

BEREGNING AF BYGNINGERS ENERGIFORBRUG

LIC. TECHN. ANKER NIELSEN

LABORATORIET FOR VARMEISOLERING
DANMARKS TEKNISKE HØJSKOLE



JANUAR 1978

MEDDELELSE NR. 73

Beregning af bygningers energiforbrug

lic.techn. Anker Nielsen
Laboratoriet for Varmeisolering

Denne artikel beskriver en metode til beregning af bygningers energiforbrug til opvarmning, som er enkel og som tager hensyn til gratisvarmen, dvs. tilskud fra solindfald, personer og el. til lys og husholdningsmaskiner. Ved laboratoriet for Varmeisolering findes der store EDB-programmer bl.a. BA-4 [1], som på grundlag af referenceåret [2] beregner bygninger eller rums energiforbrug. Disse programmer har den ulempe, at de er store og kostbare at anvende. Til gengæld kan man få gode informationer om indetemperaturer o. lign.. Men ønskes der kun oplysning om bygningers energiforbrug, kan man med den her omtalte forenkede metode få beregnet et maksimum og minimum energiforbrug, hvori-mellem det store EDB-programs resultater vil ligge. Nærværende metode vil kunne anvendes ved beregninger med bordregnemaskine. Metoden knytter sig bl.a. til varmetabsreglerne, hvorfor en del af beregningen er velkendt. I det følgende gennemgås de enkelte beregningsdele, som også fremgår af eksemplet.

1. Transmission

Først beregnes k-værdierne for de enkelte konstruktioner svarende til varmetabsreglerne f.eks. vægge, tage, gulve og vinduer. Eventuelt kan k-værdien tages fra k-værditabeller, f.eks. [4]. Af hensyn til de senere beregninger skal arealerne af de forskellige konstruktioner i de 4 retninger (N, S, Ø, V) beregnes. Det er her forudsat, at huset har en regulær form med vægge mod de 4 verdenshjørner. Hvis dette ikke er tilfældet, må beregningerne ske svarende til de virkelige retninger. Speciel omtale af dette tilfælde i afsnit 11. For vinduer samt døre med glas gælder, at glasarealets størrelse i de forskellige retninger skal bruges senere.

Ved beregning af lavenergihuse, hvortil metoden har været an-

vendt, benyttes ikke de indvendige overfladearealer, men en flade, der går midt i vægge, tag m.v.. Dette medfører et større areal, som delvis korrigerer for kuldebroer ved hjørner og kanter. Dette anvendes også, fordi beregningerne på Nul-energihuset har vist, at der er 15% forskel på transmissions-tabet ved de 2 arealberegninger. Det ændrede beregningsareal vil først og fremmest få betydning ved mindre bygninger, f.eks. parcelhuse.

2. Ventilation

Denne beregnes på grundlag af bygningsvolumen og luftskifte pr. time, svarende til varmetabsreglerne [5], pkt. 4.2.

Hvor der er tale om varmegenvinding beregnes ventilationstab på grundlag af friskluftskiftet i m^3/h og genvindingen i %. For lavenergihusene er der normalt regnet med et luftskifte på $200 \text{ m}^3/\text{h}$ og en varmegenvinding på 60% (svarer til hvad der i praksis kan opnås).

3. Dimensionerende varmetab

Ud fra kendskab til transmissionstab og ventilationstab beregnes det dimensionerende varmetab, som er det, husets varmesystem skal kunne yde. Bemærk, at beregningsmetoden for ventilationstab medfører, at genvindingsprocenten kommer til at influere på det dimensionerende varmetab. Det betyder, at bliver genvindingen dårligere, kan husets varmesystem blive underdimensioneret. Derfor bør genvindingen sættes forsigtigt. På den anden side medfører beregningen af transmissionsarealerne, at tallet muligvis bliver for stort. Det skal desuden bemærkes, at eventuelle skodder for vinduerne kan medregnes her, hvis det ønskes. Metoden for beregningen er omtalt i afsnit 7.

