



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

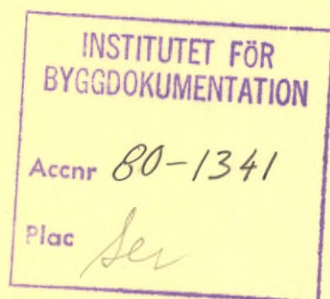
This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may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



Årliga energiförluster genom frånluftfönster

Beräkningsmetod

Margareta Gefwert
David Södergren



*K
BWR*

R82:1980

ÅRLIGA ENERGIFÖRLUSTER GENOM FRÅNLUFTFÖNSTER

Beräkningsmetod

Margareta Gefwert

David Södergren

Denna arapport hänför sig till forskningsanslag 770046-2
från Statens råd för byggnadsforskning till Paul Pettersson
Konstruktionsbyrå AB, Stockholm.

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

R82:1980

ISBN 91-540-3298-9

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1980 054247

INNEHÅLL

SAMMANFATTNING.....	4
1 INLEDNING.....	5
2 FÖRSLAG TILL ARBETSGÅNG VID BERÄKNING AV DEN ÅRLIGA ENERGIFÖRLUSTEN GENOM ETT FRÅNLUFTSFÖNSTER.....	6
2.1 Exklusive solvärme.....	6
2.2 Inklusive solvärme.....	10
3 BERÄKNINGSEXEMPEL.....	14
BILAGA 1 Värmebalanser.....	17
BILAGA 2 Antal soltimmar per månad häfört till respektive fasadorientering..	18
BILAGA 3 Uppvärmningssäsongens längd.....	19
4 REFERENSER.....	20

SAMMANFATTNING

Rapporten innehåller ett förslag till hur beräkningen av värmeförlusterna genom frånluftsfönster kan göras. Den angivna metoden är utformad med tanke på att vara lätt hanterbar. Utan svåra och omfattande beräkningar fås en relativt god skattning av hur stora förlusterna under ett år blir. Metoden har visat god överensstämmelse med mer noggranna beräkningar. Möjlighet till att ta hänsyn till solinstrålningen ges. I tabellform presenteras en jämförelse av energiförluster i konventionella fönster och frånluftsfönster. Jämförelsen är gjord för fyra olika orter i Sverige.

Arbetsgången belyses ytterligare genom ett utförligt genomräknat exempel.

I bilaga 1 är värmebalanserna för ett frånluftsfönster uppställda.

På initiativ av Planverket har Byggeforskningsrådet anslagit medel för att utarbeta en metod att bestämma värmeförluster genom frånluftsfönster. Behov av en sådan praktiskt tillämpbar metod föreligger bl a i samband med fastställande av årsenergibehov i byggnadslovsansökningar för projekt där frånluftsfönster förekommer.

Värmeförlusterna genom ett frånluftsfönster blir beroende av hur luften som passerat fönstret utnyttjas i byggnaden. I det ena fallet kan luften blåsas ut som avluft utan att någon värmeåtervinning företagits eller någon del av avluftens värmeinnehåll på annat sätt tillvaratagits. I det andra fallet kan hela luftflödet återgå till byggnaden. Mellan dessa ytterlighetsfall förekommer alla varianter av värmeåtervinning och återluftmängder. Som en ytterligare komplikation vid bestämning av frånluftsfönsters värmeekonomi är den möjlighet att tillvarataga solvärmens som föreligger i ett frånluftsfönster.

Föreliggande rapport avser att utgöra en mall för hur frånluftsfönsters värmeekonomi på ett praktiskt tillämpbart sätt skall kunna bestämmas med hänsyn till värme- och luftbehandlingssystemens funktioner i byggnaden. Ett sätt att approximativt ta hänsyn till solvärmestillskottet med ett frånluftsfönstersystem har också angivits.

2 FÖRSLAG TILL ARBETSGÅNG VID BERÄKNING AV DEN ÅRLIGA ENERGIFÖRLUSTEN GENOM ETT FRÅNLUFTS- FÖNSTER

2.1 Exklusive solvärme

Energiförluster i ett frånluftsfönster kan dels bestå av transmission genom den inre glasrutan till frånluftflödet, dels och vanligtvis av transmission genom den yttre glasrutan till det fria. Energiförlusternas storlek beror i huvudsak av luftflödets storlek och glasytornas temperatur. Beroende på frånluftflödets vidare användning blir transmissionen mer eller mindre betydelsefull för byggnadens värmeekonomi.

Ett program för frånluftsfönstrets värmebalans har utarbetats till en programmerbar bordskalkylator. Genom iteration har totala temperaturfallet i frånluftflödet erhållits (se bilaga 1). I figur 2.1:1 anges frånluftens temperaturfall som funktion av luftflödets storlek och temperaturdifferens mellan ute- och inneluften.

Med hjälp av varaktighetskurvor kan en relativt noggrann uppskattning av bland annat byggnadens totala energibehov och energiförlusterna genom respektive frånluftsfönster erhållas. Ett tillvägagångssätt redovisas nedan och representeras grafiskt i figur 2.1:2.

