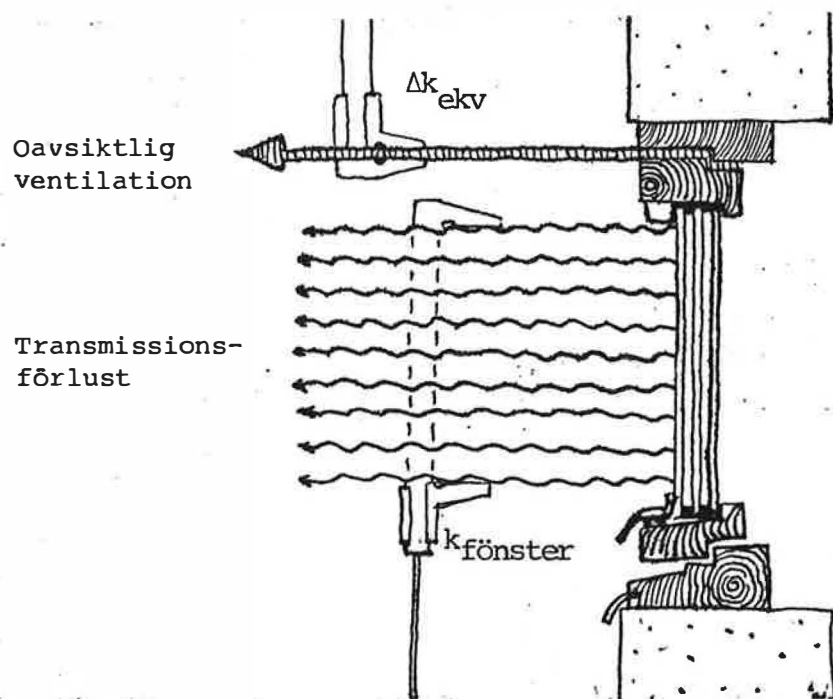


VÄRDERING AV LUFTTÄTHET HOS FÖNSTER



THOMAS LINDQUIST AXEL BERGENSTJERNA

Energiförlusten genom ett fönster kan uppdelas i transmissionsförlust och konvektionsförlust, den senare i form av oavsiktlig ventilation. I Svensk Byggnorm 75 finns krav både på högsta k-värde och högsta luftläckning. Fönster som är tätare än normkravet får lägre konvektionsförlust. Den ändrade konvektionsförlusten kan omvandlas till en fiktiv ändring i k-värdet, Δk_{ekv} . Normkravet för fönster kan då skrivas $k_{fönster} + \Delta k_{ekv} \leq k_{norm}$.

På uppdrag av Statens Planverk beräknas Δk_{ekv} för enbostadshus och ett trevånings flerbostadshus. Ett enkelt samband mellan Δk_{ekv} och fönstertäthet föreslås användas som provisorisk norm i avvaktan på ett breddat beräkningsunderlag.

FÖRORD

Denna utredning har genomförts på uppdrag av Statens Planverk.

Arbetet har uppdelats så att Thomas Lindquist svarat för projektledning, beräkningsprogram och analys och Axel Bergenstjerna för sammanställning av klimat och husdata samt layout. Vi tackar Gunnar Kärrholm och Alf Jergling för värdefulla synpunkter på arbetets uppläggning, Antal Rajnak för lån av beräkningsdator på CTH:s mätcentral, Hjalmar Eriksson för omslagsteckningen samt Carola Jonson för utskrift.

Göteborg i november 1979

Thomas Lindquist

Axel Bergenstjerna

Air Infiltration and Ventilation Centre
University of Warwick Science Park
Barclays Venture Centre
Sir William Lyons Road
Coventry CV4 7EZ
Great Britain
Telephone: (0203) 692050
Telex: 312401
Fax: (0203) 410156

~~18-12-91~~

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	<u>Sid.</u>	
1	BAKGRUND	1
2	FÖRUTSÄTTNINGAR	3
2.1	Allmänna begränsningar	3
2.2	Typfall	4
2.3	Klimatdata	5
2.4	Husdata	7
2.4.1	Delytor	7
2.4.2	Enbostadshus	8
2.4.3	Trevånings flerbostadshus	9
2.4.4	Formfaktorer	10
2.5	Ventilationssystem och ventilationsflöden	13
3	BERÄKNINGSMETOD	14
3.1	Datorprogram	14
3.2	Beräkning av Δk_{ekv}	15
4	RESULTAT OCH VÄRDERING	16
4.1	Beräkningsresultat	16
4.2	Resultatvärdering och förslag till kompletterande beräkningar	18
5	REFERENSER	20
BILAGA	I Klimatris för Göteborg (Torslanda)	
BILAGA	II Husmatris enbostadshus	
BILAGA	III Husmatris trevånings flerbostadshus	
BILAGA	IV Datorprogram "Mikroklimatets inverkan på total- och oavsiktlig ventilation jämte årlig ventilationsförlust"	
BILAGA	V Formfaktorfördelning ur vindtunnelstudier	

Energiförlusten genom ett fönster kan uppdelas i transmissionsförlust och konvektionsförlust, den senare i form av oavsiktlig ventilation. I Svensk Byggnorm 75 finns krav både på högsta k-värde och högsta luftläckning. Fönster som är tätare än normkravet får lägre konvektionsförlust. Det är önskvärt att en ändring i konvektionsförlusten kan omvandlas i en motsvarande fiktiv ändring av k-värdet, Δk_{ekv} . Normkravet för fönster kan då skrivas på den enkla formen: $k_{fönster} + \Delta k_{ekv} \leq k_{norm}$.

Denna rapport redogör för metoden för, och resultatet av en sådan omvandling.

Luftläckningen genom en konstruktionsdel kan vara både önskvärd, som t ex. en del av tilluften vid ett F-system och oönskad, i form av oavsiktlig ventilation. Oavsiktlig ventilation definieras här som skillnaden mellan total ventilation och avsiktlig ventilation. Definitionsmässigt utgör således all oavsiktlig ventilation genom en konstruktionsdel en extra, onödig värmeförlust.

Byggnadens totala ventilation, och därmed även den oavsiktliga ventilationen påverkas av följande parametrar:

- Lokalklimat Ute- och innetemperatur, vindhastighet, vindriktning, vindturbulens
- Huset och dess omgivning Formfaktorer för vind, i sin tur beroende av husform, husorientering, vegetation och kringliggande bebyggelse läckningskaraktistik för enskilda byggnadsdelar
- Ventilationstyp S-, F- eller FT-ventilation
- Flöden Ventilationsflöden i från- och tilluftskanaler

Det är inte möjligt att vid bestämning av oavsiktlig ventilation särbehandla dessa parametrars inverkan. De ingår alla i det kopplade samband som beskriver den oavsiktliga ventilationen.

För att bestämma inverkan av en delparameter, i detta fall graden av fönstertäthet, får man därför ansätta värden på samtliga parametrar som ingår i sambandet och variera delparametern.

En närmare beskrivning av denna s k. känslighetsanalys, dess bakgrund jämte beräkningsresultat finns i Handa, Kärrholm & Lindquist (1979) och Nylund (1979).

2 FÖRUTSÄTTNINGAR

2.1 Allmänna begränsningar

Beskrivningen av den fysiska verkligheten i en beräkningsrutin har krävt förenklingar och preciserade förutsättningar. Endast ett begränsat antal typfall har genomräknats. Detta har betydelse för resultat och analys.

Begränsningar har skett i antalet hustyper, nu medtages bara två stycken, samt beträffande klimatförhållanden, här begränsat till data från Göteborg (Torslanda) uppvärmnings-säsongen 1971.

Förenklingar har skett, framförallt vad gäller formfaktorfördelningen, som i brist på fullskalevärden tagits från modellmätningar i vindtunnel och vidare preciserats till ett begränsat antal delytor för varje hustyp.

Antagande om permeabilitetsfördelningen över byggnadernas delytor har måst göras, av betydelse för resultaten är också att de vindtunnelmätta formfaktorerna gäller friliggande byggnader.

Ingen hänsyn har tagits till inverkan av vindturbulens, boendevanor samt lufttäthet i rumsbegränsningar inomhus.

I stort sett medför ovannämnda beräkningspremissar att resultaten ger för stora värden på den oavsiktliga ventilationen i huspopulationen i stort, och därmed något överdriven inverkan av en variation i fönstertätheten. Det är därför angeläget att beräkningarna kompletteras där så är möjligt, kunskapsfältet är ännu föga utforskat.

2.2 Typfall

Beräkningarna gäller för uppvärmningssäsongen 1971 i Göteborg och omfattar följande fall:

- Enbostadshus med FT-ventilation
- Enbostadshus med F-ventilation
- Trevånings flerbostadshus med FT-ventilation

Husen har normenlig lufttätethet och mekanisk ventilation med normenliga flöden. Fönstren är symmetriskt placerade, fönstrens lufttätethet varierar kring normenligt värde.

2.3 Klimatdata

För beräkningarna erfordras data på samvariationen mellan vindhastighet, vindriktning och utetemperatur. Någon årsstatistik på en sådan samvariation finns ännu ej framtagen, varför den får uppgöras från fall till fall. År 1971 har utvalts att representera ett "normal-år", för vilket SMHI har framställt databand med timvisa värden för ett antal klimatelement. Databandet används vid simuleringar av t ex klimatbetingade energiflöden.

För denna beräkning omfattande uppvärmningssäsongen 1/1 till 19/5 och 12/9 till 31/12 1971 och gällande Göteborg (Torslanda), var det tillfyllest att använda SMHI:s månadsstatistik. Denna innehåller bl a sextimmars medelvärden av vindhastighet, vindriktning och utetemperatur. Före en varaktighetsberäkning klassindelades klimatelementen; utemperaturen i 3-graders intervall, vindhastigheten i 3 m/s intervall och vindriktningen i 45° intervall. Genom husens symmetriegenskaper räcker det sedan med en uppdelning i vindriktningarna 0, 45 och 90°.

Varaktigheterna i timmar av klimatelementen finns återgivna i form av en klimatris i Bilaga I. Där finns även en sammanfattning i form av säsongmedelvärden och gradtimmar.

Den omgivande terrängen inverkar på vindens hastighetsprofil. Under en lägsta höjd, gränshöjden, kan man anta att vindhastigheten är konstant. Över en viss höjd, gradienthöjden, har vinden samma hastighet oberoende av vindprofilen, vilket möjliggör omräkning av vinddata från olika terrängtyper. SMHI:s vindmätningar sker oftast i terrängtyp R, kännetecknad av öppen terräng med små, spridda hinder, t ex flygfält, öppna landskap med enstaka byggnader. Vinddata har här omräknats från denna terrängtyp till terrängtyp B,

beskriven som terräng med talrika, tätt placerade hinder. Typen inkluderar små skogsbestånd och förorter till stora städer. Eftersom de beräknade byggnaderna här har en höjd som understiger gränshöjden, har omräkningen av vindhastigheten kunnat ske med en konstant faktor = 0,833.

I närheten av stora städer utbildas en "värmeö" med förhöjd utetemperatur som följd. Någon hänsyn till en sådan värmeö har inte tagits i beräkningarna.

De lokala klimatdata för uppvärmningssäsongen sammanfattas i nedanstående tabell.