4. Varmetabets fordeling over året

Dette punkt i beregningen tager ikke hensyn til skodder og gratisvarme, men til den varierende udetemperatur. For udetemperaturerne er anvendt månedsmiddeltemperaturerne fra referenceåret [2]. Indetemperaturen sættes til f.eks. 21°C , svarende til den temperatur, der vil være i bygningen. For hver måned beregnes

energiforbruget til transmission og ventilation, f.eks. for transmission:

$$Q_{\text{TRA}}^{\text{M}} = E_k \cdot A \cdot (T_i - T_u^{\text{M}}) \cdot n$$

hvor $Q_{\text{TRA}}^{\text{M}}$ er transmissionstab for måned M (kWh)

T_i er indetemperaturen ($^\circ\text{C}$)

T_u^{M} er månedsmiddeltemperaturer ($^\circ\text{C}$)

$E_k \cdot A$ er summerede varmestrømme for de enkelte konstruktioner

n er antal timer i måneden/1000.

Ved summering kan energiforbruget for de enkelte måneder beregnes samt det totale årlige energiforbrug (uden hensyn til skodder og varmetilskud). Dette energiforbrug vil altid være for stort, idet der altid vil være varmetilskud af forskellig art.

5. Varmetilskud

Tilskud fra personer og el til lys og husholdningsmaskiner beregnes ud fra en vurdering af husets anvendelse og beboernes vaner: Der regnes med et bestemt døgntilskud, som dog kan varieres fra måned til måned. Ved fastsættelsen af denne størrelse må man regne med, at en del af el-varmen, f.eks. ved madlavning, er uanvendelig, da noget bruges til fordampning af vand og andet hurtigt ventileres bort af lugtmæssige årsager. Størrelsen af dette varmetilskud vil være klart afhængig af bygningens anvendelse og vanerne hos de personer, som opholder sig i bygningen. Ved lavenergihusberegninger har vi fastsat dette tilskud til 18 kWh/døgn . Hvis der ikke er tale om beboelse, må tilskuddet beregnes ud fra anvendelsen.

Tilskud fra solindfald gennem vinduer er beregnet med BA-4 på grundlag af det modificerede referenceår [2], hvor overskuddet af soltimer i december, januar, marts og april er udtaget. Ved BA-4 beregningen bestemmes solindfaldet gennem en dobbeltrude i kWh/måned for retningerne nord, syd, øst, vest og vandret. Disse varmetilskud fremgår af eksemplet, hvorfra de kan tages. Dette varmetilskud er afhængig af udeklimaets variation, der i virkelige år vil give andre solindfald. Men i praksis anvendes referenceåret til energibehovsberegninger, hvorfor disse tal også anvendes her. Der er dog ikke noget til hinder for at skaffe

data fra andre år og bruge dem, f.eks. til vurdering af, hvor store variationer klimaet medfører i energiforbruget ved forskellige bygningsudformninger.

6. Korrigeret transmissionstab for vægge og tag

De beregninger, som omtales i afsnit 4 af varmetransporten, regnede udetemperaturen som lufttemperaturen og tog dermed ikke hensyn til solindstråling på fladerne. Korrektionen har især betydning på dårligt isolerede tage og sydfacader. Til forenkede beregninger af denne type, har man indført begrebet ækvivalent udetemperatur [6] som defineres ud fra:

$$T_{u,\text{æk}}^{\text{MR}} = T_u^{\text{M}} + \frac{\alpha \cdot I^{\text{MR}}}{\alpha_u} = T_u^{\text{M}} + \Delta T$$

hvor T_u er udetemperaturen ($^{\circ}\text{C}$)

$T_{u,\text{æk}}$ er den ækvivalente udetemperatur ($^{\circ}\text{C}$)

α er overfladens absorbtans for kortbølget stråling (dimensionsløs)

α_u er det udvendige varmeovergangstal ($\text{W/m}^2 \text{ } ^{\circ}\text{C}$)

I er den totale kortbølgede indstråling på fladen (W/m^2)

Bogstavet M betyder, at størrelsen afhænger af måneden.

