



# LUND UNIVERSITY

## Energikloka hus i Järinge - mätperiod 2007

Jensen, Lars

2008

[Link to publication](#)

*Citation for published version (APA):*

Jensen, L. (2008). *Energikloka hus i Järinge - mätperiod 2007*. (TVIT; Vol. TVIT-7024). Avd Installationsteknik, LTH, Lunds universitet.

*Total number of authors:*

1

### General rights

Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: <https://creativecommons.org/licenses/>

### Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117  
221 00 Lund  
+46 46-222 00 00



# Energikloka hus i Järinge - mätperiod 2007

Uppdrag för JM AB

*Lars Jensen*

---

Avdelningen för installationsteknik  
Institutionen för bygg- och miljöteknologi  
Lunds tekniska högskola  
Lunds universitet, 2008  
Rapport TVIT--08/7024



## Lunds Universitet

Lunds Universitet, med nio fakulteter samt ett antal forskningscentra och specialhögskolor, är Skandinaviens största enhet för forskning och högre utbildning. Huvuddelen av universitetet ligger i Lund, som har 100 400 invånare. En del forsknings- och utbildningsinstitutioner är dock belägna i Malmö, Helsingborg och Ljungbyhed. Lunds Universitet grundades 1666 och har idag totalt 6 000 anställda och 41 000 studerande som deltar i ett 90-tal utbildningsprogram och ca 1000 fristående kurser erbjudna av 88 institutioner.

## Avdelningen för installationsteknik

Avdelningen för Installationsteknik tillhör institutionen för Bygg- och miljöteknologi på Lunds Tekniska Högskola, som utgör den tekniska fakulteten vid Lunds Universitet. Installationsteknik omfattar installationernas funktion vid påverkan av människor, verksamhet, byggnad och klimat. Forskningen har en systemanalytisk och metodutvecklande inriktning med syfte att utforma energieffektiva och funktionssäkra installationssystem och byggnader som ger bra inneklimat.

Nuvarande forskning innefattar bl a utveckling av metoder för utveckling av beräkningsmetoder för godtyckliga flödessystem, konvertering av direktelvärmade hus till alternativa värmesystem, vädring och ventilation i skolor, system för brandsäkerhet, alternativa sätt att förhindra rök-spridning vid brand, installationernas belastning på yttre miljön, att betrakta byggnad och installationer som ett byggnadstekniskt system, analysera och beräkna inneklimatet i olika typer av byggnader, effekter av brukarnas beteende för energianvändning, reglering av golvvärmsystem, bestämning av luftflöden i byggnader med hjälp av spårgasmetod. Vi utvecklar även användbara projekteringsverktyg för energi och inomhusklimat, system för individuell energimätning i flerbostadshus samt olika analysverktyg för optimering av ventilationsanläggningar hos industrin.

# Energikloka hus i Järinge -mätperiod 2007

Uppdrag för JM AB

*Lars Jensen*

© Lars Jensen, 2008

ISRN LUTVDG/TVIT--08/7024--SE(68)

Avdelningen för installationsteknik  
Institutionen för bygg- och miljöteknologi  
Lunds tekniska högskola  
Lunds universitet  
Box 118  
221 00 LUND

## Innehållsförteckning

1	Inledning och syfte	5
	Uppdraget enligt kontrakt	6
	Utvärderingsprojektets syfte	7
	Avgränsning	8
	Rapportens disposition	8
2	Byggteknisk beskrivning	9
	Husblock A1-8	9
	Husblock B1-8	10
	Fönster och fönsterdörrar	10
	Fasader och gavlar	11
	Tak	11
	Grund	11
	Mellanväggar	11
	Dimensionerande temperaturer	12
	Tidskonstant	12
3	Installationsteknisk beskrivning	13
	Uppvärmningssystem	13
	Ventilationssystem	13
	FTVP-aggregat för hus A1-8	14
	FTXVP-aggregat för hus B1-8	15
	Solvärmesystem	16
4	Mätdatainsamling	17
	Basdata, soldata och klimatdata	18
	Mätdataföljd	19
	Lagring, kontroll och bearbetning av mätdata	19
5	Klimatdata och boendegrad	21
	Utetemperatur	21
	Vindhastighet	24
	Solinstrålning	24
	Boendegrad	26

6	Årsvärden för energier och värmefaktor	27
	Totalt exklusive hushållsel kWh/m <sup>2</sup>	27
	Totalt inklusive hushållsel kWh/m <sup>2</sup>	28
	Hushållsel kWh/m <sup>2</sup>	29
	Radiatorenergi kWh/m <sup>2</sup>	30
	Ventilationsenergi kWh/m <sup>2</sup>	31
	Varmvattenenergi kWh/m <sup>2</sup>	32
	Energibehov för uppvärmning, ventilation och varmvatten kWh/m <sup>2</sup>	33
	Nettovärmeutbyte mellan radhusenheter kWh/m <sup>2</sup>	34
	Årsvärmefaktor	35
	Totalenergi kWh/m <sup>2</sup> mot frånluftstemperatur	36
7	Frånluftstemperatur	37
8	Tappvatten	51
9	Systemfunktion för hus B4-8	55
10	Solvärmesystem	67

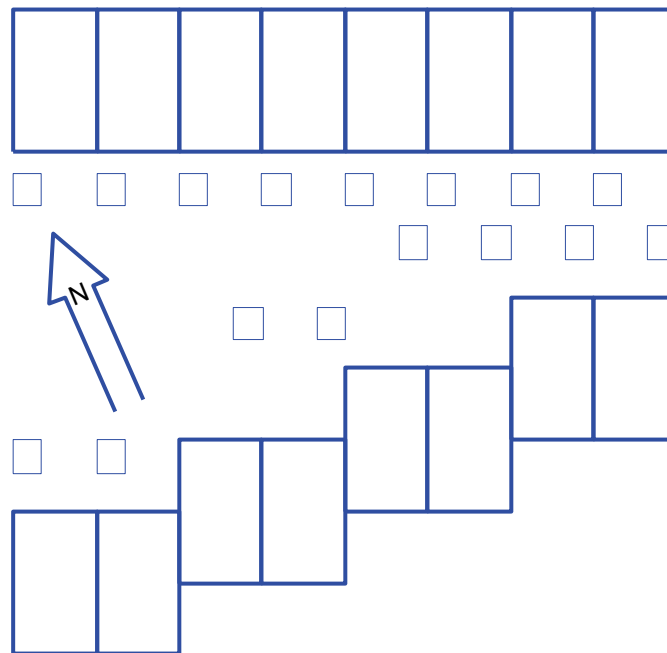
# 1 Inledning och syfte

Projektbeskrivningen daterad 2007-05-14 har följande inledande text:

*JM i Stockholm har låtit bygga energieffektiva radhus i Tensta på Järingegränd. Husen ingick i bomässan Bo06 och omfattar sexton lägenheter fördelade på två radhuslängor. Husen tas i drift successivt från december 2006.*

*Radhusen har karaktären av ett försöksprojekt där syftet är att minimera byggnadens energianvändning utan att göra avkall på de boendes bekvämlighet och komfort samtidigt som ett bra inomhusklimat skapas. JM har preliminärt kvantifierat det årliga behovet av köpt energi till mellan 65 och 95 kWh/m<sup>2</sup> för uppvärmning, varmvatten och el till en merkostnad upp till 80 kkr per radhuslägenhet.*

En kommentar är vad avser el ovan? Hushållselen är dock fritagen från det nya energikravet för bostäder på 110 eller 130 kWh/m<sup>2</sup> för södra respektive norra Sverige. En annan kommentar är att ventilation inte nämns, men den skall givetvis ingå. Totalele och el till värmepumpssystem mäts. Skillnaden blir hushållselen. Boytan är 126 m<sup>2</sup> per radhusenhet.



Figur 1.1 Situationsplan för de två radhuslängorna med förråd i Tensta-Järingegränd

## Uppdraget enligt kontrakt

Uppdraget är beskrivet som följer med några utdrag från kontraktet med *kursiverad text* enligt nedan.

### 1. Uppdragets omfattning

01	<i>Detta kontrakt</i>
02	<i>ABK 96</i>
03	<i>Projektbeskrivning daterad 2007-05-14</i>
04	<i>Ritningsförteckningar och beskrivningar daterade:</i>
	<i>A: 2006-06-27</i>
	<i>Ventilation: 2006-03-28</i>
	<i>VS: 2006-04-19</i>
	<i>Trähusleverantör: 2006-03-24</i>
	<i>VS-beskrivning: 2006-04-19</i>

Projektbeskrivning finns återgiven som Bilaga A.

### 1.2 Uppdragets omfattning

*Uppdraget omfattar hantering av mätvärden från energiprojektet Tensta-Järingegränd. Mätvärden skall katalogiserad och sammanställas samt redovisas som energianvändning per m<sup>2</sup> bostadsyta. I uppdraget ingår att upprätta en slutrapport.*

*Följande mätvärden kommer att överföras:*

#### *VVS*

- Tappkallvatten*
- Tappvarmvatten*
- Värmemängd för radiatorer*
- Värmemängd för solfångare*

#### *El*

- Total el-användning*
- Elanvändning för värmepumpar*
- Elanvändning för FTX-aggregat*
- Elanvändning för el-kassetter*

*Överföring av mätvärden sker genom fjärravläsning via KTC-DUC. Mätvärden paketeras i en excel-fil.*

Totalel och el till värmepumpssystem mäts. Skillnaden blir hushållselen. De tre sista el-mätningarna är sammanslagna till en enda mätning. Värmepumpssystemet försörjer radiatorsystem, FT-ventilation och varmvattenberedning med värme.

Värme till radiatorsystemet mäts, men inte till ventilationssystemet.

Värme till varmvattenberedning mäts inte direkt utan kan skattas med mätt mängd eller volym.

Värme till ventilationssystemet kan skattas med antagande om ett ventilationsflöde och uppvärmning från utetemperatur till frånluftstemperatur, vilken antas vara representativ för innetemperaturen.

De angivna mätningarna stämmer inte helt utan det finns avvikelser. Det finns alltid nio mätningar för alla sexton hus och fyra mätningar för de två solvärmesystemen och en klimatstation med fyra mätningar. Det totala antalet mätdata är 156 (16·9+2·4+4). Aktuella mätningar beskrivs i detalj i avsnitt 4.

## 2 Tider

- 2.1 *Mätningar skall påbörjas i samband med inflyttning för respektive bostad och skall fortgå under en period av minst två år, dock minst två uppvärmningssäsonger.*
- 2.2 *Slutrapport upprättas efter att samtliga mätningar slutförts, preliminärt i april 2009.*
- 2.3 *Delredovisning sker löpande.*

## Utvärderingsprojektets syfte

Syfte enligt projektbeskrivning återges nedan.

*Syftet med utvärderingsprojektet är att ta reda fram ett underlag som kan fungera som underlag för beslut om det finns potential att bygga fler så energieffektiva hus i framtiden och kanske till och med använda det som standardkoncept. Indirekt blir syftet därmed också att ta reda på om*

- *målet för energianvändningen uppnåddes*
- *inneklimatet blev bättre än vid traditionellt byggande*
- *den ökade investeringskostnaden i energibesparande teknik – både i byggnad och installationer totalt sett verkligen är lönsam.*

## Avgränsning

Denna rapport omfattar en tidsperiod från 2007-01-30 till 2008-01-13 och benämns mätperiod 2007, vilket inte är ett helt år. Det har bedömts vara viktigare att komma igång med utvärdering av mätningarna under 2007 än att invänta ytterligare mätdata.

Det kan också tillfogas att endast dygnsmedelvärden kommer att bearbetas, eftersom det saknas en stor andel timvärden. Det finns också mätdata som är felaktiga och därför går det inte att göra en allt för djuplodande analys av mätdata. En viss grovsortering av vad som är rimliga mätdata har gjorts. Någon manuell utsortering av felaktiga mätdata har inte gjorts.

Några slutsatser om huruvida husen uppfyller de ställda målen görs inte i denna rapport för mätperioden 2007. Köpt el exklusive hushållsel är klart mindre än den övre gränsen 95 kWh/m<sup>2</sup> för alla sexton hus. All köpt el ligger under 110 kWh/m<sup>2</sup> för alla hus utom hus A5.

Det saknas en del sifferuppgifter om U-värden och solvärmesystem i delrapporten.

## Rapportens disposition

En byggteknisk och en installationsteknisk beskrivning ges i avsnitt 2 respektive avsnitt 3.

Mätdatainsamlingssystem beskrivs i avsnitt 4 uppdelat på basdata (lika för alla hus), soldata för två hus och gemensamma klimatdata för alla hus. Mätning sker varje timme av totalt 156 olika mätvärden. Den aktuella mätperioden, benämnd 2007, omfattar tiden från 2007-01-30 till 2008-01-13 eller totalt 8367 timmar. Det saknas nästan 400 timmar under en januarimånad för att få ett helt år på 8760 timmar. Det saknas också ett stort antal timvärden. Redovisningen i denna rapport avser därför endast dygnsvärden.

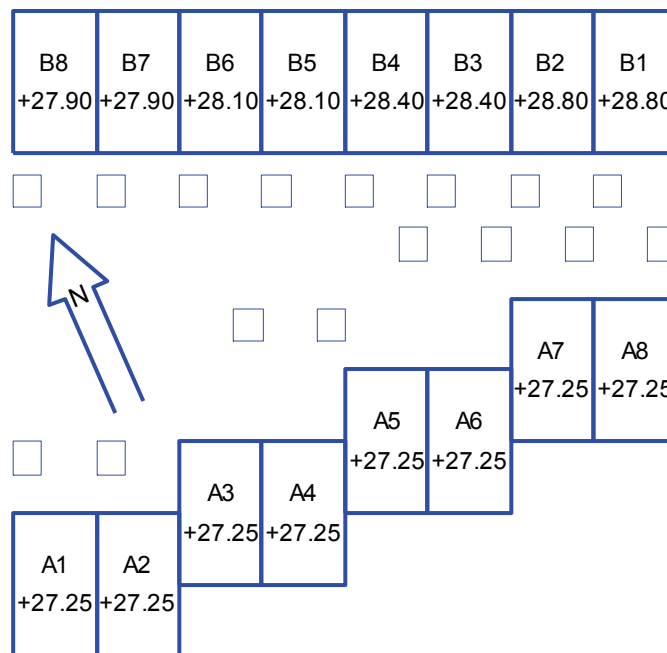
Uppmätta klimatdata såsom utetemperatur, solinstrålning och vindhastighet redovisas i avsnitt 5. Utetemperatur redovisas särskilt sorterad som ett varaktighetsdiagram och i form av en framräknad gradtimmefunktion, dito drifttidsfunktion och dito frekvensfunktion. Boendegraden redovisas också, eftersom all radhusenheter inte har varit bebodda hela mätperioden 2007.

Årsvärden för olika energier räknat per m<sup>2</sup> bostadsyta har uppmätts och skattas och redovisas i avsnitt 6. Ett värmeutbyte mellan radhusenheter och en årsvärmefaktor beräknas och redovisas också.

Den enda temperaturmätning som görs i varje radhusenhet är frånluftstemperaturen, vilken används som ett mått på innetemperaturen. Frånluften tas nära innertaksnivå i kök och hygienutrymmen, vilket bör ge en något förhöjd temperatur i förhållande till rumsluftstemperaturen 1.2 m över golv. Medelvärden har beräknats för hela året, för utetemperaturer lägre än 10 °C eller högre än 10 °C. Hur temperaturregleringen sköts manuellt eller automatiskt för alla radhusenheter undersöks med frånluftstemperatur uppritad som funktion av utetemperatur. Detta gäller även medelvärden för alla A-hus och alla B-hus.

## 2 Byggteknisk beskrivning

Bebyggelsen omfattar två radhuslängor A och B med åtta radhusenheter vardera. Radhusenheterna för längan A är parvis förskjutna i sidled, medan längan B är parvis förskjuten i höjdlid, vilket framgår av situationsplan med plushöjder i Figur 2.1 nedan.



Figur 2.1 Situationsplan för de sexton radhusenheterna i Tensta-Järingeområdet.

De sexton radhusenheterna består av samma radhus med samma byggmått med längd 11.046 m, bredd 6.387 m, nedre rumshöjd 2.500 m och övre rumshöjd 2.400 m. Innermått är längd 10.340 m och bredd 6.115 m. Det som skiljer är parvisa förskjutningar i sidled eller höjdlid. Mellanbjälklagets tjocklek är 0.250 m. Bostadsytan är 126 m<sup>2</sup>.

### Husblock A1-8

De åtta A-husen är parvis förskjutna i sidled med 5500 mm. Den genomsnittliga värmeförlusten för transmission och köldbryggor är 55 W/K för ett A-hus utifrån ett totalvärde på 440 W/K för en A-länga. En enklare uppdelning efter läge inom en länga ger 60.8 W/K för gavelhus och 54.2 W/K för innerhus.

A-husen är orienterade med gatusida åt sydväst och gårdsida åt nordost.

## Husblock B1-8

De åtta B-husen är parvis förskjutna endast i höjdlid med 400 mm för B2-3, 300 mm för B4-5 och 200 mm för B6-7. Den genomsnittliga värmeförlusten för transmission och köldbryggor är 52.5 W/K för ett B-hus utifrån ett totalvärde på 420 W/K för en A-länga. En enklare uppdelning efter läge inom en länga ger 57.5 W/K för gavelhus och 50.8 W/K för innerhus.

B-husen är orienterade omvänt mot A-husen med gatusida åt nordost och gårdsida åt sydväst.

## Fönster och fönsterdörrar

Det finns fyra fönsterstorlekar F1-4 och en fönsterdörr FD med mått enligt sammanställning nedan en radhusenhet. Det som skiljer är att sju radhusenheter har ett gavelfönster. Fönstren är kopplade och av typ 2+1 och med ett  $U_p$ -värde på 1.0 W/m<sup>2</sup>K, vilket även gäller för fönsterdörrar och entredörrar.

beteckning	antal gatusida	antal gårdsida	bredd m	höjd m	yta m <sup>2</sup>	W/K
F1			1.185	1.185	1.404	
F2	2	2	1.385	1.385	1.918	7.672
F3	1		2.085	1.385	2.888	2.888
F4		1	2.085	1.585	3.305	3.305
FD		2	0.985	2.185	2.152	4.304
ED	1		0.995	2.185	2.174	2.174
summa						20.343

Siffrorna ovan visar att fönster och dörrar har ett sammanlagt specifikt värmebehov på 20.3 W/K för hus utan gavelfönster och 21.7 för hus med ett gavelfönster enligt typ F1. Det finns en större skillnad i yta för fönster och fönsterdörrar mellan gatu- och gårdsida. De två ytorna blir 6.7 respektive 11.4 m<sup>2</sup>.

De tvåhuslängorna har olika orientering av gatusida och gårdsida, vilket innebär att solinstrålning kan bli något olika för de två radhuslängorna. De små näraliggande förråden kan bidra till skuggning av sol för B-längan.

## Fasader och gavlar

Träregekonstruktioner. Inga uppgifter på U-värden.

## Tak

Alla tak har lösullsisolering med en tjocklek på minst 500 mm och extra uppfyllning vid nivåskillnader mellan två radhusenheter. Inga uppgifter på U-värden.

## Grund

Platta på mark med 100 mm betong på isolering av 100 mm falsad cellplast samt 150 mm singel med extra isolering runt kantbalk 200 mm. Vid lägenhetsskiljande vägg skall betongplatta avskiljas. Inga uppgifter på U-värden.

## Mellanväggar

Varje radhusenhet är fristående från övriga radhusenheter och byggs med fabriksstillverkade väggelement. De skiljande mellanväggarna består av två väggelement ett för vardera radhusenhet med en skiljande luftspalt som är 30 mm. Luftspalten skall vara fylld med lösull.

Radhusenhetsskiljande väggar (egentligen halva väggen) har ett U-värde på 0.39 W/m<sup>2</sup>K för en regelandel på 0.1 och en uppbyggnad inifrån räknat dubbelgips 26 mm, 95 mm mineralull och vindpapp. Det finns ingen diffusionsspärr monterad i dessa väggar. Montagespalternas skiljande längder är 5.5 m eller 11 m beroende om de intilliggande radhusenheterna är förskjutna i sidled eller inte. Spaltens höjd är 5.15 m.

Den ihopbyggda radhusenhetsskiljande mellanväggen har ett U-värde som kan uppskattas till avrundat till 0.2 W/m<sup>2</sup>K.

Värmeöverföring mellan två radhusenheter kan uppskattas med 10 W/m<sup>2</sup>K för en hel mellanvägg utan förskjutning och 5 W/m<sup>2</sup>K för en mellan vägg med förskjutning i sidled. Förskjutning i höjded försummas.

Om det finns ett yttre luftläckage in och ut ur mellanväggsspalten, kan detta medföra betydande värmeförluster som om mellanväggen var en yttervägg. Detta har utretts närmare i en arbetsrapport TVIT-7021 med titeln *Luftströmning i byggnadskonstruktioner*. Ett principexempel för mellanväggar finns återgivet i avsnitt 5 sidorna 43-47.

## Dimensionerande temperaturer

Alla dimensionerande temperaturer sammanställs nedan:

temperatur	°C
inne	21
ute	-20
framledning radiator	45
returledning radiator	35
varmvatten	55
färskvatten	10

## Tidskonstant

Ett enkelt överslag har gjorts för fallet med och utan ventilation. Den specifika förlusten är 126 W/K respektive 54 W/K för ett medelhus. Den specifika värmeförlusten är 860 W/K för de två radhuslängorna sammanslagna.

Värmekapaciteten har beräknats för 63 m<sup>2</sup> 100 mm betong, dubbelgips 26 mm i alla ytterväggar, alla innerväggar lika med en vånings yttervägg, 20 m<sup>2</sup> fönster 4 mm, golv ovanvåning 22 mm trä och innertak som enkel gips 13 mm.

De två tidskonstanterna är 51 h respektive 118 h. Den senare gäller vid strömavbrott.

### 3 Installationsteknisk beskrivning

#### Uppvärmningssystem

Husen värms genomgående med radiatorer i vardagsrum, kök och hall i bottenvåningen. Alla fyra rum på ovanvåningen är förberedda för uppvärmning med radiatorer med framdragna rörinstallationer. Det finns dock i en del av husen en radiator monterad i ett rum på ovanvåningen, vilket framgår av de installerade radiator effekterna enligt Tabell 3.1 nedan.

Tabell 3.1 Installerad radiator effekt

hustyp	vardagsrum W	kök W	hall W	sovrums W	summa W
A1	575	343	428	305	1653
A2 A4 A6	575	207	428	292	1476
A3 A5 A7	575	207	428	0	1184
A8	575	299	428	292	1584
B1	575	343	428	305	1653
B2	513	233	428	0	1174
B3-7	513	233	428	0	1174
B8	575	299	428	292	1584

#### Ventilationssystem

Alla hus har FT-ventilation med ett beräknat tilluftsflöde på 50 l/s och ett något större frånluftsflöde på 60 l/s. Luftflödena sammanställs i Tabell 3.2 nedan.

Tabell 3.2 Ventilationsflöden

rum	tilluftsflöde l/s	frånluftsflöde l/s
vardagsrum	15	-
hall	10	-
sovrums 10.7 m <sup>2</sup>	5	-
sovrums 12.4 m <sup>2</sup>	5	-
sovrums 12.6 m <sup>2</sup>	10	-
sovrums 9.1 m <sup>2</sup>	5	-
tvättrum	-	20
kök	-	10
wc/dusch	-	15
badrum	-	15
summa	50	60

Obalansen mellan tilluft och frånluft är avsedd att förhindra exfiltration, när frånluftsflödet blir mindre än tilluftsflödet. Detta inträffar, eftersom frånluftsfiler sätts igen fortare än tilluftsfilter. Frånluften innehåller betydligt fler och större partiklar än tilluften. Exfiltration kan leda till kondensering i byggnadskonstruktionen och därmed följande fuktskador.

Det skall också påpekas att det finns ett luftflöde från ovanvåning till bottenvåning. Om infiltrationen fördelas lika upp/nere som 5/5 l/s, tilluft är 25/25 l/s och frånluft 15/45 l/s blir nerflödet 15 l/s.

## FTVP-aggregat för hus A1-8

De åtta A-husen har ett FTVP-aggregat Fighter 410P av fabrikat Nibe för varmvatten, uppvärmningssystem och ventilation. Kompressoreffekten är på 650 W.

Aggregatet kan värma tilluften betydligt och enligt datablad fås för tilluftsflödet 50 l/s och dimensionerande utetemperatur -20 °C fås en effekt på 3600 W. Detta kan räknas om till en tilluftstemperatur på 40 °C och innebär ett nettotillskott på 1200 W om innetemperaturen antas vara 20 °C.

Tilluftsvärmebatteriet är parallellkopplat med radiatorsystemet som en radiator och har därför samma framledningstemperatur som radiatorsystemet. Detta bör ge tilluftstemperatur som är en funktion av utetemperaturen.

Hur värmebatteriet skyddas mot frysning, anges inte i datablad. Det finns alltid en risk vid strömbortfall genom att någon form för självdragsventilation uppstår. Det finns ett spjäll inritat för uteluften, men dess funktion anges inte.

Ventilationsflödet kan ställas in i tio olika steg för att kunna användas för normal och nominell drift. Brukaren kan växla mellan forcerad ventilation, normal och reducerad ventilation. Lägsta ventilationsflöde är 30 l/s för att passa värmepumpens effektupptag.

Ett viktigt påpekande är att tilluftsflödet skall projekteras till omkring 0.8 av frånluftsflödet för att undvika risk för övertryck i byggnaden. Det projekterade förhållandet är 0.83 (50/60).

Aggregatet saknar värmeväxlare för värmeåtervinning mellan frånluft och tilluft. Sommartid innebär detta att någon oönskad uppvärmning inte sker, eftersom värmeåtervinning sker med värmepumpning mellan frånluft och tilluft.

Aggregatet har ingen funktion för klimatkyla genom omkastning värmepumpsdriften.

Aggregatet har en elpatron på 9 kW med leveranseffekt på 8 kW.

Värmepumpen har propan som arbetsmedium, vilket kräver en minsta frånluftsventilationsflöde om 5 m<sup>3</sup>/h (1.4 l/s) vid golvnivå där aggregatet finns uppställt för ett läckage inte skall leda till risk för explosion. Mängden propan är 0.495 kg. Propans molekylvikt är 44 jämfört med lufts blandvärde på 29. Propans densitet är omkring 1.8 kg/m<sup>3</sup> jämförs med lufts 1.2 kg/m<sup>3</sup>. Det sker en betydande omblandning på grund av olika temperaturskillnader mellan olika rumsytor och rumsluft. Teoretiskt uppstår en obetydlig skillnad i halt för en blandning mellan två gaser med olika densitet under förutsättning att det inte finns några lufrörelser utan blandning sker genom diffusion, alltså endast molekyrlörelser.

## FTXVP-aggregat för hus B1-8

De åtta B-husen har ett FTXVP-aggregat Vitores 343 av fabriken Viessmann för varmvatten, uppvärmningssystem och ventilation. Avgivna data är följande:

- avgiven värmeeffekt för värmepump 1.5 kW
- värmepump - eltillskott 7.5 kW
- värmefaktor > 4.5
- avgiven kyleffekt för värmepump 1.1 kW
- ackumulatorvolym 250 l
- ackumulatortemperatur 60 °C
- elpatron 2, 4, 6 kW
- verkningsgrad ventilationsåtervinning 0.80

Uppvärmningsbehovet i huset tillgodoses i första hand med tilluften och i andra hand med radiatorer eller golvvärmslingor.

Sommartid kan ventilationsvärmeåtervinningen kopplas bort genom förbigång av ett luftflöde.

Luftbatteri i avluft och tilluft arbetar med direktexpansion och behöver därför inte frysskyddas.

Värmepumpens kompressoreffekt kan uppskattas till 400 W utifrån angiven värme- och kyleffekt på 1.5 kW respektive 1.1 kW och motsvarande värmefaktor blir 3.75.

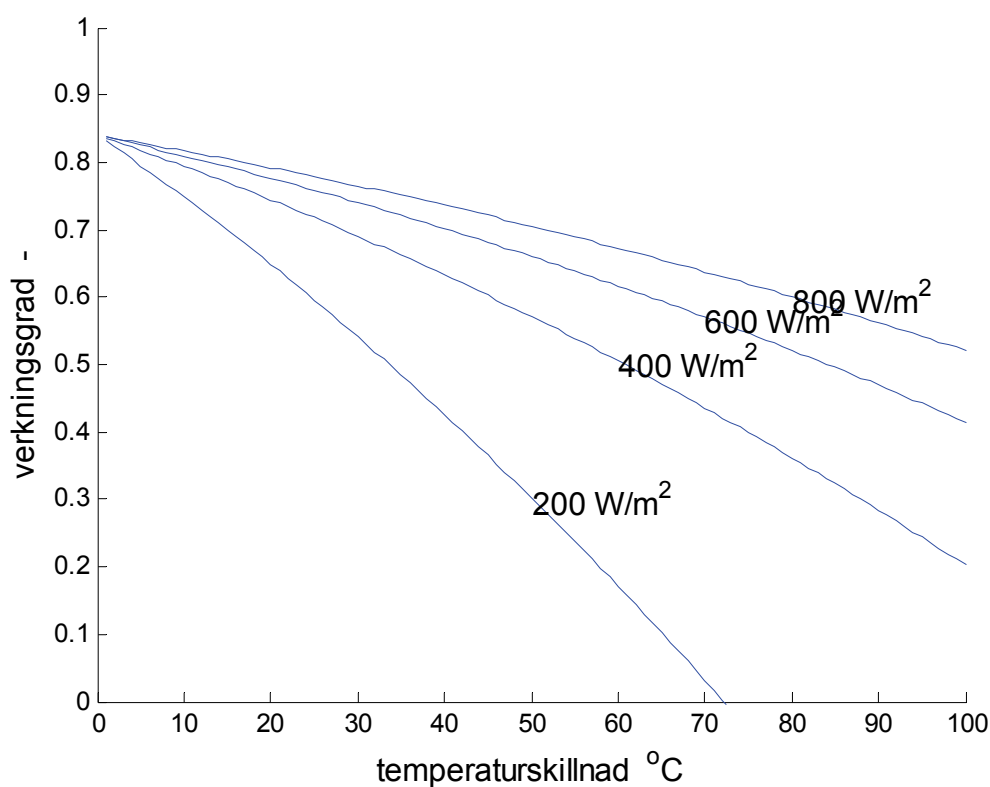
Värmebärarmedium med beteckning Tyfocor är frostskyddat ner till -28 °C och används i hela systemet.

Aggregatet kan sammankopplas med ett solvärmsystem av fabriken Vitosol. Högst 5 m<sup>2</sup> Vitosol 100 eller 3 m<sup>2</sup> Vitosol 200, 250 eller 300 kan anslutas.

## Solvärmesystem

Solvärmesystem finns endast installerat för hus B1 och B2. Solkollektorytan består av tre moduler Vitosol 200 med en angiven kollektoryta på  $1 \text{ m}^2$  per modul. Dessa moduler är av vakuumrörtyyp och har högtemperaturprestanda. Vakuumrör innebär att ett kollektorrör omges av ett yttre rör med vakuum däremellan. Konstruktionen kan ses som en utdragen termosflaska.

Verkningsgraden för Vitosol 200 redovisas i Figur 3.1 som funktion av temperaturskillnad mellan solfångaren och omgivningen för olika instrålning. Solinstrålning kan i Sverige för en solhöjd på  $60^\circ$  bli högst  $960 \text{ W/m}^2$ .



Figur 3.1 Verkningsgrad som funktion av temperaturskillnad och för olika solinstrålning.