SAMMANFATTNING AV LOKALKLIMATET

VINDRIKTNING	0	45	90	SUMMA
MEDELWINDHAST.M/S	4.726	5.986	7.447	5.891
MEDELTEMP. °C	2.844	4.493	6.132	4.306
VARAKTIGHET (TIM)	2040	2592	1368	6000

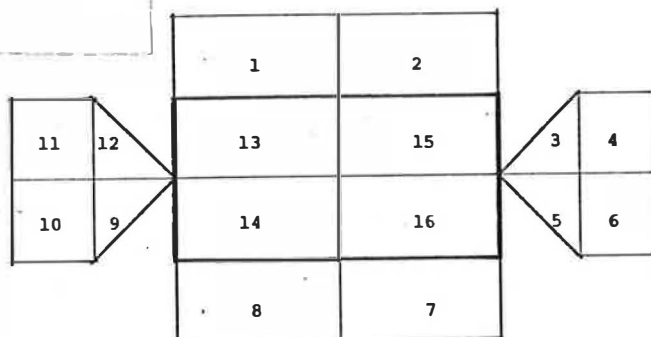
KLIMATMTR. OMF. 94163.98 GRADTIM. FÖR 20.00 GRADER INNETEMP.

2.4 Husdata

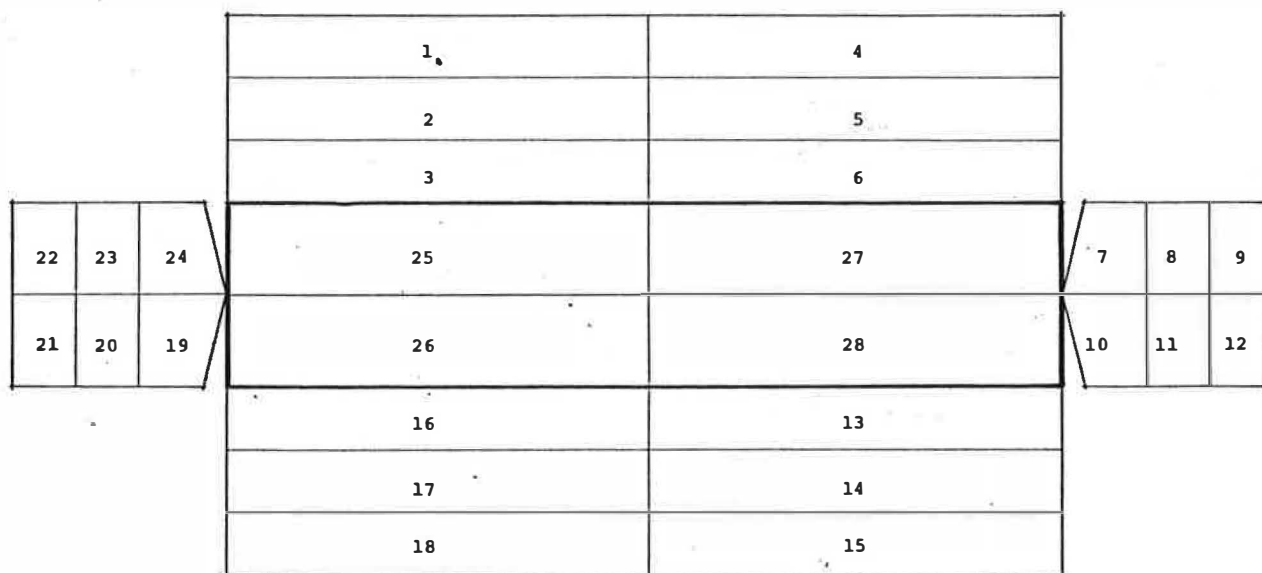
2.4.1 Delytor

Byggnadernas begränsningsytor har uppdelats i delytor. Delytornas antal har valts utgående från variationen hos formfaktorerna inom respektive begränsningsytor.

I figur 2.1a redovisas delytornas antal och numrering för enbostadshuset och i figur 2.1b för flerbostadshuset.



Figur 2.1a Numrering av delytor för enbostadshuset.

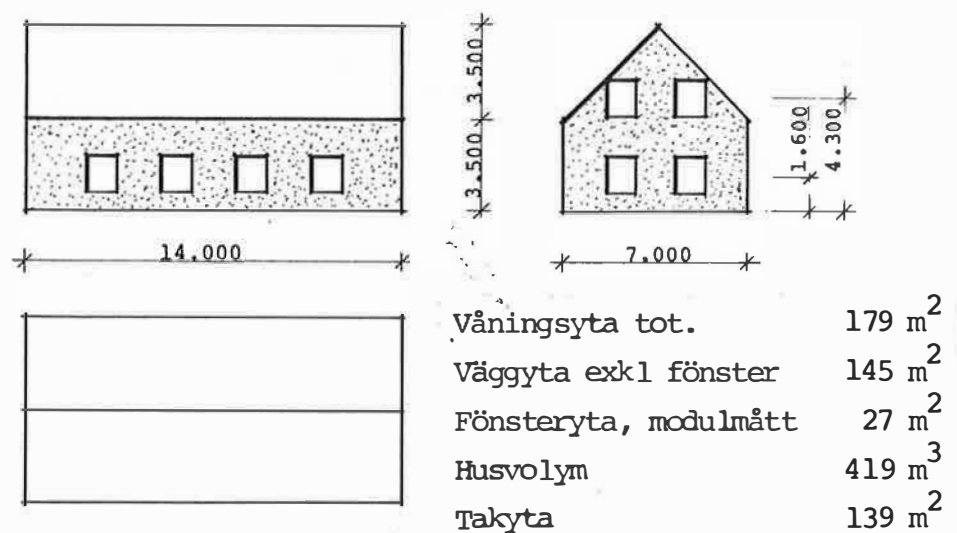


Figur 2.1b Numrering av delytor för flerbostadshuset.

2.4.2 Enbostadshus

Husformen framgår av figur 2.2

Hustätheten har satts till normenliga 3 oms/h vid 50 Pa.
Permeabilitetsfördelningen har valts så att taket är dubbelt så tätt som ytterväggarna. Husdata sammanfattas i en husmatris, se bilaga II

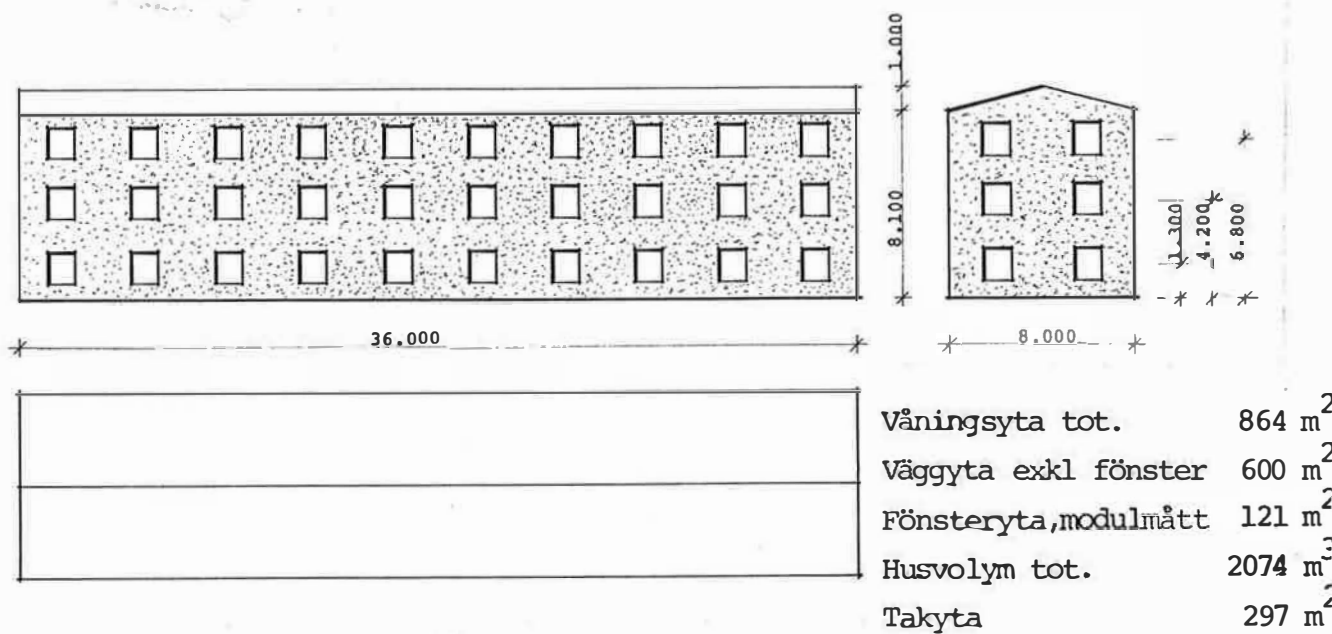


Figur 2.2 Takplan och fasader över enbostadshuset.

2.4.3 Trevånings flerbostadshus

Husformen framgår av figur 2.3

Hustätheten har satts till normenliga l oms/h vid 50 Pa.
Permeabilitetsfördelningen har valts så att taket är dubbelt så tätt som ytterväggarna. Husdata sammanfattas i en husmatris, se bilaga III.



Figur 2.3 Takplan och fasader över flerbostadshuset.

2.4.4 Formfaktorer

Formfaktorerna för byggnaders delytor erhålles i allmänhet ur vindtunnelförsök, där man i nyare mätningar söker efter likna det atmosfäriska gränsskiktet vad avser hastigsgradient och turbulens. I bearbetad form återfinns formfaktorer i olika nationella byggnormer. Dessa är då anpassade att ge dimensionerande vindlast att användas vid hållfasthets- och stabilitetsberäkningar. Sådana normvärden bör inte utnyttjas vid ventilationsberäkningar, då de genom att ge vindtryck "på säkra sidan" systematiskt övervärderar vindens inverkan.