R betyder, at størrelsen afhænger af fladens retning.

Anvendelsen af den ækvivalente udetemperatur i stedet for udelufttemperaturen medfører, at varmestrømmen gennem konstruktionen korrigeres for indstrålingen. Transmissionstabet gennem vægge og tag beregnes derfor efter:

$$Q_{\text{TRA}}^{\text{MR}} = \sum k \cdot A^{\text{R}} (T_i - T_{u,\text{æk}}^{\text{MR}}) \cdot n$$

hvor $\sum$ angiver, at der summeres over de forskellige konstruktioner og desuden over arealerne (A^{R}) i de enkelte retninger. Af denne grund var kendskab til arealerne i de forskellige retninger nødvendige. Herefter er der bestemmelsen af:

$$\Delta T = \frac{\alpha \cdot I^{\text{MR}}}{\alpha_u} = F \cdot I_{\text{vindue}}^{\text{MR}}$$

hvor F er den ækvivalente koefficient $F = \frac{\alpha}{\alpha_u} \cdot 1,389 \cdot \frac{1000}{n}$

$I_{\text{vindue}}^{\text{MR}}$ er indstrålingen gennem et vindue i den angivne retning og måned kWh/m^2 .

n er timer pr. måned.

1000 er omsætningen af kWh til Wh

Det er valgt at definere en ækvivalent koefficient, som indeholder α og α_u , samt en faktor 1,389, som angiver, hvor meget indstrålingen er større uden for vinduet, da indstrålingen gennem vinduer skal bruges alligevel. Koefficienten F kan uden større fejl sættes konstant uden hensyn til retning og måned. (Dvs. $n = 720$ timer), idet α og α_u er væsentlig mere usikre. På grund af, at α afhænger af overfladens farve, fås 3 værdier af F:

$F = 0,075$ for sorte flader, f.eks. tagpap uden sten

$F = 0,058$ for lysere flader, f.eks. beton, tegl, træ

$F = 0,041$ for hvide eller blanke overflader (sne, visse metaller, varmereflektende folie).

I praksis vil de fleste overflader på et hus høre til den midterste kategori.

7. Korrigeret transmissionstab for vinduer

For vinduer benyttes ikke samme metode, som ovenfor, da vinduer samtidig medvirker til et varmetilskud til bygningen. For vinduer kan der i stedet benyttes skodder til at reducere varmetabet. Dette sker ved brug af:

$$Q_{\text{TRA},\text{vinduer}}^{\text{M}} = \sum \left(\frac{k \cdot (24 - \tau^{\text{M}}) + k_s \cdot \tau^{\text{M}}}{24} \right) \cdot A \cdot (T_i - T_u^{\text{M}}) \cdot n$$

hvor $\sum$ er en summation over alle vinduer

k er vinduets k-værdi ($\text{W/m}^2 \text{ } ^{\circ}\text{C}$)

k_s er vinduets k-værdi incl. skodder ($\text{W/m}^2 \text{ } ^{\circ}\text{C}$)

τ er antal timer pr. døgn skodden er trukket for

n er antal timer pr. måned/1000

Denne beregning er på den sikre side, idet udetemperaturerne om natten er lavere end om dagen, hvorved skodder er bedre end angivet ved formlen. Ved bestemmelsen af k_s må man tage hensyn til, at skodden ikke altid har den nominelle k -værdi, som f.eks. beregning ud fra varmetabsreglerne giver, idet der ved skodder kan ske strømning af luft mellem vindue og skodde hvorved isoleringsniveauen nedsættes. Desuden er skodder normalt ikke væsentlig større end vinduets areal, hvorfor der bliver et ret stort randfelt, hvor der er tale om en flerdimensional varmetransport. På grundlag af hidtidige erfaringer og målinger, bør skoddens nominelle k -værdi reduceres med 30 - 50%.

