



# LUND UNIVERSITY

## Innetemperaturens osäkerhet - Arbetsrapport för forskningsprojektet: Analys av osäkerhet i beräkning av energianvändning i hus och utveckling av säkerhetsfaktorer

Jensen, Lars

2010

[Link to publication](#)

*Citation for published version (APA):*

Jensen, L. (2010). *Innetemperaturens osäkerhet - Arbetsrapport för forskningsprojektet: Analys av osäkerhet i beräkning av energianvändning i hus och utveckling av säkerhetsfaktorer*. (TVIT; Vol. TVIT- 7054). 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

# Innetemperaturens osäkerhet

Arbetsrapport för forskningsprojektet:  
Analys av osäkerhet i beräkning av energianvändning  
i hus och utveckling av säkerhetsfaktorer

Med stöd från Energimyndigheten 30007-1 och SBUF 11768

*Lars Jensen*

---

Avdelningen för installationsteknik  
Institutionen för bygg- och miljöteknologi  
Lunds tekniska högskola  
Lunds universitet, 2010  
Rapport TVIT--10/7054



## 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 direktelvärmda 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 golvvärmesystem, 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.

# Innetemperaturens osäkerhet

Arbetsrapport för forskningsprojektet:  
Analys av osäkerhet i beräkning av energianvändning  
i hus och utveckling av säkerhetsfaktorer

Med stöd från Energimyndigheten 30007-1 och SBUF 11768

*Lars Jensen*

© Lars Jensen, 2010  
ISRN LUTVDG/TVIT--10/7054--SE(32)

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

## Innehållsförteckning

1 Inledning	5
2 Flerbostadshus	7
3 Småhus	25
4 Sammanfattning	31



# 1 Inledning

Syftet med denna arbetsrapport är att undersöka innetemperaturen i bostäder med avseende på variation över året och dygnet samt variation mellan olika rum eller bostäder. Energibehov för uppvärmning och ventilation bestäms till en stor del av innetemperaturen och utetemperaturen.

Mätdata från ett pågående CERBOF-projekt med tio husgrupper med flerbostadshus och ett avslutat uppdrag med sexton radhusenheter kommer att användas, vilket redovisas i avsnitt 2 respektive 3.

De två stora undersökningarna ELIB och BETSI av det svenska bostadsbeståndet anger endast ett medelvärde och mätosäkerhet för uppvärmningssäsongen. Någon variation beroende på utetemperaturen finns inte med. Mätningarna har i båda fallen endast omfattat en månad för ELIB under 1991-1992 och två veckor för BETSI under oktober 2007 till maj 2008.

Siffervärden från ELIB och BETSI, redovisas nedan i Tabell 1.1. Några standardavvikelser anges inte utan skattning ar har skett med redovisade stapeldiagram och fördelningskurvor för mätt innetemperatur. Mätosäkerheten anges till 0.1 för ELIB och 0.2 för BETSI och dessa siffror skall inte uppfattas som någon standardavvikelse.

Båda undersökningarna visar att medeltemperaturen för småhus är lägre än för flerbostadshus. De skattade standardavvikelserna är stora och något mindre för småhus än för flerbostadshus. En förklaring är att flerbostadshus med ett högre medelvärde kan ha en större spridning och samtidigt ha samma lägsta värden som småhus. Det finns en undre gräns för vad som är sanitär olägenhet 18 °C dagtid och 16 °C nattetid under minst tre dygn i följd.

Tabell 1.1 Medelvärde och skattad standardavvikelse för ELIB och BETSI.

	medelvärde °C		standardavvikelse °C	
småhus	20.9	21.2	1.41	1.29
flerbostadshus	22.2	22.3	1.66	1.38
undersökning	ELIB	BETSI	ELIB	BETSI

En sammanfattning av innetemperaturens osäkerhet görs i avsnitt 4 där även inverkan av årstidsvariationer analyseras.





## 2 Flerbostadshus

Syftet med detta avsnitt är att redovisa hur innetemperaturen beror av utetemperaturen. Mätdata kommer från tio flerbostadshus i Lund med mätningar av alla rumstemperaturer under tiden 20100101-20100630. Temperaturen i vardagsrum och sovrum mäts på höjden 2.1 m över golvet med ett mätintervall om 15 min. Dygnsmedelvärden för ett helt hus kommer att användas, vilka redovisas i Figur 2.1-10a. En linjär regression för innetemperaturen som funktion av utetemperaturen under 10 °C enligt (2.1) har gjorts och återges i Figur 2.1-10b.