1. Bestäm årets normaltemperatur och därmed även varaktighetskurvan för utetemperaturen vid aktuell ort (fås ur VVS-handboken).
2. Fastställ rumsluftens temperatur (= frånluftens temperatur).
3. Bestäm temperaturen efter frånluftfönstret vid varierande utetemperatur med hjälp av figur 2.1:1.

4. Yta 4 i figur 2.1:2 = energiförlust genom frånluftsfönstret till det fria under förutsättning att värmen i frånluften i annat fall kunnat utnyttjas såsom genom återluft eller värmeåtervinning. Vid till exempel 70% återluft eller $\eta_{va} = 70\%$ blir förlusterna 70% av yta 4.

5. Bestäm önskad tillufttemperatur (beroende på värmeutvecklingen i rummet).

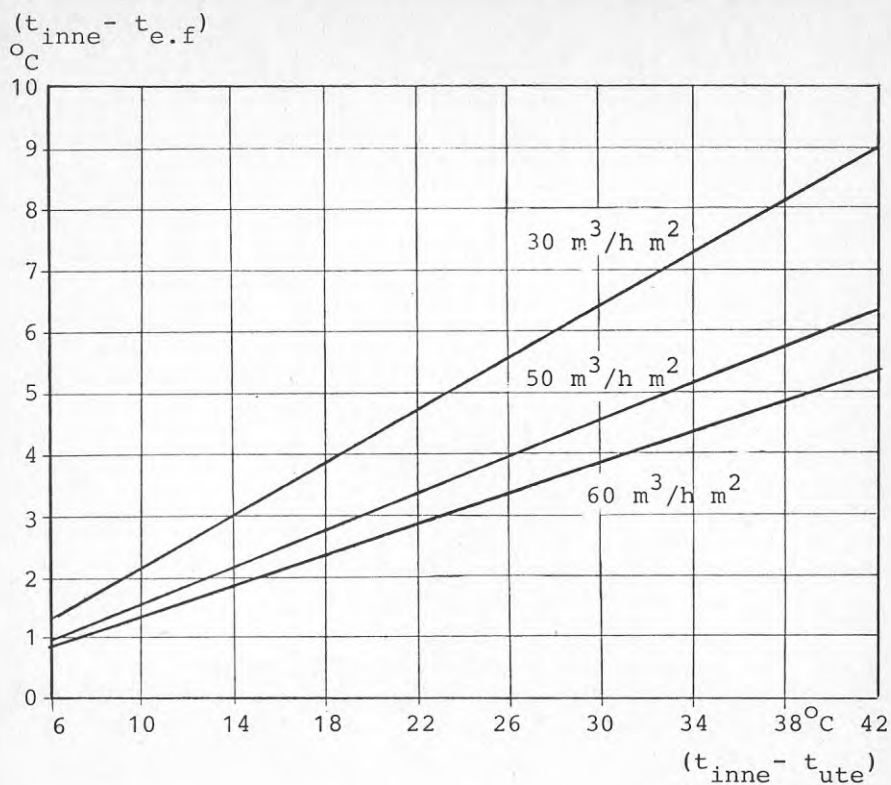
6. Kurva 6 i figur 2.1:2 anger blandningstemperaturen vid gällande återluftmängd eller tillufttemperaturen efter värmewäxling. Kurvans läge mellan utetemperaturen (kurva 1) och frånluftens temperatur efter fönstret (kurva 3) bestäms av blandningsförhållandet $\left(\frac{b}{a}\right)$ respektive verkningsgraden (η).

Ex: $b = 0,7 \cdot a$ vid $\eta_{va} = 70\%$.

7. Skärningspunkten mellan önskad tillufttemperatur (linje 5) och tillufttemperatur efter värmewäxling eller återluftsinblandning (linje 6) anger antalet timmar som tillsatsvärme behövs.