Ved angivelsen af antal timer pr. døgn skodderne er lukket for, bør der udvises en vis forsigtighed, idet vurderingen indeholder noget om den brug som sker. Ved beregninger af lavenergi-huse, har vi valgt at regne med:

- $\tau = 10$ timer september og april
- $\tau = 12$ timer oktober og marts
- $\tau = 14$ timer november til februar

idet der herved tages hensyn til solop- og solnedgangstiderne.

8. Beregning af solindfald gennem vinduer

På grundlag af vinduernes størrelse og type kan ved hjælp af værdierne for indstrålingen fra afsnit 5 beregnes den til bygningen tilførte varme, som:

$$Q_{SOL}^{MR} = \Sigma A^R \cdot S_c \cdot I^{MR}$$

hvor Σ angiver en summation over de enkelte vinduer med hensyn til både retning (R) og måned (M).

A er vinduets glasareal (m^2)

S_c er en afskærmningsfaktor, som tager hensyn til flerlags-ruder og/eller selektive belægninger:

- for normal 2-lags rude = 1.0
- for normal 3-lags rude = 0.9

Ved denne beregning kan der tages hensyn til udhæng, ribber o. lign. på facaden; dette gøres som det omtales i afsnit 11. Ved bestemmelse af vinduers retninger bør vinduer mod S, Ø og V eventuelt beregnes som N-vinduer, hvis der er store udhæng på bygningen selv eller andet skygger meget kraftigt.

Afskærmningsfaktoren for andet end 2- og 3-lags ruder kan beregnes, hvis indstrålingen gennem den ønskede rude er kendt, idet S_c faktoren angiver, hvor meget der kommer ind i forhold til en 2-lags rude.

9. Sammenstilling af data

For hver måned beregnes nu på grundlag af de tidligere omtalte metoder:

- Q-TRA transmissionstabet afsnit 6 og 7
- Q-VEN ventilationstabet afsnit 2
- Q-SOL solindfald afsnit 8
- Q-TIL tilskud fra el+personer afsnit 5

De 2 første er varmetab, mens de 2 sidste er varmetilskud. Bemærk, at ventilationstabet er det samme som beregnet i afsnit 4, mens transmissionstabet skal være mindre end beregnet i afsnit 4. Dette skyldes, at der nu er taget hensyn til skodder og solindstråling på konstruktionerne.

10. Beregning af grænseværdier for energiforbruget

Ved en nøjagtig beregning af energiforbruget kommer bygningers varmeakkumulerende virkning til at spille en stor rolle. Dette benyttes til at definere de 2 grænseværdier:

- Q-TUN energiforbruget ved et "100%" tungt hus
- Q-LET energiforbruget ved et "100%" let hus

Ved det tunge hus regnes med, at al varmetilskud fra sol, el og personer i en måned kan udnyttes 100% til dækning af transmissions- og ventilationstab. Dette ville svare til et hus med en varmekapacitet, der er meget stor (i praksis uopnåelig). Hvis varmetil-

skudet er for stort, regnes der ikke med, at det kan overføres til næste måned, men giver anledning til et uanvendeligt varmeoverskud Q_{OVT} . Dette vil medføre en overophedning, hvis der ikke tages specielle hensyn ved udhæng, ekstra ventilation eller lignende.