## 4 Mätdatainsamling

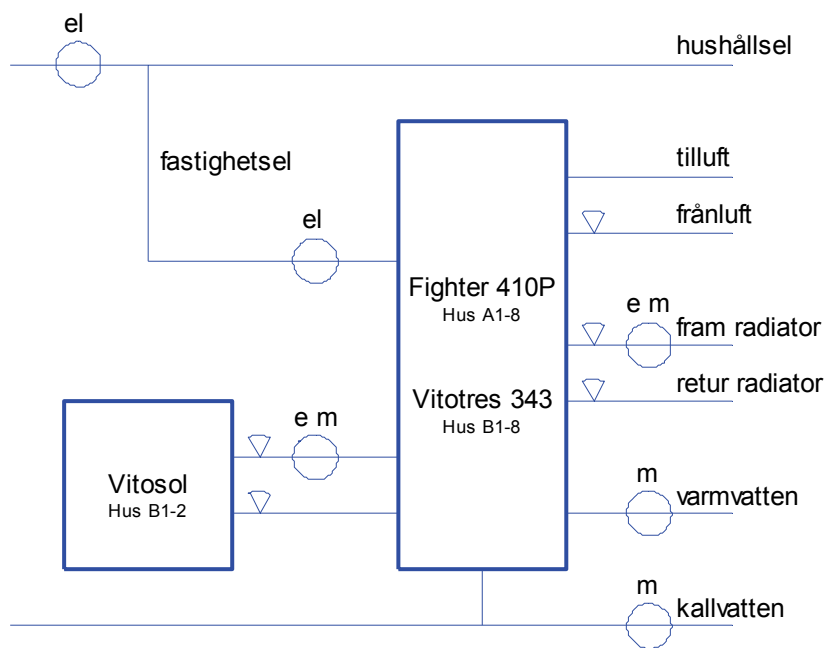
Mätdatainsamling görs av företaget KTC Control Stockholm AB.

Mätadata avläsning sker varje hel timme.

Mätdata kan vara av två typer momentana eller ackumulerande.

Alla temperaturer, vindhastighet och solinstrålning är momentana mätvärden, vilket kan vara missvisande om en temperatur varierar under kort tid. Dygnsmedelvärden bildas av dygnets alla timvärden.

Alla energimätdata och mängdmätdata (volymmätdata) är ackumulerande och mäts på detta sätt. De kan dock räknas om till medelvärden för en timme eller ett dygn. Dygnsmedelvärden räknas fram som skillnaden mellan två avläsningar med tidsskillnaden ett dygn.



Figur 4.1 Principskiss för alla mätpunkter för alla hus där e=energi och m=mängd.

## Basdata, soldata och klimatdata

Alla sexton hus genommäts med nio olika mätpunkter enligt sammanställningen nedan Tabell 4.1 bortsett solvärmesystemen i hus B1 och B2, vars tillkommande mätdata beskrivs i Tabell 4.2. Utetemperatur, vindhastighet och två solinstrålningar mäts på hus B1 och hur beskrivs i Tabell 4.3.

Testgränser för grovsortering anges längst till höger i Tabell 4.1-3 för att avgöra om mätdata är rimliga eller inte. Felaktiga mätdata utesluts. Det sker inte någon interpolation.

Tabell 4.1 Basdata för samtliga hus

mät punkt	mätenhet	minsta enhet	testintervall
VVV-systemel	kWh	1	(0,250)
totalel	kWh	1	(0,250)
frånluftstemperatur	°C	0.1	(-50,100)
tappvattenvolym	m <sup>3</sup>	0.1	(0,25)
radiatorvärme	kWh	1	(0,50)
radiatorvolym	m <sup>3</sup>	0.01	(0,25)
radiatorreturtemperatur	°C	0.1	(-50,100)
radiatorframtemperatur	°C	0.1	(-50,100)
varmvatten	m <sup>3</sup>	0.01	(0,25)

Tabell 4.2

mät punkt	mätenhet	minsta enhet	testintervall
sol fångareenergi	kWh	1	(0,250)
sol fångarevolym	m <sup>3</sup>	0.01	(0,25)
sol fångare returtemperatur	°C	0.1	(-50,100)
sol fångare framtemperatur	°C	0.1	(-50,100)

Tabell 4.3

mät punkt	mätenhet	minsta enhet	testintervall
vindhastighet	m/s	0.1	(0,25)
solinstrålning	W/m <sup>2</sup>	0.1	(0,2000)
solinstrålning	W/m <sup>2</sup>	0.1	(0,2000)
utetemperatur	°C	0.1	(-50,100)

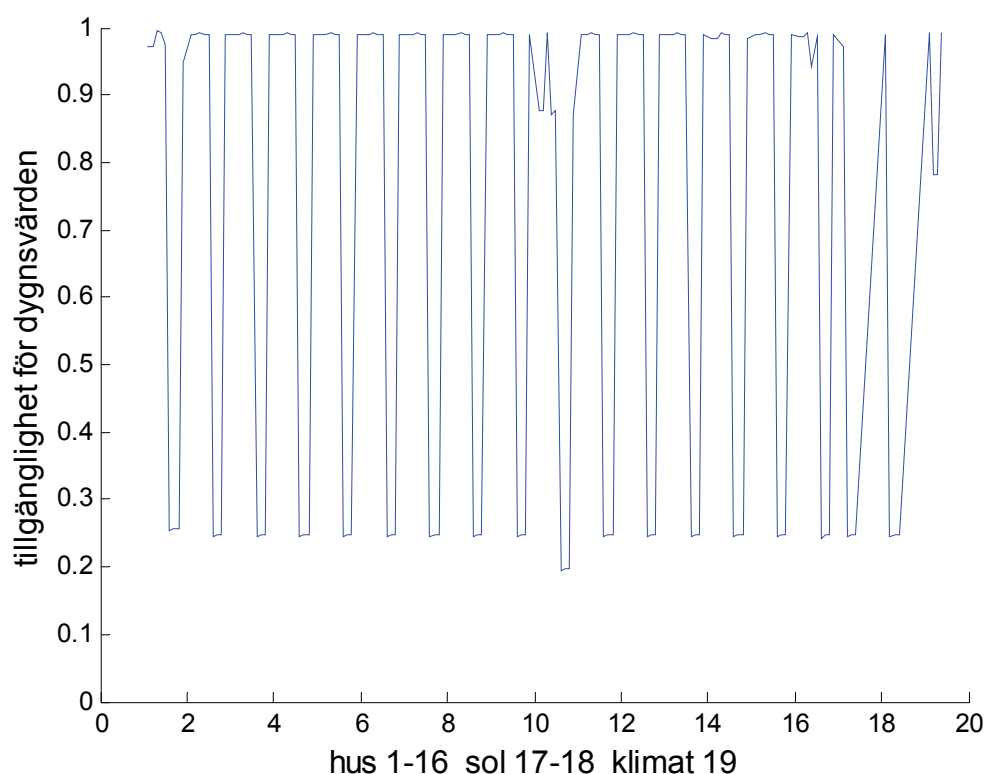
## Mätdataföljd

Mätdata har ordnats med gruppnummer för att underlätta redovisningen av samtliga mätdata i ett enda diagram. Det görs med gruppnummer 1-8 för basadata för hus B1-8, gruppnummer 9-16 för basdata för hus A1-8, gruppnummer 17-18 för soldata för hus B1-2 och gruppnummer 19 för klimatdata.

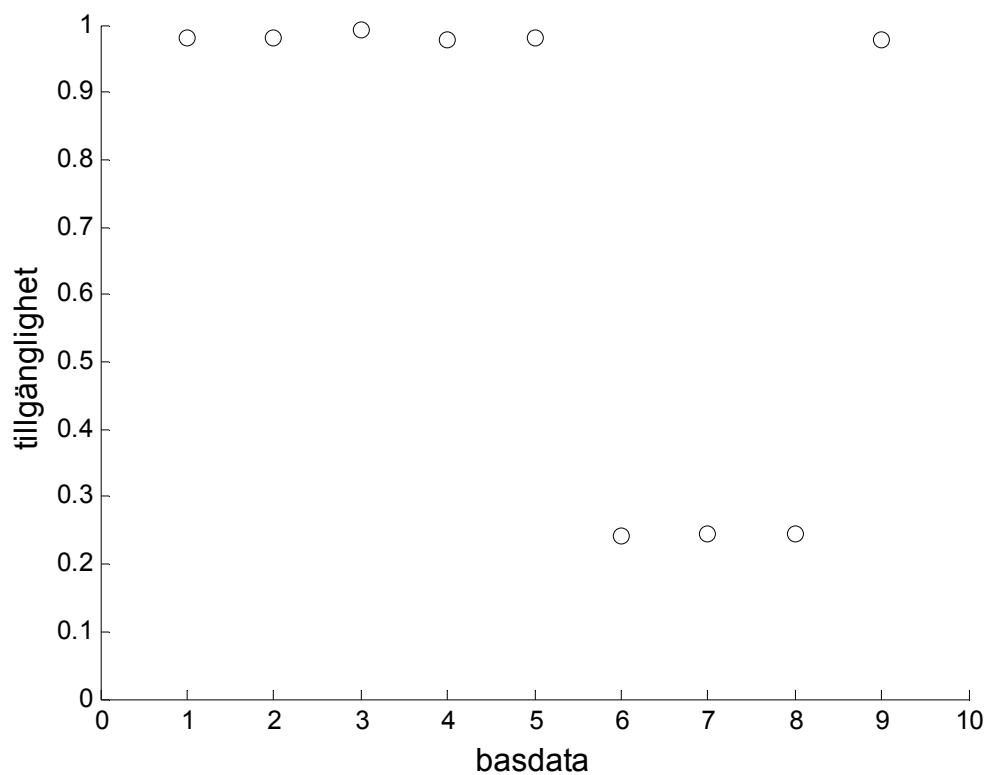
## Lagring, kontroll och bearbetning av mätdata

Mätdata har erhållits från en enda stor excel-fil omfattande tidsperioden 2007-01-31 till 2008-01-13. Den ursprungliga ordningsföljden har förenklats till att omfatta sexton identiska hus med nio mätvärden för varje hus enligt Tabell 4.1 och därefter följer fyra solmätdata för hus B1 och B2 enligt Tabell 4.2 och sist fyra klimatmätvärden enligt Tabell 4.3

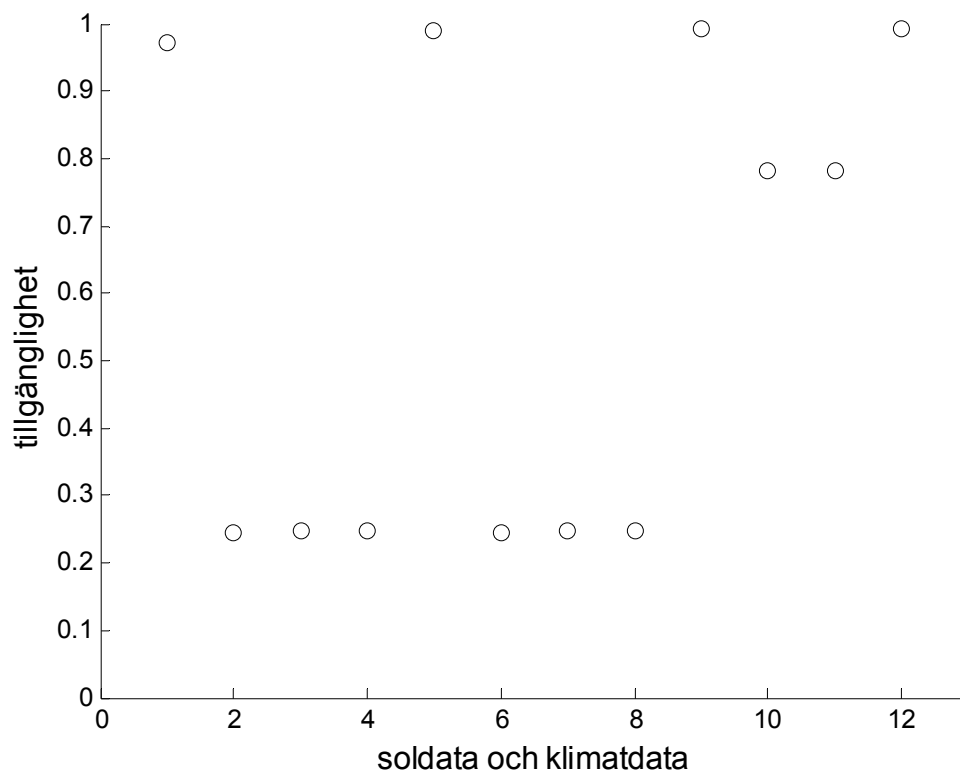
En mätdatafil JMJ8367 omfattande 1305252 data, 8367 timrader och 156 kolonner har bearbetats efter omräkning till dygnsvärden. Den ursprungliga datafilen saknar mätvärden i 631934 positioner, varav största delen är lagring av dygnsvärden och slopande av timvärden. En omräkning av JMJ8367 till dygnsvärden resulterade i 54132 data, 347 dygn och 156 mätpunkter varav 14697 data saknas. Grovt var fjärde dygnsmätvärde saknas. Hur stor tillgängligheten är redovisas i Figur 4.2 för alla mätdata och i Figur 4.3 för nio basdata sammanlagrat och för tolv data för soldata och klimatdata i Figur 4.4.



Figur 4.2 Översikt av tillgänglighet för dygnsvärden som funktion av gruppnummer.



Figur 4.3 Tillgänglighet för dygnsvärden för basdata 1-9 för hus 1-16.



Figur 4.4 Tillgänglighet för dygnsvärden för soldata 1-8 och klimatdata 9-12.

## 5 Klimatdata och boendegrad

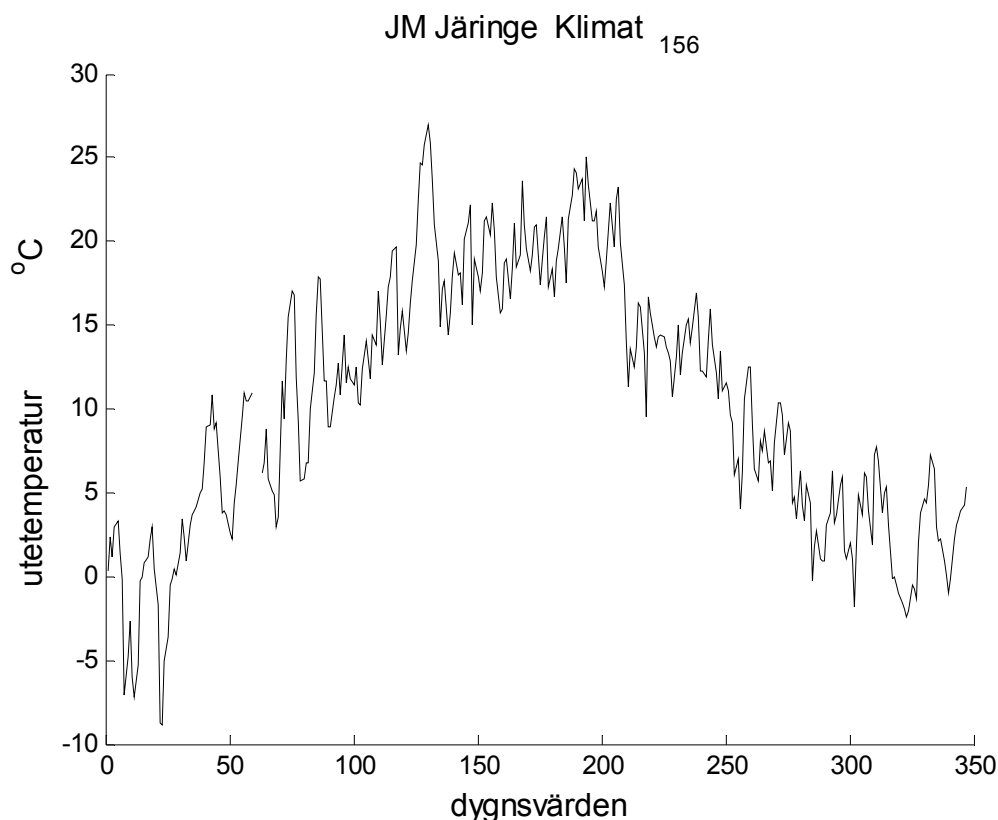
Klimatdata i form av utetemperatur, solinstrålning och vindhastighet samt boendegrad redovisas i detta avsnitt.

### Utetemperatur

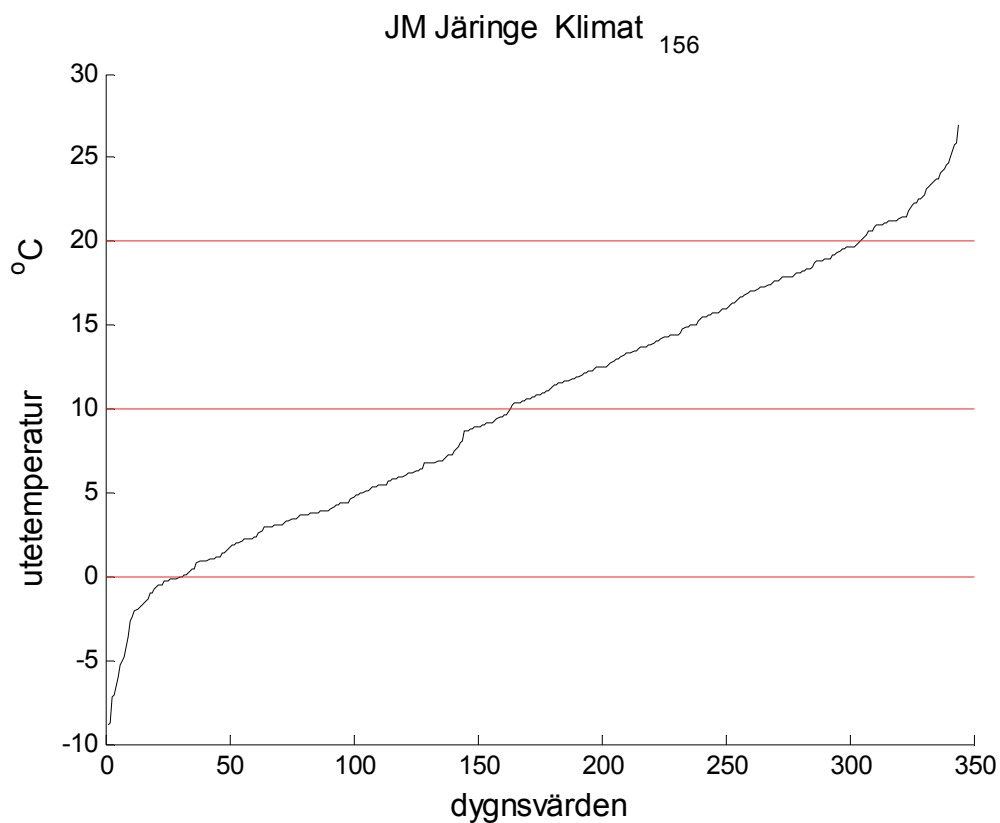
Utetemperaturens dygnsmedelvärden redovisas som funktion av mätdygn i Figur 5.1 och sorterat efter storlek i Figur 5.2, vilket ger en varaktighetskurva.

Gradtimme-, drifttid- och frekvensfunktion beräknas och redovisas för utetemperaturen i Figur 5.3-5. Bruttovärmebehovet bestäms med gradtimmefunktionen i Figur 5.3. Det är en stor skillnad mellan 20 °C och 25 °C med motsvarande siffervärden på omkring 90000 °Ch respektive 130000 °Ch. Notera att dessa beräknade funktioner avser inte ett helt år det saknas nästan 400 h under januari-månad.

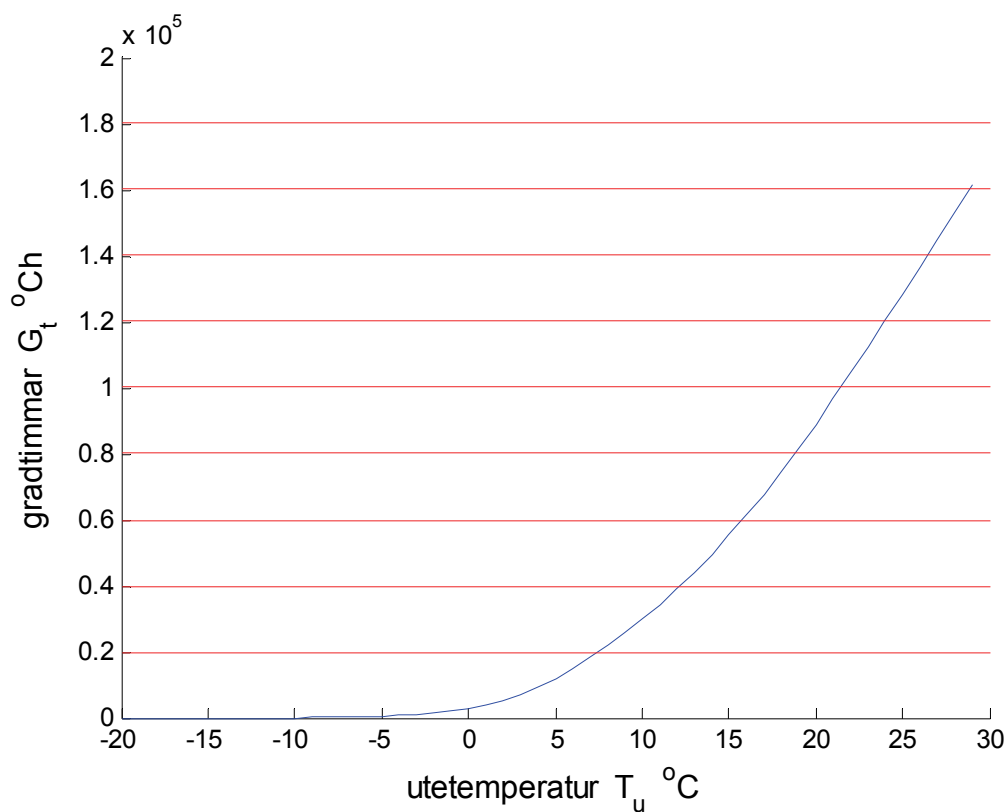
Drifttidfunktionen i figur 5.4 visar att den är mindre än 1000 h för utetemperaturer under 0 °C.



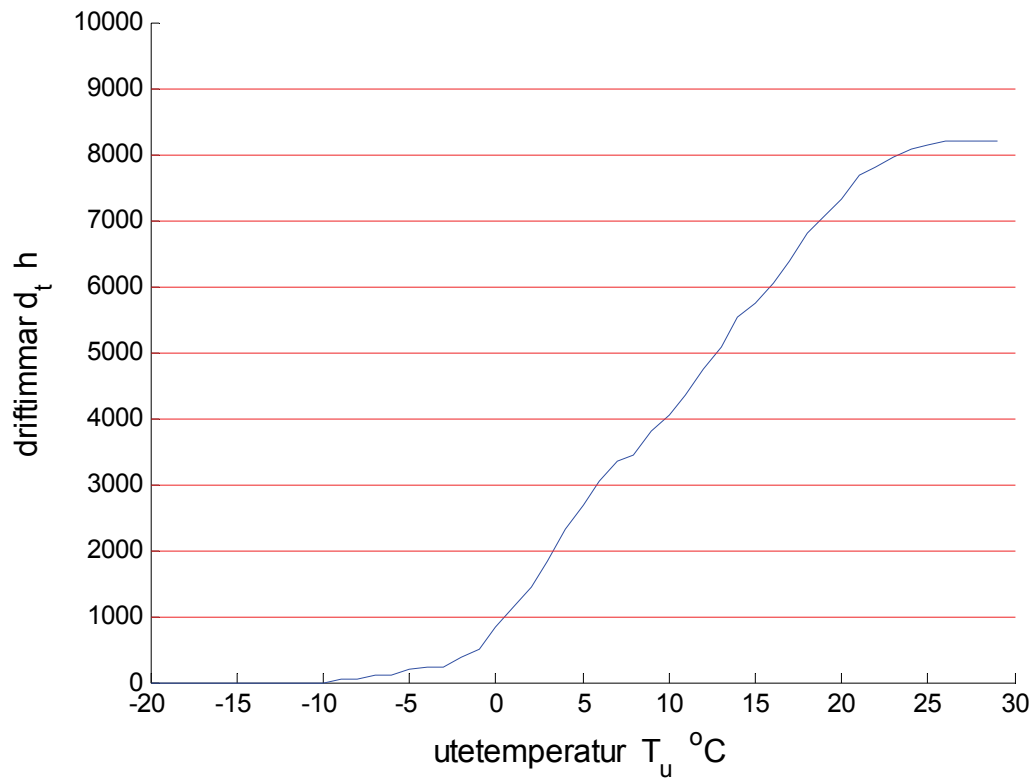
Figur 5.1 Utetemperatur (dygnsmedelvärden) som funktion av mätdygn.



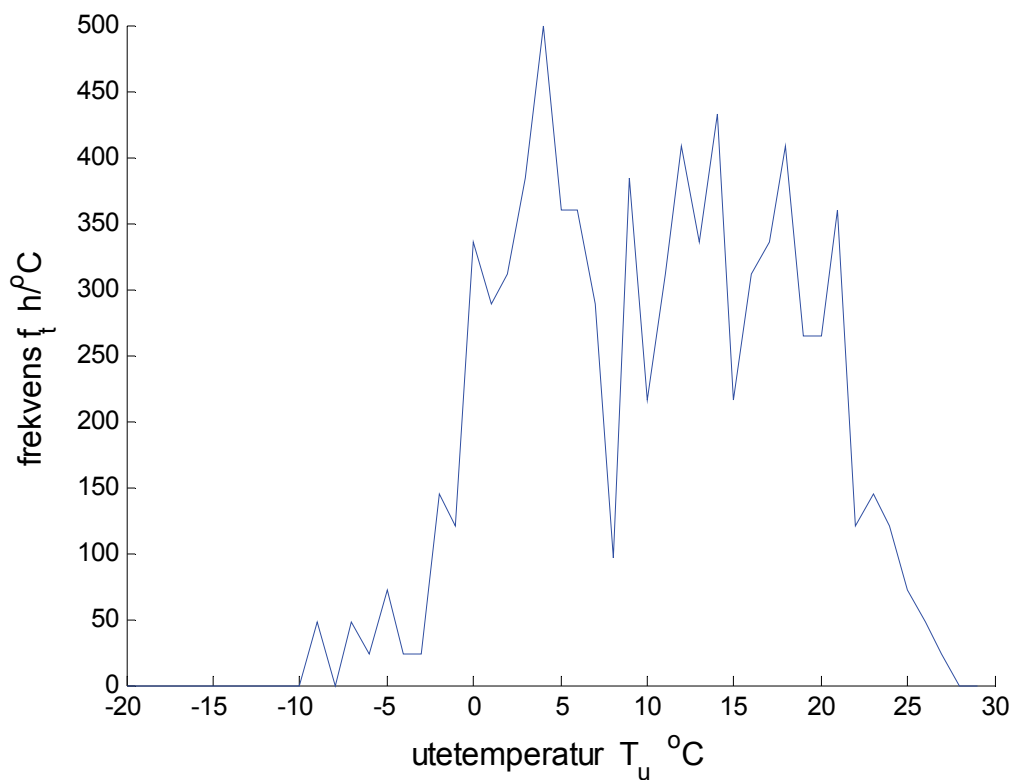
Figur 5.2 Sorterad utetemperatur (dygnsmedelvärden).



Figur 5.3 Gradtimmeffunktion som funktion av utetemperaturen för mätperiod 2007.



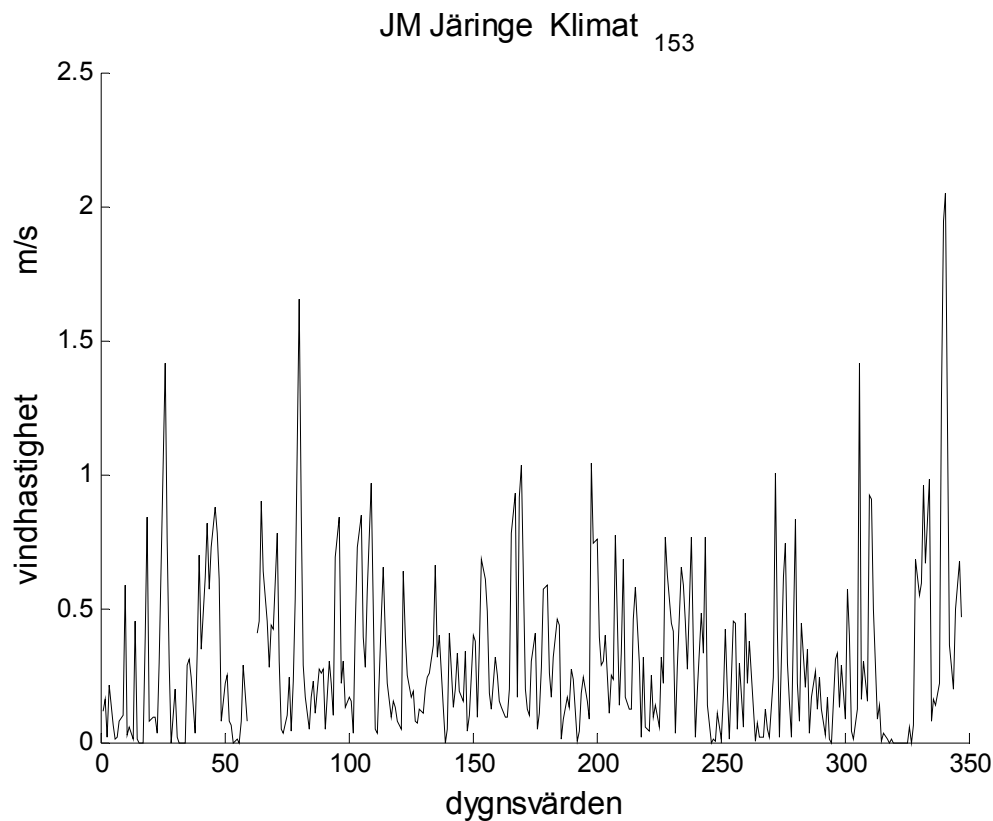
Figur 5.4 Drifttidsfunktion som funktion av utetemperaturen för mätperiod 2007.



Figur 5.5 Frekvensfunktion som funktion av utetemperaturen för mätperiod 2007.

## Vindhastighet

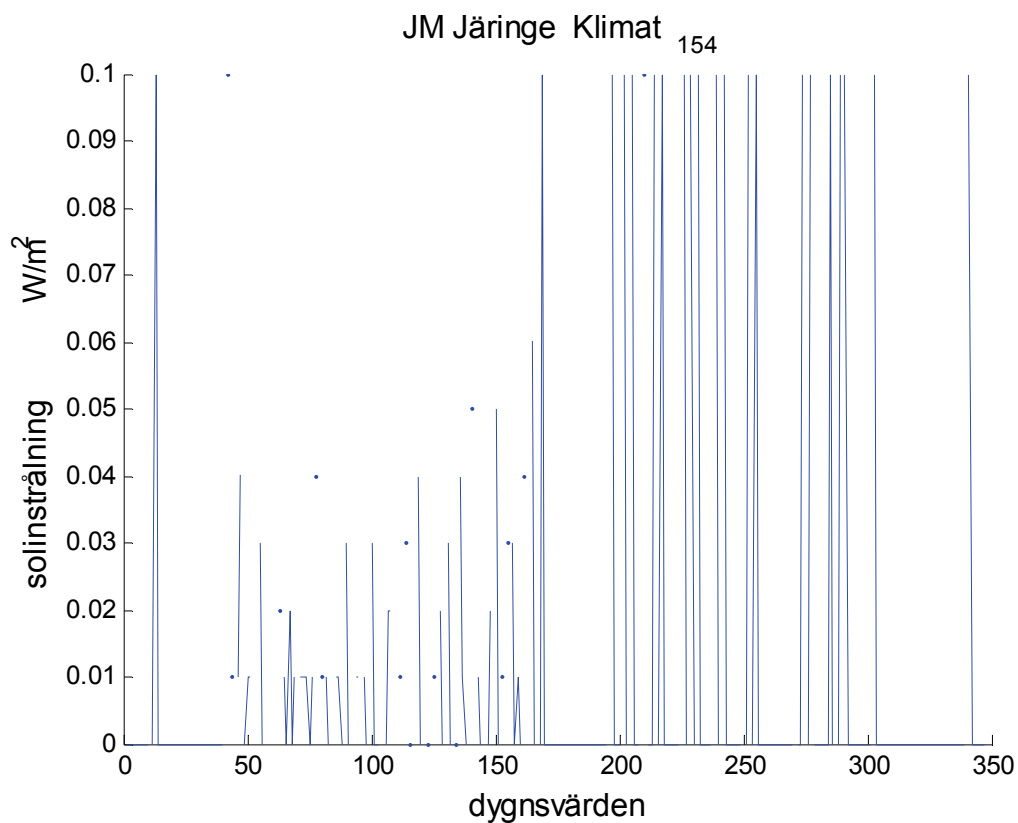
Medeldygnsvindhastighet redovisas som funktion av mätdygn. Orimligt lågt en faktor 10 fel?