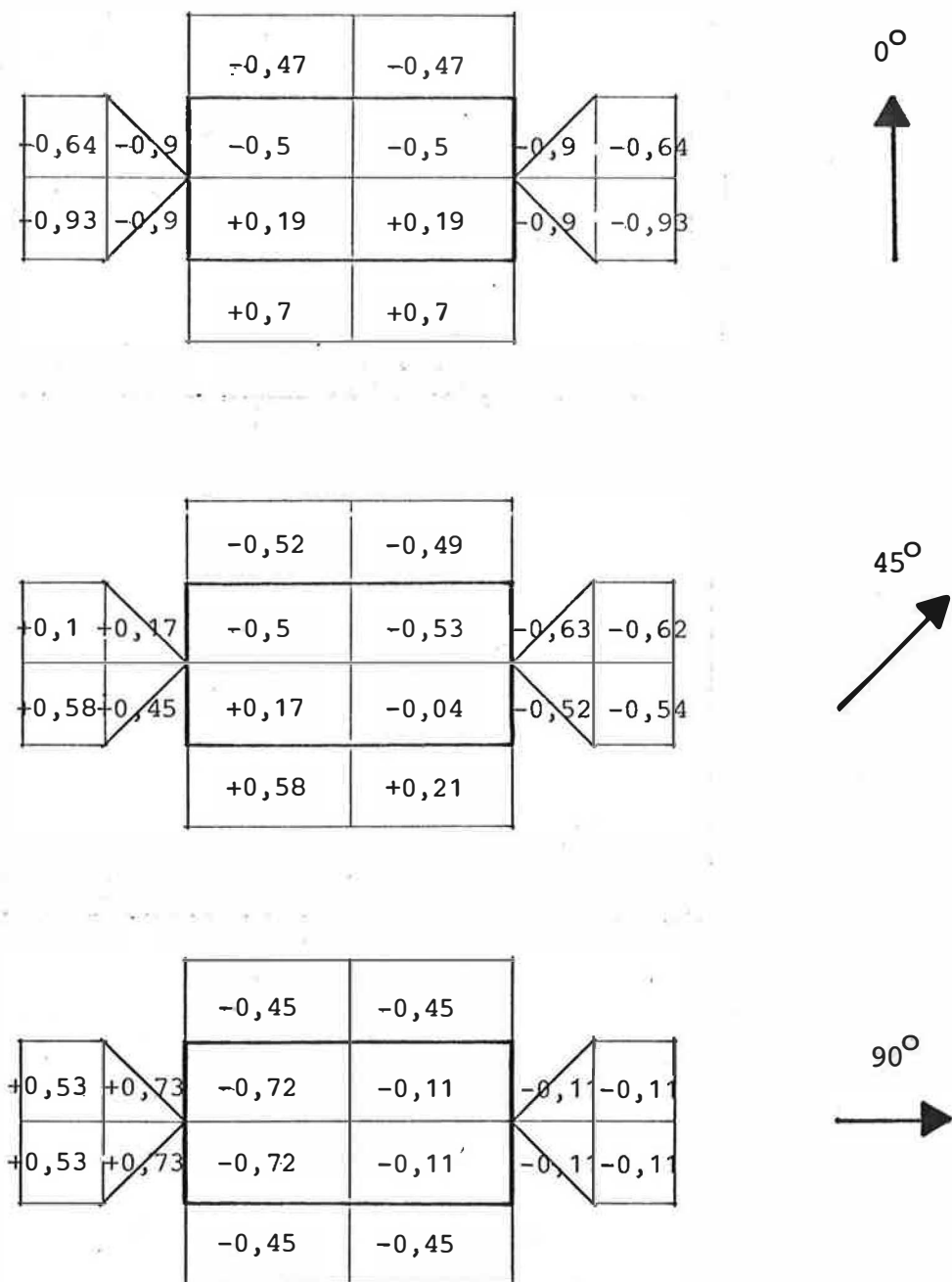
Formfaktorfördelningen över enbostads- och flerbostadshuset återges i figurerna 2.4 - 2.5. Byggnadernas delytor har där begränsats till antalet både med tanke på beräkningstid och formfaktorupplösningen i utgångsmaterialet.

Som utgångsmaterial har använts resultat från vindtunnelmätningar, publicerade av Jensen & Franck (1965), Hellers & Lundgren (1974) samt Chien et al (1951). Utdrag från originalrapporterna återges i Bilaga V.

För enbostadshuset har huvudsakligen använts värden från Jensen & Franck, kompletterade vid 45° anblåsning med värden från Chien et al. Formfaktorerna i den senare rapporten har mätts vid laminär strömning och konstant hastighetsprofil, och har måst bedömas utifrån dessa förutsättningar.

För flerbostadshuset har använts värden från Hellers & Lundgren, vid 45° anblåsning används värden interpolerade ur 40° och 50° anblåsning.

Vid bearbetningen och sammanvägningen av formfaktorerna för de olika delytorna har jämförelse skett med resultatet från vindtunnel- och fullskalemätningar, publicerade av Thuresson (1977). Mätningarna gäller en mindre byggnad med platt tak, varför jämförelsen inskränkts till att gälla en kvalitativ rimlighetsbedömning av formfaktorerna för väggytedelarna.



Figur 2.4 Enbostadshuset. Formfaktorer för respektive delytor och för vindriktningarna 0°, 45° och 90°.

-1,02	-1,00	-0,65	-0,65	-1,29	-1,00
-1,12	-1,17	-0,86	-0,86	-1,12	-1,17
-1,29	-1,00	-0,84	-0,84	-1,02	-1,00
		-1,02	-1,02		
		-1,62	-1,62		
		+0,27	+0,27		
		+0,27	+0,27		
		+0,19	+0,19		

0°
↑
12

+0,20	-0,33	-1,02	-0,72	-0,81	-0,86
+0,11	-0,31	-1,07	-0,76	-0,80	-0,83
+0,12	-0,24	-1,17	-0,80	-0,81	-0,90
		-1,26	-1,07		
		-1,27	-1,26		
		+0,15	-0,03		
		+0,14	-0,05		
		+0,13	-0,17		

45°
↗

-0,25	-0,25	-0,70	-0,38	-0,52	-0,52
+0,35	+0,35	-0,73	-0,55	-0,65	-0,65
+0,52	+0,52	-0,67	-0,37	-0,84	-0,84
		-0,80	-0,12		
		-0,80	-0,12		
		-0,67	-0,37		
		-0,73	-0,55		
		-0,70	-0,38		

90°
→

Figur 2.5 Flerbostadshuset. Formfaktorer för respektive delytor och för vindriktningarna 0°, 45° och 90°.

2.5 Ventilationssystem och ventilationsflöden

För enbostadshuset med FT-ventilation har tilluftsflödet valts till 90 % av frånluftsflödet. Flödet är normenliga $0,35 \text{ l/s m}^2$, vilket innebär ett tilluftsflöde av $203 \text{ m}^3/\text{h}$ och ett frånluftsflöde av $225 \text{ m}^3/\text{h}$; motsvarande en avsiktlig ventilation av $0,54 \text{ oms/h}$.

För enbostadshuset med F-ventilation har frånluftsflödet valts enligt ovanstående, dvs $225 \text{ m}^3/\text{h}$.

För flerbostadshuset med FT-ventilation har tilluftsflödet valts till 90 % av frånluftsflödet. Flödet är normenliga $0,35 \text{ l/s m}^2$, vilket innebär ett tilluftsflöde av $980 \text{ m}^3/\text{h}$ och ett frånluftsflöde av $1088 \text{ m}^3/\text{h}$, motsvarande en avsiktlig ventilation av $0,525 \text{ oms/h}$.

3. BERÄKNINGSMETOD

3.1 Datorprogram

Beräkningen av oavsiktlig ventilation och därmed samhörande energiförlust har skett med hjälp av ett datorprogram, framtaget för BFR-projektet "Mikroklimat och ventilation". Programmet beskrivs i Bilaga IV.

Indata utgörs av klimatdata, som i form av klimatelement bildar en klimatmatris för uppvärmningssäsongen, samt formfaktorer och läckningskaraktistik för byggnadens delytor i form av en husmatris. För klimatmatrisen beräknas gradtimmar samt medelvärden av vindhastighet och utetemperatur. För husmatrisen beräknas klimathöljets totalyta samt ett "provtryckningsvärde" vid 50 Pa.

Via flödesbalansen bestäms i programmet byggnadens internttryck genom ett iterativt förfarande. Med kännedom om flödesbalansen för klimatelementen beräknas sedan flöden genom total- och oavsiktlig ventilation samt motsvarande energiförluster, vilka sedan summeras över uppvärmningssäsongen.

3.2 Beräkning av Δk_{ekv}

vid beräkningen av Δk_{ekv} utgår vi från ventilationsförlusten vid en normenlig fönstertäthet av $1,7 \text{ m}^3/\text{h}$ vid 50 Pa . Vi får då uttrycket

$$\Delta k_{\text{ekv}}(\ell) = \frac{Q_{\ell} - Q_{1,7}}{A_{\text{fönster}} \cdot \nu t} \quad \text{W/m}^2\text{ }^{\circ}\text{C} \quad (3.1)$$

där $\Delta k_{\text{ekv}}(\ell)$ = förändringen av fönstrets fiktiva k-värde vid fönstertätheten $\ell \text{ m}^3/\text{h}$ vid 50 Pa , $\text{W/m}^2\text{ }^{\circ}\text{C}$

Q_{ℓ} = värmeförlusten genom oavsiktlig ventilation vid fönstertätheten $\ell \text{ m}^3/\text{h}$ vid 50 Pa , Wh

$Q_{1,7}$ = ventilationsförlusten genom oavsiktlig ventilation vid normenlig fönstertäthet $1,7 \text{ m}^3/\text{h}$ vid 50 Pa , Wh

$A_{\text{fönster}}$ = total fönsteryta (modulmått), m^2

νt = antal gradtimmar för uppvärmningssäsongen, $^{\circ}\text{Ch}$

4. RESULTAT OCH VÄRDERING

4.1 Beräkningsresultat

I det följande redovisas beräkningsresultaten, varvid följande storheter används:

ℓ = fönstertäthet vid 50 Pa, m^3/h

Q_ℓ = värmeförlust under uppvärmningssäsongen genom oavsiktlig ventilation vid fönstertätheten ℓ , kWh

$\Delta k_{\text{ekv}}(\ell)$ = förändringen av fönstrets fiktiva k-värde vid fönstertätheten ℓ , $\text{W}/\text{m}^2\text{°C}$, se ekv (3.1)

Beräkningsresultaten anges i tabellform, uppdelade på enbostadshuset med F- och FT-ventilation samt flerbostadshuset med FT-ventilation. För samtliga fall gäller att antalet gradtimmar är = 94164 °Ch.

Enbostadshus med FT-system

$$A_{\text{fönster}} = 26,9 \text{ m}^2$$

Värmeförlust genom avsiktlig ventilation = 6992 kWh

ℓ	Q_{ℓ}	$\Delta k_{\text{ekv}}(\ell)$	Täthet vid 50 Pa oms/h
0	4584	-0,078	2,88
1,7	4781	0	2,99
3,4	4977	+0,077	3,10

Enbostadshus med F-system

$$A_{\text{fönster}} = 26,9 \text{ m}^2$$

Värmeförluster genom avsiktlig ventilation = 6992 kWh

ℓ	Q_{ℓ}	$\Delta k_{\text{ekv}}(\ell)$	Täthet vid 50 Pa oms/h
0	1955	-0,060	2,88
3,4	2259	+0,060	3,10