Ved det lette hus forstås et hus, som ingen varmekapacitet har, dvs. varmetilskuddet kan kun bruges, hvis der samtidigt er et varmebehov. Hvor stor en udnyttelse af varmetilskuddet, der kan fås i afhængighed af varmebehovet, kan kun findes ved dynamiske beregninger (f.eks. BA-4). Med sådanne beregninger er der regnet, hvor stor udnyttelse, der fås af solindfaldet gennem vinduerne i et hus uden varmekapacitet. Det viser sig, at man ved regression kan opstille en god sammenhæng mellem varmebehov og solindfald:

$$Q_{LET}^{MR} = f \cdot (\Sigma Q_{TRA}^{MR} + \Sigma Q_{VEN}^{MR}) = f \cdot (Q_{VBH})$$

$$\text{hvor} \quad f = 1 - 0,4027 \cdot \sqrt{\frac{-Q_{SOL}}{Q_{VBH}}} - 0,08388 \cdot \frac{Q_{SOL}}{Q_{VBH}}$$

hvor Q_{SOL} er summeret solindfald i måneden.
Bemærk at solindfaldet er regnet negativt

Nu er det sådan, at foruden solindfald findes der tilskudsvarme i form af personvarme og el. Denne tilskudsvarme kan være fordelt på en helt anden måde over døgnet, så man ikke blot kan indsatte $Q_{SOL} + Q_{GRA}$ i stedet for Q_{SOL} . Dette ville give en dårlig bestemmelse af Q_{LET}^{MR} , med mindre der var tale om kontorer, hvor tilskudsvarmen fremkommer mellem kl. 8 og 16. Men ved beboelse vil en væsentlig del af tilskudsvarmen blive tilført mellem kl. 16 og 8, altså netop når solen ikke skinner. Dvs. at det vil være en rimelig tilnærmelse at antage, at tilskudsvarmen Q_{GRA} er uafhængig af Q_{SOL} , hvorved varmebehovet kan reduceres endnu en gang med samme formel:

$$Q_{LET}^{MR} = g \cdot (Q_{LET}^F)$$

$$\text{hvor} \quad g = 1 - 0,4027 \cdot \sqrt{\frac{-Q_{TIL}}{Q_{LET}^F}} - 0,08388 \cdot \frac{Q_{TIL}}{Q_{LET}^F}$$

hvor Q_{TIL} er varmetilskuddet fra el. og personer. Bemærk, at varmetilskuddet regnes negativt.

Q_{LET}^F er det tidligere beregnede energibehov, hvor der er taget hensyn til solindfaldets udnyttelse.

Denne sidste beregningsform benyttes ved lavenergihusberegningerne. Ved addition findes det uanvendelige varmeoverskud Q_{OVL} , som altid vil være større end Q_{OVT} .

Ved at kende Q_{TUN} og Q_{LET} har man fundet grænser, som virkelige huses energiforbrug ligger imellem. Forskellen viser altså varmeakkumuleringens betydning for varmebehovet.

11. Specialtilfælde

I det foregående var det forudsat, at vinduerne vendte mod de 4 verdenshjørner, samt at der ikke var udhæng og/eller ribber.

Vender vinduerne ikke mod de 4 verdenshjørner, må man ved beregningen i punkt 5 indsatte solindfaldet i de aktuelle retninger. En tabel over andre retninger forventes snarest udsendt.

Hvis der er tale om vinduer med udhæng eller ribber vil det i punkt 5 beregnede solindfald blive for stort, men det vil i mange tilfælde ikke gøre noget, idet det kun i ringe omfang vil påvirke solindfaldet om vinteren, hvor tilskudets betydning er størst for det endelige varmebehov. Hvis man ønsker at korrigere for udhæng og ribber, må man foretage en BA-4 beregning først og dermed bestemme solindfaldet i kWh/m^2 måned, hvorefter disse tal kan indsættes i beregningen (pkt. 5). Men dette medfører, at en ændring af udhæng eller ribbers størrelse, samt vinduernes dimension vil kræve en ny BA-4 beregning. Der er under overvejelse at fremstille en række tabeller for de normalt forekommende udhæng, ribber og vinduer. Desuden vil også vinduets retning komme til at indgå.