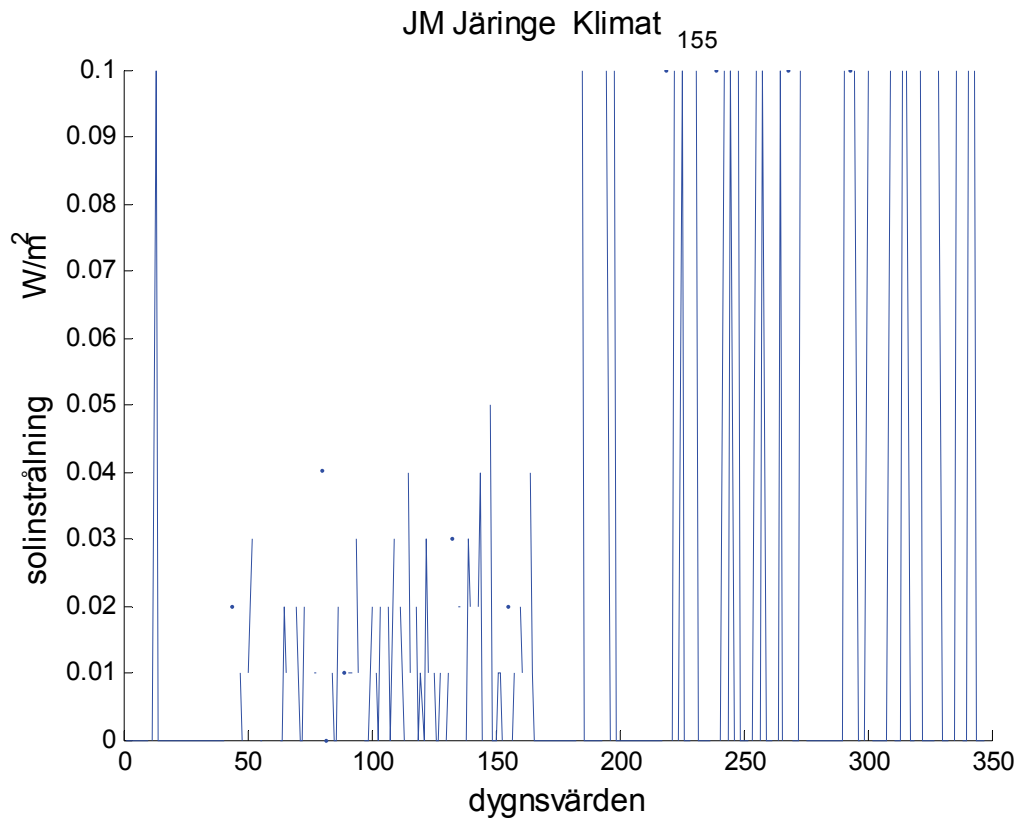
Figur 5.6 Vindhastighet (dygnsmedelvärden) som funktion av mätdygn.

## Solinstrålning

De två mätgivarnas resultat för solinstrålning visas i Figur 5.7 och 5.8. Mätvärdet varierar mellan 0 och 0.1 W/m<sup>2</sup>, vilket är orimligt.



Figur 5.7 Solinstrålning (dygnsmedelvärden) som funktion av mätdygn.

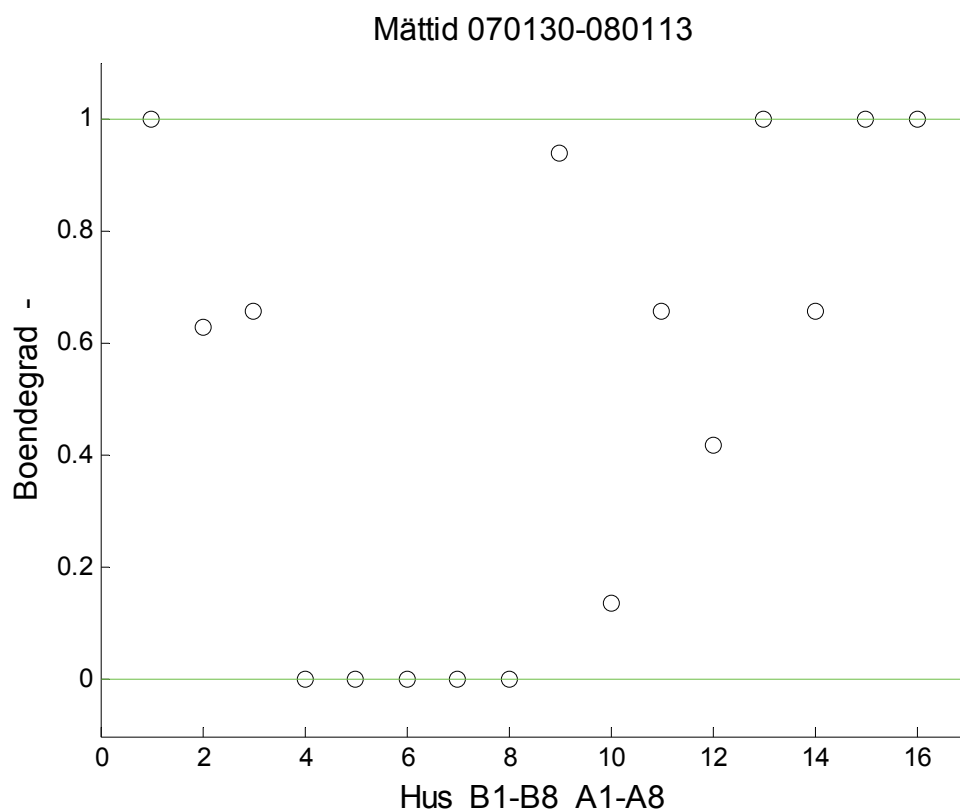


Figur 5.8 Solinstrålning (dygnsmedelvärden) som funktion av mätdygn.

## Boendegrad

Alla husen är inte bebodda och en del är inte ännu inflyttade. Boendegraden har beräknats som andel bebodda dygn enligt inflyttningsdatum utav mätperioden 347 dygn och redovisas nedan som funktion av husens nummer 1-16 i Figur 5.9 nedan.

Endast fyra hus har varit bebodda hela mätperioden och fem hus mer än halva men inte hela mätperioden. Fem B-hus har varit obebodda hela mätperioden. Alla A-hus är inflyttade.



Figur 5.9 Boendegrad som funktion av husnummer för mätperiod 2007.

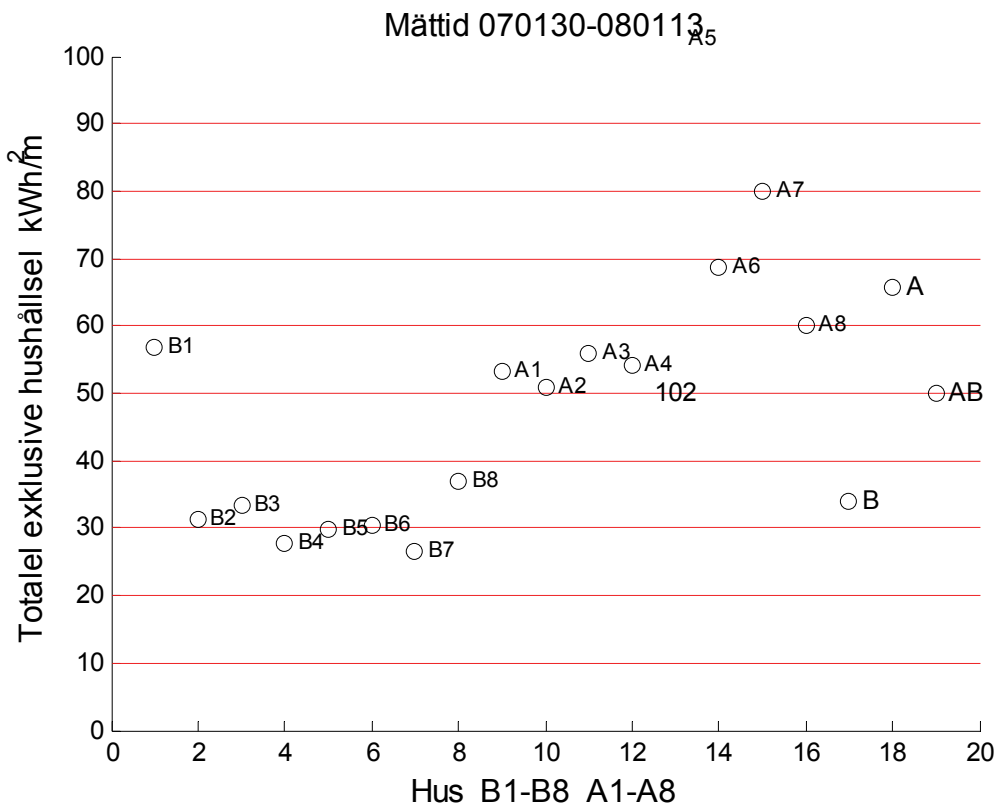
## 6 Årsvärden för energier och värmefaktor

Årsenergivärden redovisas i detta avsnitt för mätta och beräknade värden fördelat på lägenhetsyta, vilken är 126 m<sup>2</sup>. Totalelet mäts inklusive och exklusive hushållsel. Skillnaden mellan dessa blir hushållselen. Radiatorvärmens mäts. Värmebehov för varmvatten kan skattas med uppmätt mängd varmvatten. Ventilationens värmebehov kan skattas med ett antaget ventilationsflöde och uppmätt frånluftstemperatur och utetemperatur. Redovisningsordning är från vänster mot höger hus B1-8, hus A1-8, länga A och B och alla hus som AB.

### Totalel exklusive hushållsel kWh/m<sup>2</sup>

Den totala elenergiåtgången för värmepumpssystemet för mätperioden redovisas som funktion av hus nummer i Figur 6.1 nedan. Lägenhetsytan 126 m<sup>2</sup> har använts. Notera att antalet dygn är endast 347 mot årets normala 365. Hus A5 har siffervärdet 102 kWh/m<sup>2</sup>, vilket är högt.

De fem obebodda B-husen B4-8 ligger som väntat lägst. Skillnader kan bero på olika temperaturinställning för värmesystemet. Hus B8 av de fem obebodda ligger högst och är ett gavelhus. De längst bebodda A-husen ligger högst, men hus A1 ligger bra till med en boendegrad över 0.9.

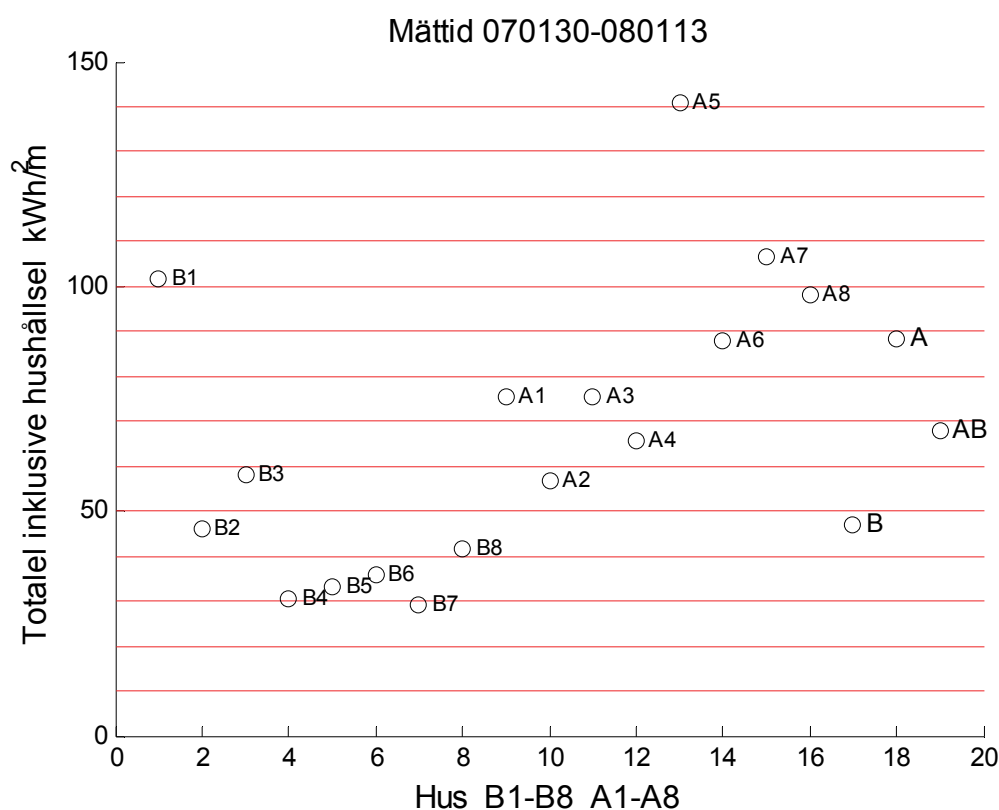


Figur 6.1 Totalel exklusive hushållsel kWh/m<sup>2</sup> som funktion av husnummer.

## Totalel inklusive hushållsel kWh/m<sup>2</sup>

Den totala elenergiåtgången för mätperioden redovisas som funktion av husnummer i Figur 6.2 nedan. Notera att antalet dygn är endast 347 mot årets normala 365. Hus A5 ligger högt.

De fem obebodda B-husen B4-8 ligger som väntat lägst med ingen förbrukning av hushållsel eller varmvatten. Dessa fem hus kan vara värdefulla ur utredningssynpunkt, eftersom inte påverkas av några boendes olika vanor. Skillnader kan bero på olika temperaturinställning för värmesystemet. Hus B8 ligger högst och är ett gavelhus. De längst bebodda A-husen ligger högst, men hus A1 ligger bra till med en boendegrad över 0.9.



Figur 6.2 Totalel inklusive hushållsel kWh/m<sup>2</sup> som funktion av husnummer.

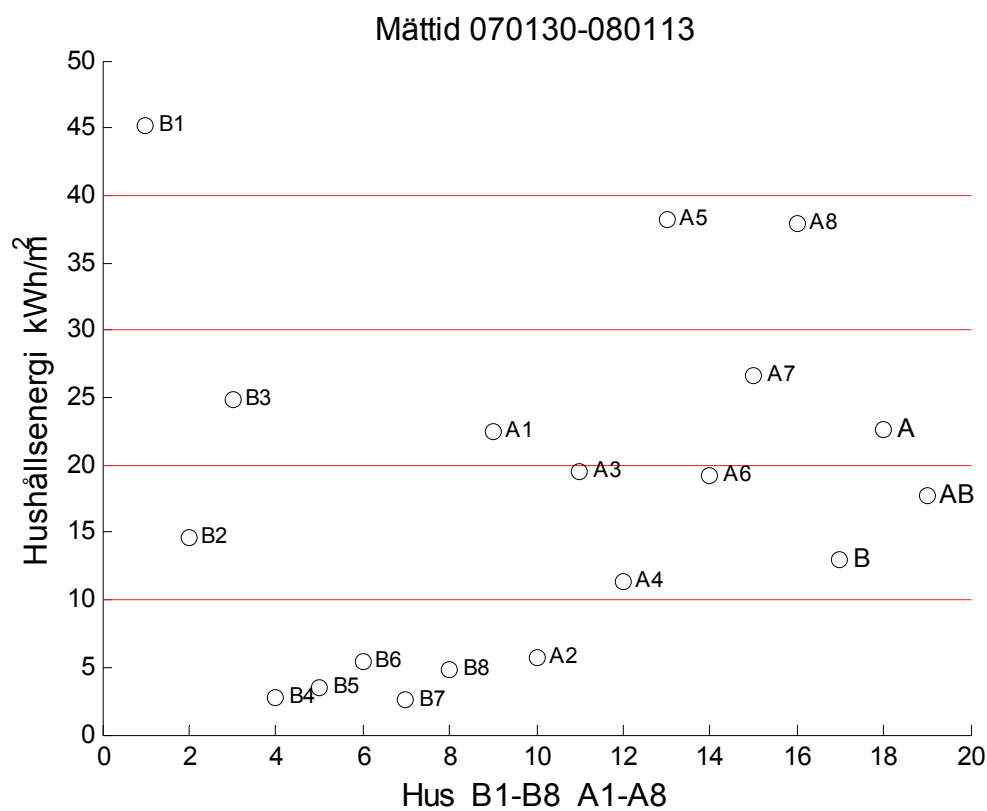
## Hushållsel kWh/m<sup>2</sup>

Hushållselenergin har beräknats som skillnaden mellan den totala elenergin och elenergin till värmepumpssystemet och den redovisas som funktion av hus nummer i Figur 6.3 nedan.

Notera att antalet dygn är endast 347 mot årets normala 365.

De fem obebodda B-husen B4-8 ligger som väntat lägst. Antalet mätdata varierar. Vart tredje dygn saknas.

De längst bebodda A-husen ligger högst, men hus A1 ligger bra till med en boendegrad över 0.9.



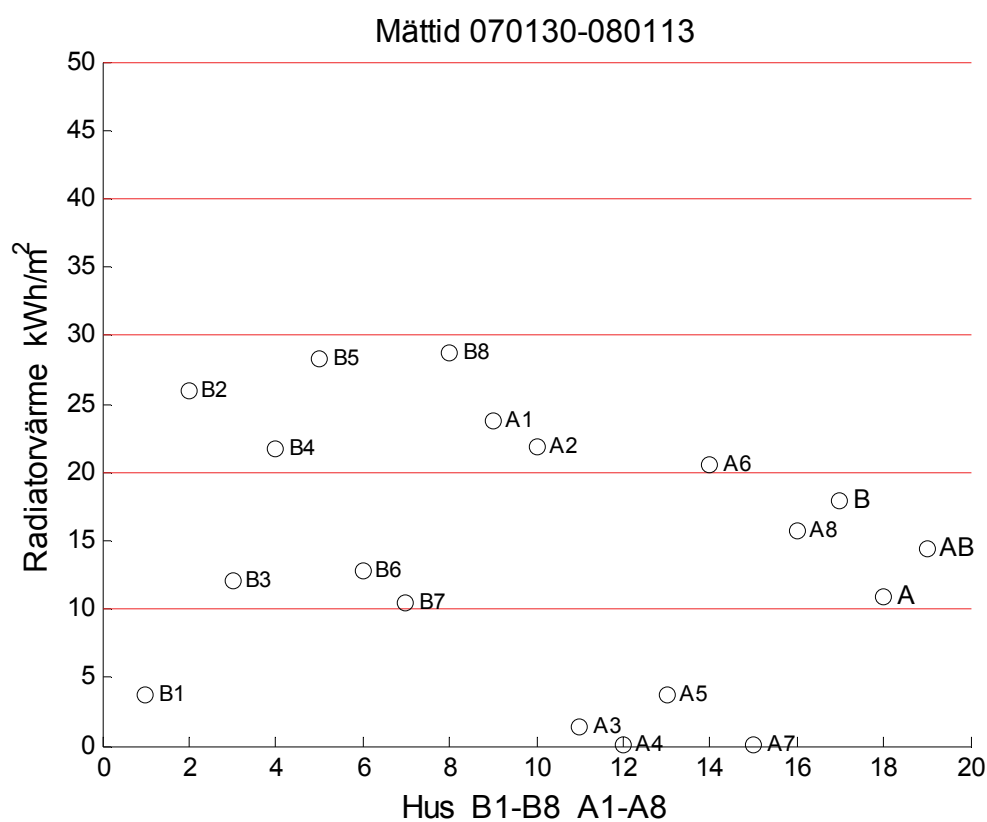
Figur 6.3 Hushållselförbrukning kWh/m<sup>2</sup> som funktion av husnummer.

## Radiatorenergi kWh/m<sup>2</sup>

Radiatorenergin redovisas som funktion av hus nummer i Figur 6.4 nedan. Notera att antalet dygn är endast 347 mot årets normala 365.

De fem obebodda B-husen B4-8 ligger som väntat lägst. Antalet mätdata varierar. Vart tredje dygn saknas. Hus B8 av de fem obebodda är ett gavelhus.

De längst bebodda A-husen ligger högst, men hus A1 ligger bra till med en boendegrad över 0.9.

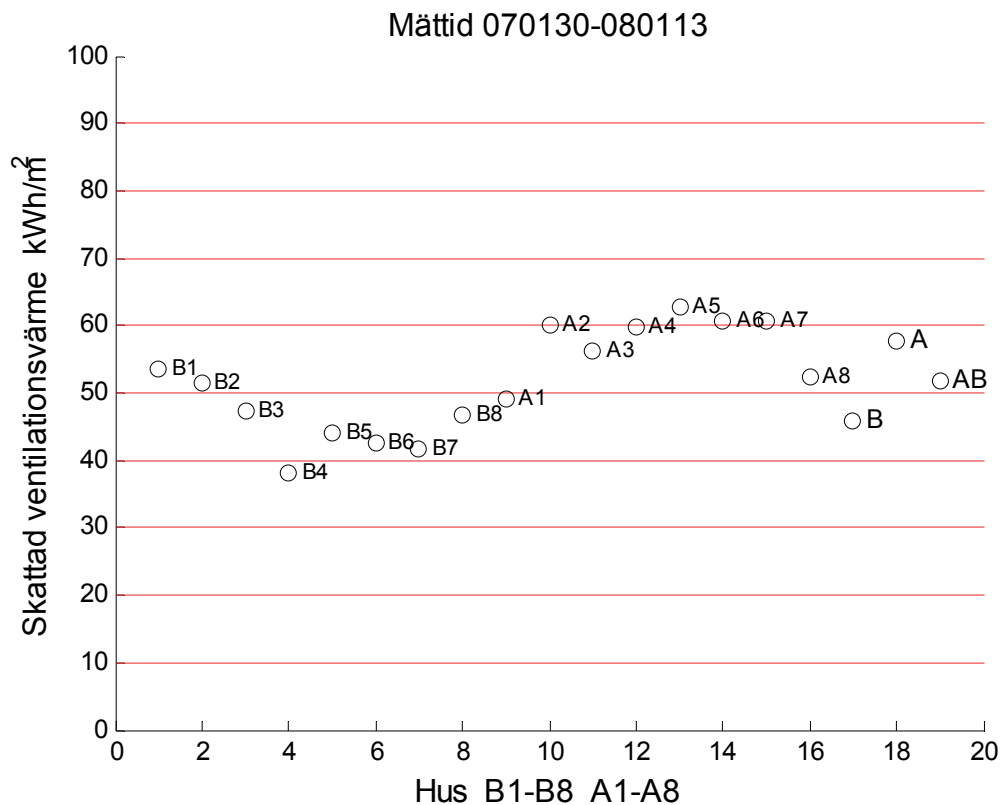


Figur 6.4 Radiatorenergiförbrukning kWh/m<sup>2</sup> som funktion av husnummer.

## Ventilationsenergi kWh/m<sup>2</sup>

Ventilationsvärmebehovet skattas med mätt frånluftstemperatur, mätt utetemperatur och ett antaget nominellt ventilationsflöde 60 l/s och redovisas i Figur 6.5. Det specifika värmebehovet är 72 W/K eller 0.57 W/Km<sup>2</sup>. Det specifika ventilationsflödet är 0.47 l/sm<sup>2</sup> och ligger betydligt över normkravets 0.35 l/sm<sup>2</sup>, vilket har ett specifikt värmebehov på 0.42 W/Km<sup>2</sup>.

De fem obebodda B-husen B4-8 ligger som väntat lägst. Hus B8 av de fem obebodda är ett gavelhus.

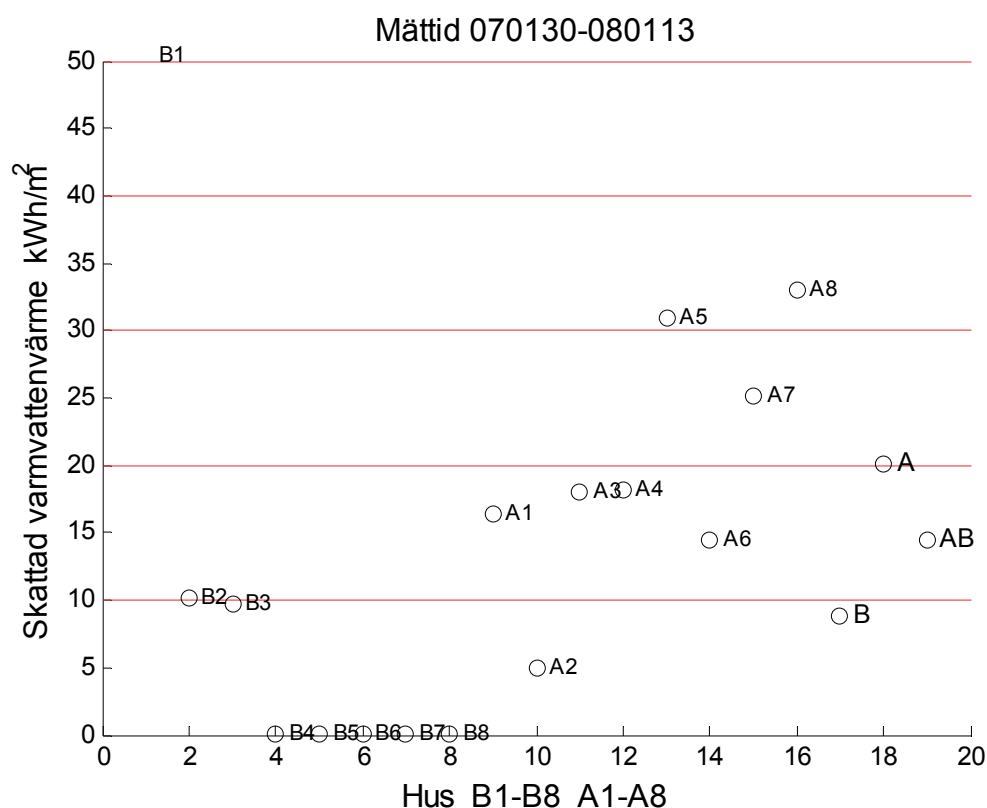


Figur 6.5 Ventilationsenergiförbrukning kWh/m<sup>2</sup> som funktion av husnummer.

## Varmvattenenergi kWh/m<sup>2</sup>

Energibehovet för varmvattenberedning har skattats med en antagen uppvärmning på 45 °C, vilket kan ses som en ingående tappvatten temperatur på 10 °C och en önskad varmvatten temperatur på 55 °C. Det specifika energibehovet är avrundat 52 kWh/m<sup>3</sup>. Energibehovet redovisas i Figur 6.6.

De fem obebodda B-husen B4-8 ligger som väntat lägst. De längst bebodda A-husen ligger högst, men hus A1 ligger bra till med en boendegrad över 0.9.



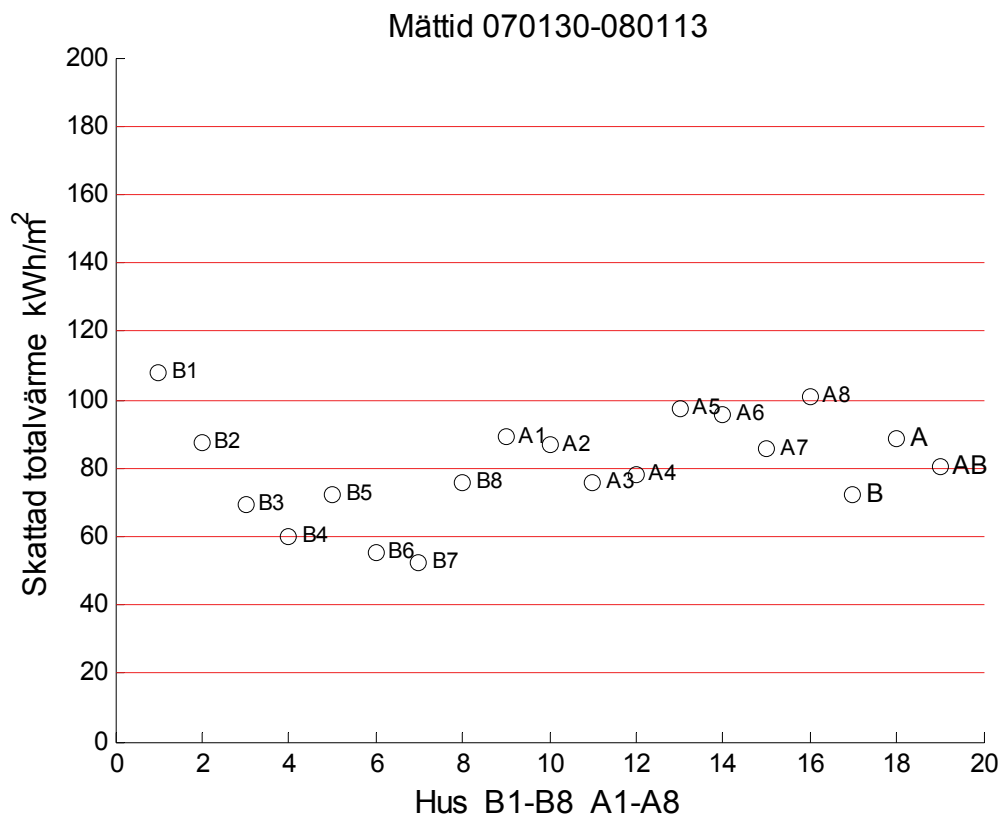
Figur 6.6 Varmvattenenergiförbrukning kWh/m<sup>2</sup> som funktion av husnummer.

## Energiebehov för uppvärmning, ventilation och varmvatten kWh/m<sup>2</sup>

Det totala värmebehovet för uppvärmning (radiatorsystem), ventilationssystem och varmvattenberedning har redovisats tidigare i Figur 6.4-6 och har summerats här och redovisas i Figur 6.7.

De fem oboboda B-husen B4-8 ligger som väntat lägst. Hus B8 av de fem oboboda är ett gavelhus.

De längst bebodda A-husen ligger högst, men hus A1 ligger bra till med en boendegrad över 0.9.



Figur 6.7 Skattad totalvärmeförbrukning kWh/m<sup>2</sup> som funktion av husnummer.