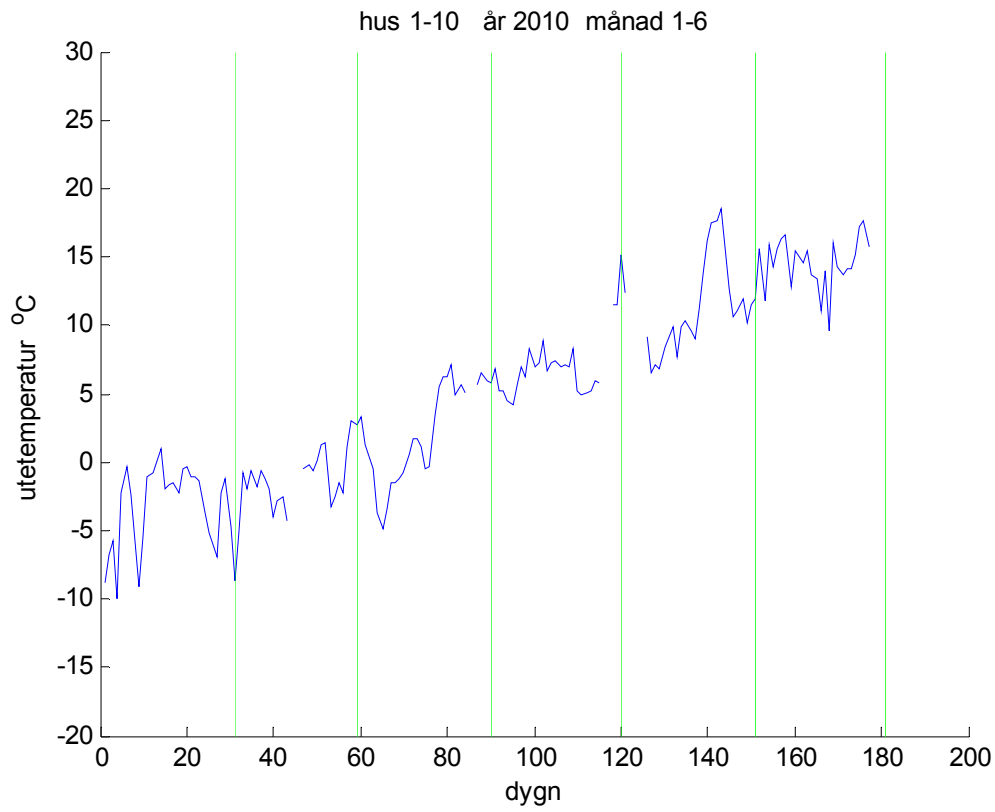
$$T(t) = T_{0C} + k T_u(t) \quad (^\circ\text{C}) \quad (2.1)$$

Modellparametrarna  $T_{0C}$  och  $k$ , modellfelets rotmedelkvadrat  $T_{rms}$ , innetemperaturens medelvärde  $T_m$  och standardavvikelse  $T_{std}$  redovisas i Tabell 2.1 liksom antal dygsvärden  $n_t$  och antal temperaturvärden  $n_T$ . Minsta, medel, största värde och standardavvikelse anges nederst i Tabell 2.1 för samtliga tio hus. Siffrorna i Tabell 2.1 visar att medeltemperaturen är 21.56 °C och medelstandardavvikelsen är 0.393 °C för utetemperaturer under 10 °C för alla husen. Siffrorna visar också att det finns viss temperatur ökning  $k$  med ökande utetemperatur i medeltal avrundat till 0.06 °C för alla husen. Detta motsvarar en temperaturändring på 1.2 °C för en utetemperaturändring på 20 °C.

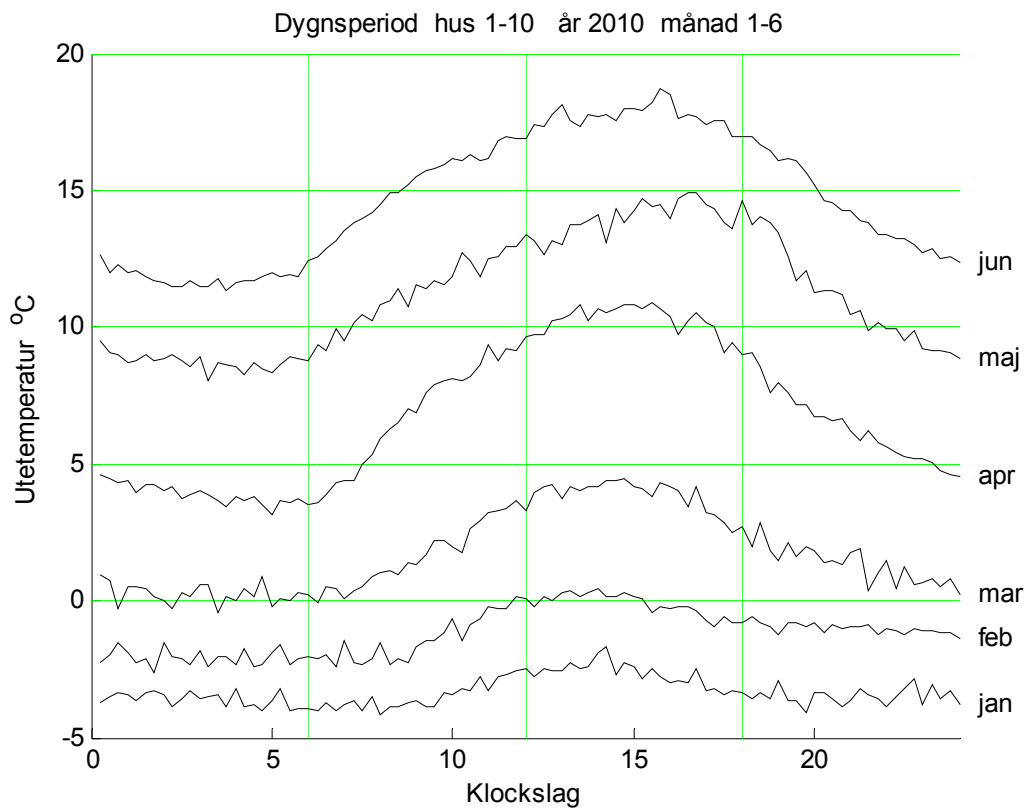
Tabell 2.1 Modellparametrar, rms, medel, std och korr för dygnsmedel för tio flerbostadshus.