12. Varmeakkumulering

Som nævnt i afsnit 10 angiver forskellen mellem det tunge og lette tilfælde varmeakkumuleringens betydning. Denne forskel kan være ret stor, så derfor er det af stor betydning at vide, hvor bygninger med normal varmekapacitet befinder sig. Ud fra det noget sparsomme materiale vedrørende beregninger på lavenergi-huse kan følgende siges:

0%	Q_{LET}
20 - 40%	let hus med gipsplader indvendigt
40 - 50%	tungt hus med letbeton indvendigt
50 - 60%	tungt hus med tegl indvendigt
80 - 100%	formentlig uopnåeligt i praksis
100%	Q_{TUNG}

Disse værdier er foreløbige og vil blive søgt forbedret efterhånden, som der fremkommer et større erfaringsmateriale.

13. Afslutning

Denne metode har været anvendt ved beregningen af lavenergi-huses energiforbrug, hvor især den klare opstilling af varmestrømme og varmemængde har givet fordele ved vurdering af, hvor der med fordel kunne foretages yderligere varmebesparende foranstaltninger. Desuden virker beregningen som grundmateriale for BA4-beregninger. BA4-beregningerne giver mulighed for at vurdere varmebehovet for de enkelte dage, samt hvilke overtemperaturer, der opstår. Men anvendelse af den forenkjede metode har fordele på grund af den hurtigere og billigere beregning, samt dens større overskuelighed. Metoden er udviklet med henblik på at kunne bruges på programmerbar bordregnemaskine eller små dataanlæg, men findes i øjeblikket kun i en FORTRAN IV-version på ca. 300 kort, som kan køre på NEUCC. En beskrivelse af denne version kan leveres. [3]

Litteratur:

- [1] H. Lund: Program BA-4. Users guide
Thermal Insulation Laboratory
Technical University of Denmark
Report nr. 44
- [2] B. Andersen m.v.: Vejrdata for VVS-tekniske beregninger. Referenceår.
SBI-rapport nr. 89. Ny udgave 1977.
- [3] A. Nielsen: Program EFB1. Brugervejledning.
Laboratoriet for Varmeisolering. Dth.
Meddelelse nr. 72, 1977.
- [4] k-værdier 1974. Udgivet af Dansk forening
af fabrikanten af varmeisoleringsmaterialer.
- [5] Regler for beregning af bygningers varmetab. DIF. Teknisk Forlag 1977.
- [6] P.I. Sandberg: Byggnadsdelors Fuktbalans i naturligt klimat. Instruktion för byggnadsteknik. LTH. Report 43. 1973.

BEREGNINGSEKSEMPEL
VARMEISOLERING II
ANKER NIELSEN

EFB1-KØRSEL 5-12-1977 KL 15.41
LAB. FOR VARMEISOLERING (DTH)

YDERVÆG	AREAL = 156.400 M2		
	TYKKELSE	LAMBDA	ISOLANS
OVERGANG	0.170	1.000	0.170
GASBETON 400 TF	0.150	0.120	1.250
MINERALULD A	0.200	0.039	5.128
GASBETON 400 TF	0.150	0.110	1.364

K-VÆRDI = 0.126 W/M2C

GULV	AREAL = 124.700 M2		
	TYKKELSE	LAMBDA	ISOLANS
TEGLGULV	0.030	0.800	0.037
BETON	0.080	1.700	0.047
MINERALULD A	0.200	0.050	4.000
DRÆNLAG	0.200	1.000	0.200
JORD	1.500	1.000	1.500

