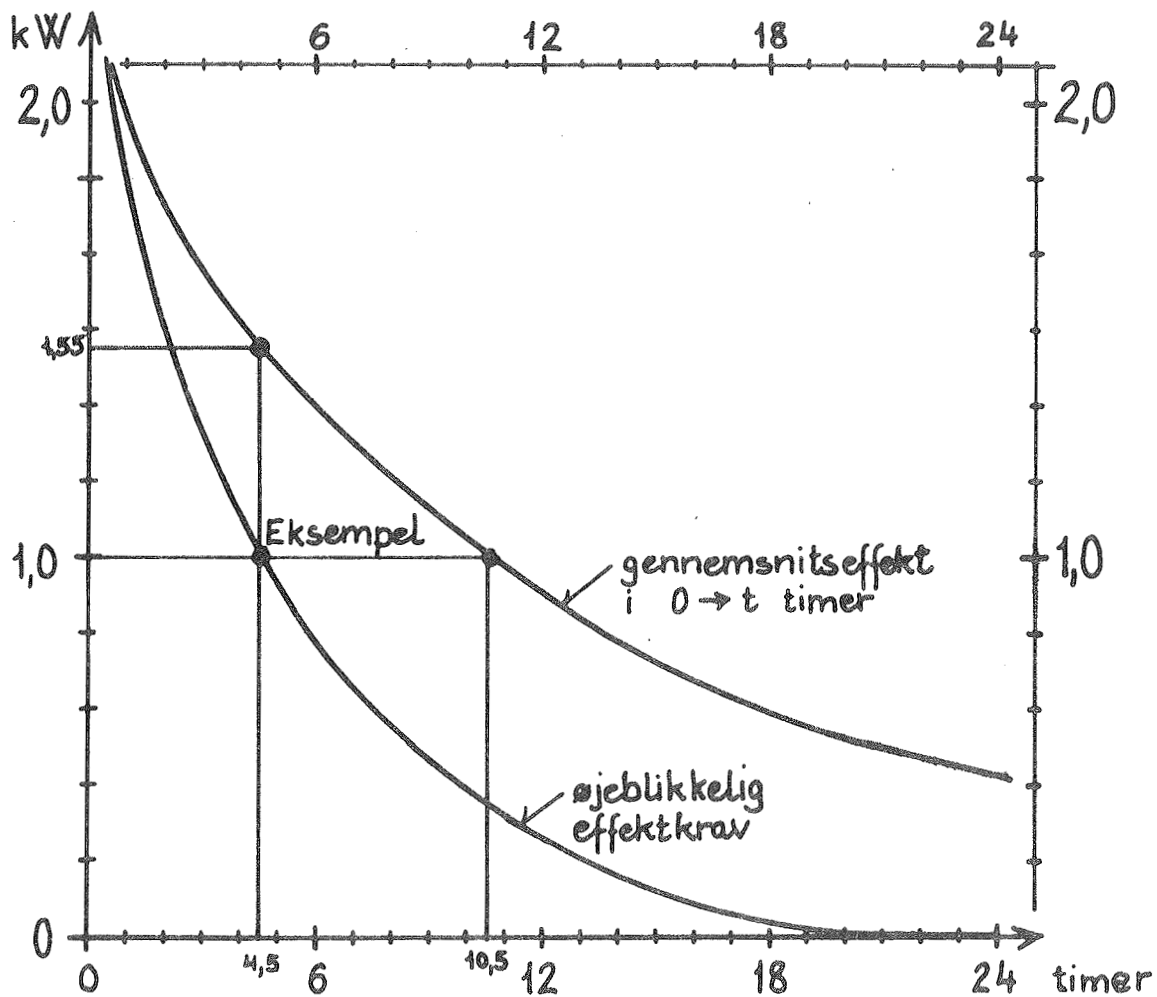


Fig. 4 Effektforbrug over en samlet periode på fra 0 til 24 timer på det hårdest belastede tidspunkt af et år, dels som gennemsnitseffekt over den betragtede periode på t timer dels som øjeblikkelig effektkrav efter t timer. Eksempel til bestemmelse af beholdervolumen er vist, som nærmere beskrevet i tekst.