hus	$n_t$ -	$n_T$ -	$T_{0C}$ °C	$k$ -	$T_{rms}$ °C	$T_m$ °C	$T_{std}$ °C	korr -
1	122	83	21.15	0.075	0.264	21.26	0.455	0.814
2	122	199	21.48	0.071	0.253	21.59	0.431	0.822
3	122	306	21.49	0.063	0.237	21.59	0.393	0.846
4	119	251	21.59	0.033	0.262	21.63	0.310	0.832
5	119	276	21.70	0.066	0.186	21.79	0.379	0.908
6	122	78	21.63	0.033	0.167	21.69	0.233	0.776
7	119	265	21.50	0.079	0.518	21.61	0.655	0.624
8	122	389	21.57	0.053	0.200	21.66	0.325	0.866
9	123	205	21.29	0.075	0.284	21.36	0.483	0.837
10	122	484	21.32	0.044	0.164	21.40	0.270	0.813
min	119	83	21.15	0.033	0.164	21.26	0.233	0.624
medel	121	324	21.47	0.059	0.253	21.56	0.393	0.814
max	123	78	21.70	0.079	0.518	21.79	0.655	0.908
std	2	194	0.17	0.017	0.102	0.16	0.122	0.075

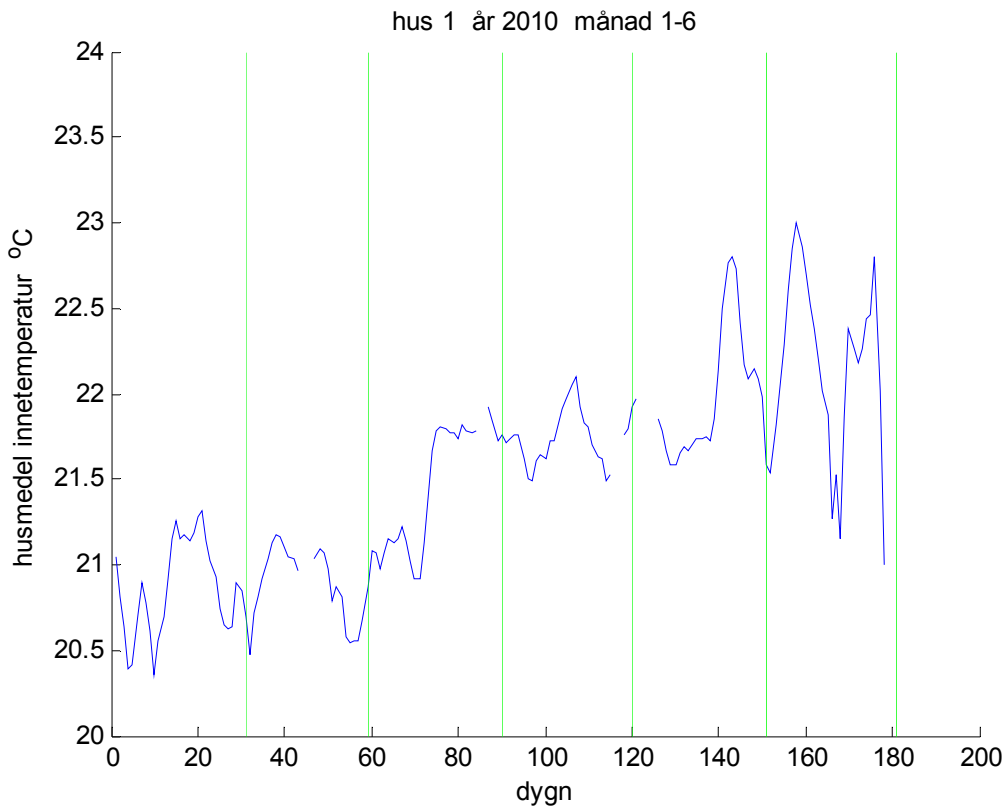
Utetemperaturens tidsförlopp och dygnsvariationen redovisas i Figur 2.1-2. Innetemperaturens tidsförlopp, dess funktion av utetemperaturen och dygnsvariationen redovisas husvis för alla tio hus i Figur 2.3-32.



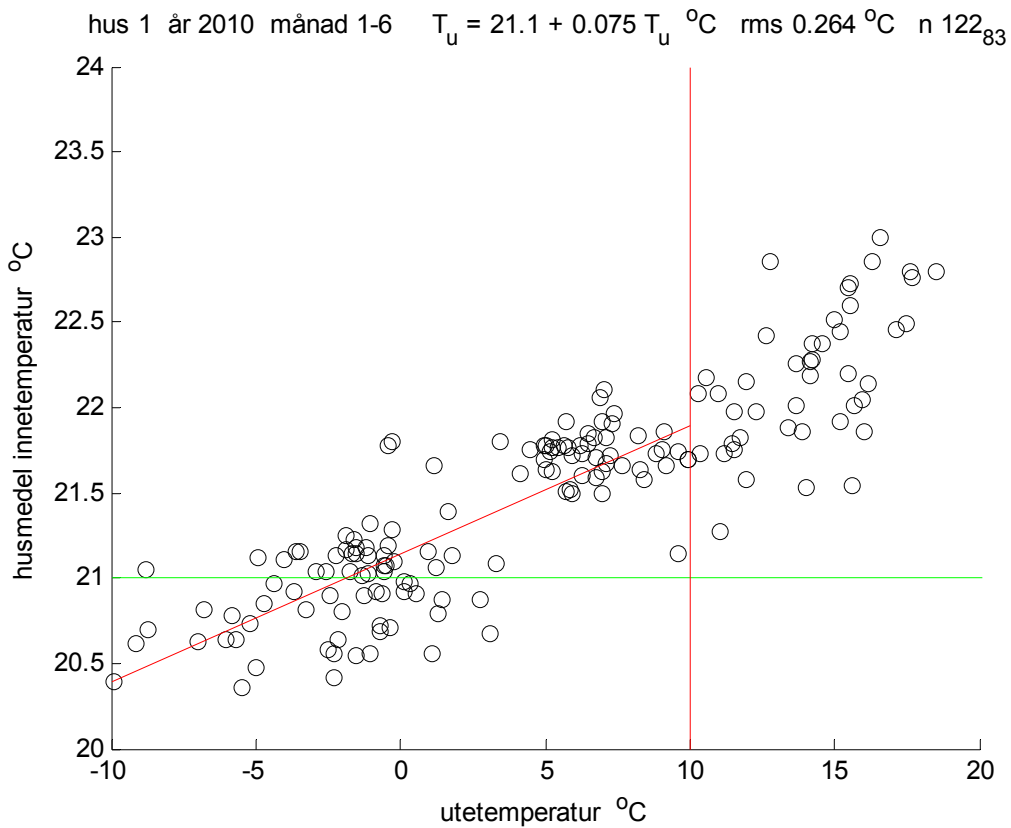
Figur 2.1 Dygnsmedelvärden för utetemperatur.