Flerbostadshus med FT-system

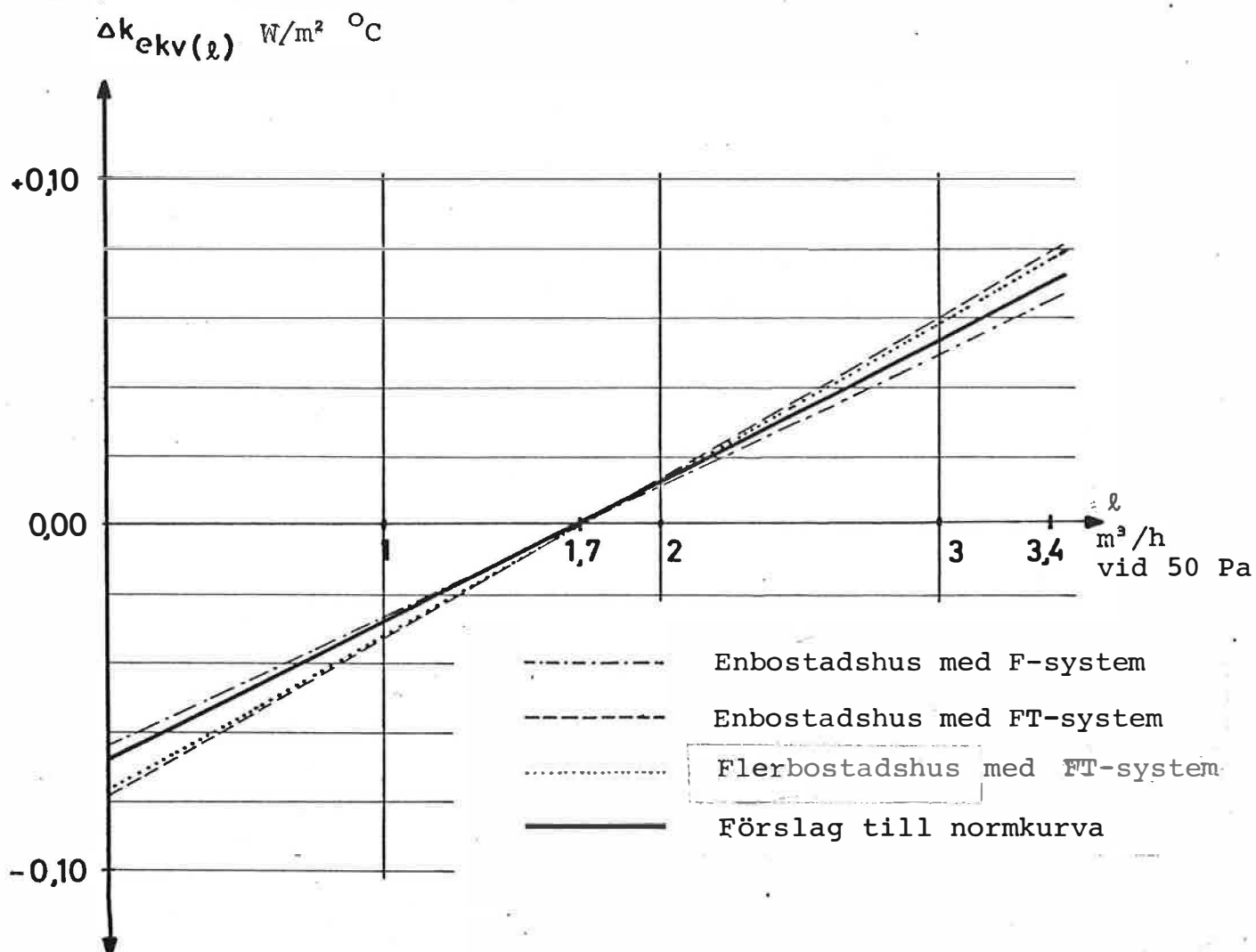
$$A_{\text{fönster}} = 121,0 \text{ m}^2$$

Värmeförluster genom avsiktlig ventilation = 33829 kWh

ℓ	Q_{ℓ}	$\Delta k_{\text{ekv}}(\ell)$	Täthet vid 50 Pa oms/h
0	6718	-0,078	0,90
1,7	7609	0	1,00
3,4	8491	+0,077	1,10

4.2 Resultatvärdering och förslag till kompletterande beräkningar

Resultaten i föregående avsnitt sammanfattas i figur 4.1.



Figur 4.1 Sammanfattning av beräkningsresultat för en- och flerbostadshuset. Helderagen linje betecknar förslag till normkurva:

$$\Delta k_{ekv} = 0.04 \times (\text{verklig fönsterläckning} - 1.7).$$

Beräkningsresultaten för enbostadshuset och flerbostadshuset med FT-ventilation är i det närmaste identiska. Som väntat minskar den oavsiktliga ventilationen vid F-system, inverkan på Δk_{ekv} är dock betydligt mindre än vad skillnaden i oavsiktlig ventilation implicerar, jmf. avsnitt 4.1.

Som tidigare nämnts är beräkningsunderlaget ytterst knapphändigt. Tills vidare bör dock det i figur 4.1 inritade sambandet mellan Δk_{ekv} (enligt 3.2) och fönsterläckning kunna användas vid en översiktlig bedömning.

Sambandet lyder:

$$\Delta k_{ekv} = 0,04 \times (\text{verklig fönsterläckning} - 1,7) \text{ W/m}^2\text{C} \quad (4.1)$$

där fönsterläckningen anges i m^3/h vid 50 Pa.

Beräkningsunderlaget bör kompletteras i följande avseenden:

- Klimatdata för ytterligare två à tre orter
- Punkthus, FT- och F-system
- Höga skivhus, FT- och F-system

Nya beräkningsresultat kan ge ett något mer sammansatt uttryck på Δk_{ekv} än ekvation (4.1). Ingenting tyder dock på att värdet av Δk_{ekv} väsentligt skulle förändras.

5 REFERENSER

- Chien, Feng, Wang and Siao Wind-tunnel studies of pressure distribution on elementary building forms, Iowa Institute of Hydraulic Research, Iowa City, USA, 1951
- Handa K, Kärrholm G & Lindquist T Mikroklimat och luftväxling BFR, rapport T3-1979
- Hellers B-G & Lundgren S Vindbelastning på huskroppar av allmän form - modellprov BFR, rapport R22-1974
- Jensen M & Franck N Model-scale tests in turbulent wind part II Wind loads on buildings The Danish Technical Press Copenhagen 1965
- Nylund P.O. Tjuvdrag och ventilation BFR, rapport T4-1979
- Thuresson S Mätning av vindkrafter på en byggnads väggar och tak BFR, rapport R29-1977

KLIMATMATRIS FOER GOETEBORG, UPPVAERMNINGSSAESONGEN 1971
VARAKTIGHET ANGES I TIMMAR

UTETEMP	VINDRIKTN.	MEDELVINDHASTIGHET I M/S							
		0	2	5	8	11	14	17	20
19	0	0	0	0	6	0	0	0	0
19	45	0	0	0	0	0	0	0	0
19	90	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	6	6	18	0	0	0	0
16	45	0	0	30	18	0	0	0	0
16	90	0	0	12	0	6	0	0	0
13	0	12	18	42	24	12	0	0	0
13	45	0	24	114	72	30	18	0	0
13	90	0	12	72	66	24	24	0	0
10	0	30	42	24	12	12	0	0	0
10	45	0	78	96	72	72	0	6	0
10	90	0	18	42	60	72	30	12	0
7	0	24	72	72	78	54	24	6	0
7	45	0	84	180	126	60	0	0	0
7	90	0	6	66	186	54	24	6	0
4	0	66	126	90	96	24	6	0	0
4	45	0	174	180	168	48	18	6	0
4	90	0	54	102	42	18	6	6	0
1	0	96	144	156	132	60	12	0	0
1	45	0	120	216	120	42	0	0	0
1	90	0	42	60	102	42	0	0	0
-2	0	72	48	78	24	24	0	0	0
-2	45	0	54	90	66	18	0	0	0
-2	90	0	30	18	18	0	12	0	0
-5	0	24	48	0	12	0	0	0	0
-5	45	0	24	42	42	6	0	0	0
-5	90	0	0	0	0	0	0	0	0
-8	0	12	24	0	0	18	0	0	0
-8	45	0	6	30	18	0	0	0	0
-8	90	0	6	12	0	0	0	0	0
-11	0	24	18	12	0	0	0	0	0
-11	45	0	0	12	6	0	0	0	0
-11	90	0	6	0	0	0	0	0	0
-14	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-14	45	0	0	6	0	0	0	0	0
-14	90	0	0	0	0	0	0	0	0

SAMMANFATTNING AV KLIMATMATRISEN:

VINDRIKTNING	0	45	90	SUMMA
MEDELVINDHAST.	4.726	5.986	7.447	5.891
MEDELTEMP.	2.844	4.493	6.132	4.306
VARAKTIGHET (TIM)	2040	2592	1368	6000

KLIMATMATR. DMF. 94163.98 GRADTIM. FOER 20.00 GRADER INNETEMP.

HUSMTRIS

HUSDATA: PLANVERKET SMAAHS, HELT TAETA FOENSTER; PLÅ3

YTA NR	AREA M ²	HOEJD M	PERM. 1E-05	BETA	CP /VINDRIKTINGAR/		
					0	45	90
1	21.14	1.75	11.41	.67	-.47	-.52	-.45
2	21.14	1.75	11.41	.67	-.47	-.49	-.45
3	4.45	5.25	11.41	.67	-.90	-.63	-.11
4	10.57	1.75	11.41	.67	-.64	-.62	-.11
5	4.45	5.25	11.41	.67	-.90	-.52	-.11
6	10.57	1.75	11.41	.67	-.93	-.54	-.11
7	21.14	1.75	11.41	.67	.70	.21	-.45
8	21.14	1.75	11.41	.67	.70	.58	-.45
9	4.45	5.25	11.41	.67	-.90	.45	.73
10	10.57	1.75	11.41	.67	-.93	.58	.53
11	4.45	1.75	11.41	.67	-.64	.10	.53
12	10.57	5.25	11.41	.67	-.90	.17	.73
13	34.64	5.25	5.70	.67	-.50	-.50	-.72
14	34.64	5.25	5.70	.67	.19	.17	-.72
15	34.64	5.25	5.70	.67	-.50	-.53	-.11
16	34.64	5.25	5.70	.67	.19	-.04	-.11
17	3.36	1.60	.00	.67	-.47	-.52	-.45
18	3.36	1.60	.00	.67	-.47	-.49	-.45
19	1.68	4.30	.00	.67	-.90	-.63	-.11
20	1.68	1.60	.00	.67	-.64	-.62	-.11
21	1.68	4.30	.00	.67	-.90	-.52	-.11
22	1.68	1.60	.00	.67	-.93	-.54	-.11
23	3.36	1.60	.00	.67	.70	.21	-.45
24	3.36	1.60	.00	.67	.70	.58	-.45
25	1.68	4.30	.00	.67	-.90	.45	.73
26	1.68	1.60	.00	.67	-.93	.58	.53
27	1.68	1.60	.00	.67	-.64	.10	.53
28	1.68	4.30	.00	.67	-.90	.17	.73

SAMMANFATTNING AV HUSMTRISEN

HUSVOLYM= 419.00 M³TOTAL OMSLUTANDE YTA = 310.08 M²

TAETHETSNIVAÅ VID 50 Pa = 2.88 OMS/H.

- * Storheterna ingår i uttrycket $q = a \cdot k \cdot (\Delta p)^\beta$
där k betecknar konstruktionsdelens permeabilitet, "Perm.",
och β är en empiriskt bestämd exponent, "Beta"; jmf med
ekvation (2) i Bilaga IV.