8. Yta 8 i figur 2.1:2 = erforderlig tillsatsvärme.

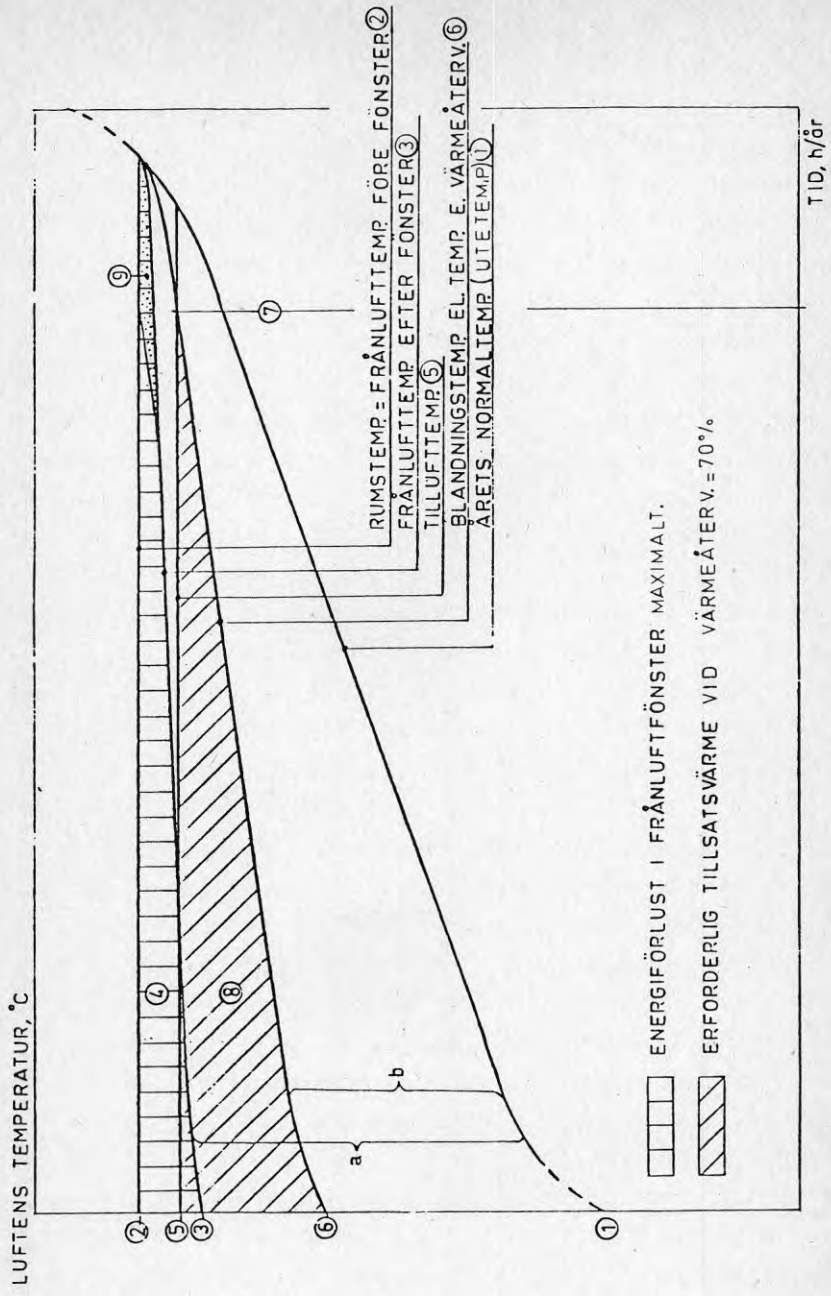
9. Yta 9 i figur 2.1:2 representerar förluster genom frånluftsfönster då tillsatsvärme ej erfordras och kan därför försummas.



Figur 2.1:1 Frånluftens temperaturfall vid passage genom frånluftsfönster.

$t_{\text{e.f}}$ = frånluftens temperatur efter frånluftsfönstret

Parametrarna anger luftflöde i m^3/h och m^2 fönster



Figur 2.1:2 Energiförlust genom ett frånluftfönster, exklusive solvärme

2.2 Inklusive solvärme

Solvärmeeffektens bidrag till frånluftens värmeinnehåll beror av en mängd faktorer varför det är svårt att finna en enkel metod där detta bidrag värderas korrekt. För att göra manuella beräkningar möjliga har vi ur Klimatdata för Sverige (Taesler) och Instrålning från sol och himmel i Sverige under klara dagar (Brown, Isfält) sammanställt solskenstid mot vertikala ytor i de fyra väderstrecken, Ur Klimatdata i Sverige, tabell II:2.2 Antal dagar med viss sammanlagd solskenstid, har totala antalet solskenstimmar per månad beräknats. Därefter har ur Instrålning från sol och himmel i Sverige under klara dagar en uppskattning gjorts av hur stor del av det totala antalet solskenstimmar som bör hänföras till respektive fasadorientering. Sammanställningen har utförts för fyra orter i landet, se bilaga 2. Antalet solskenstimmar har reducerats med hänsyn till att en stor del av solskenstiden inträffar under årstider då inget uppvärmningsbehov föreligger, se bilaga 3.