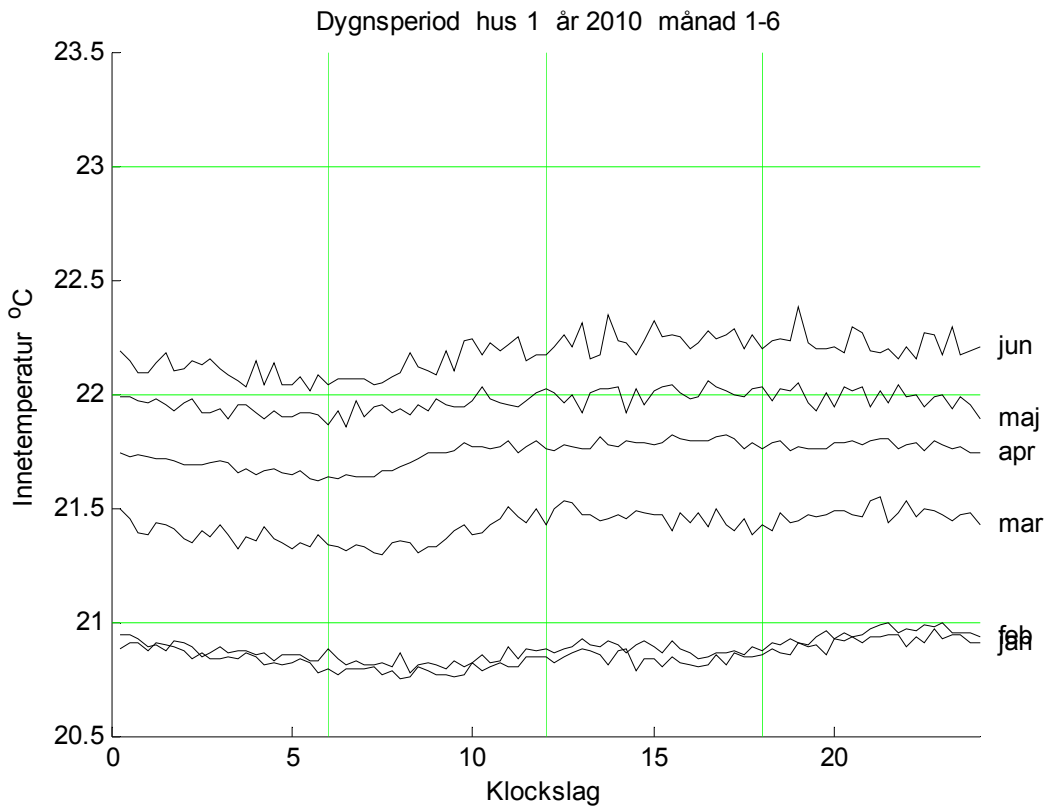
Figur 2.2 Dygnsperiod för utetemperatur.



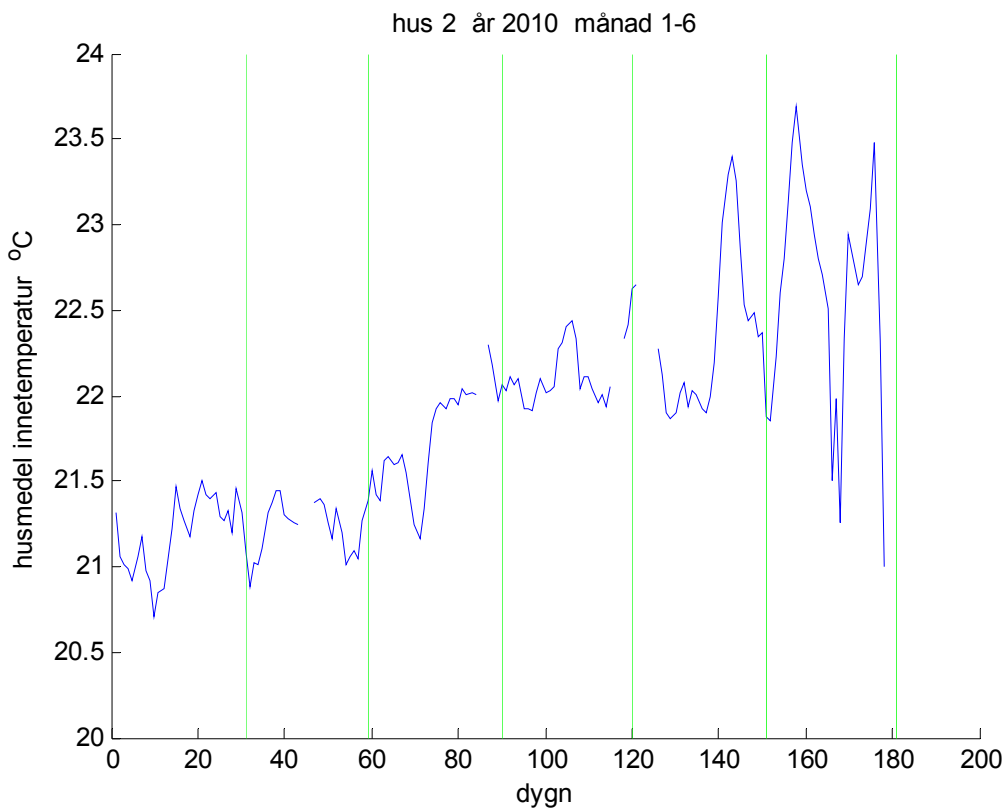
Figur 2.3 Innetemperatur, dygnsmedelvärden för hus 1.