HUSMATRIS

HUSDATA: PLANVERKET TREVAANINGSHUS, HELT TAETA FOENSTER; PLAG

YTA NR	AREA M ²	HOEJD M	PERM. 1E-05	BETA	CP /VINDRIKTNINGAR/		
					0	45	90
1	40.20	1.35	5.04	.67	-.65	-1.02	-.70
2	40.20	4.05	5.04	.67	-.86	-1.07	-.73
3	40.20	6.75	5.04	.67	-.84	-1.17	-.67
4	40.20	1.35	5.04	.67	-.65	-.72	-.38
5	40.20	4.05	5.04	.67	-.86	-.76	-.55
6	40.20	6.75	5.04	.67	-.84	-.80	-.37
7	11.12	7.25	5.04	.67	-1.00	-.86	-.52
8	9.12	4.05	5.04	.67	-1.17	-.83	-.65
9	9.12	1.35	5.04	.67	-.98	-.90	-.84
10	11.12	7.25	5.04	.67	-1.29	-.81	-.52
11	9.12	4.05	5.04	.67	-1.12	-.80	-.65
12	9.12	1.35	5.04	.67	-1.02	-.81	-.84
13	40.20	6.75	5.04	.67	.27	-.03	-.37
14	40.20	4.05	5.04	.67	.27	-.05	-.55
15	40.20	1.35	5.04	.67	.19	-.17	-.38
16	40.20	6.75	5.04	.67	.27	.15	-.67
17	40.20	4.05	5.04	.67	.27	.14	-.73
18	40.20	1.35	5.04	.67	.19	.13	-.70
19	11.12	7.25	5.04	.67	-1.29	.12	.52
20	9.12	4.05	5.04	.67	-1.12	.11	.35
21	9.12	1.35	5.04	.67	-1.02	.20	.25
22	9.12	1.35	5.04	.67	-.98	-.33	.25
23	9.12	4.05	5.04	.67	-1.17	-.31	.35
24	11.12	7.25	5.04	.67	-1.00	-.24	.52
25	74.25	8.60	2.52	.67	-1.02	-1.26	-.80
26	74.25	8.60	2.52	.67	-1.62	-1.27	-.80
27	74.25	8.60	2.52	.67	-1.02	-1.07	-.12
28	74.25	8.60	2.52	.67	-1.62	-1.26	-.12
29	8.40	1.30	.00	.67	-.65	-1.02	-.70
30	8.40	4.20	.00	.67	-.86	-1.07	-.73
31	8.40	6.80	.00	.67	-.84	-1.17	-.67
32	8.40	1.30	.00	.67	-.65	-.72	-.38
33	8.40	4.20	.00	.67	-.86	-.76	-.55
34	8.40	6.80	.00	.67	-.84	-.80	-.37
35	1.68	6.80	.00	.67	-1.00	-.86	-.52
36	1.68	4.20	.00	.67	-1.17	-.83	-.65
37	1.68	1.30	.00	.67	-.98	-.90	-.84
38	1.68	6.80	.00	.67	-1.29	-.81	-.52
39	1.68	4.20	.00	.67	-1.12	-.80	-.65
40	1.68	1.30	.00	.67	-1.02	-.81	-.84
41	8.40	6.80	.00	.67	.27	-.03	-.37
42	8.40	4.20	.00	.67	.27	-.05	-.55
43	8.40	1.30	.00	.67	.19	-.17	-.38
44	8.40	6.80	.00	.67	.27	.15	-.67
45	8.40	4.20	.00	.67	.27	.14	-.73
46	8.40	1.30	.00	.67	.19	.13	-.70
47	1.68	6.80	.00	.67	-1.29	.12	.52
48	1.68	4.20	.00	.67	-1.12	.11	.35
49	1.68	1.30	.00	.67	-1.02	.20	.25
50	1.68	1.30	.00	.67	-.98	-.33	.25
51	1.68	4.20	.00	.67	-1.17	-.31	.35
52	1.68	6.80	.00	.67	-1.00	-.24	.52

SAMMANFATTNING AV HUSMATRISEN

HUSVOLYM= 2073.60 M³
 TOTAL OMSLUTANDE YTA = 1017.80 M²
 TAETHETSNIVAÅ VID 50 Pa = .90 OMS/H.

* Storheterna ingår i uttrycket $q = a \cdot k \cdot (\Delta p)^\beta$ där k betecknar konstruktionsdelens permeabilitet, "Perm.", och β är en empiriskt bestämd exponent, "Beta"; jmf med ekvation (2) i Bilaga IV.

Bilaga III Husmatris för flerbostadshuset.

Datorprogram "Mikroklimatets inverkan på total och oavsiktlig ventilation jämte årlig ventilationsförlust"

Med programmet beräknas total- och oavsiktlig ventilation och motsvarande energiförluster vid godtyckliga klimatförhållanden. Indata är en klimatmatris innehållande varaktigheten av vind-, vindriktning och temperatur, en husmatris med uppgift om delytors areor, formfaktorer och läckningskaraktäristik samt uppgift om ventilationssystem och -flöden. Programmet är skrivet för Hewlett Packards bordsdatorer HP 35 och PH 45 och utgår från rapporten "Mikroklimat och luftväxling" av Handa, Kärrholm och Lindquist, Statens Råd för Byggnadsforskning, T3:1979.

Med programmet kan man t ex

- värdera lufttätheten hos hela byggnader eller byggnadsdelar; fogar, fönster etc
- värdera hur läbildare i en stadsplan kan påverka ventilationsförlusten
- beräkna faktisk energibesparing vid FT-ventilation med värmeåtervinning.

Beräkningstiden är avhängig av klimat- och husmatrisens storlek. Beräkningstiden för bilagda utskriftsexempel var ca en timme.

Beräkningsuttryck

För varje klimatelement (samhörande värden på vindhastighet, -riktning och utetemperatur) beräknas total- och oavsiktlig ventilation. Följande samband används:

$$\Delta p_n = 0.5 \cdot \rho_0 \cdot \frac{273}{T_u} \cdot c_{pn} v^2 - \rho_0 g \cdot 273 \left(\frac{1}{T_u} - \frac{1}{T_i} \right) z_n + \Delta p_r \quad (1)$$

Δp_n = tryckskillnaden över klimathöljet i en punkt n, positivt för utvändigt övertryck, Pa

ρ_0 = luftens densitet vid 0 °C, = 1.293 kg/m³

c_{pn} = formfaktorn för delytan n

v = lokal vindhastighet, m/s

g = jordaccelerationen, = 9.80665 m/s²

T_u = utetemperatur, °K

T_i = innetemperatur, °K

z_n = avstånd i höjdlängd till delytan från ett valt, horisontellt referensplan, m

Δp_r = skillnaden mellan atmosfärtrycket och innetrycket i en punkt på referensplanet, positivt för utvändigt övertryck, Pa

$$q_n = A_n \cdot k_n \cdot (\Delta p_n)^{\beta_n} \quad (2)$$

q_r = läckflödet genom en delyta, m³/s

A_n = delytans area, m²

k_n = delytans permeabilitet, SI-enheter, angiven för 50 Pa tryckskillnad

β_n = exponent, här = 0.67, ($0.5 \leq \beta_n \leq 1$, där $\beta_n = 0.5$ vid turbulent strömning och $\beta_n = 1$ vid laminär strömning)

$$q_T = q_{MT} + \frac{T_i}{T_n} \sum_{n=1}^N q_n, \text{ för positiva } q_n \quad (3a)$$

q_T = totalt tilluftsflöde, m³/s

q_{nT} = mekaniskt tilluftsflöde, m³/s

$$q_F = q_{MF} + \sum_{n=1}^N \cdot |q_n|, \text{ för negativa } q_n \quad (3b)$$

q_F = totalt frånluftsflöde, m³/s

q_{MF} = mekaniskt frånluftsflöde, m³/s

$$q_T = q_F \quad (4)$$

Den totala ventilationseffekten, P_{tot} , beräknas med uttrycket

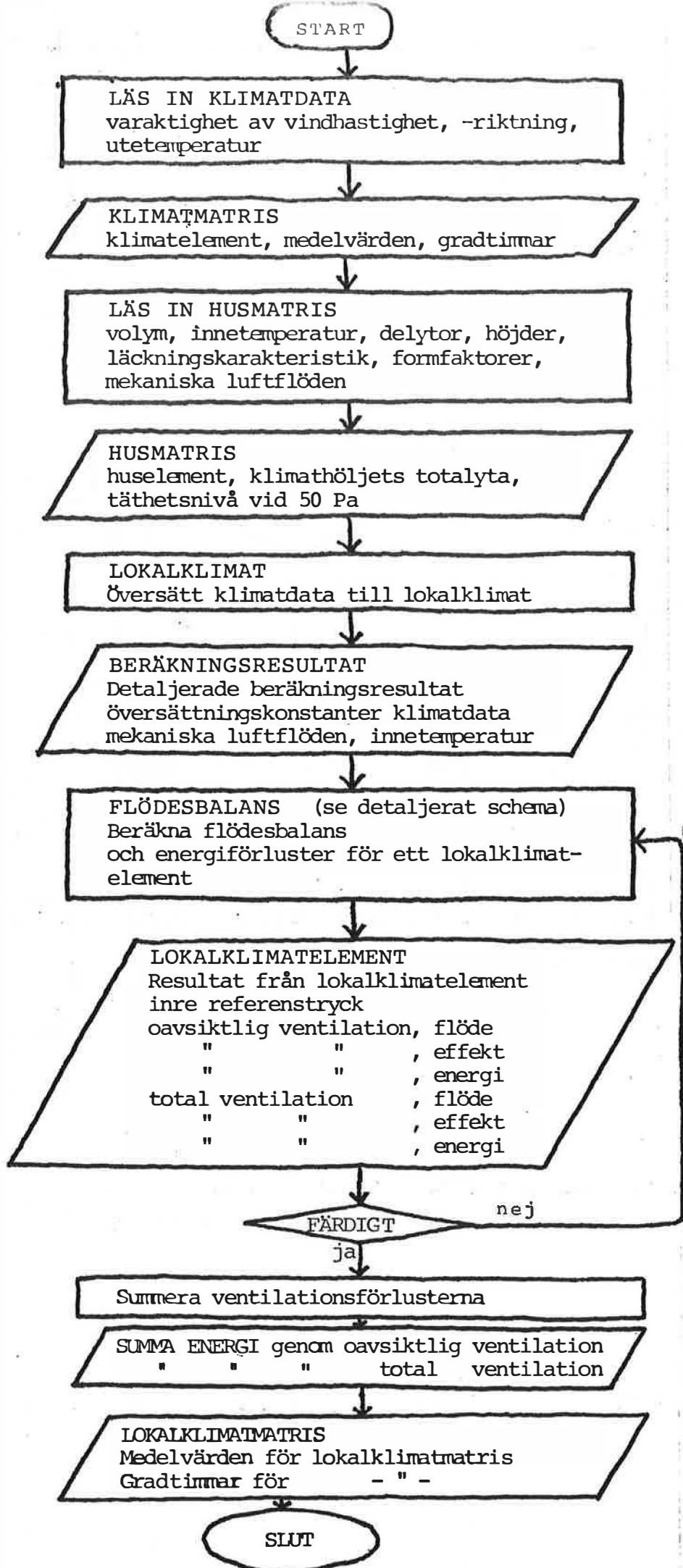
$$P_{\text{tot}} = q_T \cdot 0,33(T_i - T_u), \text{ W} \quad (5)$$

där $0,33 =$ luftens värmekapacitet, torr luft, $\text{Wh/m}^3 \text{ } ^\circ\text{C}$

Effektförlusten, P_{oavs} , genom oavsiktlig ventilation beräknas med uttrycket

$$P_{\text{oavs.}} = (q_T - \max(|q_{\text{MF}}|, |q_{\text{MT}}|)) \cdot 0,33 \cdot (T_i - T_u) \quad (6)$$

det numeriskt största värdet av
mekanisk från- och tilluftsflöde



PROGRAM FÖR BERÄKNING AV MIKROKLIMATETS INVERKAN PÅ TOTAL OCH
DÄRVIKTIG VENTILATION JÄMTE ÅRLIG VENTILATIONSFÖRLUST

THOMAS LINDQUIST, JUNI 1979.