Nu havde man imidlertid ved projekteringen regnet med langt mindre tab end der faktisk er målt. Det giver ikke problemer her, fordi der er rigeligt med effekt og beholdervolumen til at klare så store tab. Havde man i sin tid projekteret et anlæg ud fra den viden om behov, vi har nu, med den samme fejlvurdering af tab, ville varmtvandsforsyningen have været helt utilstrækkelig adskillige timer ind imellem. Det er da også en gylden regel, at man skal være forsigtig med at udskifte et velkendt dimensioneringsgrundlag med et nyt, der nok er mere nøjagtigt på ét område, men som så ikke giver en reserve til et evt. andet fejlvurderet område.

Ved at vælge en mindre effekt på varmetilgangen bliver der brug for et større lager, og ved en større effekt kan lageret gøres mindre, som det fremgår ved benyttelsen af kurverne. Et par eksempler kan vises i skemaform (alle størrelser gælder pr. lejlighed):

Effekt, kW	0,6	1,0	1,4
Antal timer med denne gennemsnitseffekt	17,4	10,5	5,8
Antal timer med større effektkrav, a	7,3	4,5	2,5
Gennemsnitseffekt i a timer, kW	1,26	1,55	1,81
Effektunderskud i a timer, kW	0,66	0,55	0,41
Nødvendig energilager, kWh	4,8	2,5	1,0
Beholdervolumen for 50 ^o vand, liter	100	50	20

I disse eksempler er der ikke medtaget varmetab. Varmetabene kan ikke uden videre negligeres, men kan kræve en del ekstra effekt ved lange forsyningsledninger.

Resultaterne af fremgangsmåden vist ved eksemplerne kan samles til en enkelt kurve, fig. 5, der giver sammenhængen mellem nødvendig effekt og beholdervolumen. Kurven gælder kun for 14 lejligheder (mere præcist: kun for varmtvandsforbruget omkring år 1980 for de aktuelle 14 rækkehuslejligheder med 2,7 personer i gennemsnit). For flere lejligheder vil kurven ligge lidt