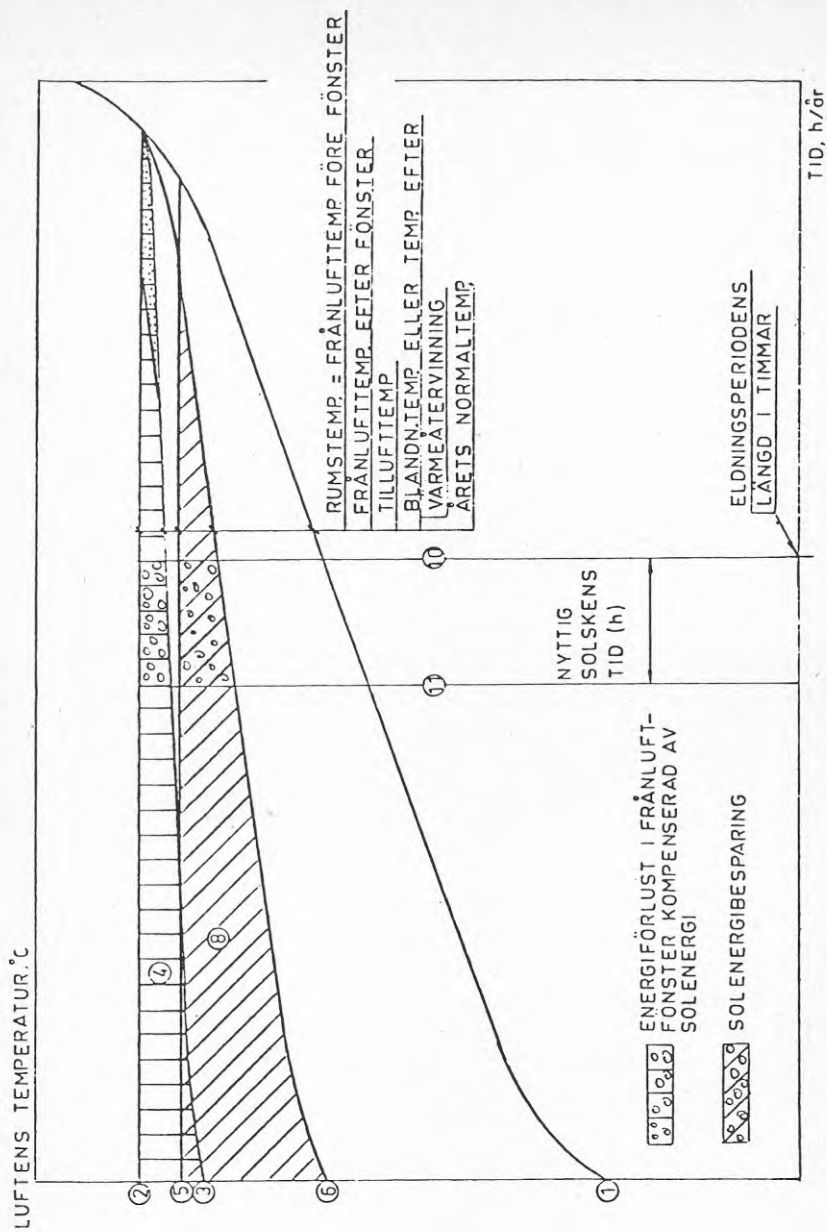
Vi har antagit att tillgodogjord solenergi huvudsakligen föreligger vid uppvärmningssäsongens början och slut. Detta är en approximation som reducerar solenergiens värde avsevärt emedan utetemperaturen vid dessa tillfällen ej kräver något större energitillskott, varför mycket av solvärmens går tillspillo. Denna reduktion har vi ansett kunna kompenseras av att den beräknade solenergin är större än vad som verkligen föreligger emedan vi har antagit att fönstren fungerar som 100%-iga solfångare. I realiteten kan värdet antas ligga på ca 40%. Värdet påverkas av många osäkra faktorer såsom solens infallsvinkel, fönsterskuggning, persiennernas utnyttjande m m. För att inte göra beräkningarna alltför komplicerade för att kunna utföras manuellt har vi således valt att kompensera alla dessa osäkra faktorer, som var och en reducerar den uppfångade solstrålningen, genom att anta att hela solenergitillskottet förekommer vid uppvärmningssäsongens början

och slut. Ett par noggrannare beräknade exempel har visat att antagandet ger resultat som ej avviker alltför mycket från verkligheten. I tabell 2.2:2 har nyttig solskenstid sammanställts för olika fasadorienteringar samt eldningsperiodens längd.

Med figur 2.1:1 som utgångspunkt skulle enligt ovan beskrivna antaganden metoden för att beräkna tillgodosgjord solenergi bli som följer, (representeras grafiskt i figur 2.2:1):

1. Beräkna eldningsperiodens längd i timmar och lägg in dess vertikala linje i figur 2.2:1 (linje 10).
2. Bestäm nyttig solskenstid i timmar med hänsyn till antalet samverkande fasadorienteringar, fås ur tabell 2.2:4. Denna tid subtraheras från antalet timmar representerande eldningsperiodens längd varvid en ny punkt erhålles på abskissan. En vertikal linje dras genom denna punkt (linje 11).

Mellan dessa båda linjer erhålles två ytor (skuggade i figur 2.2:1 där den övre representerar energiförluster i frånluftsfönster som kompenseras av uppfångad solenergi och den undre representerar solenergiebesparing.