HUSDATA: PLANVERKET TREVRÄNNINGSHUS, HELT TÄTA FÖNSTER; PLÅG

SAMVARIATION MELLAN TEMPERATUR, VINDHASTIGHET OCH VIND-
RIKTNING FÖR GÖTEBORG UPPVÄRMNINGSSÄSONGEN 1971.
(SMHI-DATA FÖR TORSLANDA, 1/1 TILL 19/5 & 12/9 TILL 31/12)

PROMILLEMATRIS FÖR GÖTEBORG, UPPVÄRMNINGSSÄSONGEN 1971
VARJE ENHET MOTSVARAR 6 TIMMAR

UTETEMP	VINDRIKTN.	MEDELVINDHASTIGHET I M/S							
		0	2	5	8	11	14	17	20
19	0	0	0	0	1	0	0	0	0
19	45	0	0	0	0	0	0	0	0
19	90	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	1	1	3	0	0	0	0
16	45	0	0	5	3	0	0	0	0
16	90	0	0	2	0	1	0	0	0
13	0	2	3	7	4	2	0	0	0
13	45	0	4	19	12	5	3	0	0
13	90	0	2	12	11	4	4	0	0
10	0	5	7	4	2	2	0	0	0
10	45	0	13	16	12	12	0	1	0
10	90	0	3	7	10	12	5	2	0
7	0	4	12	12	13	9	4	1	0
7	45	0	14	30	21	10	0	0	0
7	90	0	1	11	31	9	4	1	0
4	0	11	21	15	16	4	1	0	0
4	45	0	29	30	28	8	3	1	0
4	90	0	9	17	7	3	1	1	0
1	0	16	24	26	22	10	2	0	0
1	45	0	20	36	20	7	0	0	0
1	90	0	7	10	17	7	0	0	0
-2	0	12	8	13	4	4	0	0	0
-2	45	0	9	15	11	3	0	0	0
-2	90	0	5	3	3	0	2	0	0
-5	0	4	8	0	2	0	0	0	0
-5	45	0	4	7	7	1	0	0	0
-5	90	0	0	0	0	0	0	0	0
-8	0	2	4	0	0	3	0	0	0
-8	45	0	1	5	3	0	0	0	0
-8	90	0	1	2	0	0	0	0	0
-11	0	4	3	2	0	0	0	0	0
-11	45	0	0	2	1	0	0	0	0
-11	90	0	1	0	0	0	0	0	0
-14	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-14	45	0	0	1	0	0	0	0	0
-14	90	0	0	0	0	0	0	0	0

Forts.

HUSMTRIS

HUSDATA: PLANVERKET TREVAANINGSHUS, HELT TAETA FOENSTER; PLAG

YTA NR	AREA M ²	HOEJD M	PERM. 1E-05	BETA	CP /VINDRIKTNINGAR/		
					0	45	90
1	40.20	1.35	5.04	.67	-.65	-1.02	-.70
2	40.20	4.05	5.04	.67	-.86	-1.07	-.73
3	40.20	6.75	5.04	.67	-.84	-1.17	-.67
4	40.20	1.35	5.04	.67	-.65	-.72	-.38
5	40.20	4.05	5.04	.67	-.86	-.76	-.55
6	40.20	6.75	5.04	.67	-.84	-.80	-.37
7	11.12	7.25	5.04	.67	-1.00	-.86	-.52
8	9.12	4.05	5.04	.67	-1.17	-.83	-.65
9	9.12	1.35	5.04	.67	-.98	-.90	-.84
10	11.12	7.25	5.04	.67	-1.29	-.81	-.52
11	9.12	4.05	5.04	.67	-1.12	-.80	-.65
12	9.12	1.35	5.04	.67	-1.02	-.81	-.84
13	40.20	6.75	5.04	.67	.27	-.03	-.37
14	40.20	4.05	5.04	.67	.27	-.05	-.55
15	40.20	1.35	5.04	.67	.19	-.17	-.38
16	40.20	6.75	5.04	.67	.27	.15	-.67
17	40.20	4.05	5.04	.67	.27	.14	-.73
18	40.20	1.35	5.04	.67	.19	.13	-.70
19	11.12	7.25	5.04	.67	-1.29	.12	.52
20	9.12	4.05	5.04	.67	-1.12	.11	.35
21	9.12	1.35	5.04	.67	-1.02	.20	.25
22	9.12	1.35	5.04	.67	-.98	-.33	.25
23	9.12	4.05	5.04	.67	-1.17	-.31	.35
24	11.12	7.25	5.04	.67	-1.00	-.24	.52
25	74.25	8.60	2.52	.67	-1.02	-1.26	-.80
26	74.25	8.60	2.52	.67	-1.62	-1.27	-.80
27	74.25	8.60	2.52	.67	-1.02	-1.07	-.12
28	74.25	8.60	2.52	.67	-1.62	-1.26	-.12
29	8.40	1.30	.00	.67	-.65	-1.02	-.70
30	8.40	4.20	.00	.67	-.86	-1.07	-.73
31	8.40	6.80	.00	.67	-.84	-1.17	-.67
32	8.40	1.30	.00	.67	-.65	-.72	-.38
33	8.40	4.20	.00	.67	-.86	-.76	-.55
34	8.40	6.80	.00	.67	-.84	-.80	-.37
35	1.68	6.80	.00	.67	-1.00	-.86	-.52
36	1.68	4.20	.00	.67	-1.17	-.83	-.65
37	1.68	1.30	.00	.67	-.98	-.90	-.84
38	1.68	6.80	.00	.67	-1.29	-.81	-.52
39	1.68	4.20	.00	.67	-1.12	-.80	-.65
40	1.68	1.30	.00	.67	-1.02	-.81	-.84
41	8.40	6.80	.00	.67	.27	-.03	-.37
42	8.40	4.20	.00	.67	.27	-.05	-.55
43	8.40	1.30	.00	.67	.19	-.17	-.38
44	8.40	6.80	.00	.67	.27	.15	-.67
45	8.40	4.20	.00	.67	.27	.14	-.73
46	8.40	1.30	.00	.67	.19	.13	-.70
47	1.68	6.80	.00	.67	-1.29	.12	.52
48	1.68	4.20	.00	.67	-1.12	.11	.35
49	1.68	1.30	.00	.67	-1.02	.20	.25
50	1.68	1.30	.00	.67	-.98	-.33	.25
51	1.68	4.20	.00	.67	-1.17	-.31	.35
52	1.68	6.80	.00	.67	-1.00	-.24	.52

SAMMANFATTNING AV HUSMATRISEN

HUSVOLYM= 2073.60 M³TOTAL OMSLUTANDE YTA = 1017.80 M²

TAETHETSNIVAA VID 50 Pa = .90 OMS/H.

Forts.

DETALJERADE BERÄKNINGSRESULTAT

FÖRUTSÄTTNINGAR

HUSDATA: PLANVERKET TREVÄNINGSHUS, HELT TÄTA FÖNSTER; PLÅG

VINDHASTIG. FRÅN KLIMATMATR. HAR ÖMRÄKNATS MED EN FAKTOR = .8330
 LITETEMP. FRÅN KLIMATMATRISEN HAR ÖMRÄKNATS GENOM ADD. AV 0.0000 GRAD. C.
 MEKANISK TILLUFT = .27220 M³/S = 979.92000 M³/H = .47257 OMS/H.
 MEKANISK FRÅNLUFT = .30240 M³/S = 1088.64000 M³/H = .52500 OMS/H.
 INNETEMP. = 20.00000

RESULTAT FÖR KLIMATELEMENTEN (BARA FYLDA ELEMENT MEDTAGNA).

KLIMATELEMENT					BERÄKNINGSRESULTAT				TOTAL VENTILATION		
METR STAT.		LOKALT			P-REF	ÖAVSIKTLIG VENTILAT.					
C	Ft	M/S	C	M/S	Pa	M ³ /H	W	Wh	M ³ /H	W	Wh
19	0	8	19.0	6.66	20.3	316.2	104.3	626	1404.8	464	2782
16	0	2	16.0	1.67	2.9	24.2	32.0	192	1112.9	1469	8814
16	0	5	16.0	4.17	9.5	144.1	190.2	1141	1232.8	1627	9763
16	0	8	16.0	6.66	21.0	325.6	429.8	7736	1414.2	1867	33602
16	45	5	16.0	4.17	9.1	136.2	179.7	5392	1224.8	1617	48502
16	45	8	16.0	6.66	20.3	302.3	399.0	7182	1390.9	1836	33048
16	90	5	16.0	4.17	7.5	60.5	79.8	958	1149.1	1517	18202
16	90	11	16.0	9.16	28.9	277.1	365.8	2195	1365.7	1803	10817
13	0	0	13.0	0.00	2.3	7.7	17.9	215	1096.4	2533	30392
13	0	2	13.0	1.67	3.5	34.9	80.6	1451	1123.5	2595	46717
13	0	5	13.0	4.17	10.1	152.1	351.2	14752	1240.7	2866	120372
13	0	8	13.0	6.66	21.7	335.2	774.2	18582	1423.8	3289	78936
13	0	11	13.0	9.16	38.1	542.1	1252.2	15026	1630.7	3767	45203
13	45	2	13.0	1.67	3.5	32.6	75.3	1806	1121.2	2590	62160
13	45	5	13.0	4.17	9.8	143.7	331.9	37835	1232.3	2847	324517
13	45	8	13.0	6.66	21.0	310.7	717.7	51672	1399.3	3232	232734
13	45	11	13.0	9.16	37.0	506.1	1169.2	35075	1594.8	3684	110517
13	45	14	13.0	11.66	57.8	726.7	1678.6	30215	1815.3	4193	75481
13	90	2	13.0	1.67	3.1	10.9	25.1	301	1099.5	2540	30478
13	90	5	13.0	4.17	8.0	62.6	144.5	10404	1151.2	2659	191467
13	90	8	13.0	6.66	17.0	167.2	386.1	25484	1255.8	2901	191459
13	90	11	13.0	9.16	29.7	280.8	648.7	15570	1369.5	3164	75924
13	90	14	13.0	11.66	46.5	415.6	960.0	23040	1504.2	3475	83394
10	0	0	10.0	0.00	3.1	17.9	59.0	1770	1106.5	3652	109546
10	0	2	10.0	1.67	4.3	44.5	146.7	6162	1133.1	3739	157047
10	0	5	10.0	4.17	10.8	159.9	527.8	12667	1248.6	4120	98887
10	0	8	10.0	6.66	22.4	344.8	1137.9	13655	1433.5	4730	56765
10	0	11	10.0	9.16	38.9	553.9	1827.9	21934	1642.5	5420	65045
10	45	2	10.0	1.67	4.2	42.4	139.8	10901	1131.0	3732	291117
10	45	5	10.0	4.17	10.4	151.0	498.4	47849	1239.7	4091	392730
10	45	8	10.0	6.66	21.7	319.1	1053.1	75823	1407.8	4646	334484
10	45	11	10.0	9.16	37.8	515.5	1701.1	122476	1604.1	5294	381137
10	45	17	10.0	14.16	84.4	979.3	3231.7	19390	2067.9	6824	40945

Forts.