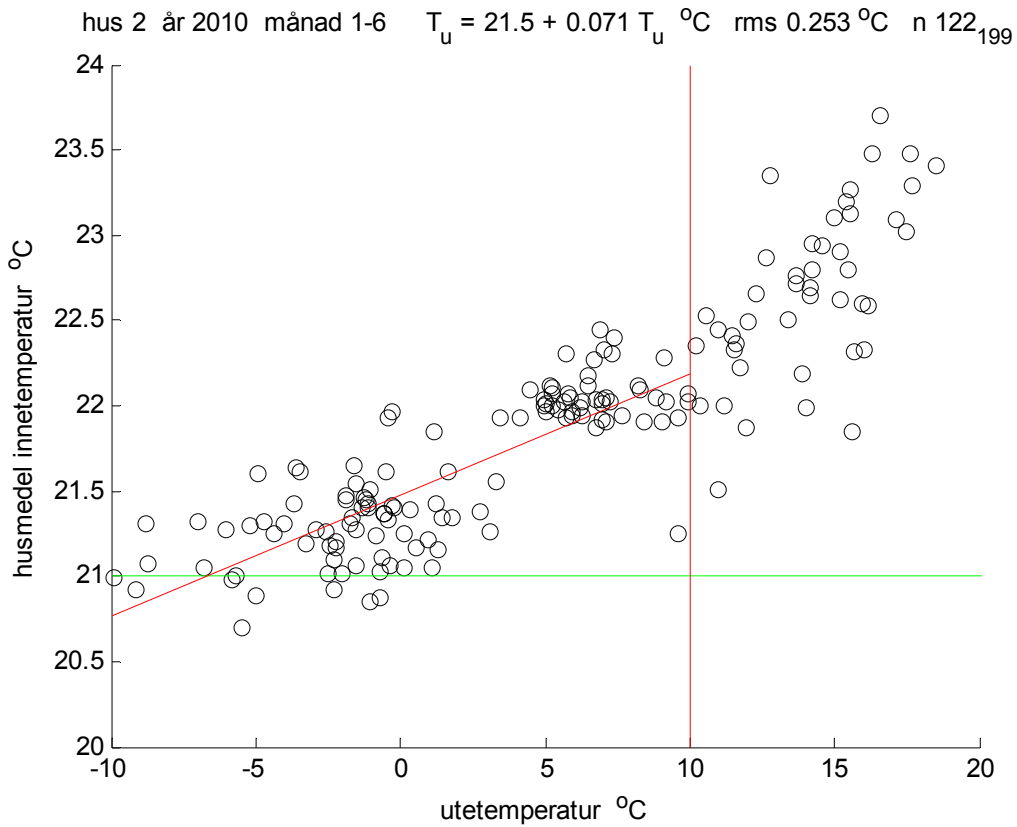
Figur 2.4 Inntemepartur som funktion av utetemperatur för hus 1.



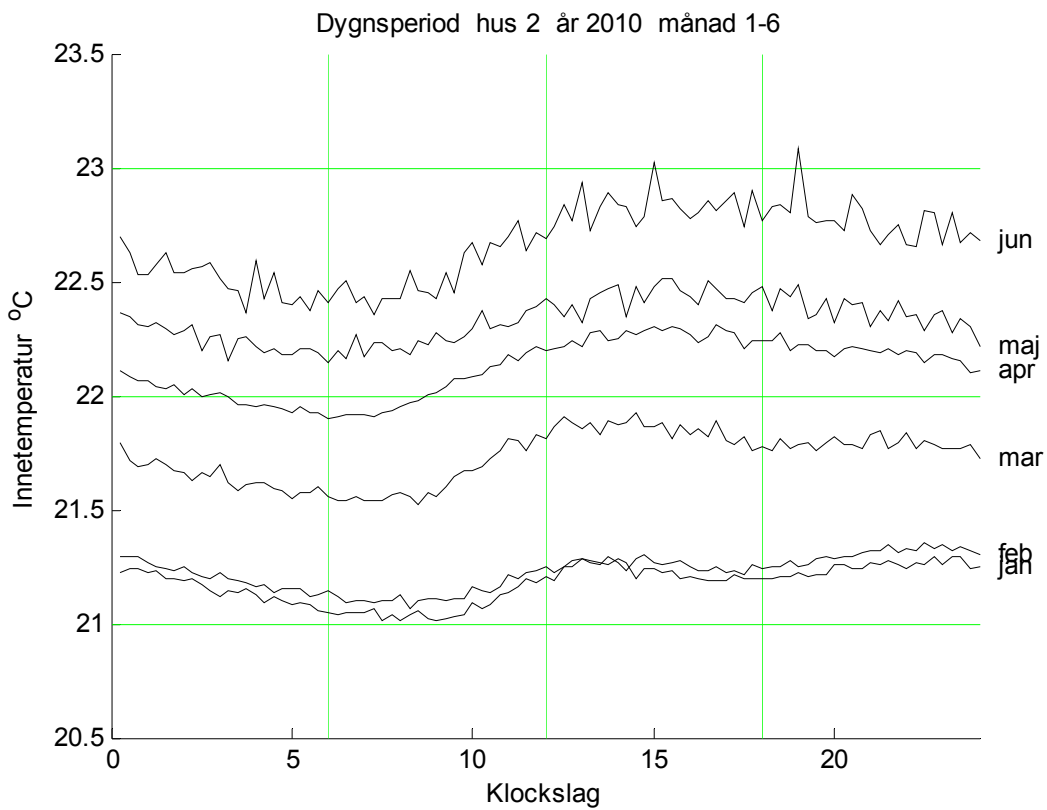
Figur 2.5 Dygnperiod för innetemperatur för hus 1 och månad 1-6.