Figur 2.2:1 Energiförlust genom ett frånluftsfönster, då hänsyn tagits till solvärmeförlustskottet

Tabell 2.2:2 Nyttig solskenstid (h). Vertikala ytor utan skuggor. (avrundade värden)

Fasad	Malmö	Stockholm	Sundsvall	Kiruna
Norr	-	-	50	100
Öster	250	400	400	500
Söder	450	650	700	750
Väster	250	350	400	500
N + Ö	250	400	450	600
N + S	450	650	750	850
N + V	250	350	450	600
Ö + S	700	1050	1100	1250
Ö + V	500	750	800	1000
S + V	700	1000	1100	1250
N + Ö + S	700	1050	1150	1350
N + Ö + V	500	750	850	1100
N + S + V	700	1000	1150	1350
Ö + S + V	950	1400	1500	1750
N + Ö + S + V	950	1400	1550	1850
Eldn. per längd (h)	5400	5750	6300	7400

3. BERÄKNINGSEXEMPEL

Nedan belyses arbetsgången, vid bestämning av årliga energiförluster, med ett utförligt genomräknat exempel. I tabell 3.1 redovisas som jämförelse beräknade energiförluster för de fyra orterna då de dimensionerande förutsättningarna varit lika. Dock har givetvis årets normaltemperatur, eldningssäsongens längd och antalet nyttiga solskenstimmar varierat från ort till ort.

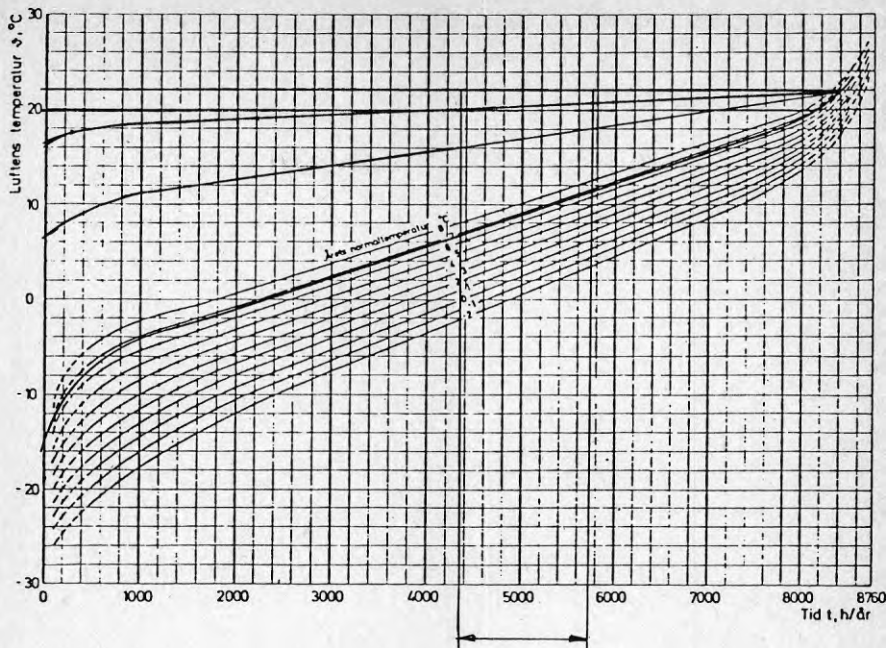
Följande gemensamma förutsättningar gäller:

- Gemensamt från- och tilluftssystem för samtliga 4 fasadororienteringar
- Frånluftflöde = $60 \text{ m}^3/\text{h}$, m^2 fönster
- Maximal återluftmängd = 70 %
- Rumsluftens temperatur = 22°C
- Tilluftens temperatur = 20°C

Ett för Stockholm genomräknat exempel:

Förutsättningar enligt ovan

Ur t ex VVS-handboken erhålles årets normaltemperatur = $6,6^\circ\text{C}$ för Stockholm. Varaktighetskurva som representerar denna temperatur inritas. Därefter ritas linjen för rumsluftens temperatur, 22°C , in. Med hjälp av fig 2.1:1 fås frånluftens temperatur efter frånluftfönstret vid varierande utetemperatur, ritas in i diagrammet. Blandningstemperaturen eller temperaturen efter värmeväxlare konstrueras. Ur tab 2.2:4 erhålles den nyttiga solskenstiden till 1400 h och eldningsperiodens längd till 5750 h, markeras med vertikala linjer i diagrammet. Slutligen ritas linjen för önskad tillufttemperatur, 20°C , in i diagrammet.



Ur det på detta sätt konstruerade diagrammet beräknas följande:

1. Energiförlust i frånluftsfönster utan hänsyn till sol

$$W_{us} = 0,7 \times \frac{1}{2} (22-18) 8400 \frac{1,2 \times 60}{3600} = 235 \text{ kWh}$$

2. Energiförluster i frånluftsfönster med hänsyn till sol

$$\begin{aligned} W_{ms} &= 235 - (2 \times 1400 - \frac{1}{2} \times 0,5 \times 1400) \frac{60 \times 1,2}{3600} = \\ &= 235 - 50 = 185 \text{ kWh} \end{aligned}$$