10	90	2	10.0	1.67	3.9	18.0	59.4	1069	1106.6	3652	65734
10	90	5	10.0	4.17	8.7	67.3	222.1	9327	1155.9	3815	160212
10	90	8	10.0	6.66	17.7	169.1	558.2	33492	1257.8	4151	249042
10	90	11	10.0	9.16	30.6	284.5	938.9	67597	1373.1	4531	326258
10	90	14	10.0	11.66	47.4	421.1	1389.7	41690	1509.7	4982	149465
10	90	17	10.0	14.16	68.1	567.6	1873.0	22476	1656.2	5466	65586
7	0	0	7.0	0.00	3.8	27.9	119.8	2875	1116.6	4790	114961
7	0	2	7.0	1.67	5.0	57.0	244.6	17612	1145.7	4915	353872
7	0	5	7.0	4.17	11.4	167.6	718.8	51753	1256.2	5389	388012
7	0	8	7.0	6.66	23.1	354.7	1521.5	118673	1443.3	6192	482954
7	0	11	7.0	9.16	39.7	565.9	2427.8	131103	1654.6	7098	383297
7	0	14	7.0	11.66	61.3	797.9	3422.9	82150	1886.5	8093	194237
7	0	17	7.0	14.16	88.1	1047.4	4493.4	26960	2136.0	9164	54982
7	45	2	7.0	1.67	4.9	53.7	230.5	19360	1142.4	4901	411662
7	45	5	7.0	4.17	11.1	158.7	680.8	122542	1247.3	5351	963189
7	45	8	7.0	6.66	22.4	327.5	1405.2	177050	1416.2	6075	765503
7	45	11	7.0	9.16	38.6	525.0	2252.2	135134	1613.6	6922	415350
7	90	2	7.0	1.67	4.6	30.3	129.8	779	1118.9	4800	28800
7	90	5	7.0	4.17	9.3	72.7	312.0	20589	1161.4	4982	328826
7	90	8	7.0	6.66	18.5	171.2	734.3	136577	1259.8	5405	1005246
7	90	11	7.0	9.16	31.4	288.5	1237.6	66829	1377.1	5908	319023
7	90	14	7.0	11.66	48.5	426.8	1830.9	43943	1515.4	6501	156029
7	90	17	7.0	14.16	69.3	576.6	2473.5	14841	1665.2	7144	42862
4	0	0	4.0	0.00	4.6	38.4	202.7	13378	1127.0	5951	392748
4	0	2	4.0	1.67	5.7	68.4	361.3	45524	1157.1	6109	769775
4	0	5	4.0	4.17	12.1	176.6	932.4	83918	1265.2	6680	601239
4	0	8	4.0	6.66	23.8	364.6	1925.0	184798	1453.2	7673	736608
4	0	11	4.0	9.16	40.5	578.2	3053.0	73272	1666.9	8801	211225
4	0	14	4.0	11.66	62.2	812.8	4291.6	25750	1901.5	10040	60238
4	45	2	4.0	1.67	5.6	64.1	338.5	58905	1152.8	6087	1059060
4	45	5	4.0	4.17	11.7	166.0	876.3	157739	1254.6	6624	1192382
4	45	8	4.0	6.66	23.1	336.0	1774.1	298048	1424.6	7522	1263715
4	45	11	4.0	9.16	39.4	534.5	2822.2	135465	1623.1	8570	411370
4	45	14	4.0	11.66	60.5	764.9	4038.5	72694	1853.5	9787	176158
4	45	17	4.0	14.16	86.5	1011.8	5342.0	32052	2100.4	11090	66540
4	90	2	4.0	1.67	5.4	41.8	220.6	11912	1130.4	5969	322305
4	90	5	4.0	4.17	10.0	77.6	409.7	41793	1166.2	6158	628091
4	90	8	4.0	6.66	19.2	174.3	920.5	38662	1263.0	6669	280079
4	90	11	4.0	9.16	32.3	293.7	1550.8	27914	1382.3	7299	131378
4	90	14	4.0	11.66	49.5	434.1	2292.0	13752	1522.7	8040	48240
4	90	17	4.0	14.16	70.5	586.1	3094.6	18567	1674.7	8843	53055
1	0	0	1.0	0.00	5.3	53.6	336.1	32270	1142.3	7162	687544
1	0	2	1.0	1.67	6.4	79.2	496.8	71534	1167.9	7323	1054445
1	0	5	1.0	4.17	12.8	186.5	1169.1	182379	1275.1	7995	1247199
1	0	8	1.0	6.66	24.6	374.7	2349.2	310092	1463.3	9175	1211094
1	0	11	1.0	9.16	41.3	590.7	3704.0	222240	1679.4	10530	631786
1	0	14	1.0	11.66	63.2	828.1	5191.9	62303	1916.7	12018	144212
1	45	2	1.0	1.67	6.3	74.0	464.3	55714	1162.7	7290	874807
1	45	5	1.0	4.17	12.4	172.8	1083.2	233973	1261.4	7909	1708340
1	45	8	1.0	6.66	23.8	344.6	2160.6	259274	1433.2	8986	1078366
1	45	11	1.0	9.16	40.1	545.3	3419.0	143598	1633.9	10245	430281
1	90	2	1.0	1.67	6.2	52.9	332.0	13944	1141.6	7158	300626
1	90	5	1.0	4.17	10.7	82.6	518.2	31092	1171.3	7344	440639
1	90	8	1.0	6.66	20.0	177.1	1110.5	113271	1265.8	7936	809500
1	90	11	1.0	9.16	33.2	298.7	1872.9	78661	1387.3	8699	365344

-2	0	0	-2.0	0.00	6.1	67.7	491.7	35404	1156.4	8395	604458
-2	0	2	-2.0	1.67	7.1	89.7	651.4	31265	1178.4	8555	410635
-2	0	5	-2.0	4.17	13.4	196.4	1426.1	111235	1285.1	9330	727710
-2	0	8	-2.0	6.66	25.3	384.9	2794.6	67070	1473.6	10698	256754
-2	0	11	-2.0	9.16	42.1	603.5	4381.4	105154	1692.1	12285	294839
-2	45	2	-2.0	1.67	7.0	84.1	610.4	32962	1172.7	8514	459752
-2	45	5	-2.0	4.17	13.0	181.1	1315.1	118362	1269.8	9219	829680
-2	45	8	-2.0	6.66	24.6	353.2	2564.3	169244	1441.9	10468	690877
-2	45	11	-2.0	9.16	40.9	557.0	4043.5	72783	1645.6	11947	215047
-2	90	2	-2.0	1.67	6.9	66.6	483.4	14502	1155.2	8387	251608
-2	90	5	-2.0	4.17	11.4	88.0	638.6	11494	1176.6	8542	153757
-2	90	8	-2.0	6.66	20.7	179.5	1303.5	23463	1268.2	9207	165727
-2	90	14	-2.0	11.66	51.5	448.9	3258.7	39104	1537.5	11162	133946
-5	0	0	-5.0	0.00	6.8	81.4	671.9	16125	1170.1	9653	231676
-5	0	2	-5.0	1.67	7.8	99.9	824.3	39565	1188.6	9806	470666
-5	0	8	-5.0	6.66	26.1	395.4	3261.8	39142	1484.0	12243	146917
-5	45	2	-5.0	1.67	7.8	93.5	771.6	18519	1182.2	9753	234070
-5	45	5	-5.0	4.17	13.7	190.6	1572.4	66040	1279.2	10554	443254
-5	45	8	-5.0	6.66	25.3	362.2	2988.2	125503	1450.8	11969	502717
-5	45	11	-5.0	9.16	41.8	568.7	4691.6	28149	1657.3	13673	82037
-8	0	0	-8.0	0.00	7.6	94.8	876.1	10513	1183.5	10935	131221
-8	0	2	-8.0	1.67	8.5	109.8	1014.7	24352	1198.5	11074	265769
-8	0	11	-8.0	9.16	43.8	629.8	5819.4	104750	1718.4	15878	285812
-8	45	2	-8.0	1.67	8.5	103.5	956.2	5737	1192.1	11015	66091
-8	45	5	-8.0	4.17	14.4	199.9	1847.3	55420	1288.6	11906	357191
-8	45	8	-8.0	6.66	26.1	371.6	3433.2	61798	1460.2	13492	242860
-8	90	2	-8.0	1.67	8.4	91.9	849.1	5095	1180.5	10908	65449
-8	90	5	-8.0	4.17	13.0	96.9	895.6	10747	1185.6	10955	131455
-11	0	0	-11.0	0.00	8.3	107.9	1104.1	26499	1196.6	12241	293782
-11	0	2	-11.0	1.67	9.3	119.5	1222.4	22002	1208.1	12359	222465
-11	0	5	-11.0	4.17	15.6	226.0	2311.8	27741	1314.6	13449	161383
-11	45	5	-11.0	4.17	15.1	209.1	2139.2	25671	1297.8	13276	159312
-11	45	8	-11.0	6.66	26.8	381.0	3898.0	23388	1469.7	15035	90209
-11	90	2	-11.0	1.67	9.2	103.8	1062.2	6373	1192.5	12199	73194
-14	45	5	-14.0	4.17	15.9	218.2	2448.7	14692	1306.9	14663	87980

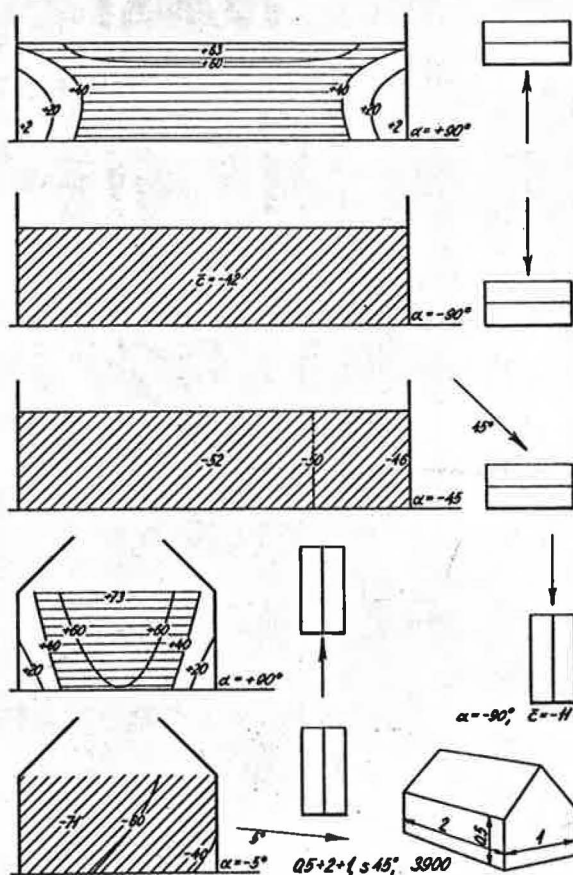
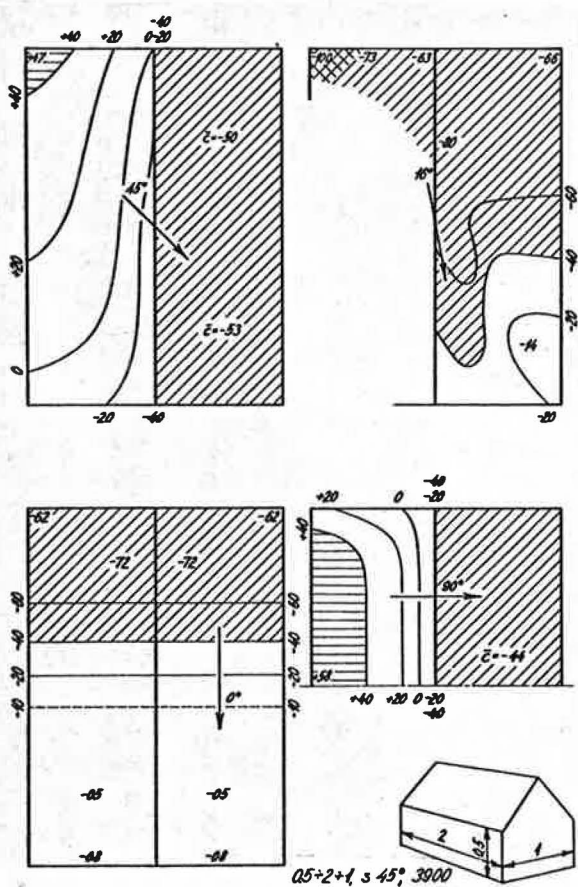
SUMMA DAVSIKTLIG VENTILATION= 6718.248 kWh
SUMMA TOTAL VENTILATION= 40546.778 kWh