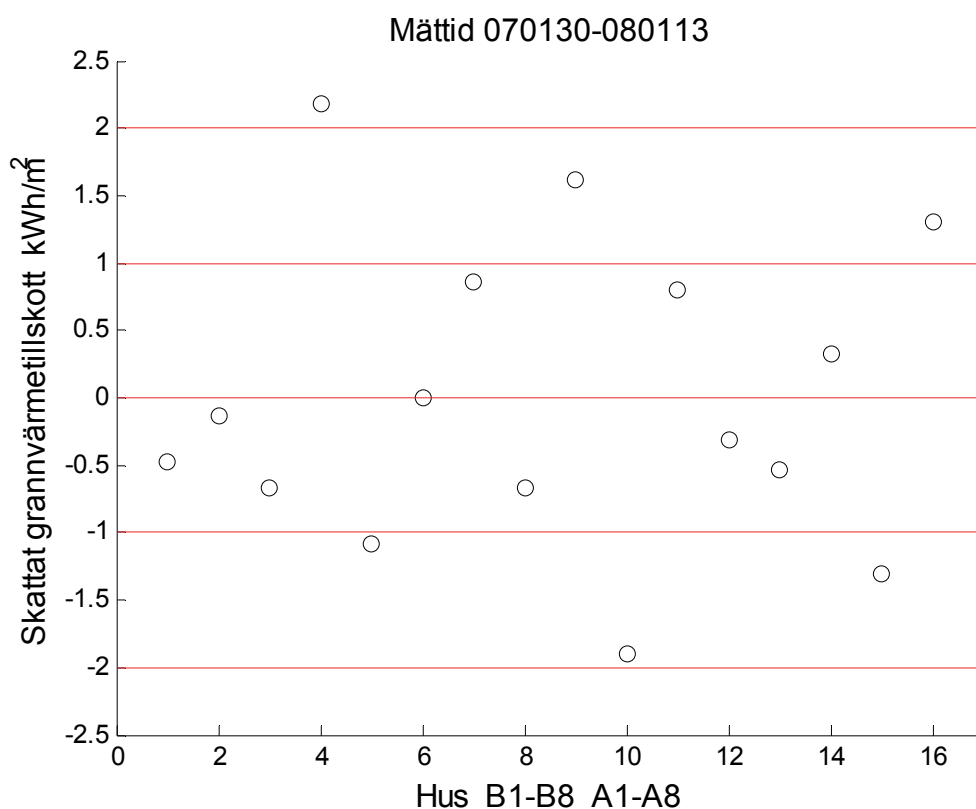
## Nettovärmeutbyte mellan radhusenheter kWh/m<sup>2</sup>

Det sker ett mindre värmeutbyte mellan olika radhusenheter. Kontaktytan är 28 m<sup>2</sup> för i sidled förskjutna radhusenheter och 56 m<sup>2</sup> för icke förskjutna radhusenheter. U-värdet för mellanväggar har tidigare uppskattats till 0.2 W/m<sup>2</sup>K. Det specifika värmeläcketaget kan därför avrundas till 5 W/K respektive 10 W/K för de två fallen.

Nettovärmeutbytet under ett år för ett inre B-hus och ett inre A-hus med 1 °C lägre temperatur än grannhusen blir 1.4 kWh/m<sup>2</sup> respektive 1.0 kWh/m<sup>2</sup>.

Värmeutbytet har beräknats för hela mätperioden och redovisas i Figur 6.8 som funktion av husnummer. Största utbytet fås för hus B4 på 2.2 kWh/m<sup>2</sup> som är obebott.

Notera att variationen mellan intilliggande hus kan vara stor, eftersom det ena huset får ett tillskott från det andra huset. Några exempel är B3-4, B4-5, A1-2 och A7-8.



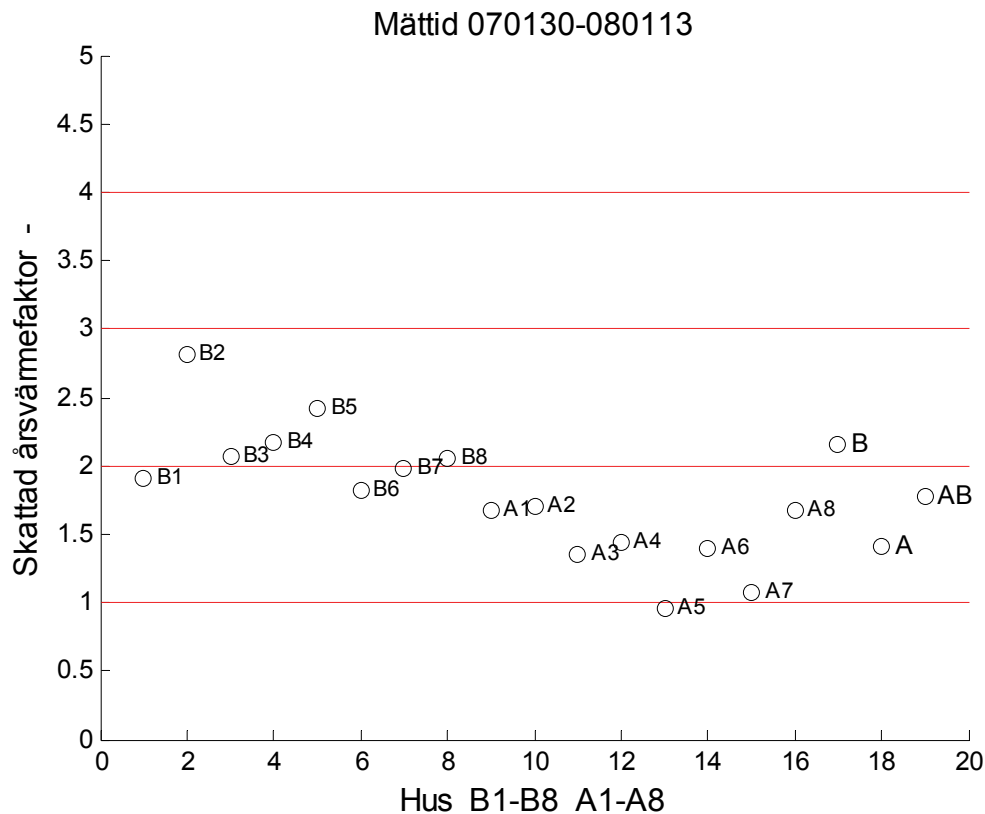
Figur 6.8 Nettovärmeutbyte mellan radhusenheter kWh/m<sup>2</sup> som funktion av husnummer.

## Årsvärmefaktor

Årsvärmefaktorn redovisas i Figur 6.9 och kan skattas genom att beräkna den resulterande årsvärmefaktorn som kvoten mellan skattad energi för uppvärmning, ventilation och varmvatten dividerat med mätt totalel exklusive hushållsel.

Den totala tillförda värmen för ventilation, uppvärmning och varmvatten har redovisats i Figur 6.7 och totalel exklusive hushållsel i Figur 6.1.

Redovisning sker för varje hus och för summeringar av alla A-hus, alla B-hus och alla hus. De tre summeringarna visas längst till höger i samtliga diagram med beteckningarna A, B och AB. Årsvärmefaktor för flera hus är en summering av årsvärmefaktor för ingående hus.



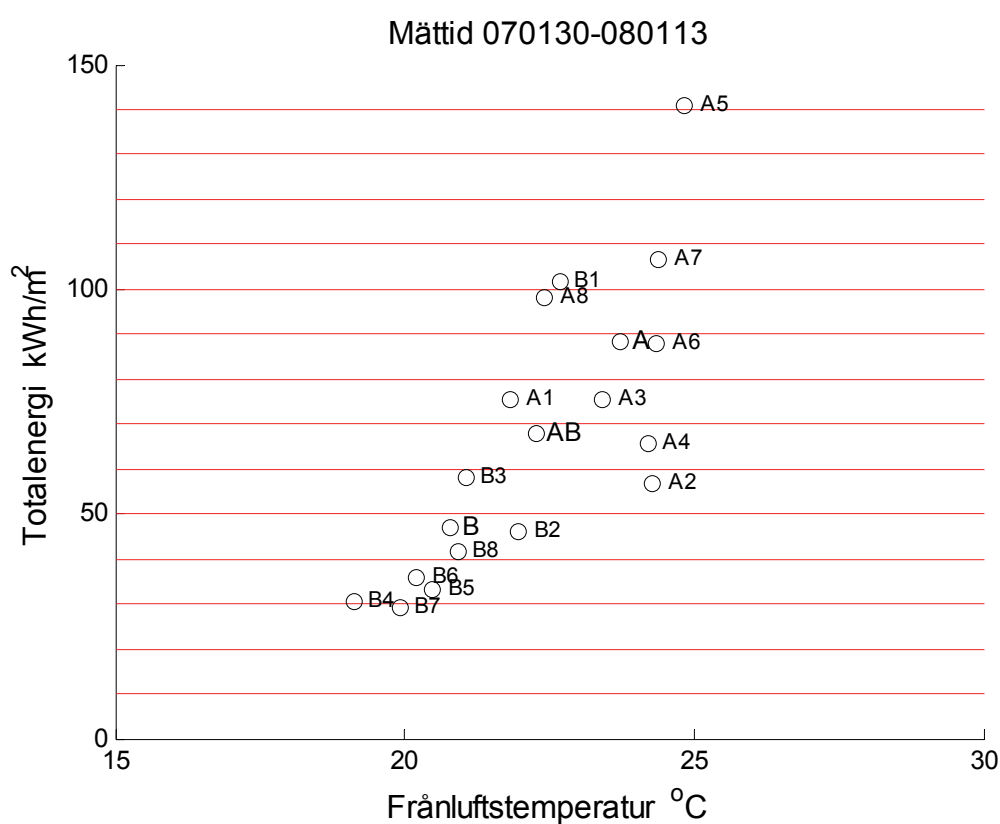
Figur 6.9 Skattad årsvärmefaktor som funktion av husnummer.

## Totalenergi kWh/m<sup>2</sup> mot frånluftstemperatur

Totalenergiförbrukning inklusive hushållsel redovisas i Figur 6.10 som funktion av årsmedelvärde för frånluftstemperatur för varje radhusenhet, för varje radhuslänga och totalt.

Totalenergiförbrukningen ökar som förväntat med ökande frånluftstemperatur och att de obebodda husen B4-8 ligger lägst utan någon hushållselförbrukning eller varmvattenförbrukning.

Spridningen beror också på boendegraden som bara är högre än 0.9 för husen B1, A1, A5, A7 och A8.



Figur 6.10 Totalelenergiförbrukning kWh/m<sup>2</sup> som funktion av årsmedelfrånluftstemperatur.

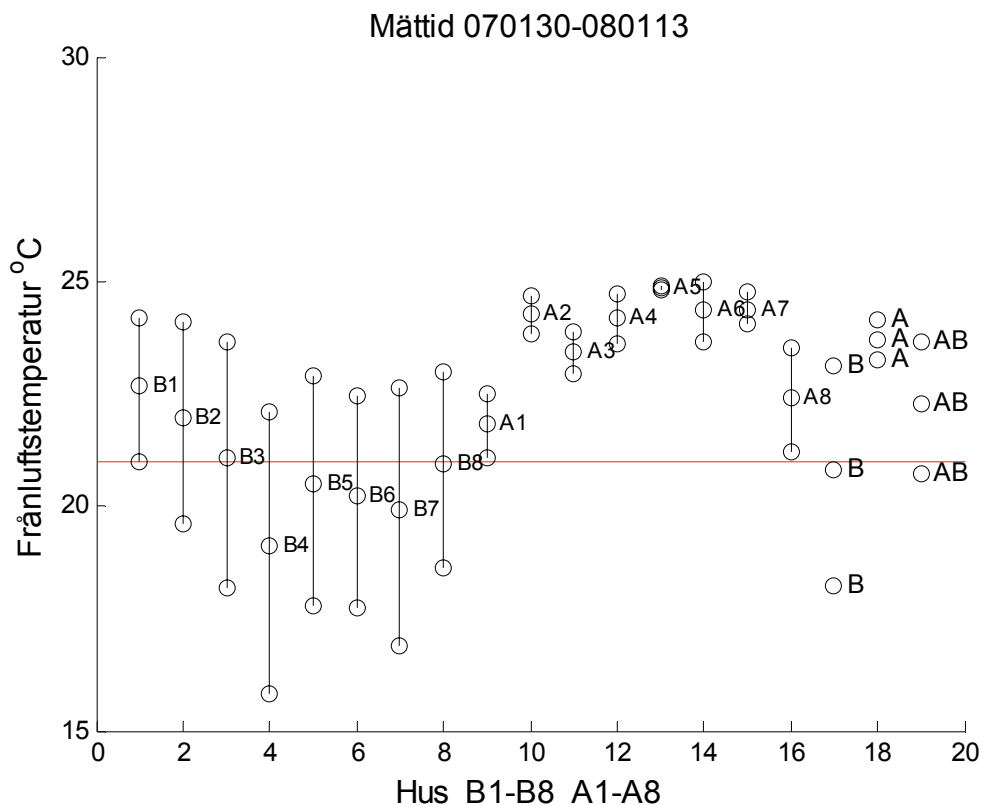
## 7 Frånluftstemperatur

Frånluftstemperaturen är ett enkelt mått på innetemperaturen, om något förhöjd på grund av att alla frånluftsdon är placerade i innertakshöjd och det finns alltid en temperaturskillnad mellan golv och innertak. Denna skillnad ökar med ökande temperaturskillnad inne-ute. Frånluftsflödet är 45 l/s för tre don för bottenplan och 15 l/s för ett don övre plan.

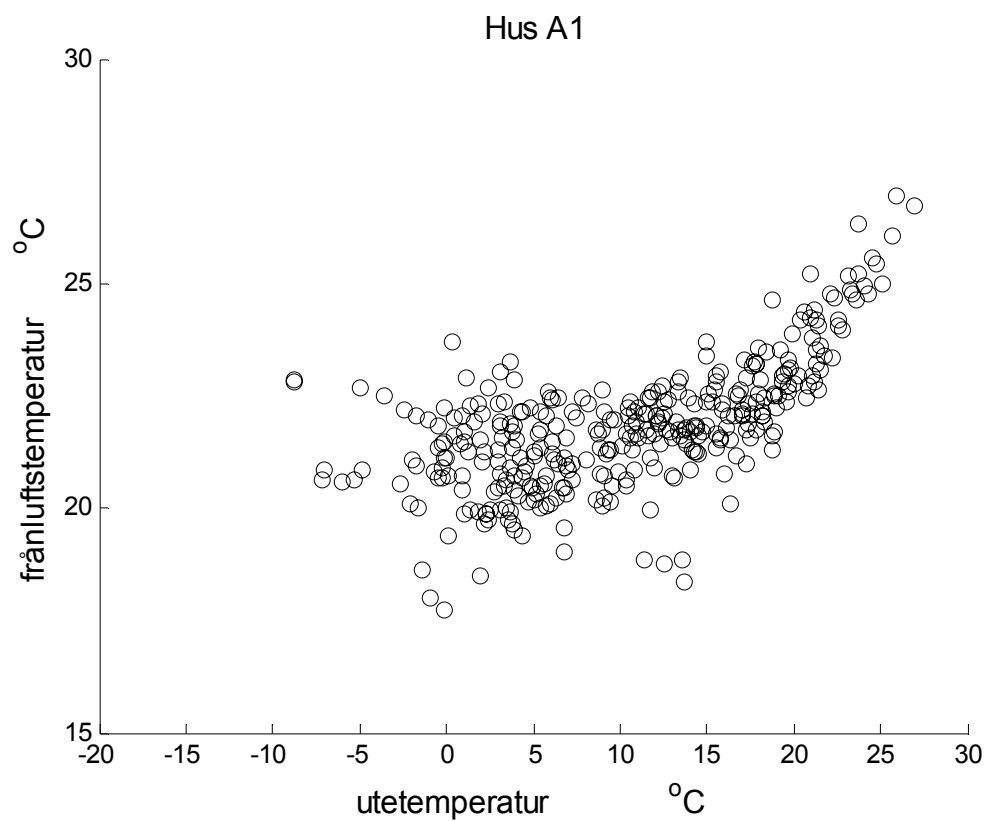
Medeltemperaturen har beräknats för mätperioden för de sexton husen och redovisas i Figur 7.1 nedan som funktion av husnummer och efter uppdelning efter utetemperatur under 10 °C och över 10 °C. Årsmedelvärden går från något under 20 °C upptill 25 °C. Det finns en stor spridning för B-hus jämfört med A-hus mellan medelvärden för utetemperatur under 10 °C och över 10 °C eller förenklat mellan sommar och vinter. B-husen har ventilationsvärmeåtervinning med en plattvärmväxlare, som skall kopplas bort sommartid. Detta har inte A-husen och ändå ligger de högre i temperatur. Det kan också tilläggas att B-husens har mer fönsteryta åt söder än A-husen. De fem obebodda B-husen B4-8 har lägst medeltemperaturer.

Frånluftstemperatur som funktion av utetemperatur redovisas i Figur 7.2-17 för samtliga hus och som medelvärde för alla A-hus och B-hus i Figur 7.18-19. Det finns en skillnad mellan A-hus och B-hus, vilken till en mindre del kan förklaras med att fem B-hus är obebodda.

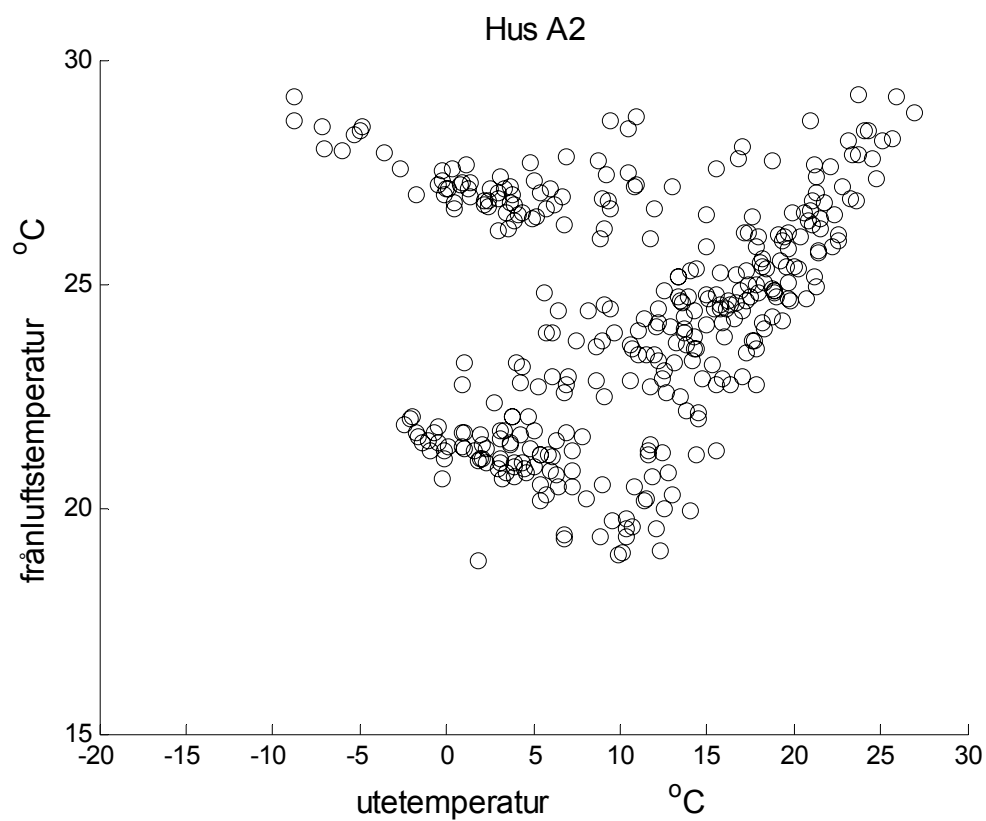
Frånluftstemperaturen som funktion av mätdygn görs gruppvis A mot B för minsta, medel och största värde för åtta hus, standardavvikelse och samtliga värden i Figur 7.20-25. Skillnaderna mellan olika A-hus och B-hus är stora inom samma dygn.



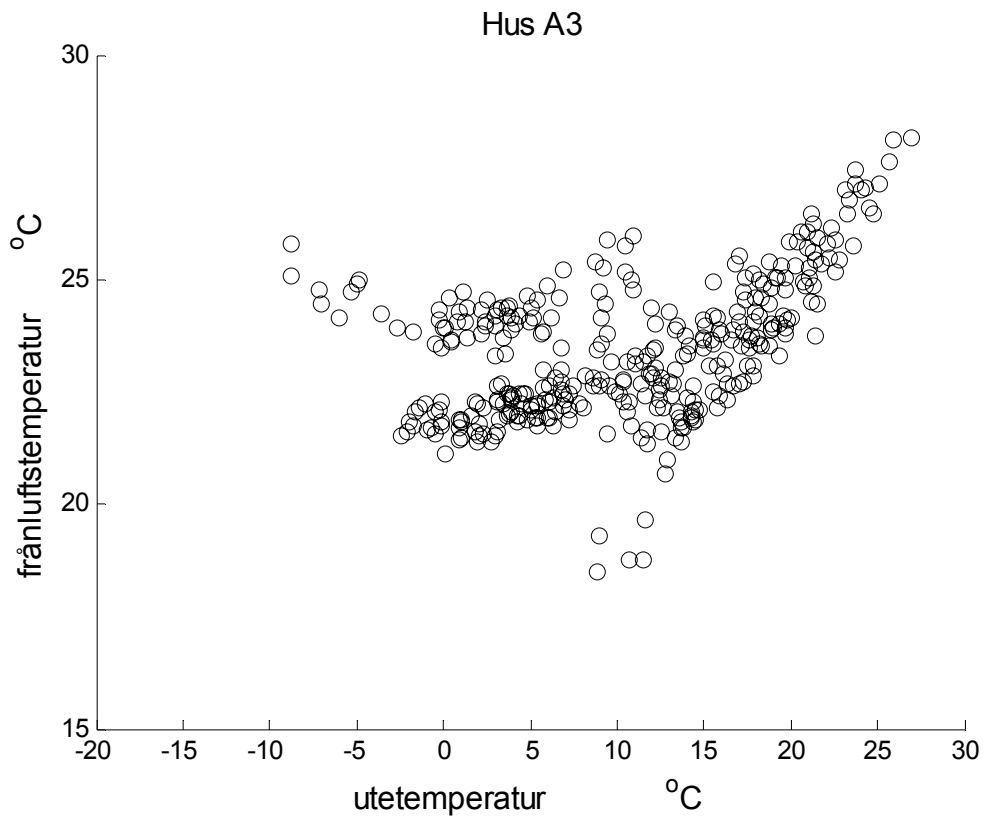
Figur 7.1 Årsmedelvärden för frånluftstemperatur som funktion av husnummer.



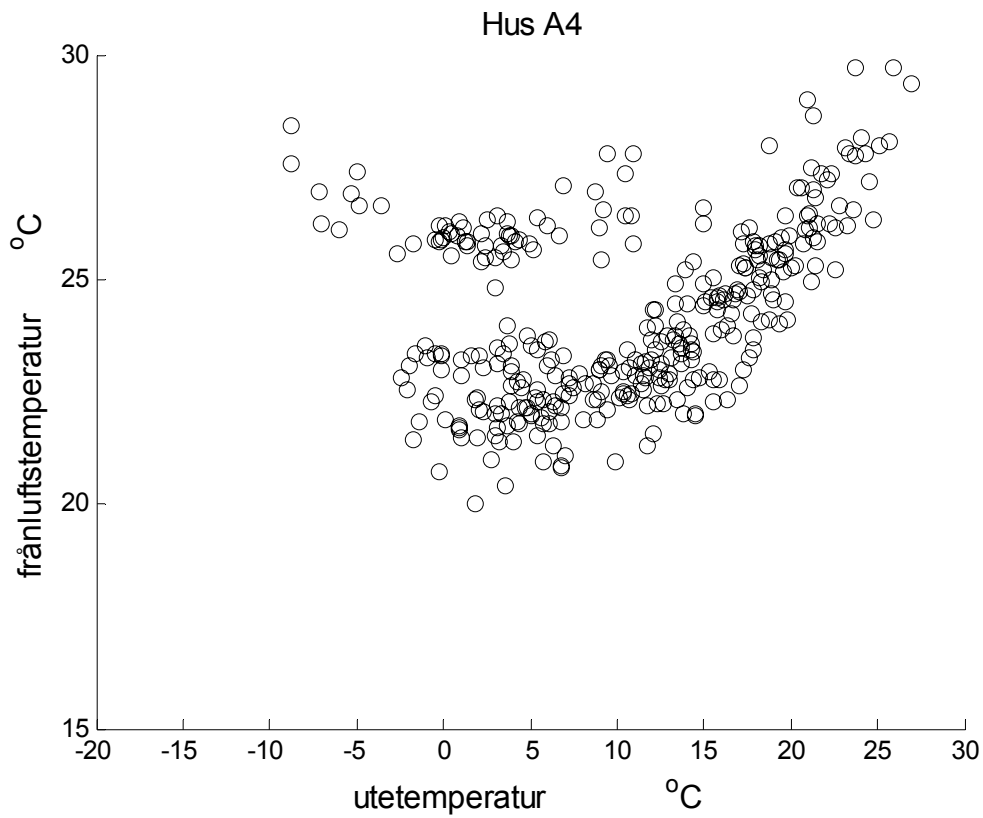
Figur 7.2 Frånluftstemperatur för hus A1 som funktion av utetemperatur.



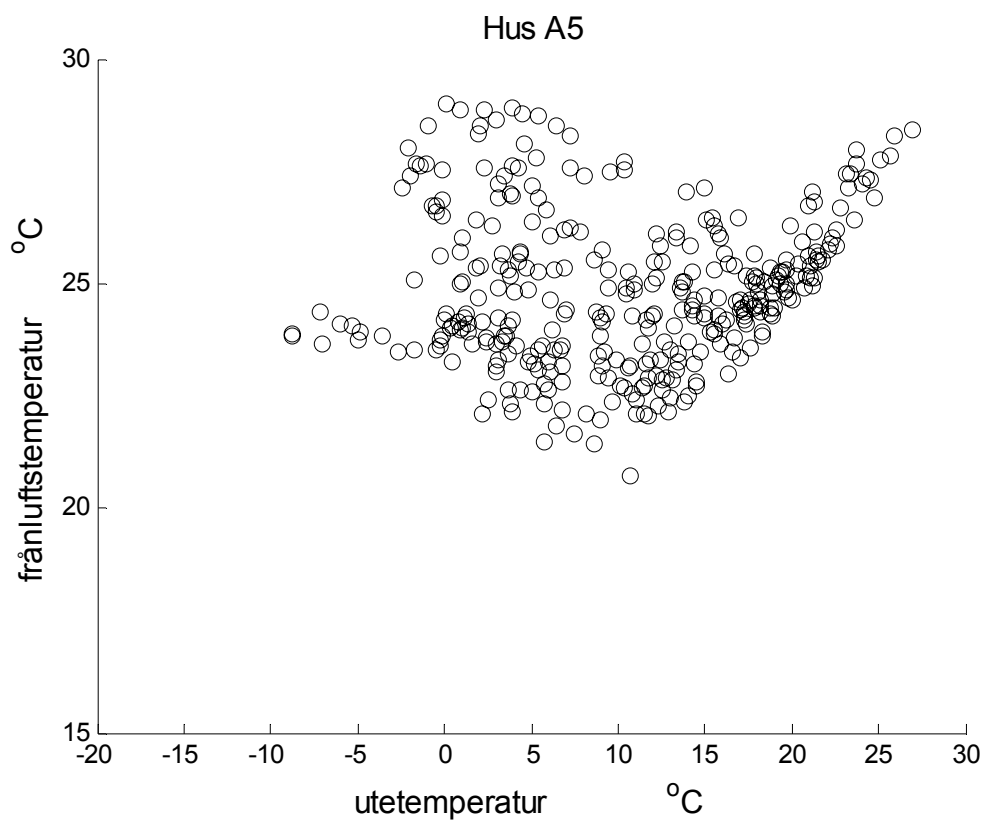
Figur 7.3 Frånluftstemperatur för hus A2 som funktion av utetemperatur.



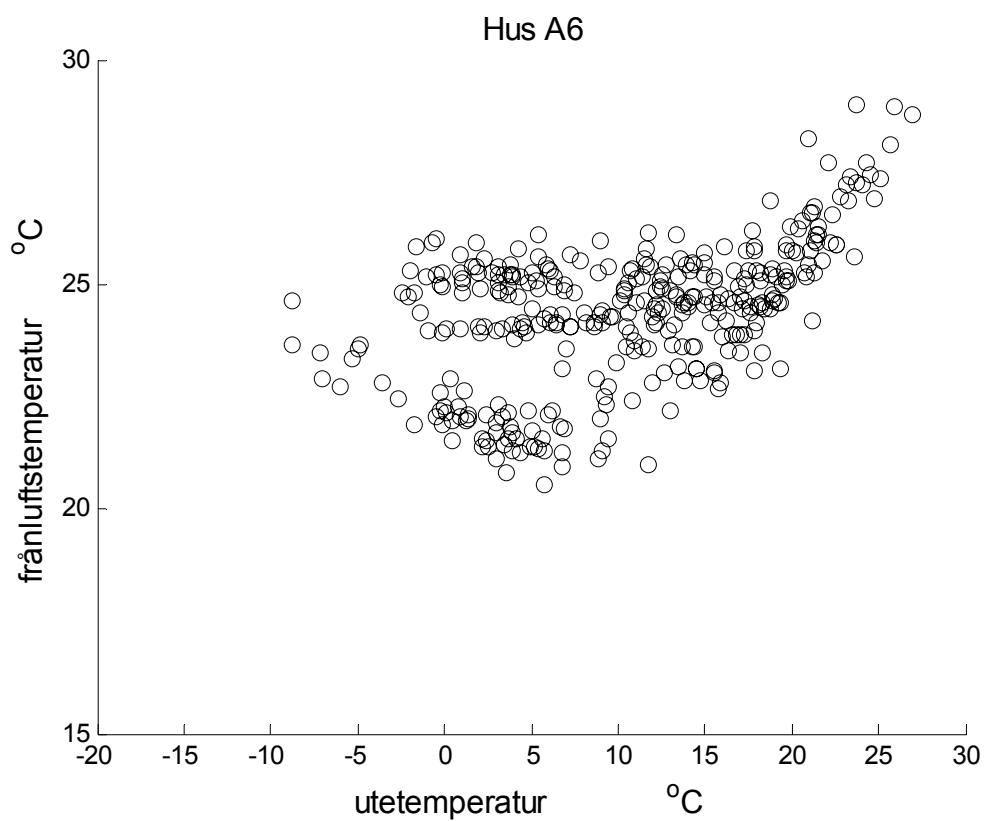
Figur 7.4 Frånluftstemperatur för hus A3 som funktion av utetemperatur.



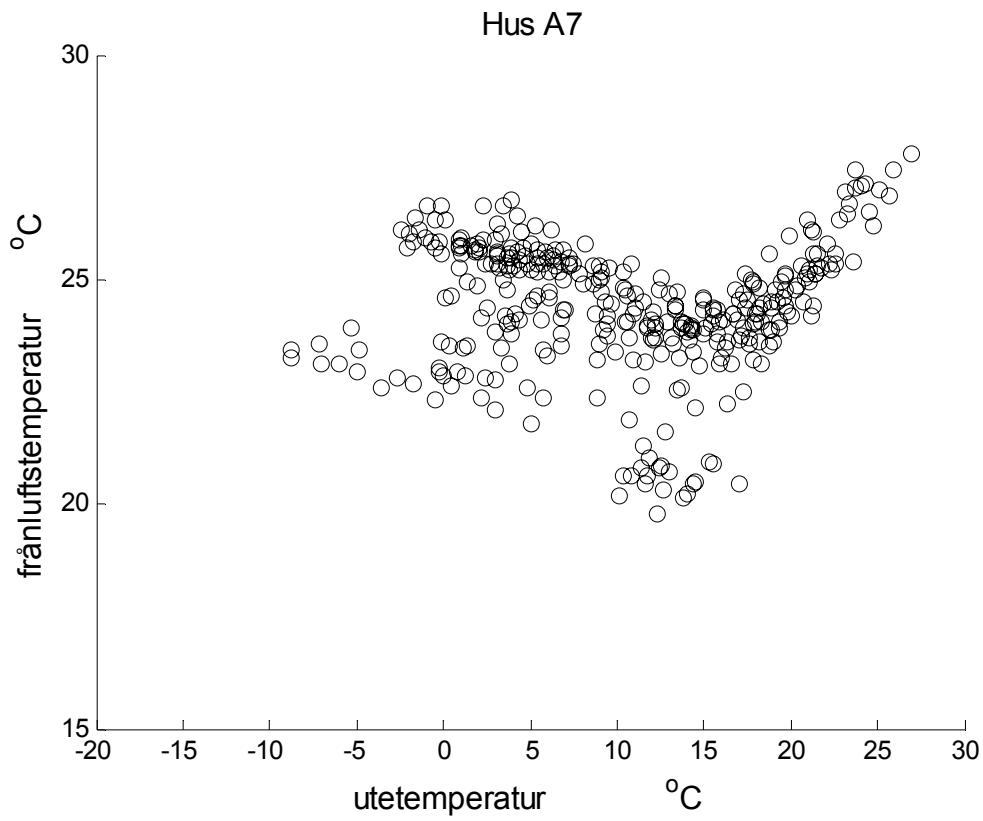
Figur 7.5 Frånluftstemperatur för hus A4 som funktion av utetemperatur.