K-VÆRDI = 0.173 W/M2C

VINDUE S	AREAL = 8.500 M2		
VINDUE	K-GLAS	K-TRÆ	GLASDEL
	3.150	1.600	0.630

K-VÆRDI = 2.576 W/M2C

VINDUE N	AREAL = 1.400 M2		
VINDUE N	K-GLAS	K-TRÆ	GLASDEL
	3.150	1.600	0.630

K-VÆRDI = 2.576 W/M2C

VINDUE N	AREAL = 2.800 M2		
VINDUE N	K-GLAS	K-TRÆ	GLASDEL
	3.150	1.600	0.550

K-VÆRDI = 2.452 W/M2C

DØR S GLAS	AREAL = 5.000 M2		
------------	------------------	--	--

DØR	3.150	1.600	0.640
	K-VÆRDI = 2.592 W/M2C		

DØR Ø GLAS	AREAL = 2.500 M2		
DØR	K-GLAS	K-TRÆ	GLASDEL
	3.150	1.600	0.550
	K-VÆRDI = 2.452 W/M2C		

TAG	AREAL = 131.700 M2		
	TYKKELSE	LAMBDA	ISOLANS
OVERGANG	0.170	1.000	0.170
ETERNIT	0.200	1.000	0.200
MINERALULD A	0.050	0.039	1.018
MINERALULD A	0.350	0.039	8.327
GIPSPLADER	0.012	0.170	0.071
	K-VÆRDI = 0.102 W/M2C		

TRANSMISSION	K-VÆRDI	AREAL	VARMESTRØM
YDERVÆG	0.126	156.400	19.768
JORDTEMP = 8.0			
GULV	0.173	124.700	21.557
VINDUE S	2.576	8.500	21.900
VINDUE N	2.576	1.400	3.607
VINDUE N	2.452	2.800	6.867
DØR S GLAS	2.592	5.000	12.960
DØR Ø GLAS	2.452	2.500	6.131
TAG +15% TILLÆG	0.102	131.700	15.476
TAG			

IALT = 108.267 W/C

LUFTSKIFTE

FRISKLUFT = 200.0 M3/H GENVINDING = 60.0 % IALT = 28.800 W/C
MED HUSVOLUMEN = 337.0 M3 LUFTSKIFTE/TIME = 0.237

MAX. VARMETAB = 137.067 W/C

DIM. VARMETAB = 3955.0 W

BEREGNING UDEN HENSYN TIL SKODDER OG VARMETILSKUD

MDR	T-UDE	Q-TRA	Q-VEN	Q-TOT
1	0.2	1519.1	445.7	1964.8
2	-0.4	1406.2	414.2	1820.4
3	2.0	1405.7	407.1	1812.8
4	5.7	1134.7	317.3	1452.0
5	11.4	813.4	205.7	1019.1
6	16.0	506.7	103.7	610.3
7	16.4	498.3	98.6	596.9
8	16.1	517.3	105.0	622.2
9	13.7	646.9	151.4	798.3
10	9.2	952.0	252.8	1204.9
11	5.0	1177.4	331.8	1509.2
12	-0.4	1556.9	458.5	2015.5

PR. AR= 15426.4 KWH MED T-INDE = 21.0 C

OLSTRILING		GENNEM		DOBBELTRUDE		SKODDER	VARMETILSKUD
KWH/M2	PR	MANED				H/DØGN	KWH/MANED
DR	NORD	SYD	ØST	VEST	VANDR		
1	3.9	30.3	9.5	8.0	19.0	14.0	-564.0
2	8.0	55.4	17.8	21.2	36.5	14.0	-510.0
3	16.2	69.6	37.0	41.8	83.1	12.0	-564.0
4	25.9	69.8	60.2	58.9	122.3	10.0	-546.0
5	36.8	65.2	70.0	68.5	148.6	0.0	-564.0
6	46.0	65.3	79.3	76.3	170.0	0.0	-546.0
7	43.3	66.8	71.0	74.9	161.0	0.0	-564.0
8	32.2	62.3	57.4	56.8	122.5	0.0	-564.0
9	21.0	62.7	40.1	39.0	83.2	10.0	-546.0
10	11.4	46.5	21.6	22.3	43.9	12.0	-364.0
11	5.3	30.2	9.5	9.7	19.2	14.0	-546.0
12	3.5	28.5	7.3	6.3	14.7	14.0	-564.0
ALT	253.5	652.6	480.7	483.7	2580.9		