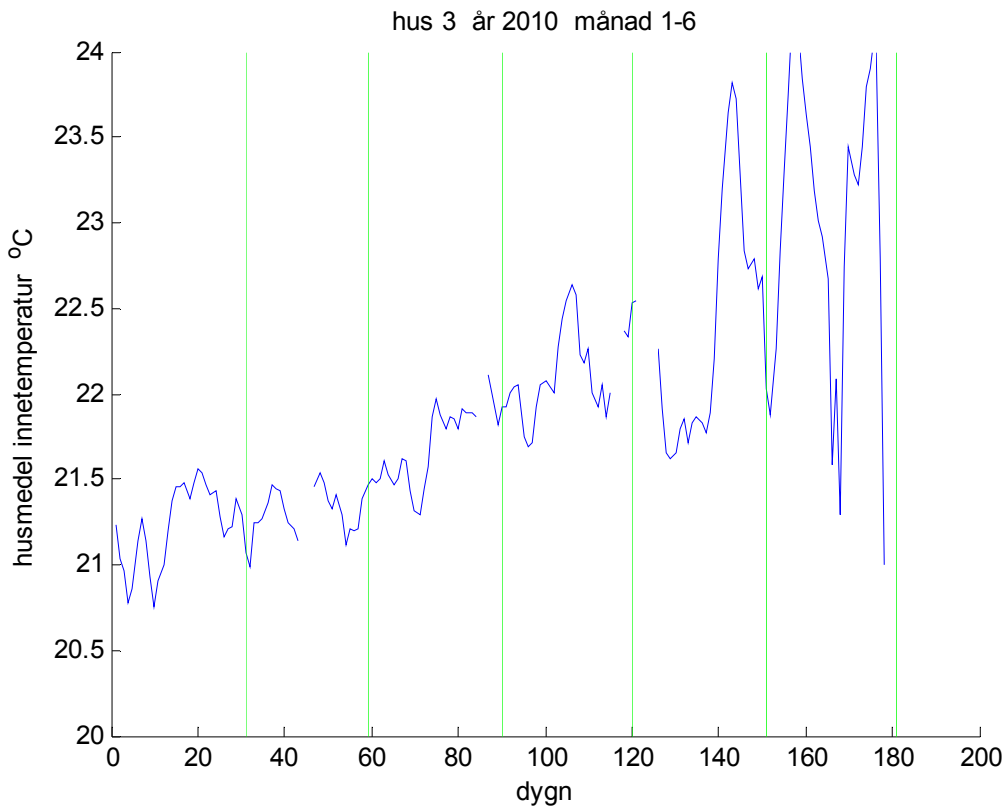
Figur 2.6 Innetemperatur, dygnsmedelvärden för hus 2.



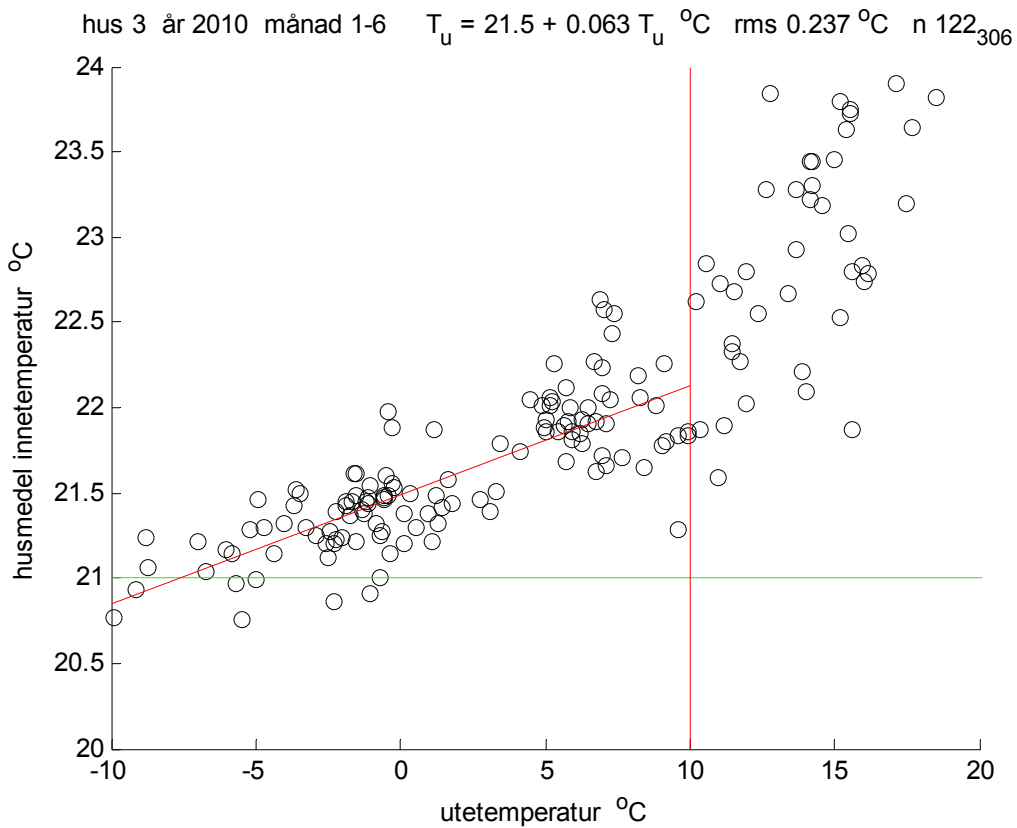
Figur 2.7 Innetemperatur som funktion av utetemperatur för hus 2.