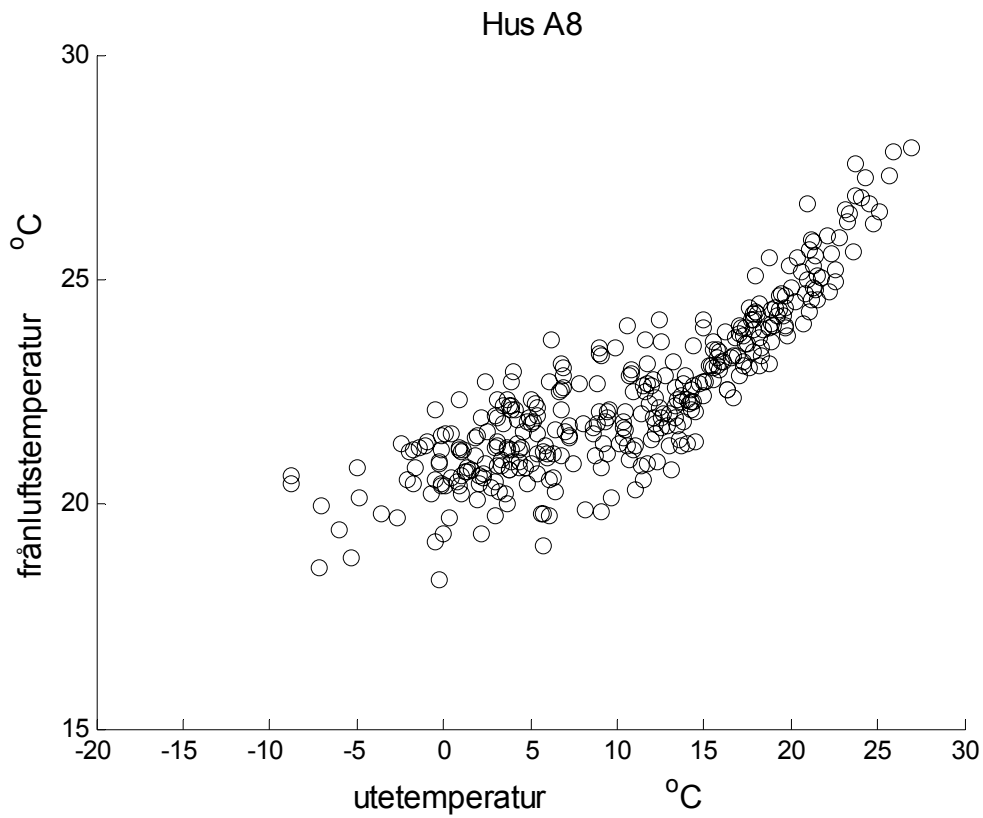
Figur 7.6 Frånluftstemperatur för hus A5 som funktion av utetemperatur.



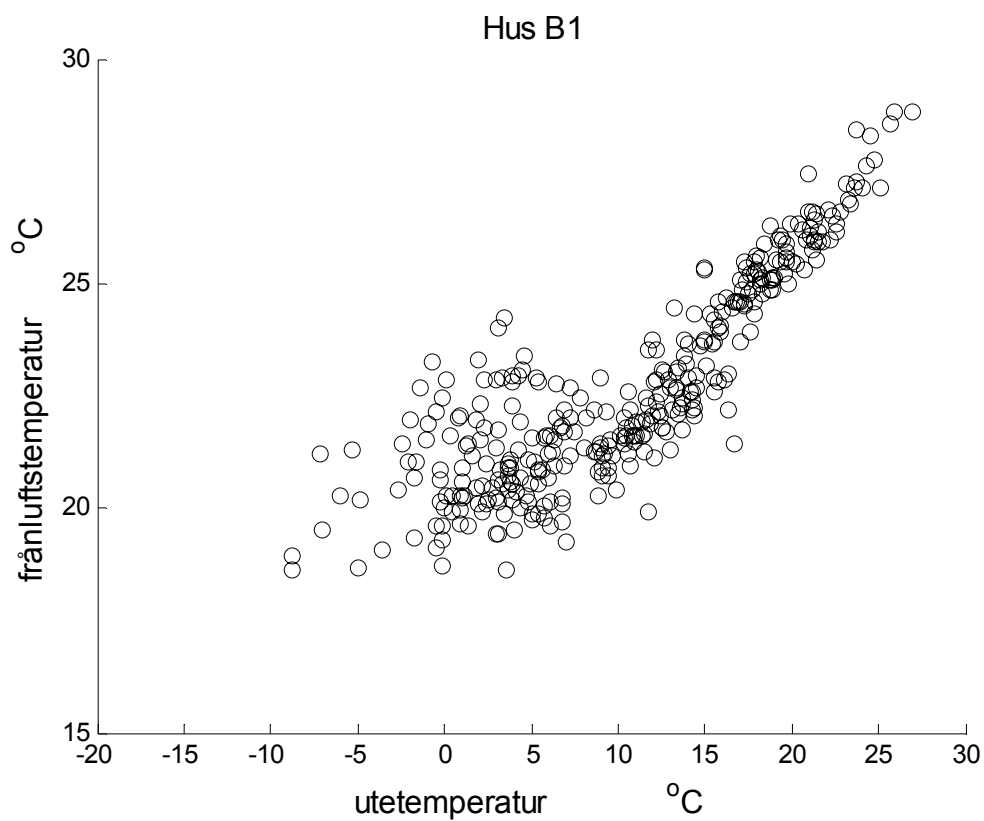
Figur 7.7 Frånluftstemperatur för hus A6 som funktion av utetemperatur.



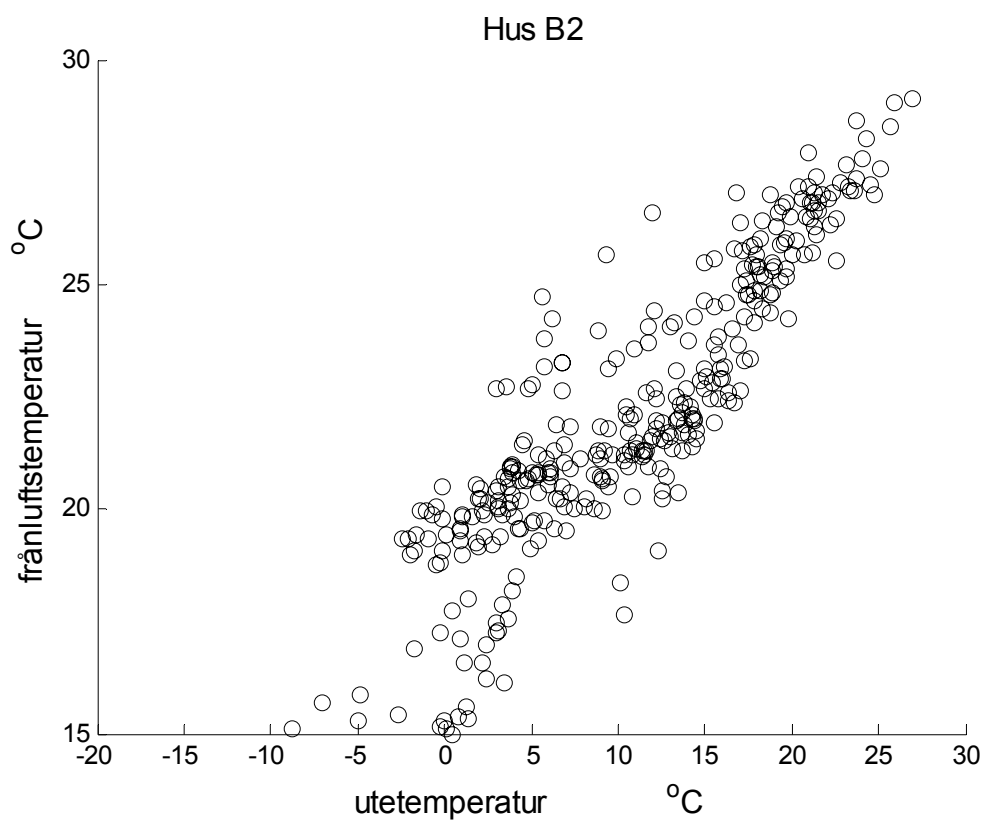
Figur 7.8 Frånluftstemperatur för hus A7 som funktion av utetemperatur.



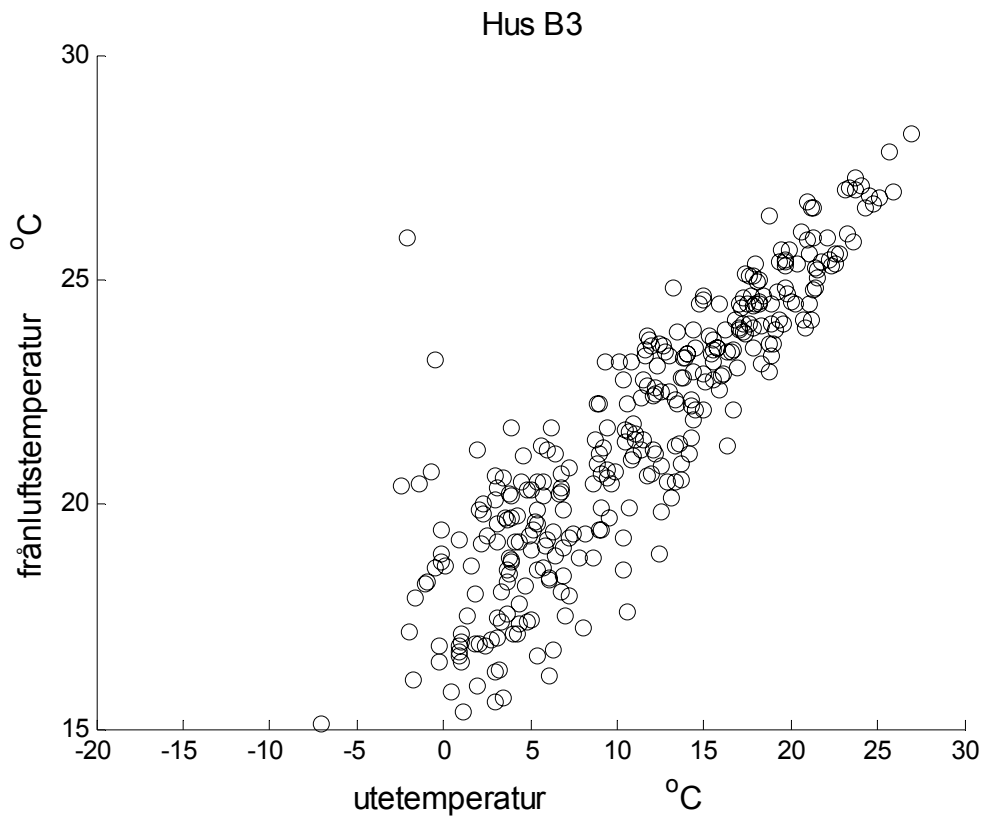
Figur 7.9 Frånluftstemperatur för hus A8 som funktion av utetemperatur.



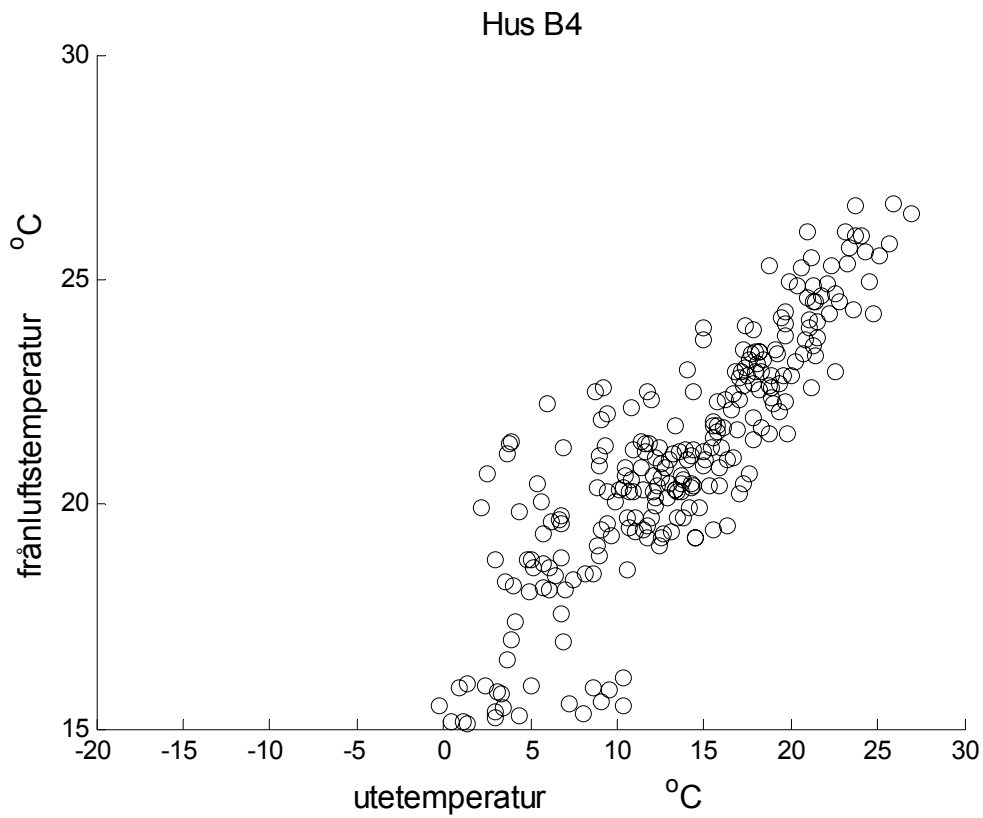
Figur 7.10 Frånluftstemperatur för hus B1 som funktion av utetemperatur.



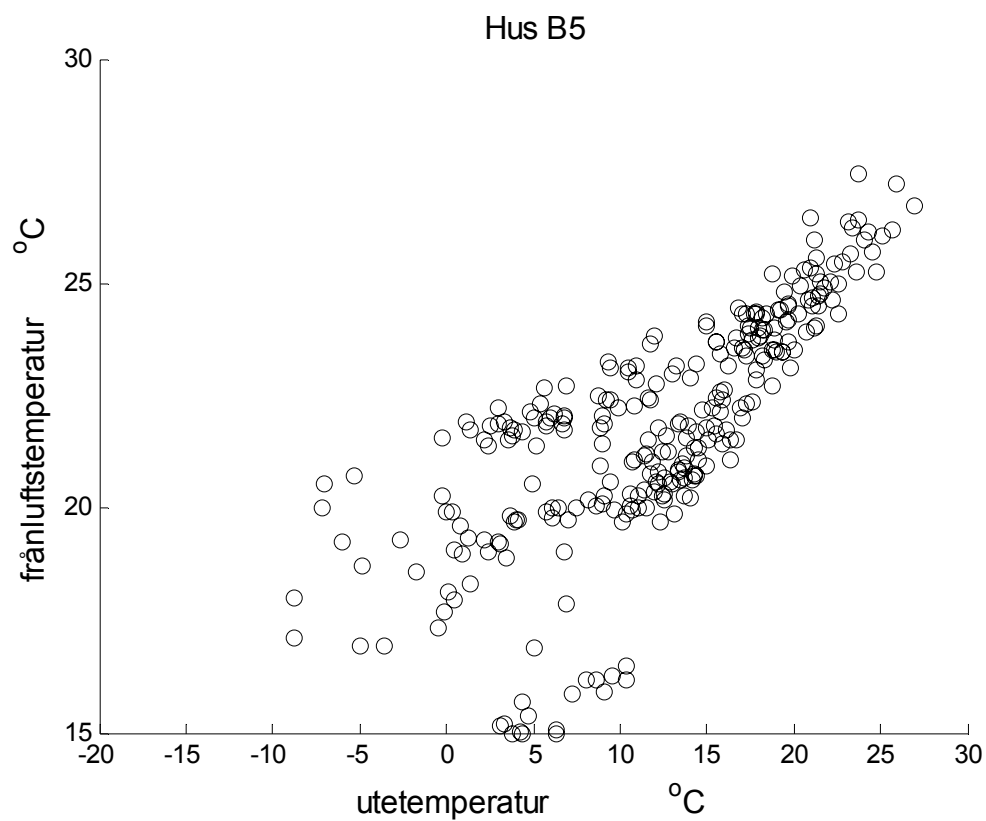
Figur 7.11 Frånluftstemperatur för hus B2 som funktion av utetemperatur.



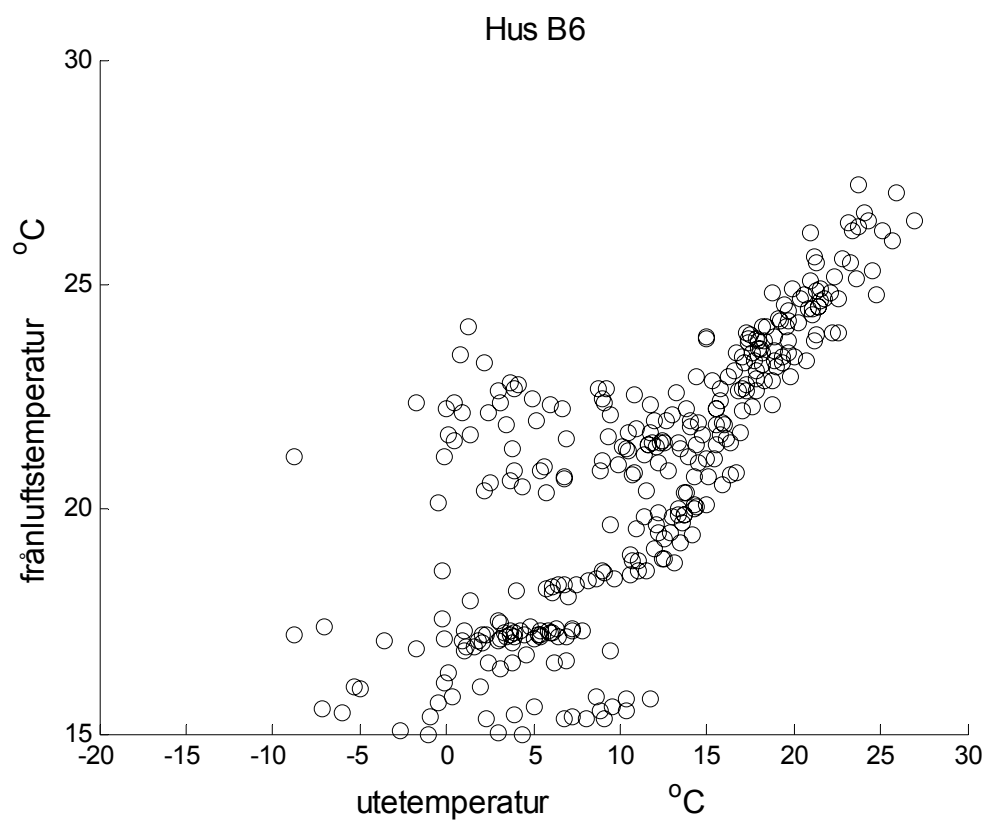
Figur 7.12 Frånluftstemperatur för hus B3 som funktion av utetemperatur.



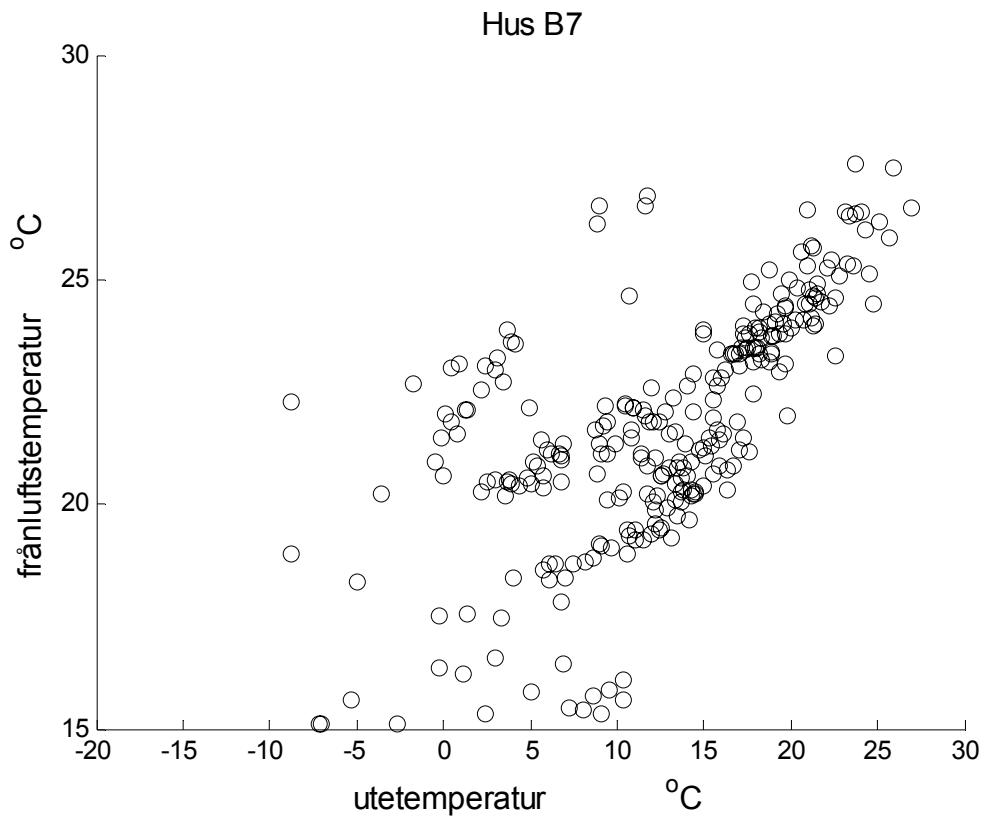
Figur 7.13 Frånluftstemperatur för hus B4 som funktion av utetemperatur.



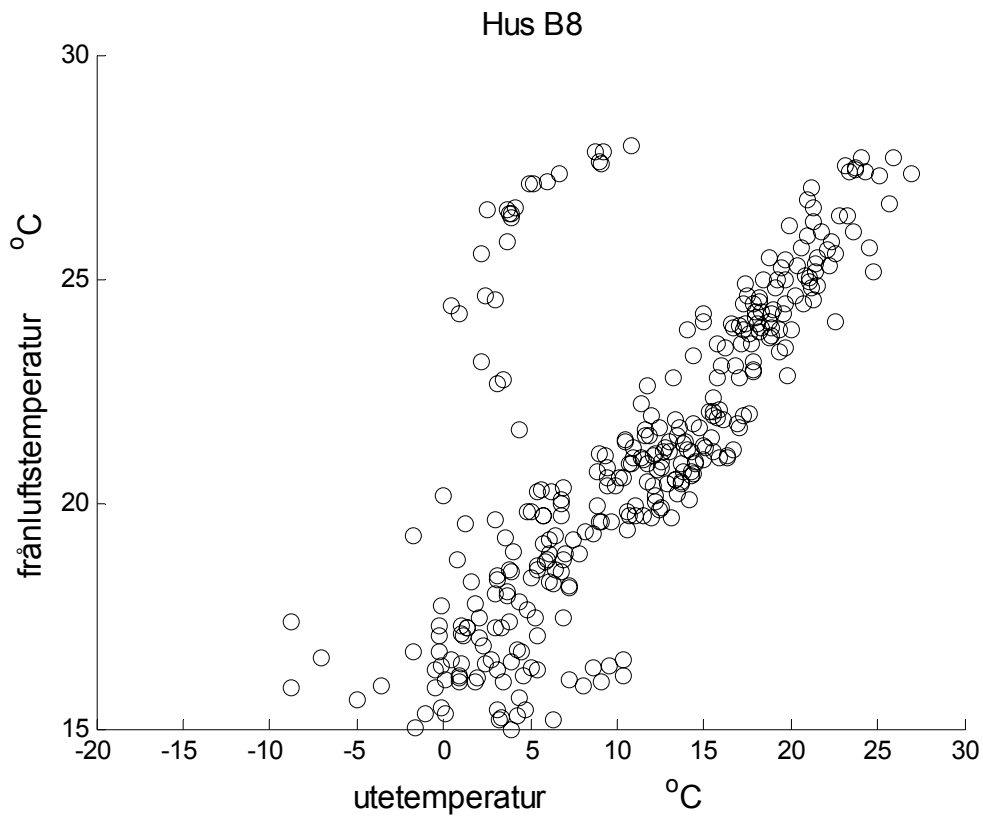
Figur 7.14 Frånluftstemperatur för hus B5 som funktion av utetemperatur.



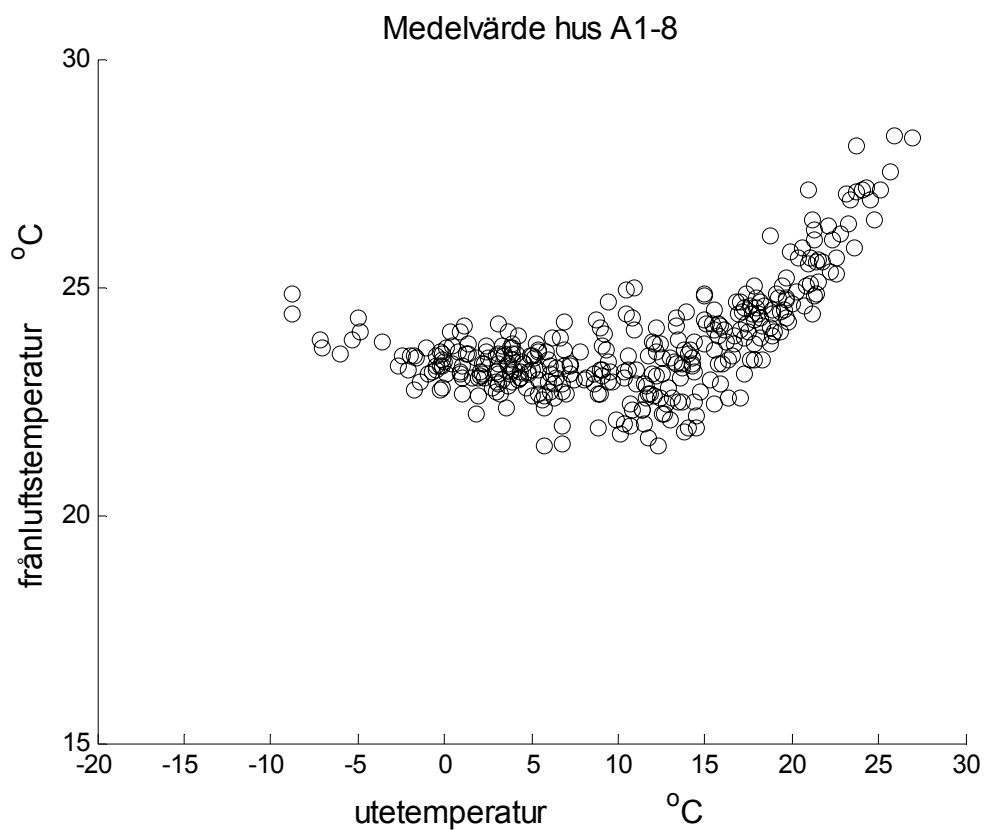
Figur 7.15 Frånluftstemperatur för hus B6 som funktion av utetemperatur.



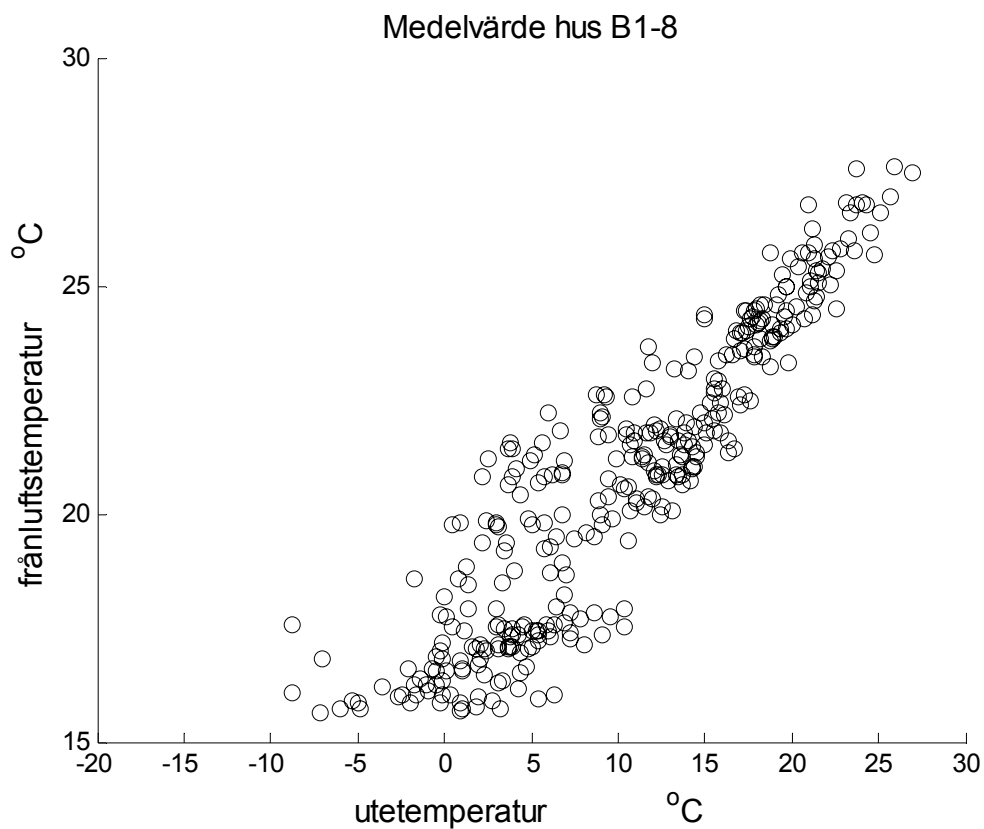
Figur 7.16 Frånluftstemperatur för hus B7 som funktion av utetemperatur.



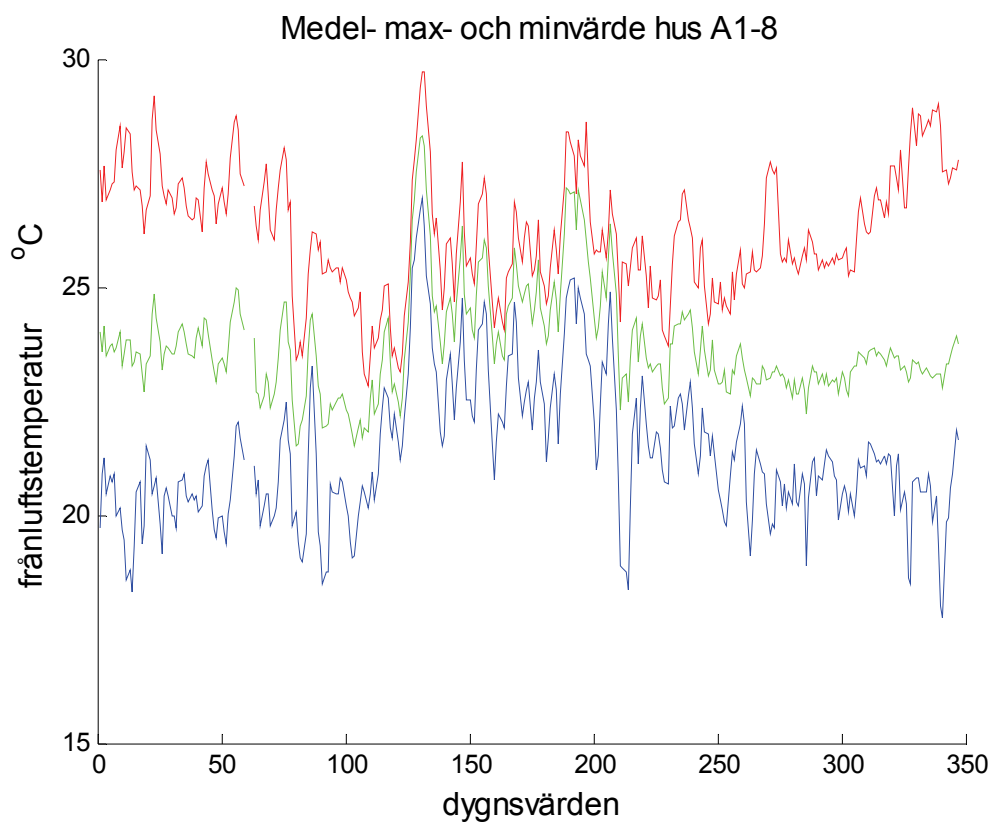
Figur 7.17 Frånluftstemperatur för hus B8 som funktion av utetemperatur.