ONSTRUKTION	ÆKVI	AREALER I		RETNINGER:		VAN	GLAS	SKODD.	GLASANDEL
		KDEF	NOR	SYD	ØST	VES		K-VÆRDI	#AFSK.
DERVÆG	0.0580	69.8	31.9	25.8	28.9	0.0		0.00	0.000
ULV	0.0000	124.7	0.0	0.0	0.0	0.0		0.00	0.000
INDUE S	0.0000	0.0	8.5	0.0	0.0	0.0	*	0.54	0.630
INDUE N	0.0000	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	*	0.54	0.630
INDUE N	0.0000	2.4	0.0	0.4	0.0	0.0	*	2.45	0.550
ØR S GLAS	0.0000	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	*	0.54	0.640
ØR Ø GLAS	0.0000	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	*	2.45	0.275
AG	0.0745	0.0	0.0	0.0	0.0	131.7		0.00	0.000

BEREGNINGEN AF SUPPLERINGSVARMENS FORDELING UNDER HENSYN TIL
SOLINDFALD OG VARMETILSKUD FRA EL OG PERSONER SKER FOR 2 TILFÆLDE:
Q-TUN FOR EN BYGNING MED 100% UDNYTTELSE AF TILSKUD
Q-LET FOR EN MEGET LET BYGNING DESUDEN ANGIVES

UANVENDELIG OVERSKUDSVARME FOR TUNG(Q-DVT) OG LET(Q-DVL) BYGNING

MDR	T-UDE	Q-TRA	Q-VEN	Q-SOL	Q-TIL	Q-TUN	Q-LET	Q-DVT	Q-DVL
1	0.2	1220.8	445.7	-272.6	-564.0	830.0	1105.1	0.0	275.2
2	-0.4	1109.6	414.2	-501.0	-510.0	512.8	939.9	0.0	427.1
3	2.0	1098.5	407.1	-650.4	-564.0	291.3	883.0	0.0	591.8
4	5.7	868.3	317.3	-685.2	-546.0	0.0	646.7	45.7	692.4
5	11.4	656.6	205.7	-679.5	-564.0	0.0	421.9	381.3	803.2
6	16.0	333.6	103.7	-709.0	-546.0	0.0	163.0	817.8	980.7
7	16.4	328.4	98.6	-712.2	-564.0	0.0	156.3	849.3	1005.6
8	16.1	385.7	105.0	-638.6	-564.0	0.0	195.4	711.9	907.3
9	13.7	490.5	151.4	-605.9	-546.0	0.0	289.6	510.0	799.6
10	9.2	766.7	252.8	-435.5	-564.0	20.0	566.6	0.0	546.6
11	5.0	949.2	331.8	-275.8	-546.0	459.2	803.5	0.0	344.3
12	-0.4	1255.0	458.5	-255.5	-564.0	894.0	1149.3	-0.0	255.3
IALT		9462.8	3291.7	-6421.2	-6642.0	3007.3	7320.3		

TUNG PR. AR= 3007.3 KWH MED T-INDE = 21.0 C

LET PR. AR= 7320.3 KWH MED T-INDE = 21.0 C

Vedrørende meddelelse nr. 73.

Rettelse: i formel side 8 indgår

$$\frac{Q_{\text{SOL}}}{Q_{\text{VBH}}}, \text{ hvis denne størrelse er}$$

mindre end 0,15 bliver

$$Q_{\text{LET}}^{\text{MR}} = Q_{\text{VBH}} - Q_{\text{SOL}}, \text{ idet formlen ellers medfører}$$

at Q_{SOL} udnyttes over 100%. Samme forhold gælder for

formel side 9.

Tilføjelse: Der er ved laboratoriet udviklet et program til

TEXAS TI-59 med printer.

En mere omfattende gennemgang af metoden med

eksempler forventes i efteråret 1979.