3. Solenergibesparing i frånluftsfönster

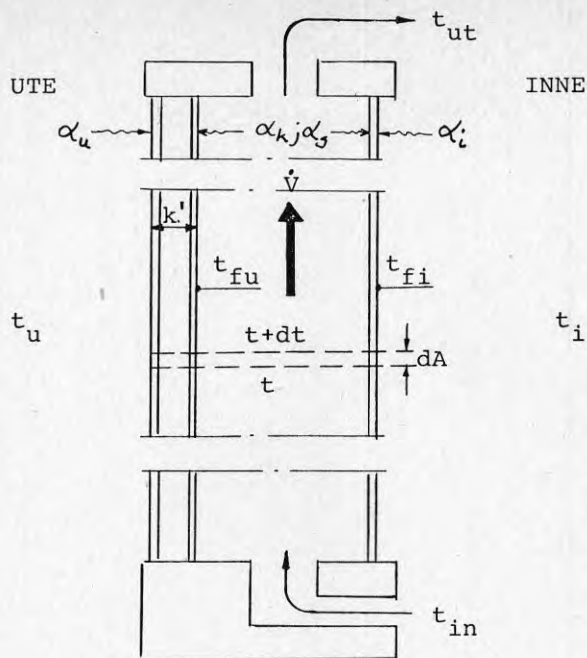
$$W_{sb} = ((20-18) + \frac{1}{2} (18-16)) 1400 \frac{60 \times 1,2}{3600} = 85 \text{ kWh}$$

4. Netto energiförlust

$$\underline{\underline{W_{förl}}} = 185 - 85 = \underline{\underline{100 \text{ kWh/år, m}^2 \text{ fönster}}}$$

Tabell 3:1 Jämförelse mellan energiförluster i konventionellt fönster och frånluftfönster

	Malmö			Stockholm			Sundsvall			Kiruna		
<u>Konventionellt fönster</u>												
Antal glas	2	3		2	3		2	3		2	3	
Gradtimmor	123500			138750			159675			203100		
Transmissionsförluster (kWh/år, m ²)	370	247		416	278		479	319		609	406	
Solenergi (kWh/år, m ²)	22			46			33			39		
Netto energiförluster (kWh/år, m ²)	348	225		370	232		446	286		570	367	
<u>Frånluftfönster</u>												
Energiförluster exkl sol (kWh/år, m ²)	207			228			256			326		
Energiförluster inkl sol (kWh/år, m ²)	185			182			223			287		
Ytterl solenergiebesparing (kWh/år, m ²)	45			84			90			106		
Netto energiförluster (kWh/år, m ²)	140			98			133			181		
Frånluftfönsters förluster i relation till konventionella fönster (%)	40	62		26	42		30	47		32	49	



$$k_u(t_u - t_{fu})dA + \alpha_s(t_{fi} - t_{fu})dA + \alpha_k(t - t_{fu})dA = 0 \quad (1)$$

$$\alpha_s(t_{fu} - t_{fi})dA + \alpha_i(t_i - t_{fi})dA + \alpha_k(t_i - t_{fi})dA = 0 \quad (2)$$

$$\alpha_k(t_{fu} - t)dA + \alpha_k(t_{fi} - t)dA - \dot{v} \int c_p dt = 0 \quad (3)$$

$$k_u = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_u} + \frac{1}{k'}}$$

BILAGA 2 Antal solskenstimmar per månad hänfört till respektive fasadorientering.

	Malmö						Stockholm						Sundsvall						Kiruna					
	N	Ö	S	V	N	Ö	N	Ö	S	V	N	Ö	N	Ö	S	V	N	Ö	N	Ö	S	V		
Januari	-	12	25	8	-	20	47	20	47	20	-	9	47	9	47	9	-	-	4	-	4	-		
Februari	-	26	52	20	-	32	71	32	71	32	-	30	70	40	70	40	-	21	75	32	75	32		
Mars	-	49	98	49	-	73	131	73	131	73	-	71	128	71	128	71	-	60	107	60	107	60		
April	-	85	109	73	-	100	129	86	129	86	-	85	127	85	127	85	-	93	133	80	133	80		
Maj	41	110	124	110	50	151	151	134	151	134	58	116	131	131	131	131	25	110	123	110	123	110		
Juni	116	129	116	129	121	156	156	174	156	174	109	156	141	141	141	141	135	135	135	135	135	135		
Juli	88	125	113	125	102	152	152	152	152	152	64	145	145	145	145	145	108	116	129	129	129	129		
Augusti	-	93	105	93	-	103	132	117	132	117	-	98	125	98	125	98	21	82	103	72	103	72		
September	-	56	84	56	-	80	133	66	133	66	-	67	100	56	100	56	-	46	93	46	93	46		
Oktober	-	35	62	28	-	47	85	38	85	38	-	36	73	36	73	36	-	24	65	24	65	24		
November	-	15	34	15	-	15	46	15	46	15	-	16	48	16	48	16	-	-	11	-	11	-		
December	-	5	18	5	-	6	28	6	28	6	-	-	30	-	30	-	-	-	-	-	-	-		
Hela året	245	740	940	711	273	935	1261	913	1261	913	231	829	1165	828	1165	828	289	687	978	688	978	688		

BILAGA 3 Uppvärmningssäsongens längd.