Lagervolumen pr lejlighed

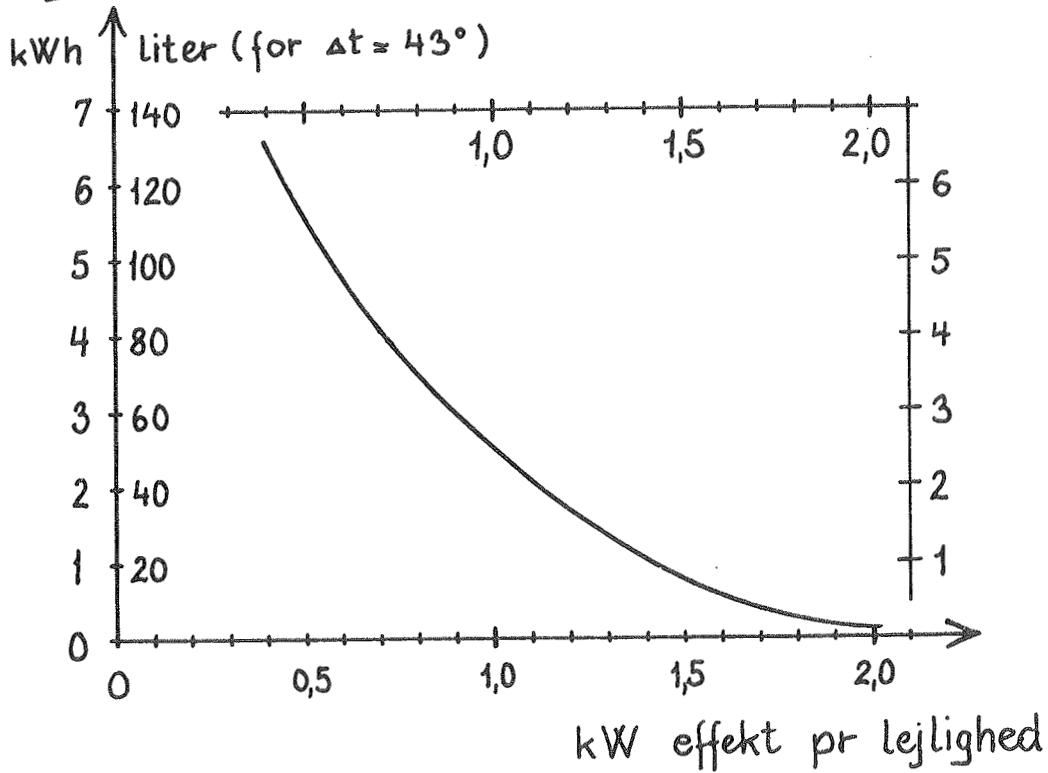


Fig. 5 Nødvendig effekt og lagervolumen for en varmtvandsbeholder til 14 lejligheder, når den maksimale forventede belastning over et år er dimensionsgivende.

Varmetab (der kan være betydeligt) er ikke inkluderet.

lavere og for færre lejligheder noget højere. (Et skøn over virkningen af flere og færre lejligheder kan fås af kurven fig. 12.11 i Kapitel 12 i SBI-anvisning 118). Kurven gælder for det tilfælde, at den sandsynlige spidsbelastning over et år netop skal kunne klares. I sjældnere tilfælde (f.eks. én gang pr. 5 år) vil der så ikke være tilstrækkeligt varmt vand. Ved lempeligere krav til forsyningssikkerheden kan der reduceres på varmtvandsbeholderen svarende til fig. 2 og 3.

Dimensioneringsregler fra litteraturen

I Danmark vil man ved dimensionering af varmtvandsanlæg i første omgang benytte DS 439, "Norm for Vandinstallationer", 1978 fra Dansk Ingeniørforening. Heri står om varmtvandsanlæg i boligbyggeri, at det skal dimensioneres på grundlag af forbruget og med hensyntagen til den ønskede komfortgrad. Forbrugets størrelse konkretiseres imidlertid ikke helt.

Det kan man så finde i SBI-anvisning 118, "Vandinstallationer", kapitel 12. Her er med tal, kurver og skemaer på letforståelig vis givet de oplysninger, man har brug for, og anvendelsen er passende illustreret med eksempler. Gennemsnitsforbruget for en lejlighed med 3 - 3,5 beboere er sat til 5000 kWh pr. år (dvs i gennemsnit 13,7 kWh pr. døgn eller 0,57 kW). Det maksimale døgnforbrug afhænger af antallet af lejligheder og for 14 lejligheder findes det til 25 kWh pr. lejlighed. Det oplyses ikke, hvor tit dette maksimale forbrug opnås. Den maksimale timeværdi fås som en procentdel af det maksimale døgnforbrug ud fra et tappeprogram og for 14 lejligheder fås ca. 12% dvs 3,0 kW, der fås to timer i træk. Tappeprogrammet er overført til en sumkurve, der giver sammenhængen mellem nødvendig beholderstørrelse og effekt.

Varmtvandsforbrugets størrelse i boliger i Sverige er beskrevet af Folke Peterson i en større artikel i (svensk) "VVS special solvärme 2 :1980" med overskriften "Varmtvattenberedning med solenergi - några synspunkter på projektering". Ud fra målinger i 1970'erne findes årsgennemsnitsforbruget til 1600 kWh pr. person (eksklusiv tab) dvs 4300 kWh pr. lejlighed med 2,7 personer (som i Næstved-bebyggelsen). Variationen over året af månedsgennemsnit er fundet til 60% af middel i juli og 115% af middel om vinteren, men måleresultaterne skønnes her at være et spinkelt grundlag. Foruden gennemsnitsværdier er der angivet noget om spredningen på forbruget og om forbrugets fordeling over døgnet. For et eksempel med 15 lejligheder med hver 3,7 personer findes døgnmiddelværdi pr. lejlighed til 16,3 kWh med 2 x standardafvigelsen til 2,4 kWh, og at 38% af forbruget falder kl.17-22 (på hverdage).

Varmtvandsforbruget i Norge er beskrevet i Teknisk Ukeblad 16A fra 1981 i en oversigt over nogle daglige og ugentlige målinger af vandforbruget i 1979 i 10 boliger uden vandkloset. Vandforbruget er her fundet til 83 liter pr. person pr. døgn og deraf udgør varmtvandsforbruget 15 liter pr. person pr. døgn. Der er vist nogle gennemsnitstal for forbruget på de enkelte ugedage sommerhalvår og vinterhalvår. Variationen fra dag til dag er så beskeden, at der næppe kan drages nogen konklusion om særligt forbrugende dage og lign. med hensyn til det varme vand.