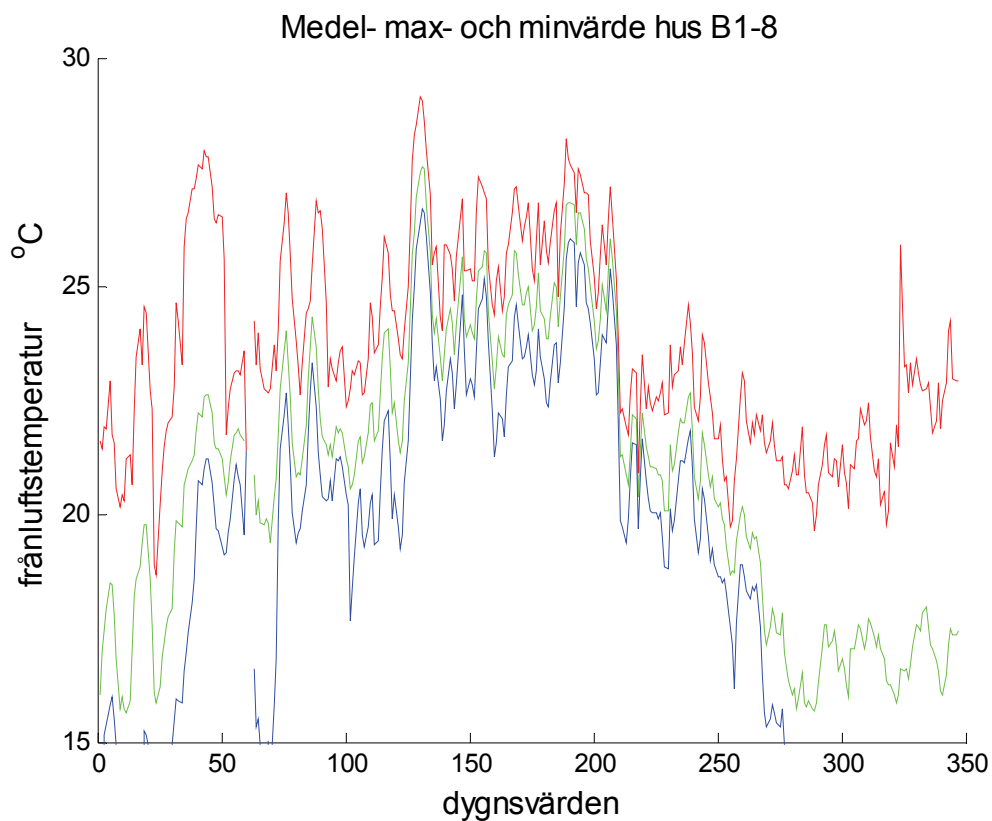
Figur 7.18 Frånluftstemperaturmedelvärde för hus A1-8 som funktion av utetemperatur.



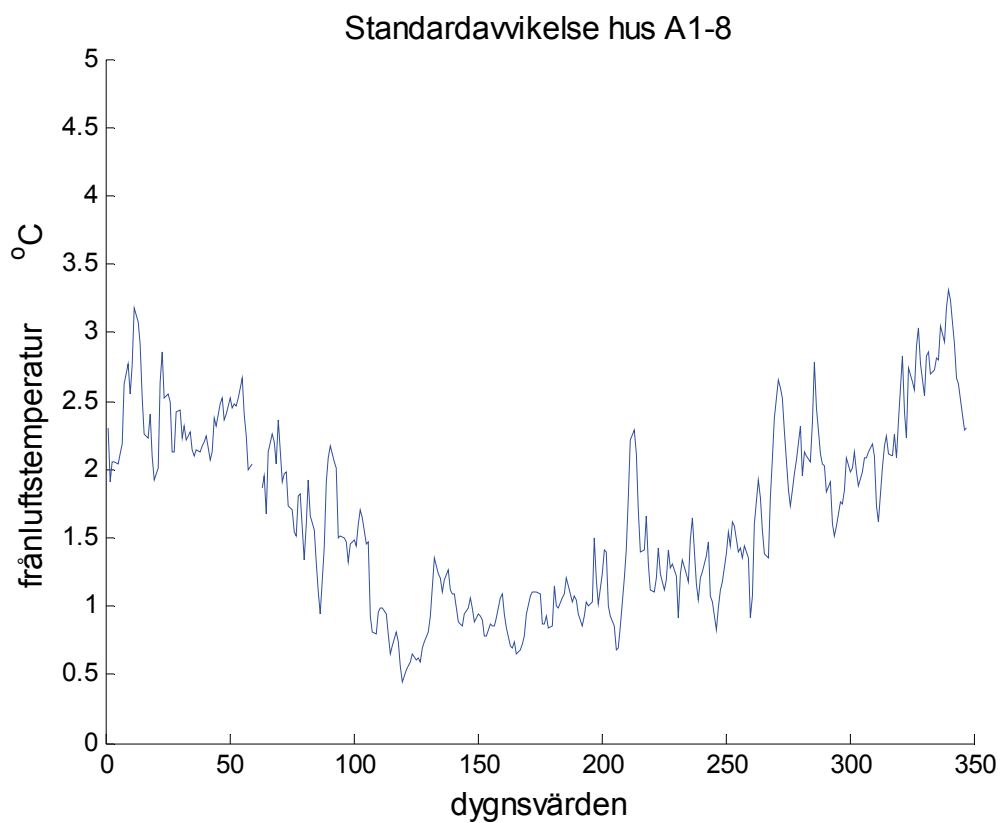
Figur 7.19 Frånluftstemperaturmedelvärde för hus B1-8 som funktion av utetemperatur.



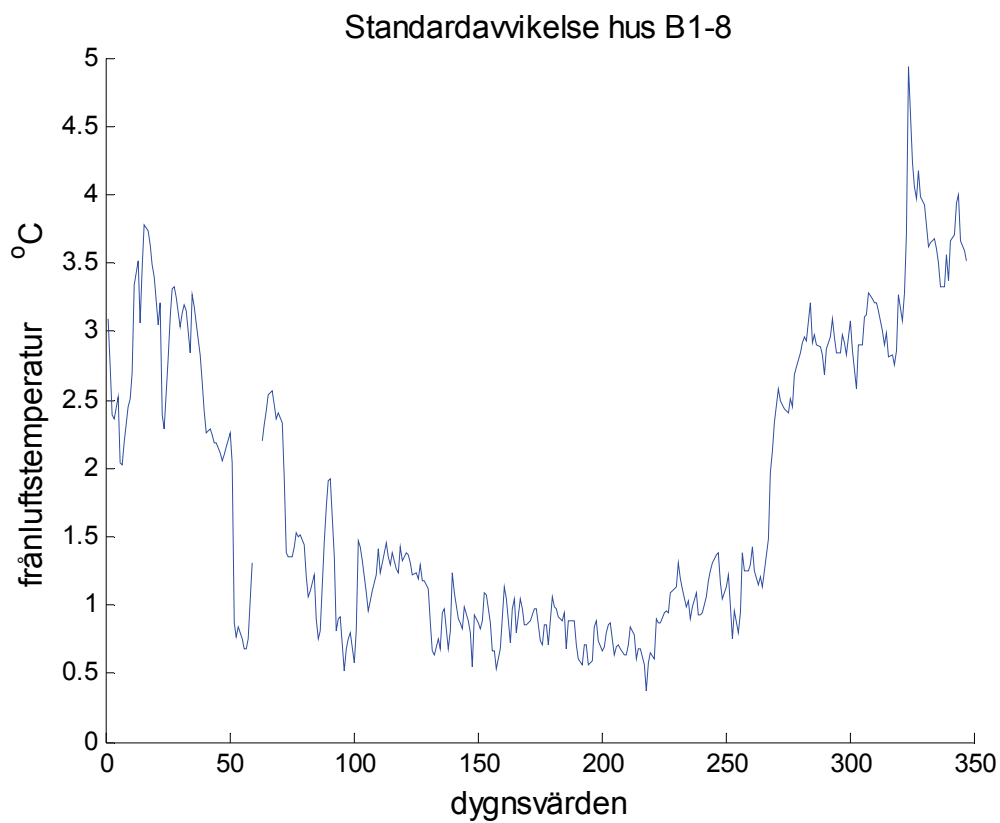
Figur 7.20 Medelvärde för frånluftstemperatur för hus A1-8 som funktion av mätdygn.



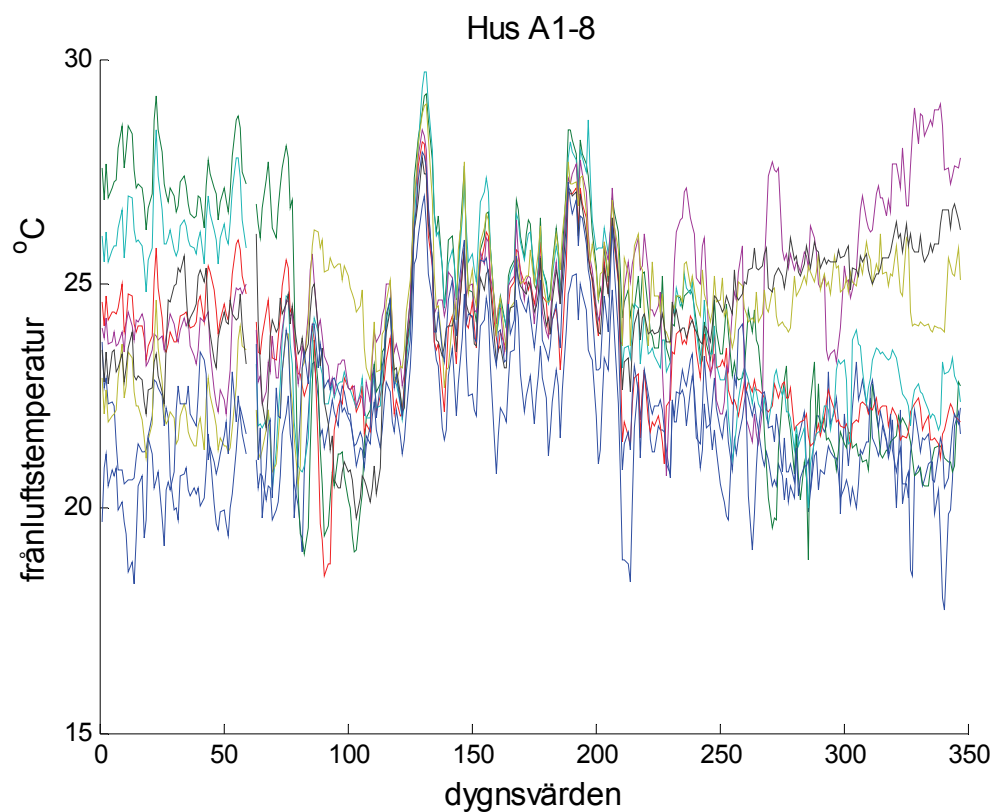
Figur 7.21 Medelvärde för frånluftstemperatur för hus B1-8 som funktion av mätdygn.



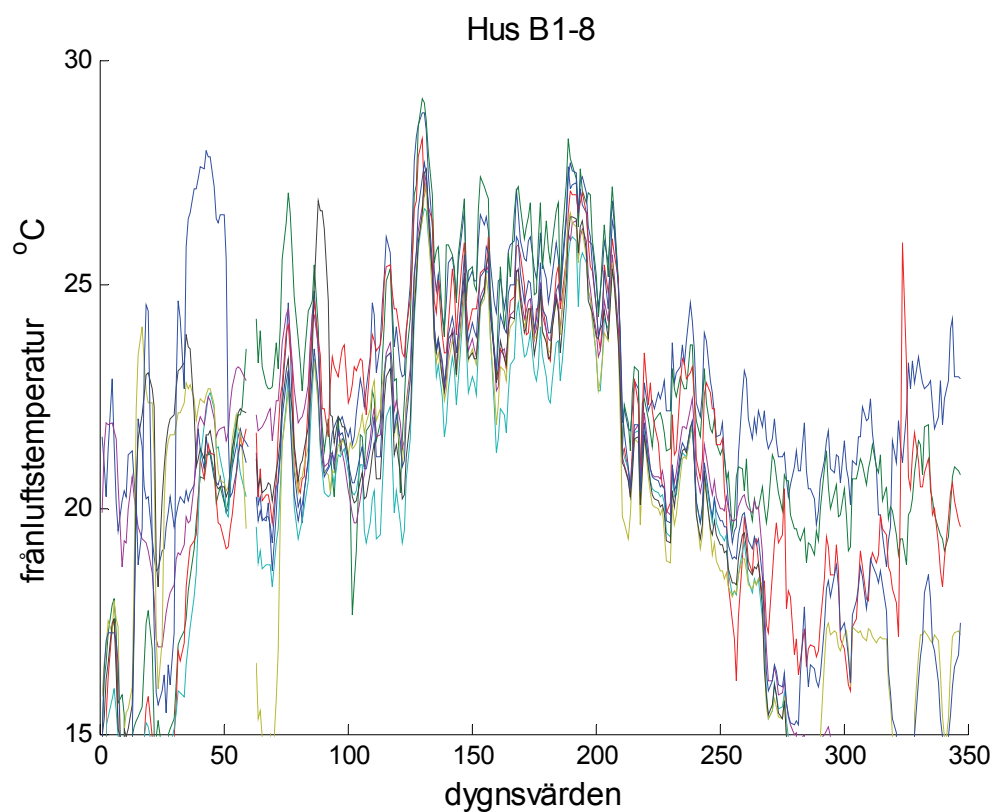
Figur 7.22 Standardavvikelse för frånluftstemperatur för hus A1-8 som funktion av mätdygn.



Figur 7.23 Standardavvikelse för frånluftstemperatur för hus B1-8 som funktion av mätdygn.



Figur 7.24 Frånluftstemperatur (dygnsmedelvärden) för hus A1-8 som funktion av mätdygn.



Figur 7.25 Frånluftstemperatur (dygnsmedelvärden) för hus B1-8 som funktion av mätdygn.



## 8 Tappvatten

Mängden eller volymen kallvatten och varmvatten har mätts var för sig.

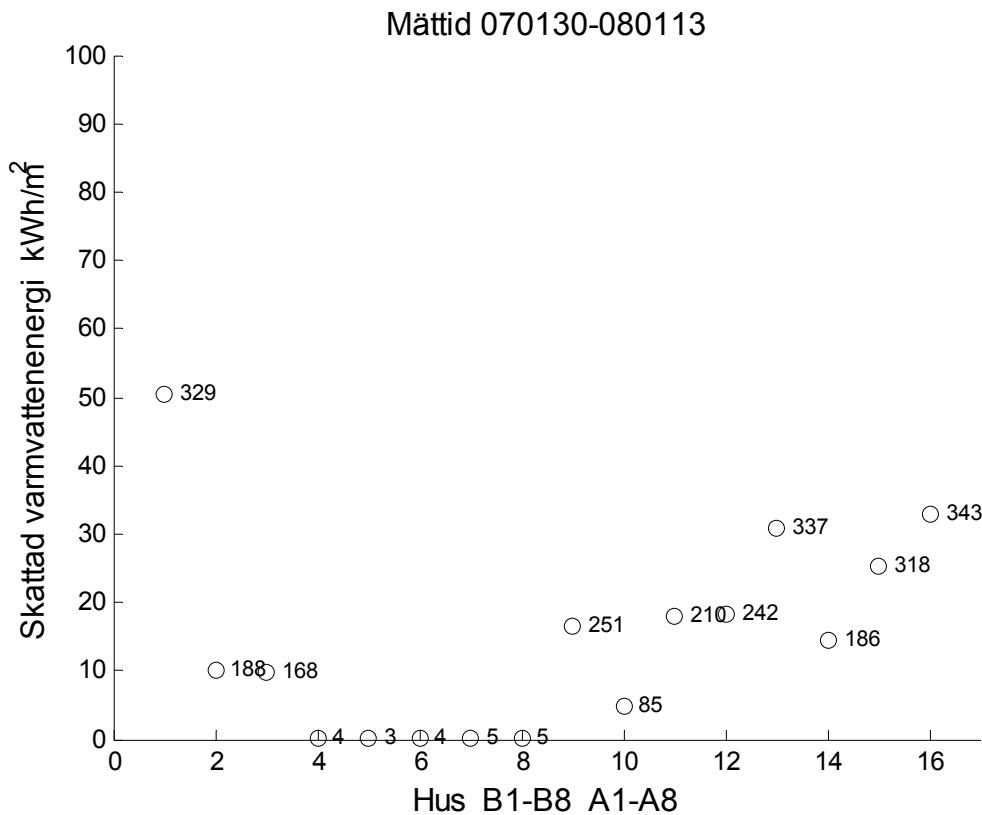
Energibehovet för varmvattenberedning har skattats med en antagen uppvärmning på 45 °C, vilket kan ses som en ingående tappvatten temperatur på 10 °C och en önskad varmvatten temperatur på 55 °C. Det specifika energibehovet är avrundat 52 kWh/m<sup>3</sup>. Det skattade varmvattenenergiebehovet per m<sup>2</sup> golvyta redovisas i Figur 8.1 som funktion av husnummer.

Antalet dygnsvärden som ingår i ett redovisat medelvärde anges till höger i samtliga Figur 8.1-6.

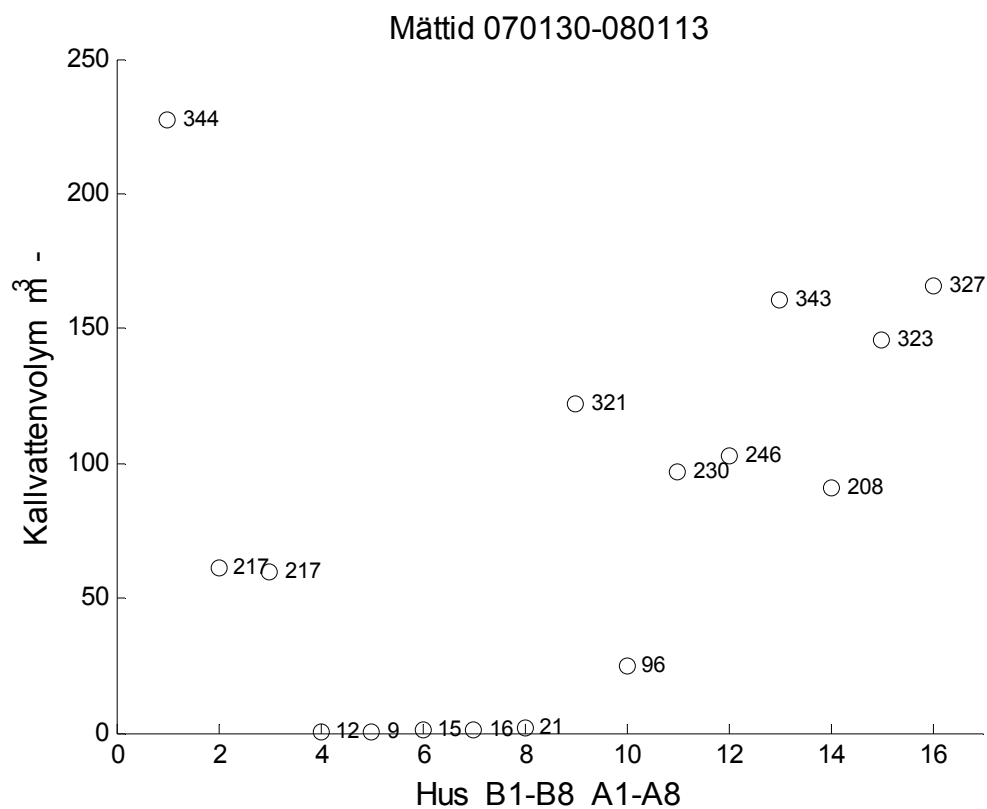
Notera att de obebodda husen B4-8 endast har mätt varmvattenförbrukning under 4, 3, 4, 5 respektive 5 dygn.

Både tappvatten- och varmvattenförbrukningen mäts och redovisas här totalt som m<sup>3</sup> och specifikt som m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> eller egentligen som m som funktion av husnummer i Figur 8.2-5.

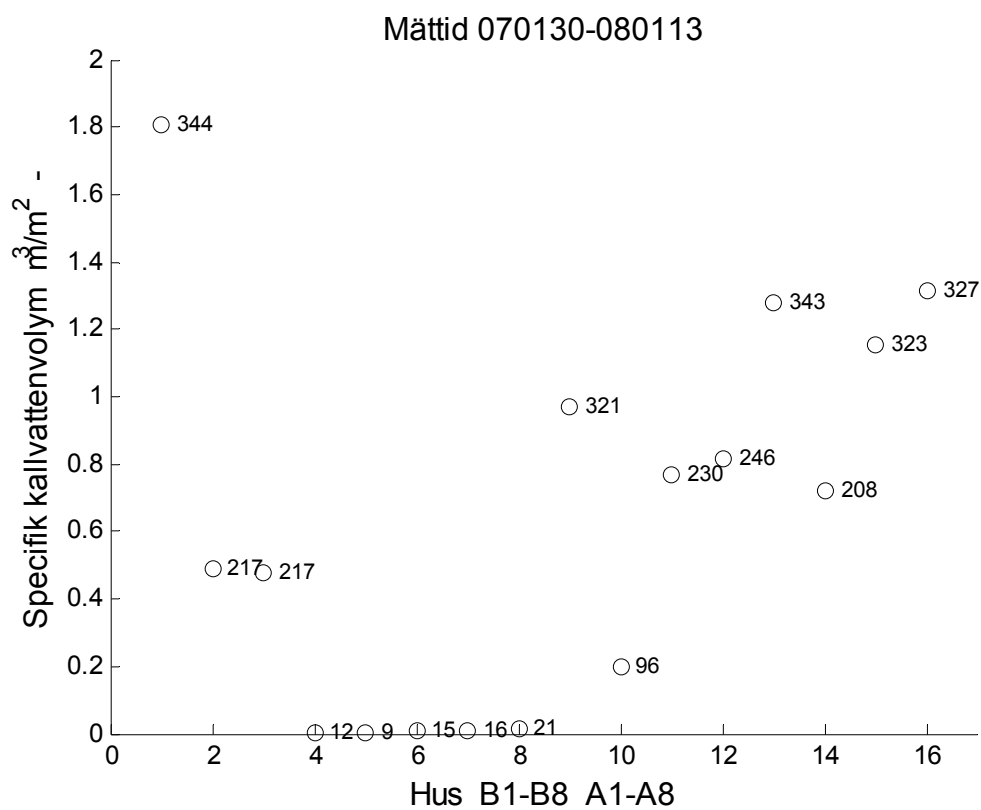
Andelen varmvatten i förhållande till tappvatten har också beräknas och redovisas i Figur 8.6 som funktion av husnummer.



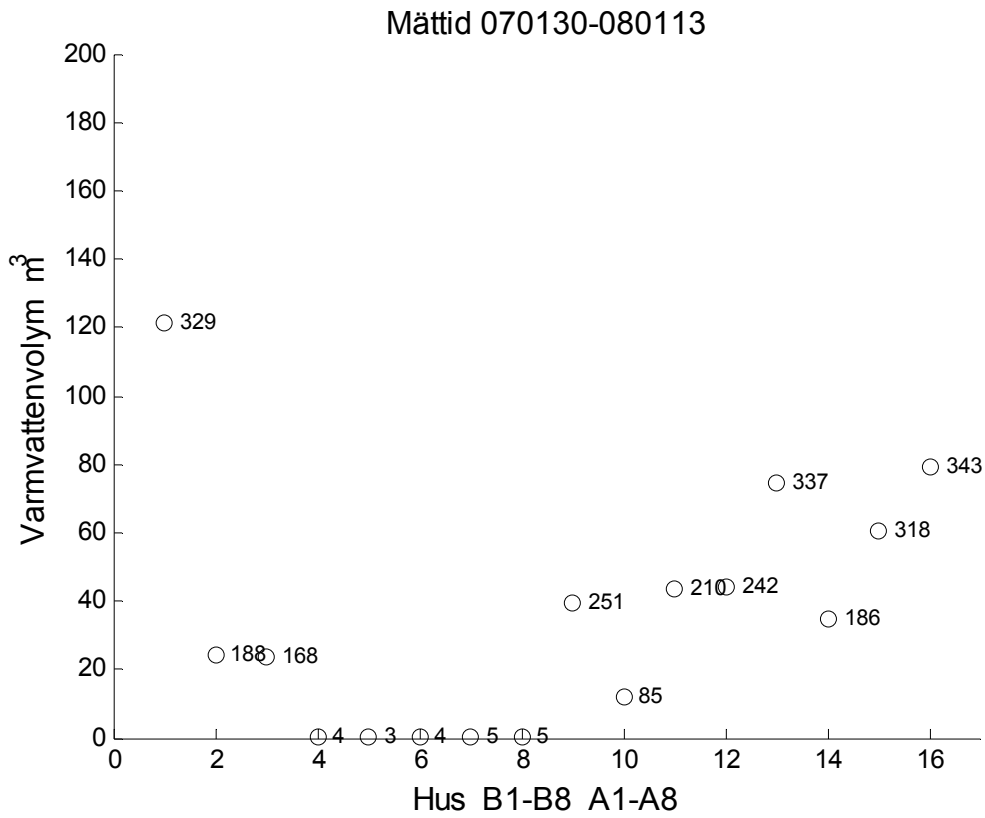
Figur 8.1 Skattad varmvattenförbrukning kWh/m<sup>2</sup> som funktion av husnummer.



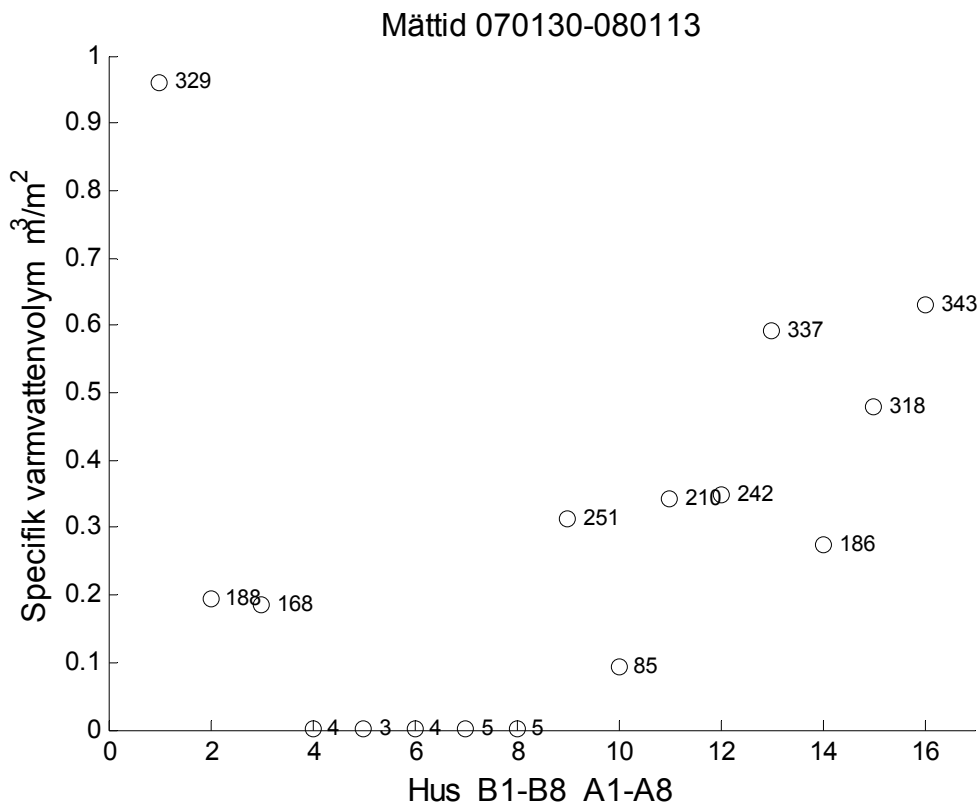
Figur 8.2 Kallvattenförbrukning m<sup>3</sup> som funktion av husnummer.



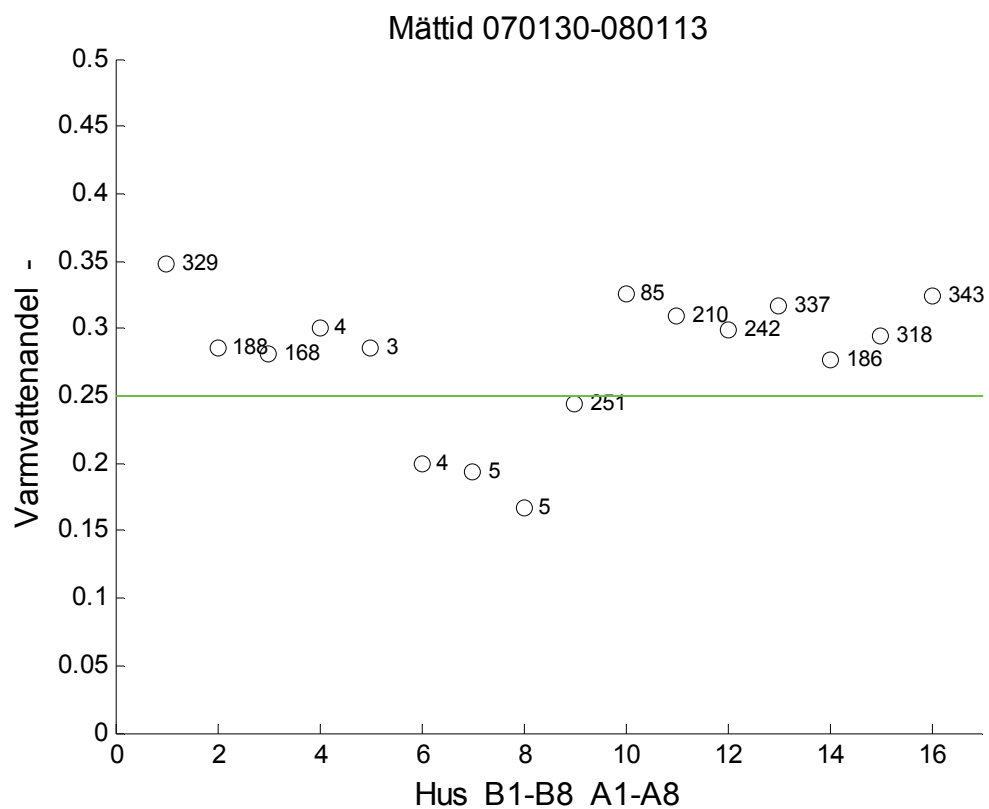
Figur 8.3 Kallvattenförbrukning m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> som funktion av husnummer.



Figur 8.4 Varmvattenförbrukning m<sup>3</sup> som funktion av husnummer.



Figur 8.5 Varmvattenförbrukning m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> som funktion av husnummer.



Figur 8.6 Varmvattenandel - som funktion av husnummer.

## 9 Systemfunktion för hus B4-8

De obebodda husen B4-B8 är ytterst lämpliga för att undersöka funktionen för husens värmepumpssystem för uppvärmning och ventilation. Osäkerheter om varmvatten, hushållsel och boende finns inte bortsett från sol. De fem husen B4-8 redovisas i Figur 9.1-20 husvis med fyra diagram i ett och samma uppslag. De fyra delredovisningarna är följande:

- mätt och skattat elvärmebehov som funktion av utetemperatur
- frånluftstemperatur som funktion av utetemperatur
- isodiagram för radiatorenergi som funktion av ute- och frånluftstemperatur
- beräknad värmefaktor som funktion av utetemperatur

Uppmätt elvärmebehov har jämförts med beräknat värmebehovseffekt för uppvärmning och antagen ventilation med flödena 0, 15, 30, 45 och 60 l/s, vilket kan också tolkas som ventilationsvärmebehov för det nominella ventilationsflödet 60 l/s för frånluft och med ventilationsvärmeåtervinning med temperaturverkningsgraden 1.00, 0.75, 0.50, 0.25 respektive 0.00 räknat på frånluftsflödet på 60 l/s.