Eldningsperiod	Malmö	Stockholm	Sundsvall	Kiruna
Börjar	27.9	18.9	9.9	15.8
Slutar	8.5	14.5	29.5	18.6
Längd timmar	5376	5736	6312	7392

Totala antalet solskenstimmar reducerade till nyttig solskenstid.

Solskenstid (h)	Malmö	Stockholm	Sundsvall	Kiruna
<u>Hela året</u>				
Norr	245	273	231	289
Öster	740	935	829	687
Söder	940	1261	1165	978
Väster	711	913	828	688

Ej eldningsperiod

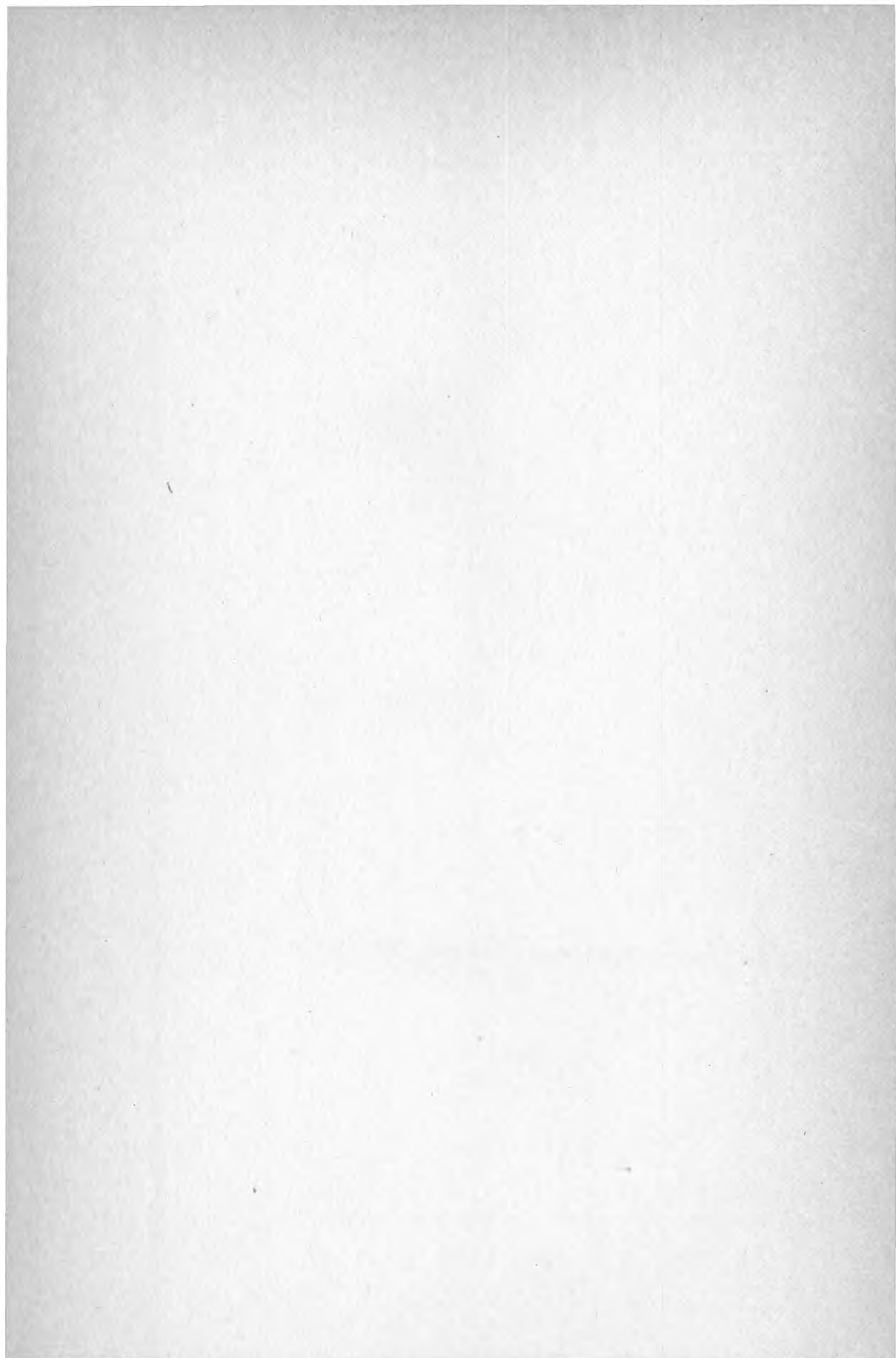
Norr	234	250	177	183
Öster	477	539	424	207
Söder	499	598	446	230
Väster	477	554	407	212