Dimensionering af varmtvandsanlæg i Tyskland er angivet i Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik (side 1342 - 1372 i 1981 udgave). Heri finder man bl.a. angivet, hvor meget vand der bruges som funktion af antallet af bade muligheder. Med brusere er forbruget 25% mindre end med badekar og for 14 boliger findes forbruget da til 75 liter 45°C varmt vand pr. time pr. bolig. Dette svarer til 3,2 kW og er således ca. 30% større end det sandsynlige maksimale timeforbrug over et år i Næstved. Videre oplyses det, at 30% af ugeforbruget falder dagen før søndag eller frilørdag, og at varmtvandsforbruget bliver større og større.

Måleresultater fra andre bebyggelser

I forbindelse med målinger på solvarmeanlæg er der også målt varmtvandsforbrug andre steder. Der er f.eks. målt på nogle énfamiliehuse. Udvælgelsen af en familie til et solvarmeanlæg under Energiministeriets solvarmeprogram sker dog ikke på et statistisk tilfældigt grundlag. Det er muligt, at familien er energibevidst og derfor bruger specielt lidt varmt vand. Det er også muligt, at de bruger meget varmt vand og derfor ser en betragtelig fordel i at få et gratis solvarmeanlæg. Et stort varmeforbrug kan også være at foretrække for de tilknyttede forskere, da det giver et bedre indblik i et solvarmeanlægs mulige ydeevne. Disse forhold spiller ikke ind på samme måde ved fælles varmtvandsforsyning af flere boliger.

Der har været målt på nogle andre anlæg til flere boliger, og en del resultater vil snart foreligge. I rapport nr. 5 (Energiministeriets solvarmeprogram, 1980) er der givet $\frac{1}{2}$ års måleresultater fra et brugsvandsanlæg til 12 lejligheder i Herfølge. For perioden april 1979 til oktober 1979 har der været et gennemsnitsforbrug på 0,28 kW pr. lejlighed, dvs 33% højere end i Næstved.

Dette svarer til 130 liter 55°C varmt vand pr. døgn pr. lejlighed. Ved en anden lejligheds bebyggelse (i Brøndbyerne) har der været brugt noget mindre vand end i Næstved. Disse afvigelser i forbrug betyder, at der ikke er grundlag for helt detaljerede vurderinger af Næstved målingerne, før resultaterne fra de andre anlæg er færdigbearbejdet.

Under solvarmeprojekterne har der også været målt på énfamiliehuse med kombineret solfanger- og oliefyrsopvarmning af det varme vand (Energiministeriets solvarmeprogram rapport nr. 14 og 15). Ved 2 års målinger i 1979-80 har der ved anlæg i Greve og Gentofte pr. år pr. bolig været brugt 3000 kWh og 2900 kWh (i Næstved 1900 kWh) og i Blovstrød, hvor antallet af beboere faldt til 3 og senere til 2 personer, blev årsforbruget 600 kWh pr. person (i Næstved 700 kWh pr. person).

I Skive er der opført nogle lavenergiboliger, Skive 79-husene. En del måleresultater fra første halvdel af 1981 er ved at blive rapporteret. Gennemsnittet af 6-7 måneders målinger viser et nettoenergiforbrug pr. måned af varmt vand på omtrent 100 kWh pr. lejlighed i en etagebebyggelse på 34 lejligheder og ca. 150 kWh pr. bolig for 17 parcelhuse (dvs 0,14 kW/lejlighed og 0,21 kW/parcelhus). Så her er forbruget lavere end i Næstved. De 17 parcelhuse bruger fra ca. 50 kWh til ca. 350 kWh i gennemsnit over de 7 måneder, så der er altså stor spredning fra hus til hus, og fra måned til måned er der også stor variation. De 34 lejligheder får målt i fællesskab og her er variationen fra måned til måned ret lille.