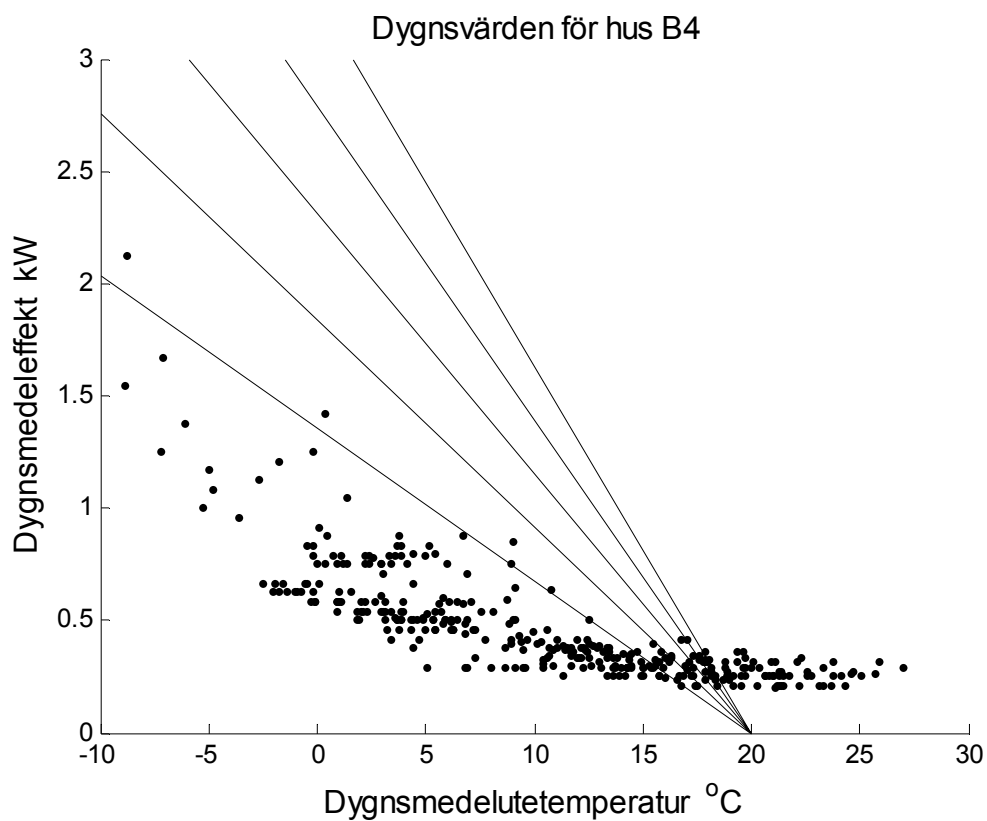
Det specifika ventilationsvärmebehovet är 0, 18, 36, 54 och 72 W/K. Det specifika värmebehovet för transmission är 57.5 W för gavelhus B8 och 50.8 W/K för innerhus B4-7. En beräknad effektsignatur har ritats upp med noll effekt för utetemperaturen 20 °C. Innetemperaturen eller frånluftstemperaturen ligger både lägre och högre och solinstrålning kan ge ett bidrag. Den vänstra kurvan av de fem motsvarar enbart transmissionsförluster och den högra både transmissions- och ventilationsförluster för ett hus med enbart frånluftsventilation utan återvinning. Mätt och redovisad effekt är alltid större än noll, eftersom det finns två fläktar, en pump och en varmvattenberedare med värmeförluster. Hushållsutrustning som kyl och frys är inte i drift.

Den beräknade effektsignaturen i Figur 9.1, 9.5, 9.9, 9.13 och 9.17 ligger bortsett från baseffekten alltid över de redovisade effektvärdena. Hus B8 ligger ganska nära fallet utan återvinning och utan värmepump för en del höga effekter vid måttliga utetemperaturer.

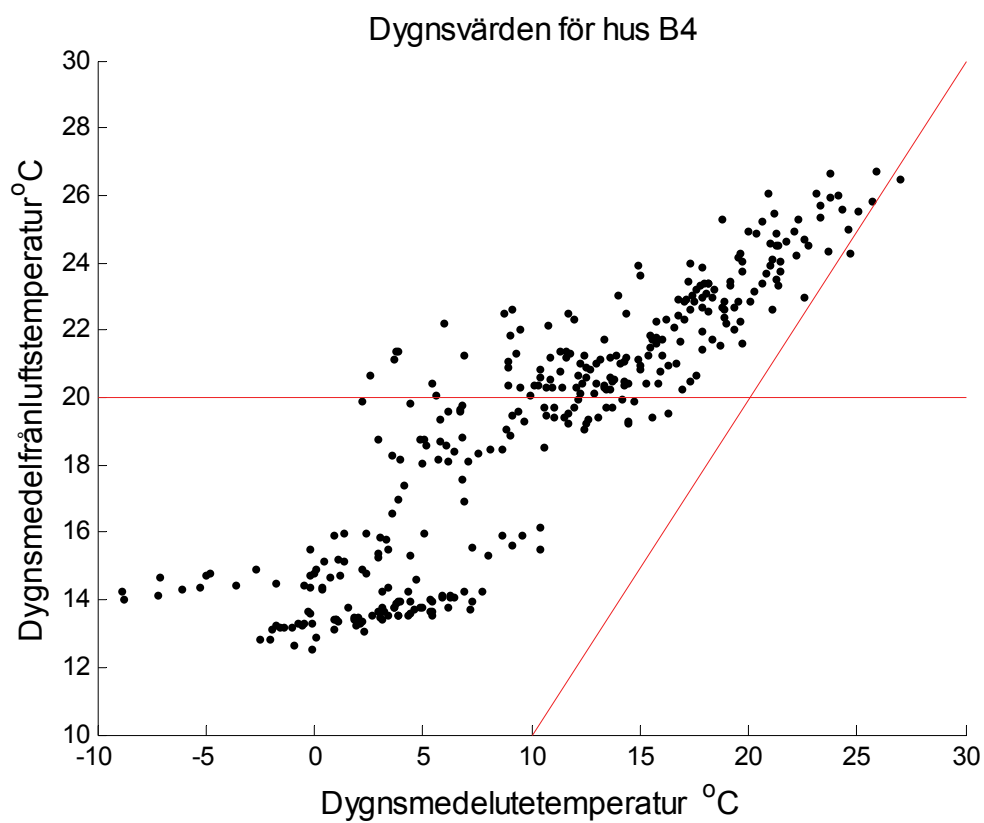
Frånluftstemperaturen har varierat betydligt med utetemperaturen enligt Figur 9.2, 9.6, 9.10, 9.14 och 9.18. Vissa punktföljder visar på att olika temperaturinställningar har använts.

Radiatorsystemets funktion redovisas i Figur 9.3, 9.7, 9.11, 9.15 och 9.19 med tillförd värme i ett isodiagram som med utetemperatur som x-axel och frånluftstemperatur som y-axel. Endast hus B4 tillför inte värme när frånluftstemperaturen är högre än 20 °C. Huvuddelen av radiatorvärmens tillförs dock när frånluftstemperaturen är lägre än 20 °C.

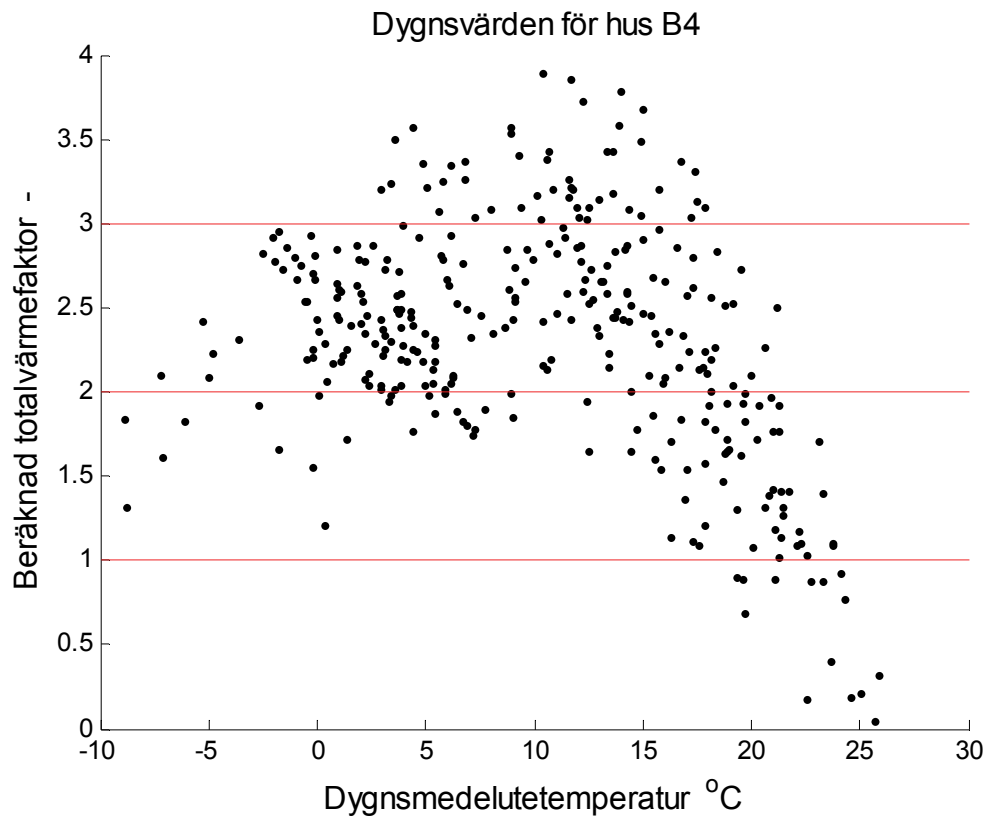
Dygnsvärmefaktorn kan skattas som kvoten mellan det beräknade värmebehovet enligt tidigare och den mätta totaleffekten. Resultaten redovisas husvis i Figur 9.4, 9.8, 9.12, 9.16 och 9.20. Den beräknade värmefaktorn är lägst vid höga utetemperaturer, när det inte finns något egentligt värmebehov. Värmefaktorn ökar först med minskande utetemperatur ner till 10 °C och minskar därefter. Den skattade värmefaktorns årsmedelvärde är 2.3, 2.6, 2.4, 2.9 och 2.3 för de fem husen B4-8.



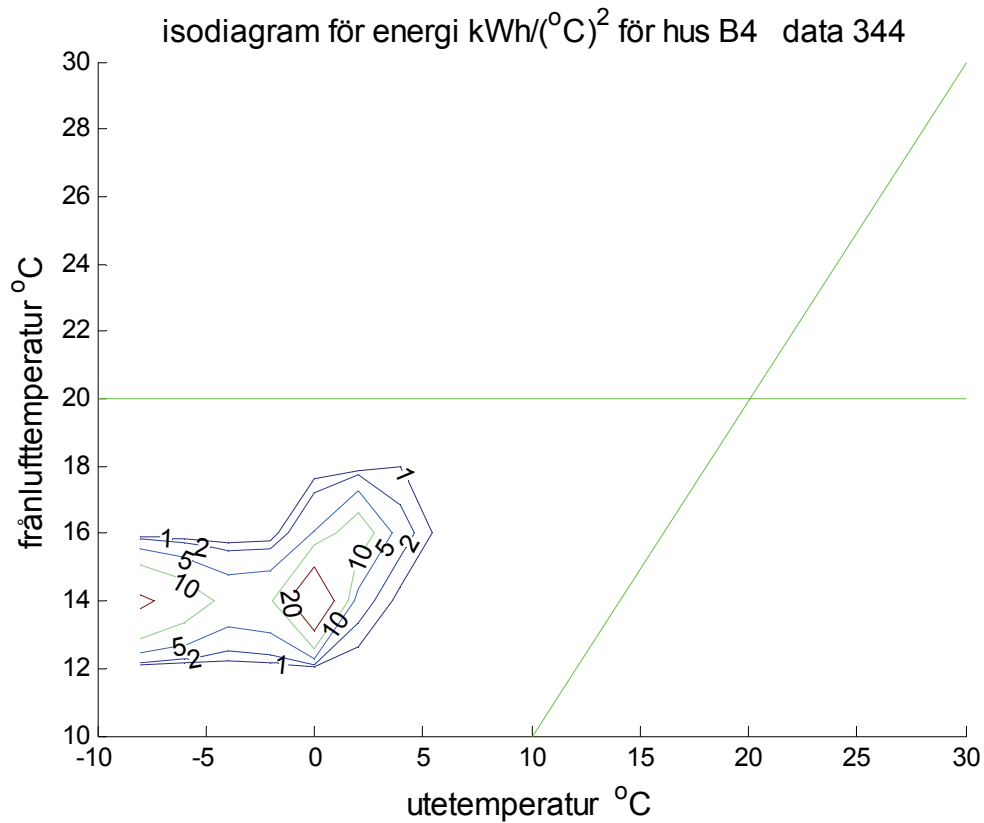
Figur 9.1 Effektsignatur dygnsmedelkraft mot utetemperatur för hus B4.



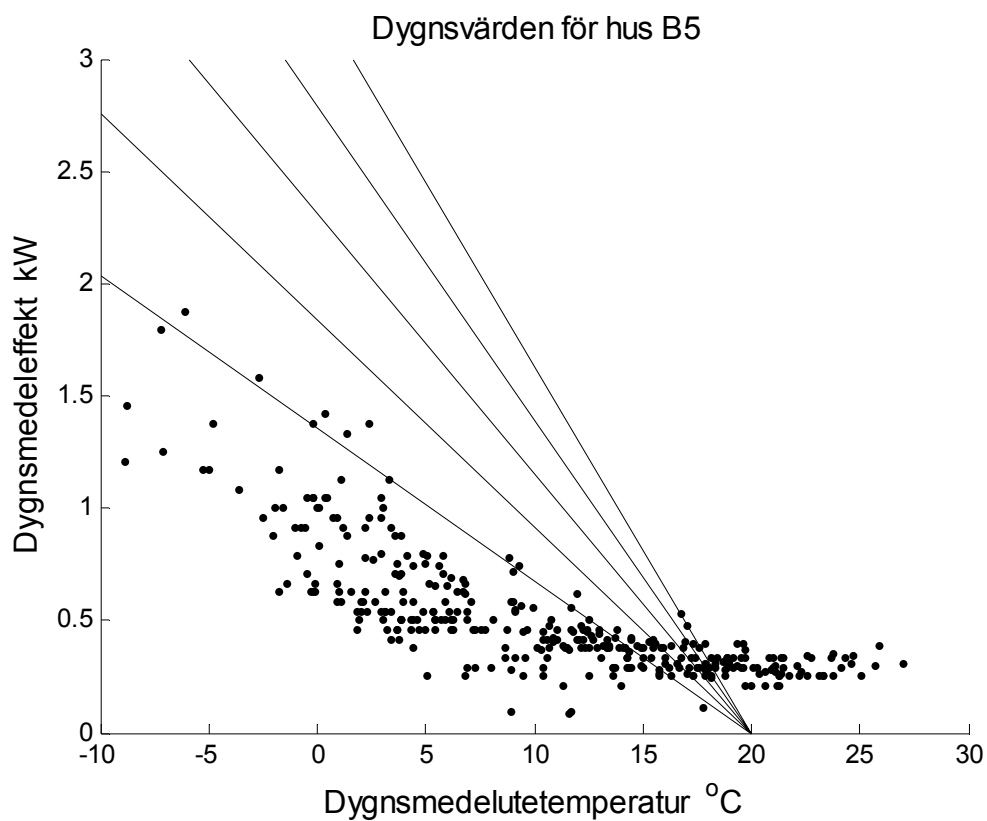
Figur 9.2 Frånluftstemperatur som funktion av utetemperatur för hus B4.



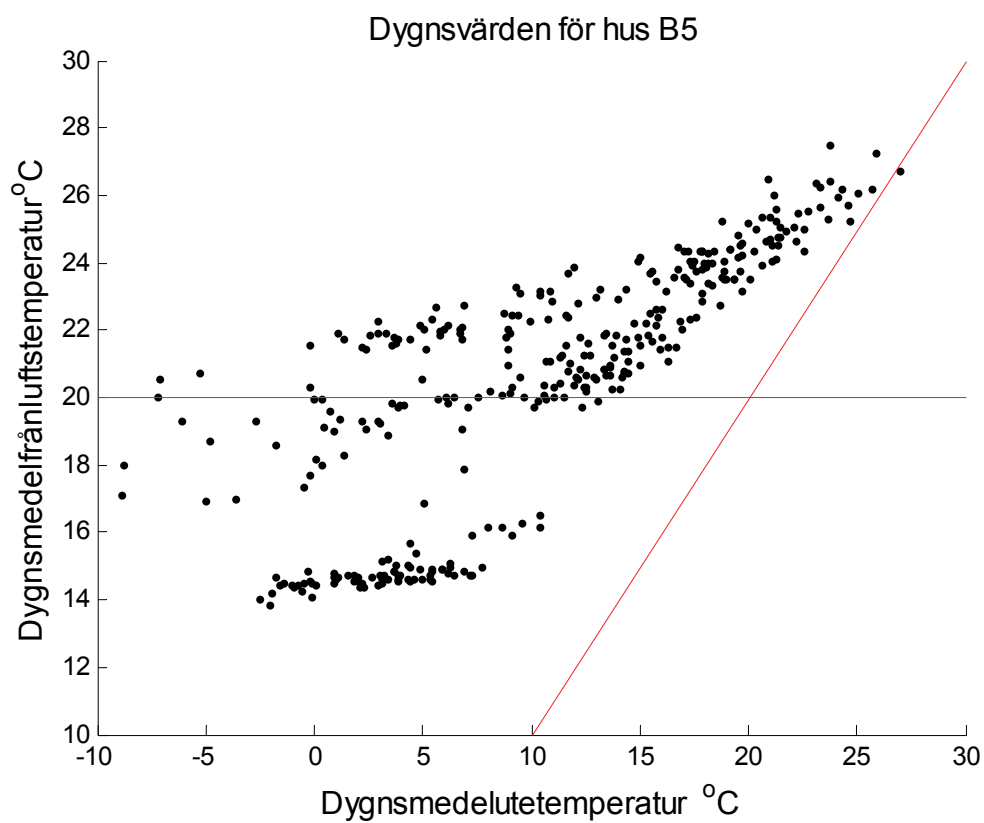
Figur 9.3 Beräknad värmefaktor som funktion av utetemperatur för hus B4.



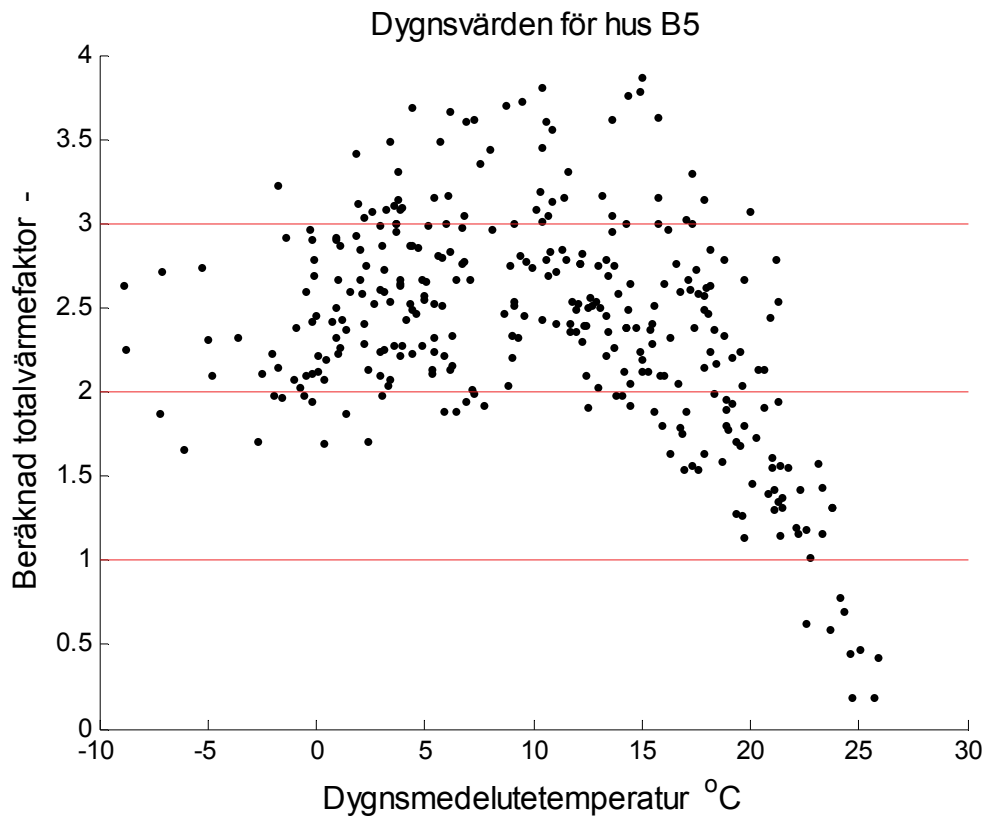
Figur 9.4 Isodiagram för radiatorenergi kWh/°C<sup>2</sup> för hus B4.



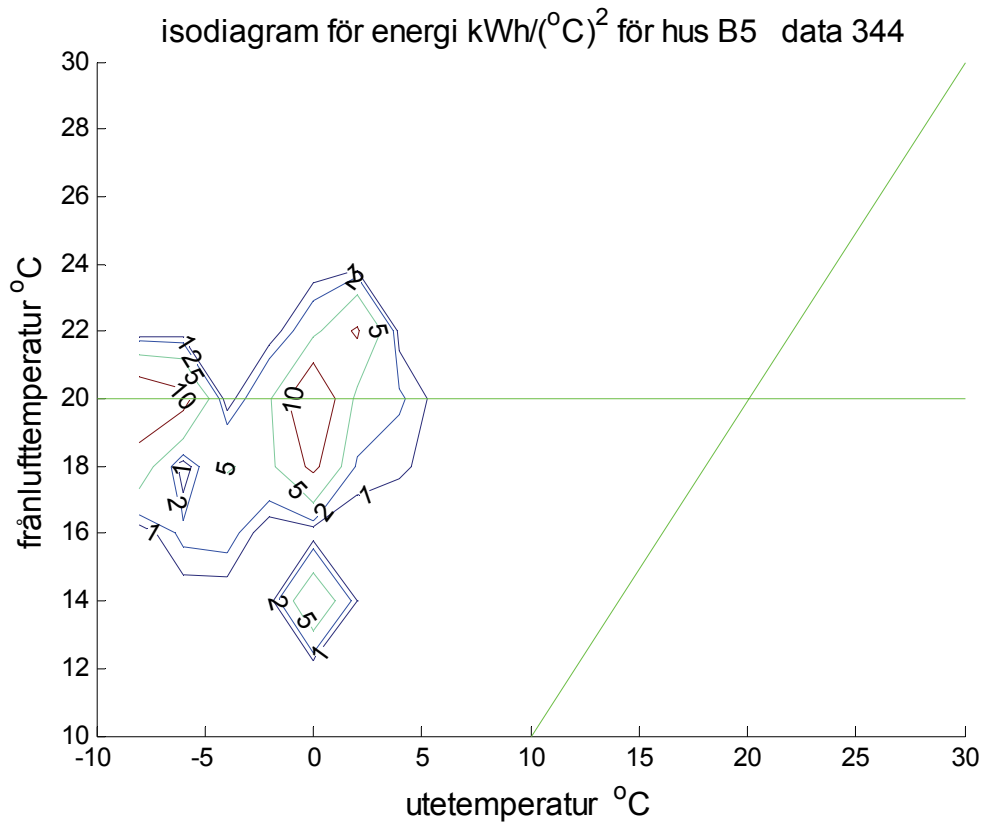
Figur 9.5 Effektsignatur dygnsmedelkraft mot utetemperatur för hus B5.



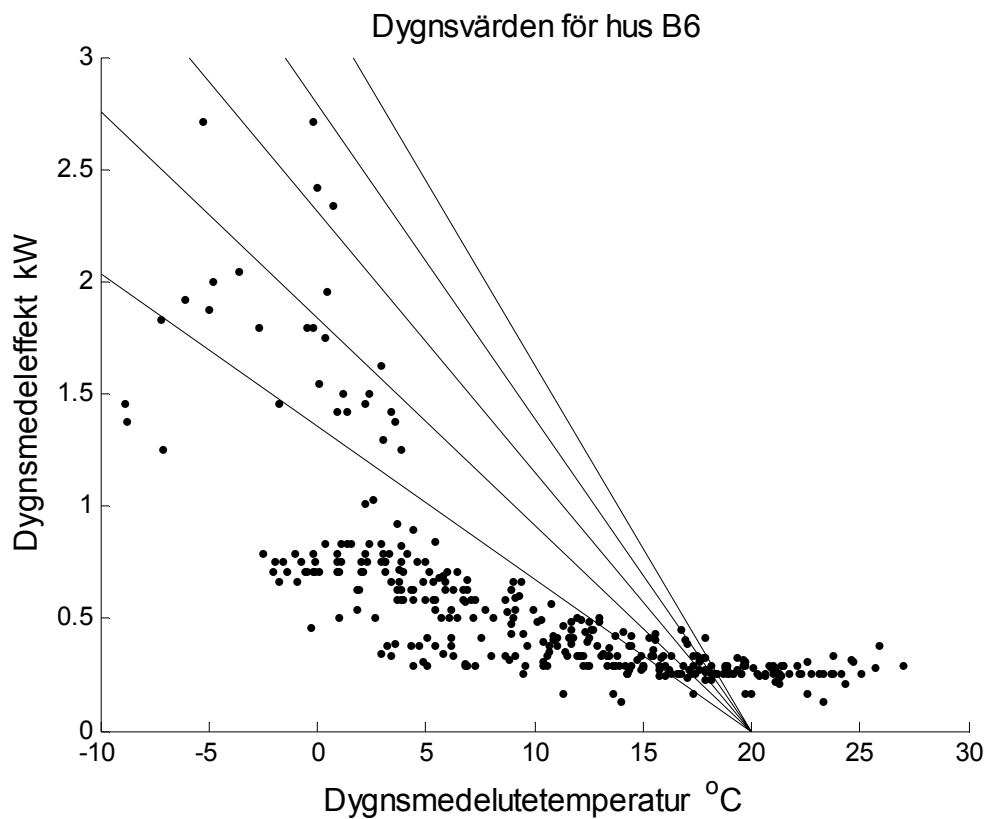
Figur 9.6 Frånluftstemperatur som funktion av utetemperatur för hus B5.



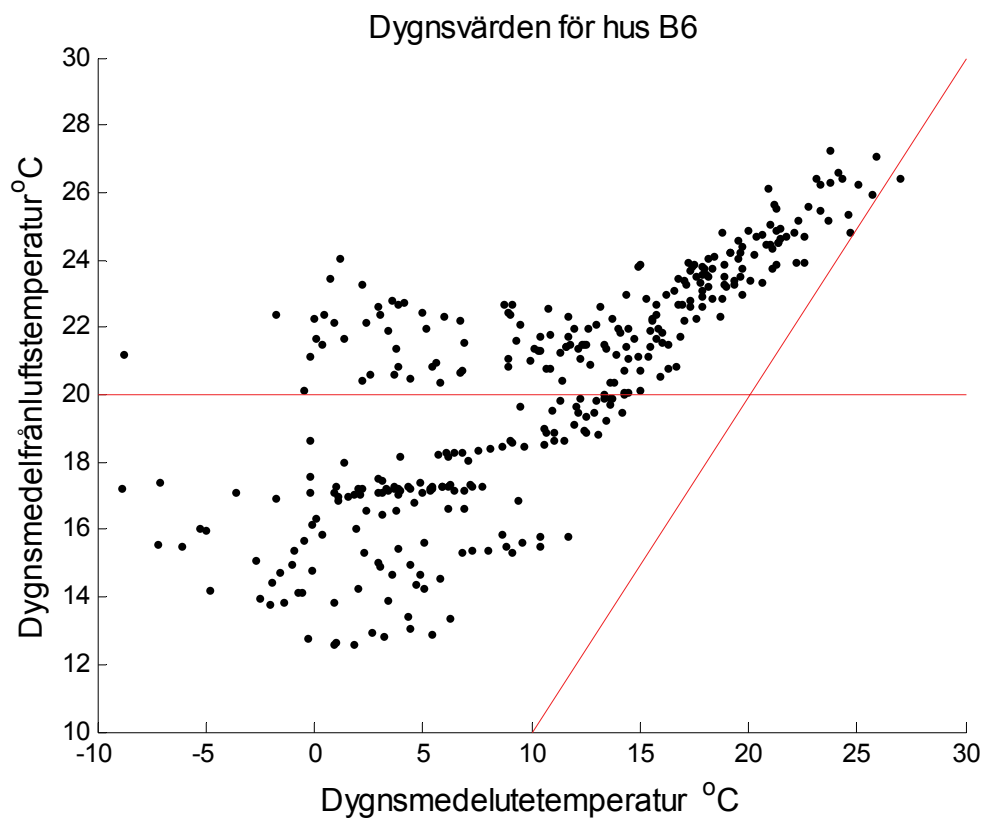
Figur 9.7 Beräknad värmefaktor som funktion av utetemperatur för hus B5.



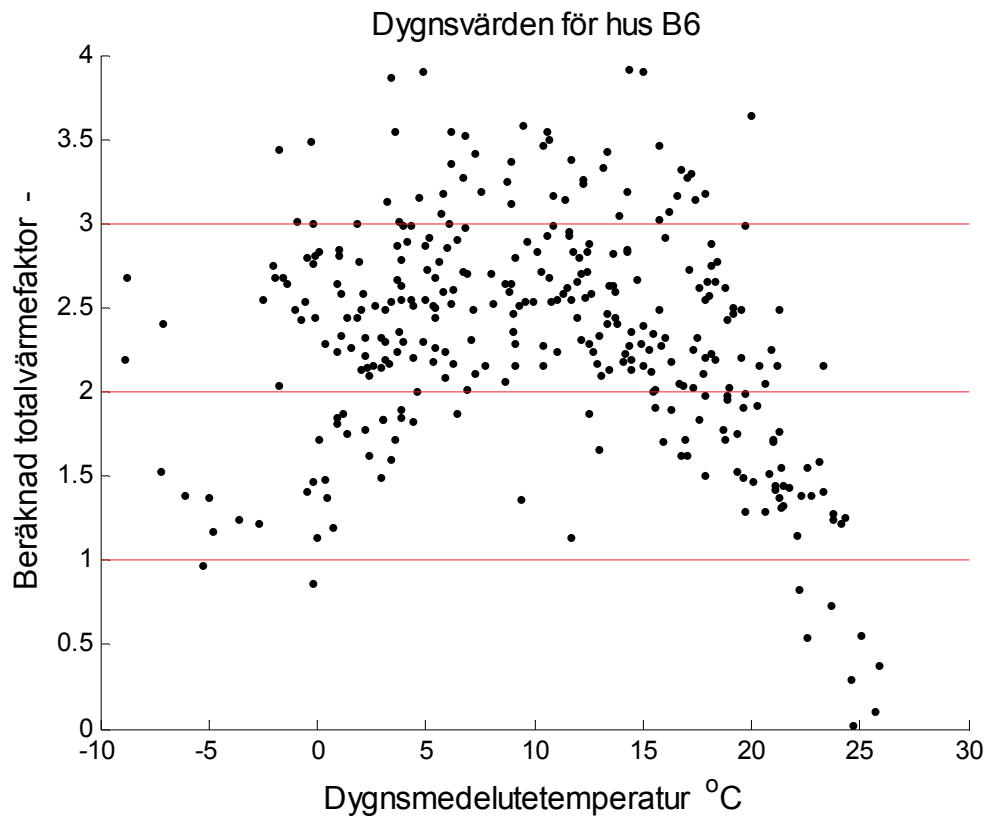
Figur 9.8 Isodiagram för radiatorenergi kWh/°C<sup>2</sup> för hus B5.