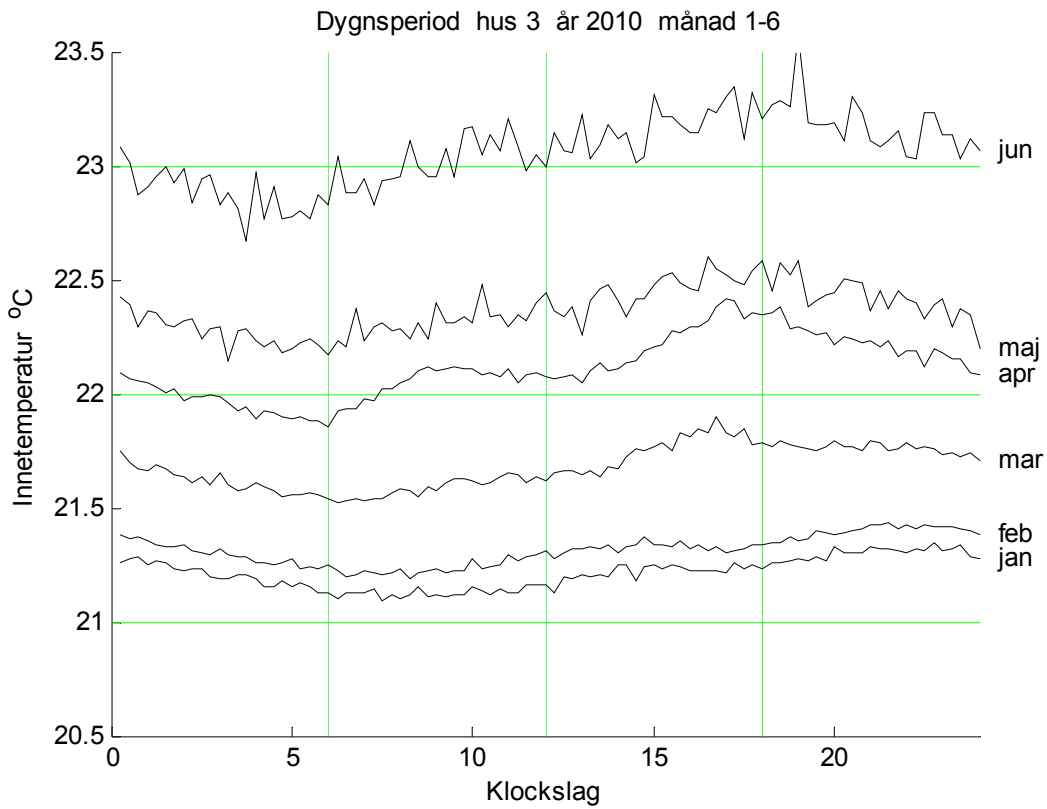
Figur 2.8 Dygnperiod för innetemperatur för hus 2 och månad 1-6.



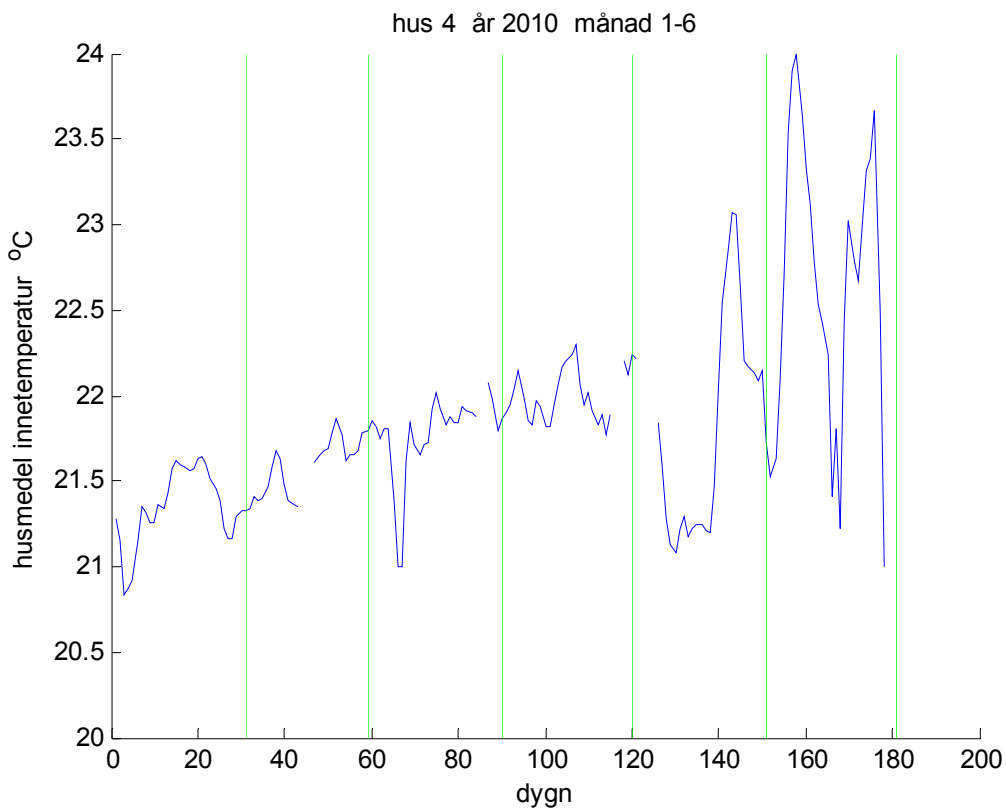
Figur 2.9 Innetemperatur, dygnsmedelvärden för hus 3.



Figur 2.10 Inntemperatur som funktion av utetemperatur för hus 3.