Bedre brusere i fremtiden

I de 14 lejligheder i Næstved bruges der 0,21 kW varmt vand i gennemsnit, dvs svarende til 5 kWh eller 140 liter 40° varmt vand pr. døgn. Dette vand bruges ved køkkenvask, ved håndvask, ved fodbruser og ved telefonbruser. Den største forbruger vil nok som regel være bruseren. "Norm for vandinstallationer" regner i vejledningen med et forbrug på 60 liter 40° varmt vand til et brusebad, der med Normens normalvandstrøm på 0,2 liter pr. sekund til en bruser vil få et brusebad på 37° til at vare i 5½ minut. Dette "Norm"-brusebad koster 2,1 kWh i varme. De anvendte telefonbrusere ("Rubin") er oplyst at have et mindre vandforbrug, så "Norm"-forbruget vil nok normalt kræve et brusebad på op til 10 minutter med 0,11 liter pr. sekund. Det ses desuden, at forbruget på 5 kWh kun rækker til godt 2 stk. 2,1 kWh "Norm"-brusebade. Man kan da også udmærket tænke sig, at man i vid udstrækning bruger langt mindre end 10 minutter under den løbende bruser.

Der foregår en stadig udvikling af brusehoveder, så de fås bedre og mindre vand- og energiforbrugende. Det skulle således være muligt nu at få brusehoveder, der med et forbrug på kun 0,06 liter pr. sekund føles at være lige så effektive som de "vandslugende" brusere. Da en del telefonbrusere bruger 0,2 liter pr. sekund og andre brusere noget mere, er der her gode muligheder for at spare både vand og energi.

Forskellige bruseres vandforbrug, synes således at være et nærmere studium værd. Set på landsplan kan der måske være store energimængder at spare ved blot at udskifte telefonbruseren i de mange hjem.

Referencer

Dansk Ingeniørforening: Norm for vandinstallationer,
DS 439, 1978.

Statens Byggeforskningsinstitut: Vandinstallationer
SBI-anvisning 118, 1979.

Solvärme 2: 1980, VVS Special, Stockholm 1980.

Skaarer, Nils: Vannforbruk i boliger uden vannklosett langt
lavere end ventet,
Teknisk Ukeblad 26A, Bygg 5A, Norge, 1981.

Mikkelsen, S.E. og L. Sønderskov Jørgensen: Solvarmeanlæg til
rumopvarmning, Energiministeriets solvarmeprogram, rapport
nr. 15, 1981. (Om Greve- og Gentofte-anlæg)

Recknagel-Sprenger: Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik,
München, Wien, 1981.

Bøhm, B. og P. Steensen: Solvarmeanlæg i Blovstrød,
Energiministeriets solvarmeprogram, rapport nr. 14, 1981.

Paulsen, O: Solvarmeanlæg i Herfølge.
Energiministeriets solvarmeprogram, rapport nr, 5, 1980.

Hallgreen, L: Lavenergibebyggelsen Skive 79, delrapport 1,
Teknologisk Institut, 1981.

Sol- og jordvarmeanlæg i Næstved beskrives i rapport under
udarbejdelse under Energiministeriets solvarmeprogram.

ENERGIMINISTERIETS MINDRE VARMELAGRE, Projekt under
Solvarmeprogrammet

Projektorganisation

Styregruppe

Energiministeriet har fra september 1981 udpeget følgende styregruppe for solvarmeprogrammet:

V. Korsgaard, professor, Lab. for Varmeisolering, DTH, (formand).
P. Ahrenst, kontorchef, Boligselskabernes Landsforening.
P. Alling, direktør, Dansk Solvarme K/S
E. Christoffersen, afd.leder, Statens Byggeforskningsinstitut.
P. Dirks, afdelingsingeniør, Dansk Kedelforening.
J. Fischer, direktør.
K. Hallgreen, ingeniør, Danfoss A/S.
J. Houmann, civilingeniør, Energiministeriet.
E. Jerking, Byggestyrelsen, energikontoret.
N.I. Meyer, Professor, Fys.Lab. III, DTH.
J.S.R. Nielsen, civilingeniør, Birch og Krogboe
V.S. Pejtersen, civilingeniør, Risø.
E. Petersen, lektor, Kem.Lab. I, H.C.Ørstedts Instituttet.
P. Steensen, civilingeniør, Teknologisk Institut.
P. J. Snare, civilingeniør, Energistyrelsen.