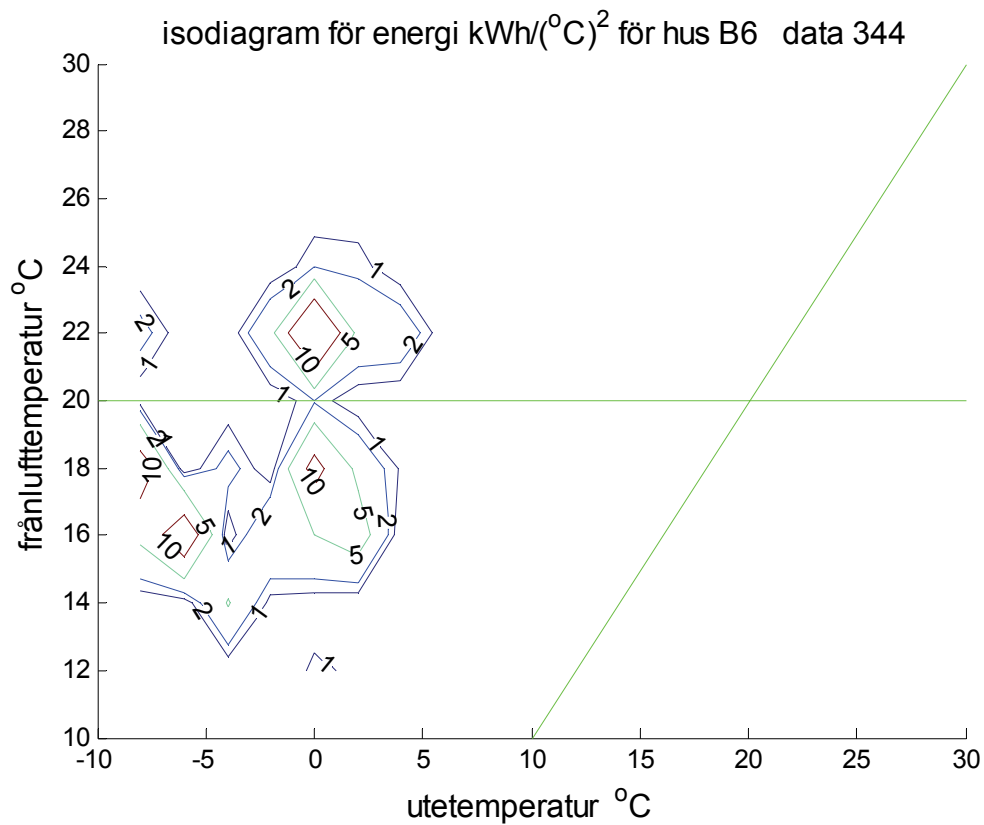
Figur 9.9 Effektsignatur dygnsmideleffekt mot utetemperatur för hus B6.



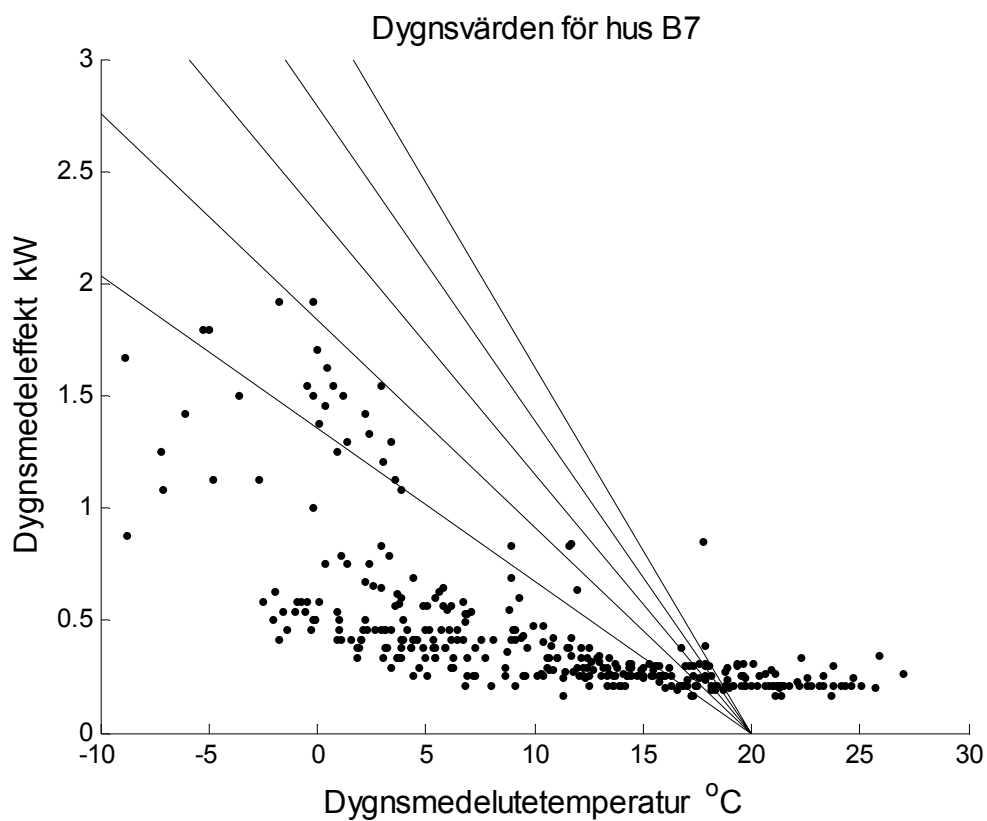
Figur 9.10 Frånluftstemperatur som funktion av utetemperatur för hus B6.



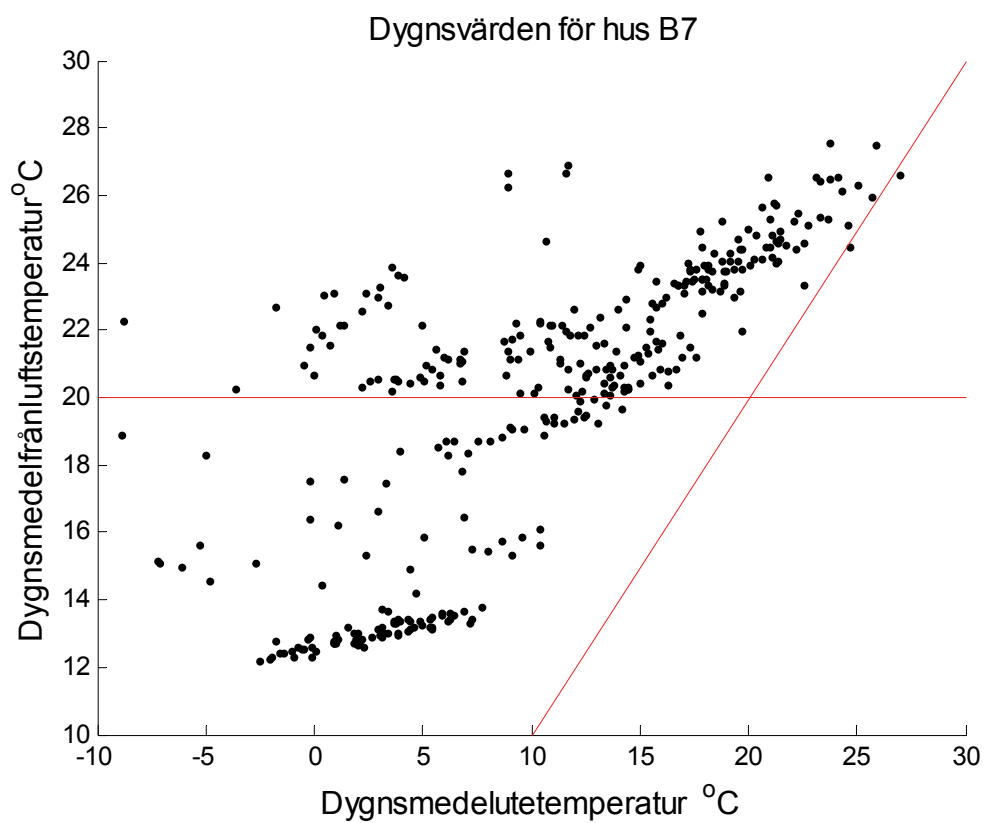
Figur 9.11 Beräknad värmefaktor som funktion av utetemperatur för hus B6.



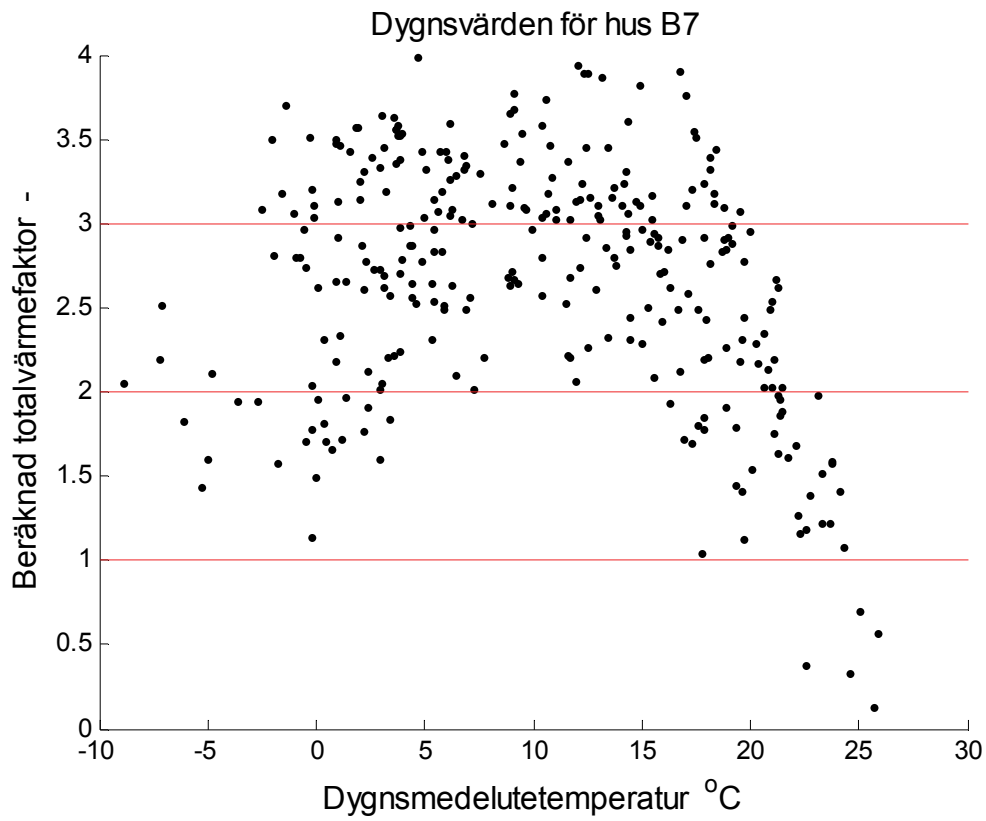
Figur 9.12 Isodiagram för radiatorenergi kWh/°C<sup>2</sup> för hus B6.



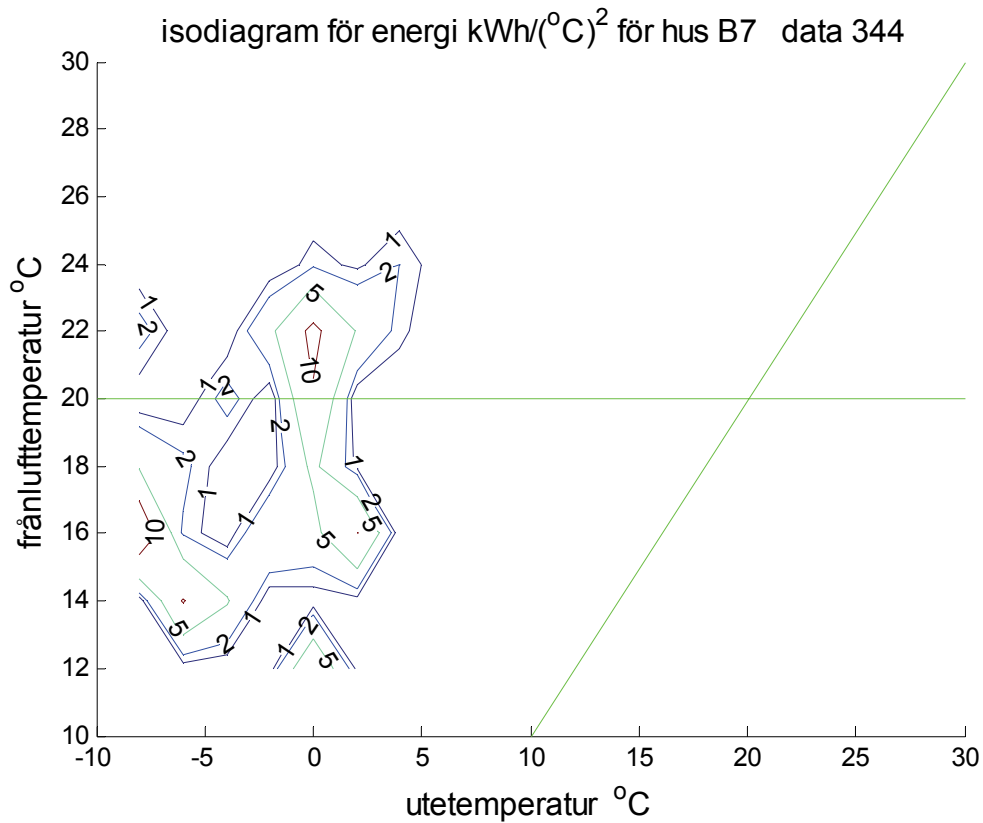
Figur 9.13 Effektsignatur dygnsmedeleffekt mot utetemperatur för hus B7.



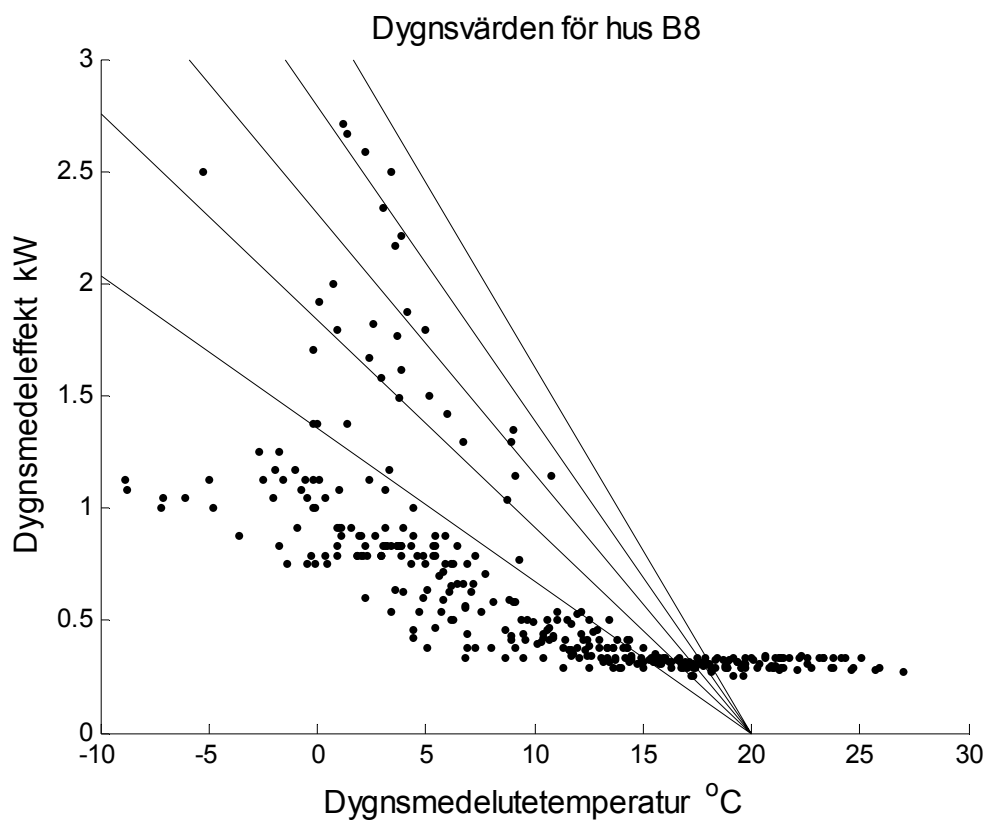
Figur 9.14 Frånluftstemperatur som funktion av utetemperatur för hus B7.



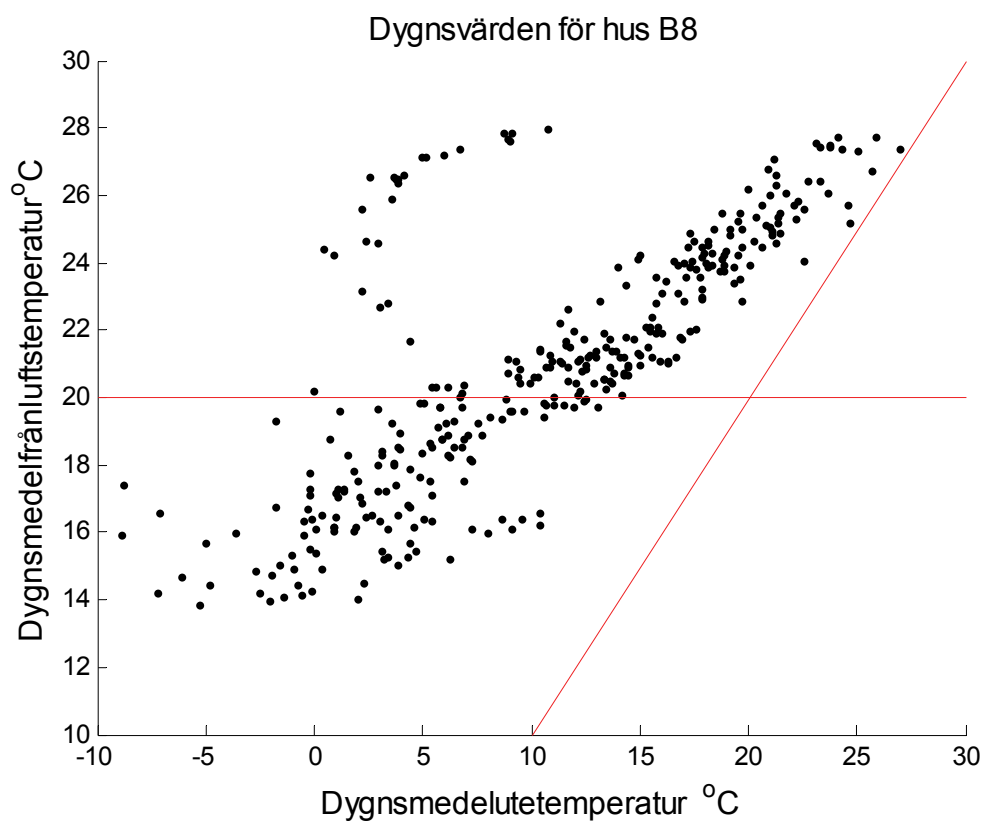
Figur 9.15 Beräknad värmefaktor som funktion av utetemperatur för hus B7.



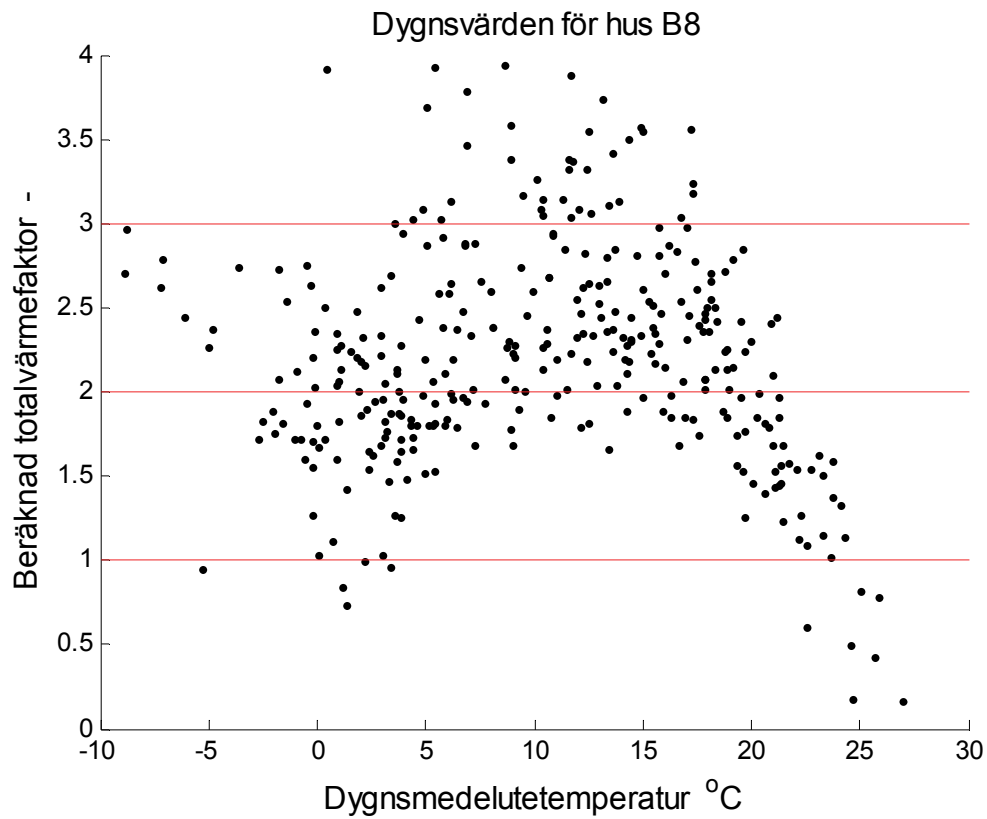
Figur 9.16 Isodiagram för radiatorenergi kWh/°C<sup>2</sup> för hus B7.



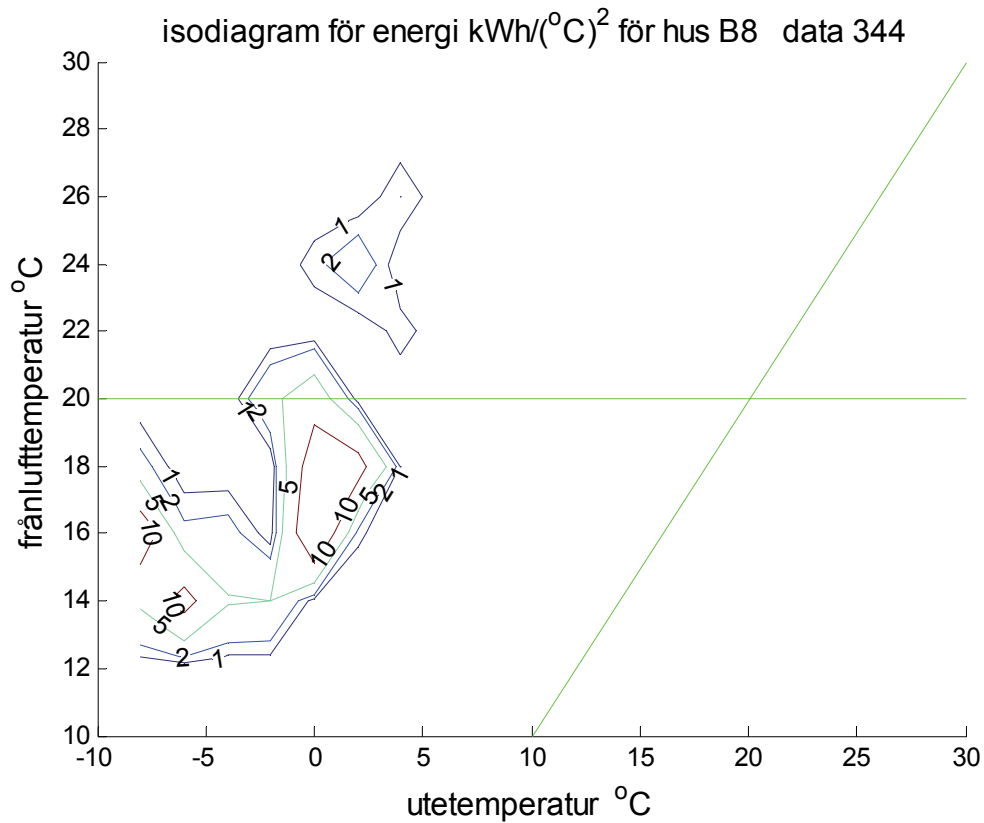
Figur 9.17 Effektsignatur dygnsmedelkraft mot utetemperatur för hus B8.



Figur 9.18 Frånluftstemperatur som funktion av utetemperatur för hus B8.



Figur 9.19 Beräknad värmefaktor som funktion av utetemperatur för hus B8.



Figur 9.20 Isodiagram för radiatorenergi kWh/°C<sup>2</sup> för hus B8.

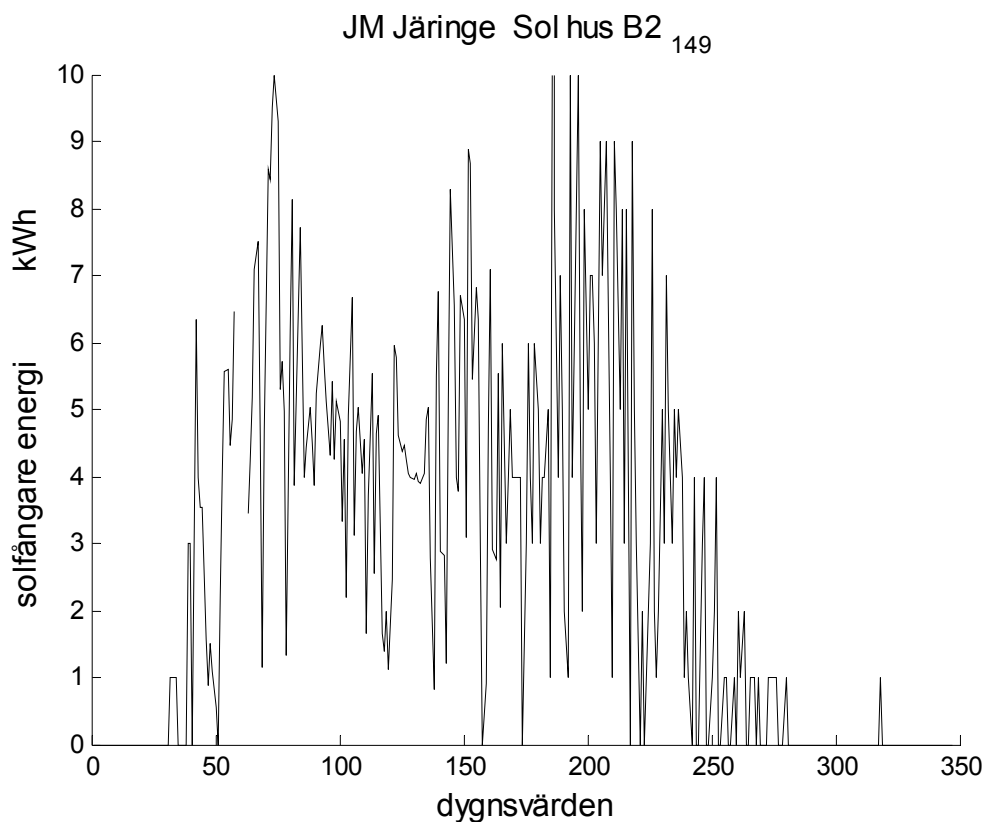


## 10 Solvärmesystem

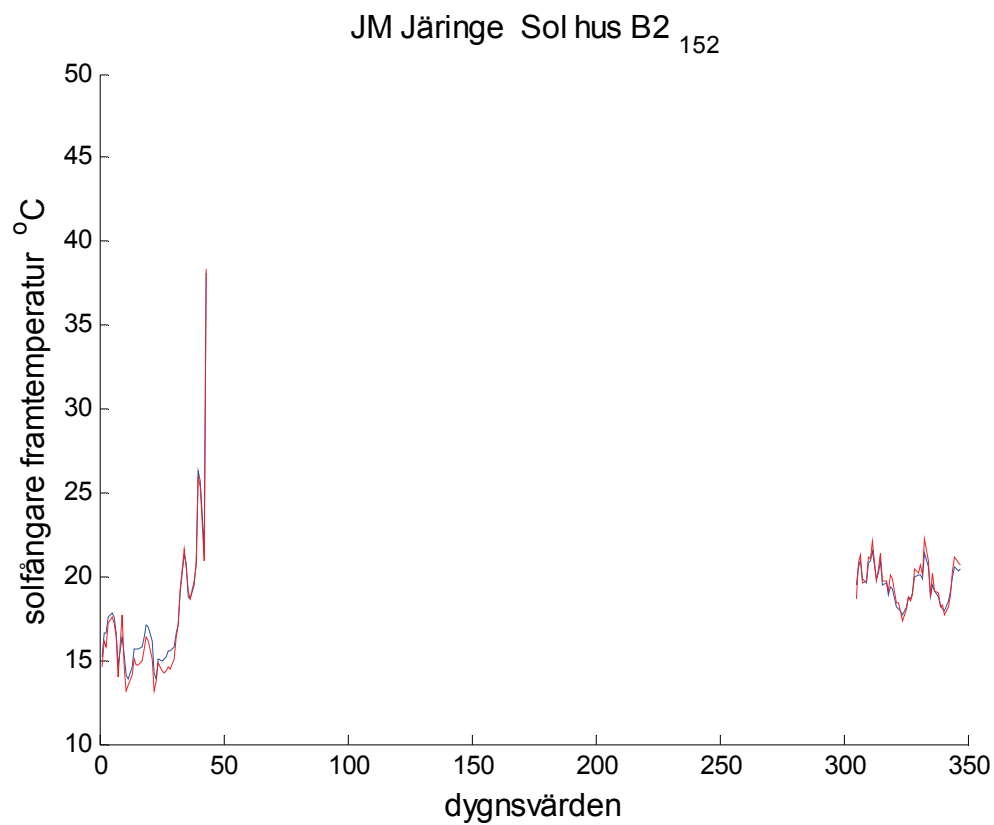
Energimätningen har för 337 och 343 dygnsvärden för solvärmesystemen B1 respektive B2 gett en energimängd på 17346 kWh respektive 935 kWh. Värdet för B1 är orimligt, eftersom solfångareytan är 3 m<sup>2</sup> och instrålningen är omkring 1000 kWh/m<sup>2</sup> per år och utbytet är mindre än ett. Det skall också påpekas att ett högt utbyte är beroende av ett högt uttag av värme för varmvattenberedning särskilt sommartid.

Solfångarna är av högttemperaturtyp med vakuumbör, vilket minskar värmeförluster vid höga arbetstemperaturer och därmed ökar utbytet. Verkningsgraden har beräknats och redovisats i Figur 3.1 som funktion av temperaturskillnaden mellan arbetstemperatur och omgivande utetemperatur och för olika solinstrålning. Kurvorna i Figur 3.1 visar att verkningsgraden är högre än 0.5 även för höga temperaturskillnader och måttliga solinstrålningar. Ett förväntat utbyte skulle kunna vara högre än 400 kWh/m<sup>2</sup> och därför totalt 1200 kWh/m<sup>2</sup> under förutsättning att det finns ett motsvarande värmeuttag.

Uppmätt dygnsutbyte och in- och utloppstemperaturer redovisas i Figur 10.1 respektive 10.2. Den beräknade boendegraden är 0.6, vilket inte stämmer med stora uttag under dygn 40 till 100.



Figur 10.1 Mätt solvärme per dygn kWh som funktion av dygnsnummer för hus B2.



Figur 10.2 In- och utloppstemperaturer för solvärmesystem som funktion av dygnsnummer för hus B2.