SAMMANFATTNING AV LOKALKLIMATET

VINDRIKTNING	0	45	90	SUMMA
MEDELVINDHAST.	3.937	4.986	6.204	4.907
MEDELTEMP.	2.844	4.493	6.132	4.306
VARAKTIGHET (TIM)	2040	2592	1368	6000

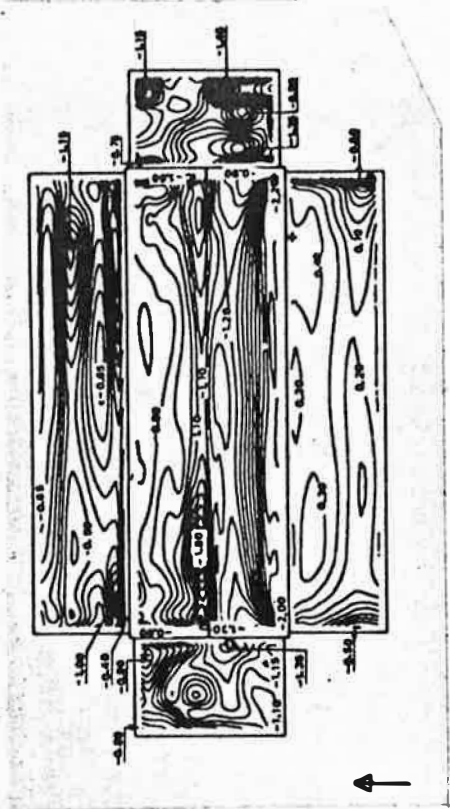
KLIMATMATR. DMF. 94164.00 GRADTIM. FOER 20.00 GRADER INNETEMP.

Formfaktorer

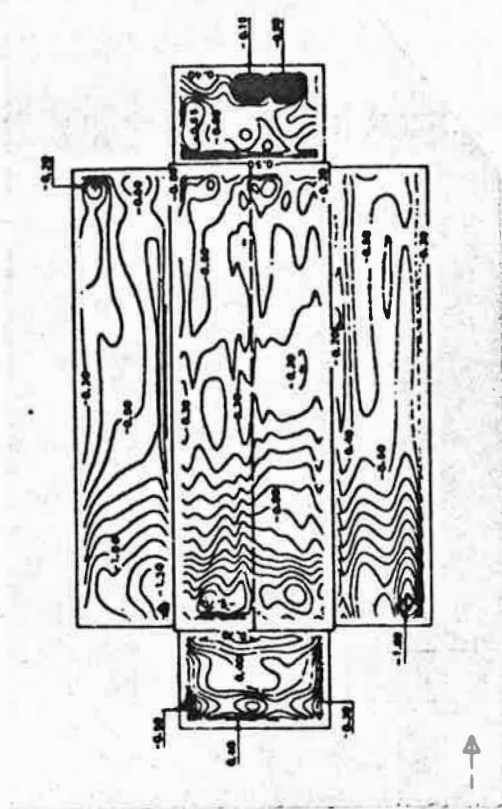


Figur V 1 Formfaktorer för Enbostadshus
(M Jensen & N Franck)

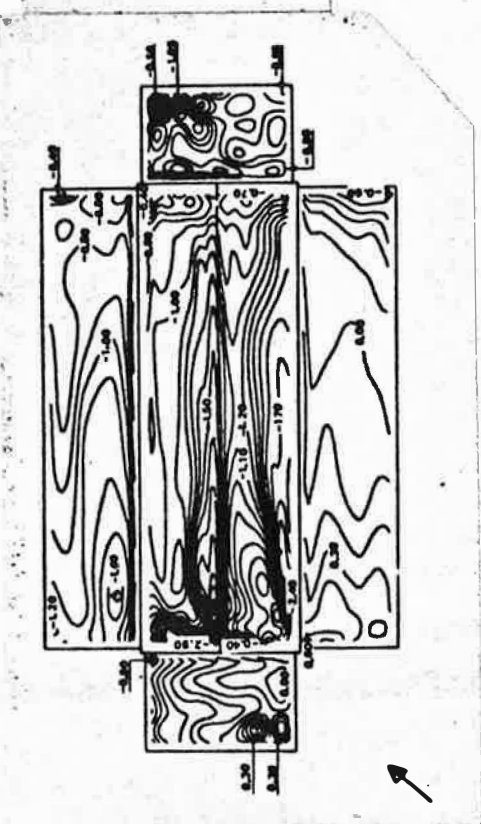
Vindriktning 0°



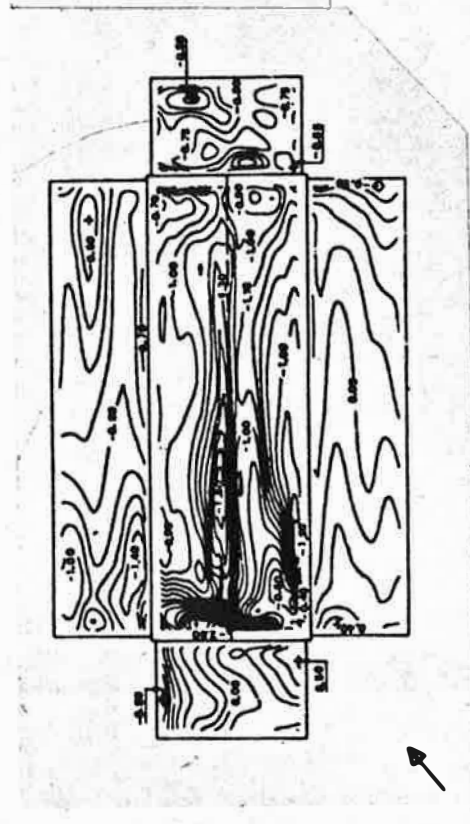
Vindriktning 90°



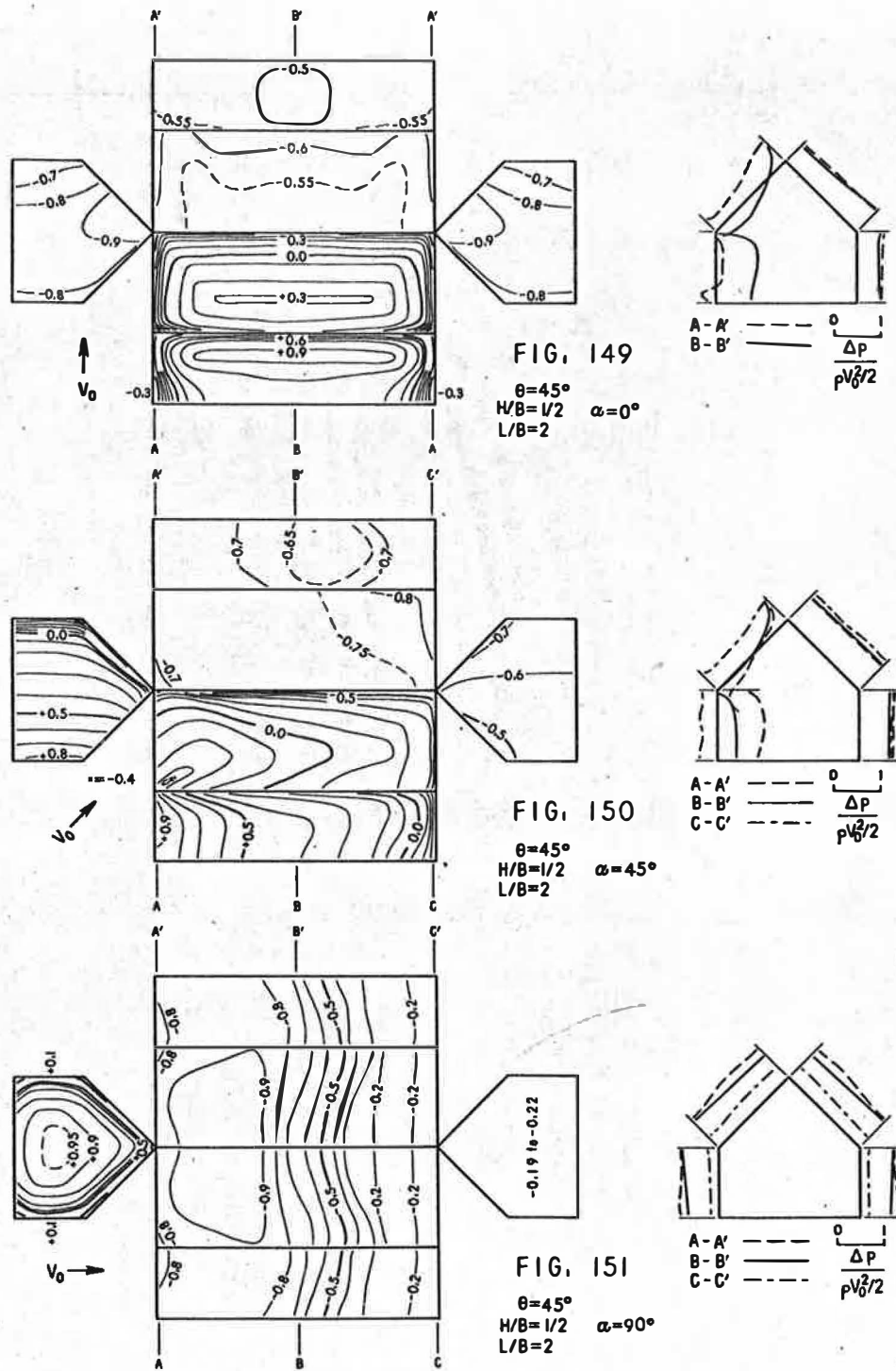
Vindriktning 40°



Vindriktning 50°



Figur V 2 Formfaktorer för trevånings Flerbostadshus
(B-G Hellers & S Lundgren).



Figur V 3. Formfaktorer för Enbostadshus
 (Chien, Feng, Wang och Siao)