Projektmedarbejdere fra

Laboratoriet for Varmeisolering, DTH:

S. Eidorff, civilingeniør, lic.techn.
S. Furbo, civilingeniør, stud. lic.techn.
K.K. Hansen, akademiingeniør, stud.lic.techn.
P.N. Hansen, lektor, lic.techn. (projektleder)
J.E. Larsen, akademiingeniør
N. Mejlhede Jensen, civilingeniør, lic.techn.
O. Dyrnum, civilingeniør

Liste over udkomne rapporter

- Nr. 1 Litteraturundersøgelse og vurdering af kemiske varmelagre, af Peter L. Christensen, august 1979.
- Nr. 2 Sæsonlagring af varme i store vandbassiner. Udført af Dipco Engineering ApS, november 1979.
- Nr. 3 Beregning af energiforbrug i bygninger (EFB-1). En metode til brug for bordregnemaskiner, af lic.techn. Anker Nielsen, februar 1980.
- Nr. 4 Beregning af energiforbrug i bygninger (EFB-1). Brugervejledning for TI-59. Lic.techn. Anker Nielsen, februar 1980.
- Nr. 5 Prøvning af varmelagerunits til solvarmeanlæg. Simon Furbo, april 1980.
- Nr. 6 Beregning af ruminddelte bygningers energiforbrug. Anker Nielsen, oktober 1980.
- Nr. 7 Vinduets betydning for enfamiliehusenes energiforbrug. Anker Nielsen, november 1980.
- Nr. 8 Heat Storage with an incongruently melting salt hydrate as storage medium based on the extra water principle. Simon Furbo, december 1980.
- Nr. 9 Enfamiliehuse med glasbeklædte uderum. Anker Nielsen, marts 1981.
- Nr.10 Kemiske varmelagre. Teori og praksis Peter L. Christensen, december 1981.

Summary

DOMESTIC HOT WATER CONSUMPTION

The consumption of heated water for domestic use has been measured every hour through a year. The average consumption as well as the peak consumptions are found to be considerable lower than what has been used in Danish design practice.

In a newly build residential area with low dense rental housing in the town, Næstved, 14 dwellings of 200 have had their consumption of heat for hot water (and space heating) measured through most of 1980-81. The 14 dwellings had their collected consumption measured only and the heat-payment was according to the consumption of all 200 dwellings, independent of the individual consumption.

The 14 dwellings have 2.7 persons on an average. The use of hot water is found to be 100 liters a day for each dwelling demanding a consumption of 2000 kWh a year. The peak use over a year for 24 hours was found to be 10 kWh and the yearly peak hour demand 2.2 kWh as an average for the 14 dwellings.

The results for the 14 dwellings in Næstved have been compared with less detailed measurements from other places in Denmark. Inhabitants have here used either more or less hot water, so that the results from Næstved seem to represent the average consumption.

The average consumption is the same for weekend days as for other days. The consumption is the same during summer as during the rest of the year: Low during night and high during the daytime, especially late afternoon. It does not seem relevant to make an hour by hour consumption graph over an 24 hours period, because any hour can have a highly varying consumption.

Figure 1 shows the consumption of heat for hot water preparation hour by hour June 1-5, 1980 with the unit kW/dwelling.

Figure 2 shows the maximum 24 hours consumption of heat for hot water preparation at any time of the year arranged for statistical use to predict the expected peak consumption over a given number of weeks, months or maybe even years. Unit kW/dwelling.

Figure 3 shows in the same way (as fig. 2) the maximum hourly consumption.

Figure 4 shows two design graphs for the peak demand during 24 hours. (These results are used to construct fig. 5). The upper graph is the average energy consumption for the maximum consuming time of t hours (where t can vary as follows: $0 < t < 24$ hours). The lower graph is the calculated energy consumption at any hour when the consumption the foregoing hours has been maximum. Unit kW/dwelling.

Figure 5 shows the necessary storage volume for a given energy input to meet the peak demand at any time during the year. Horizontal unit kW/dwelling. Vertical unit kWh/dwelling or liters of hot water/dwelling.