Eldningsperiod

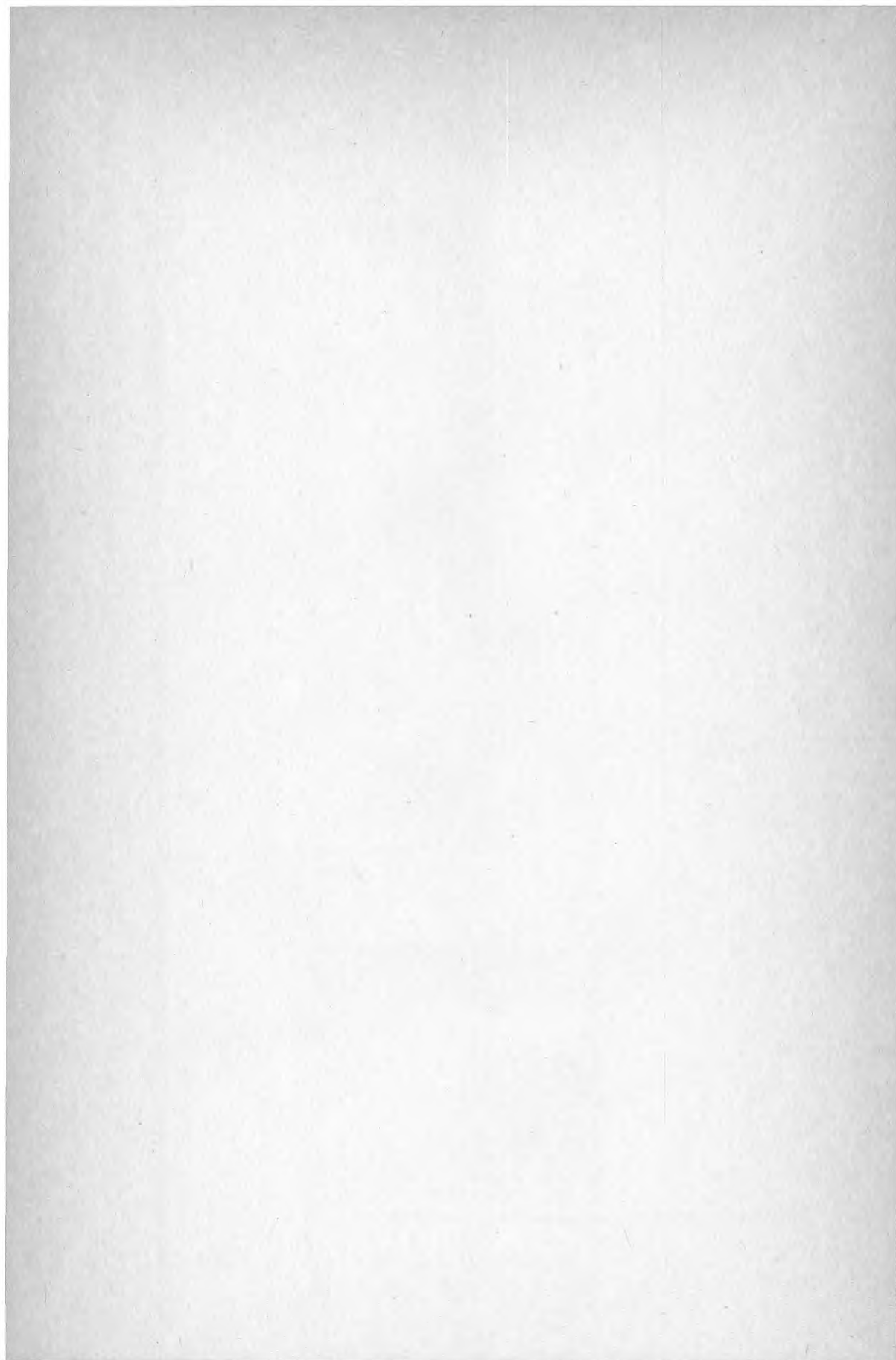
Norr	11	23	54	106
Öster	263	396	405	480
Söder	441	663	719	748
Väster	263	359	421	476

4 REFERENSER

1. T Boström, D Södergren, Metod för värdeanalys av värme och ventilationsanläggning, (Statens råd för byggnadsforskning) R2:1975
2. G Brown, E Isfält, Instrålning från sol och himmel under klara dagar, (Statens råd för byggnadsforskning) R19:1969
3. G Grevstad, A Kobbeltvedt, Undersökelse av avtrekksvindu, 1976 Trondheim
4. R Taesler, Klimatdata för Sverige, (Statens råd för byggnadsforskning) D459, 1972
5. G Grevstad, A Rödseth, Energiforbruk i klimatsystem med avtrekksvindu og varmeveksler







**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
77046-2 från Statens råd för byggnadsforskning
till Paul Petterssons Konstruktionsbyrå AB, Stockholm.**

R82: 1980

ISBN 91-540-3298-9

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6700182

**Abonnemangsgrupp:
W. Installationer**

**Distribution:
Svensk Byggtjänst, Box 7853
103 99 Stockholm**

Cirka pris: 15 kr exkl moms