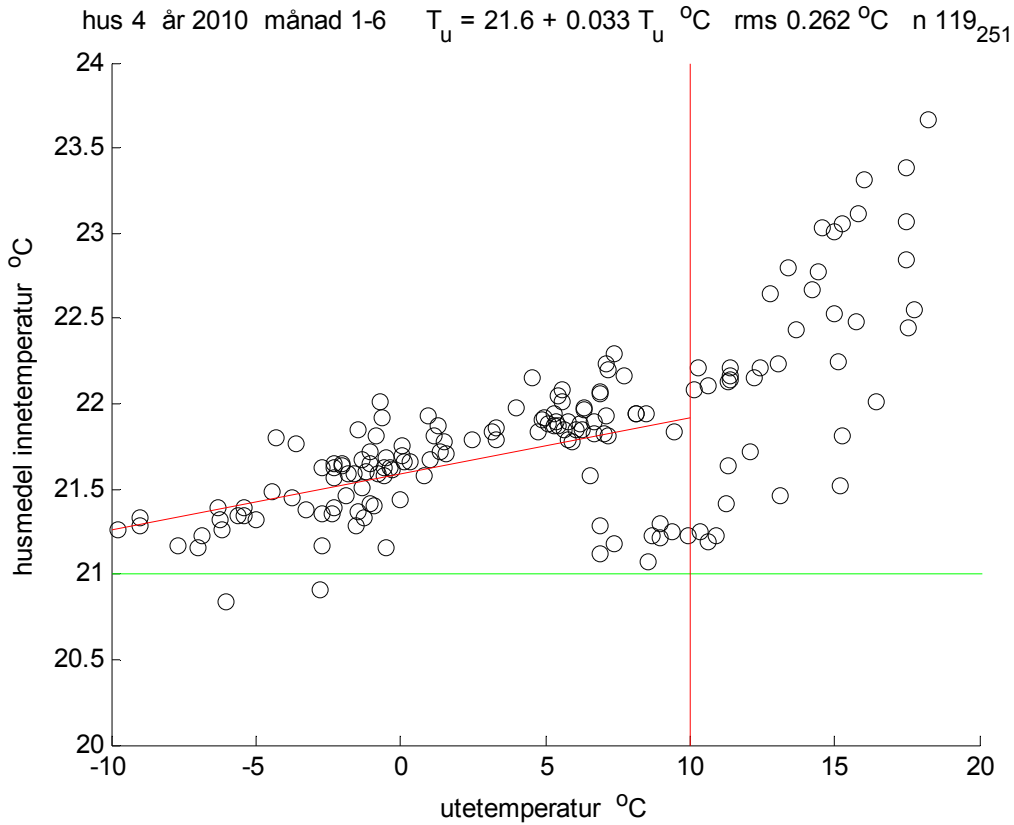


Figur 2.11 Dygnperiod för innetemperatur för hus 3 och månad 1-6.

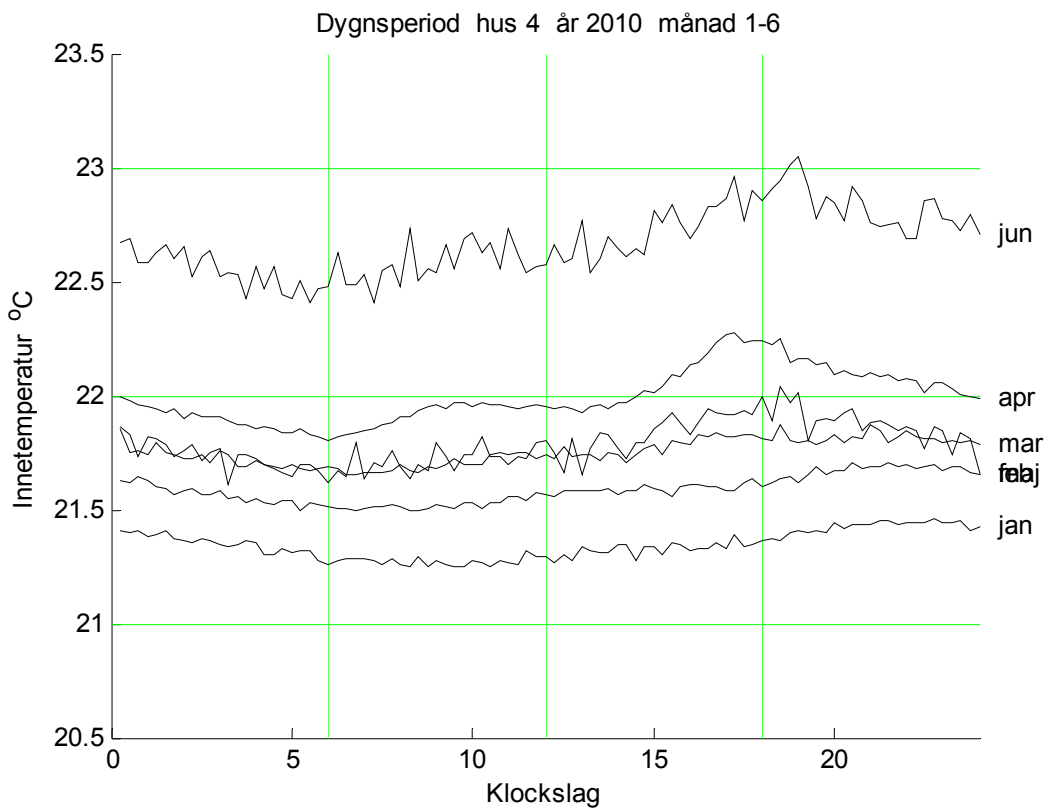


Figur 2.12 Innetemperatur, dygnsmedelvärden för hus 4.

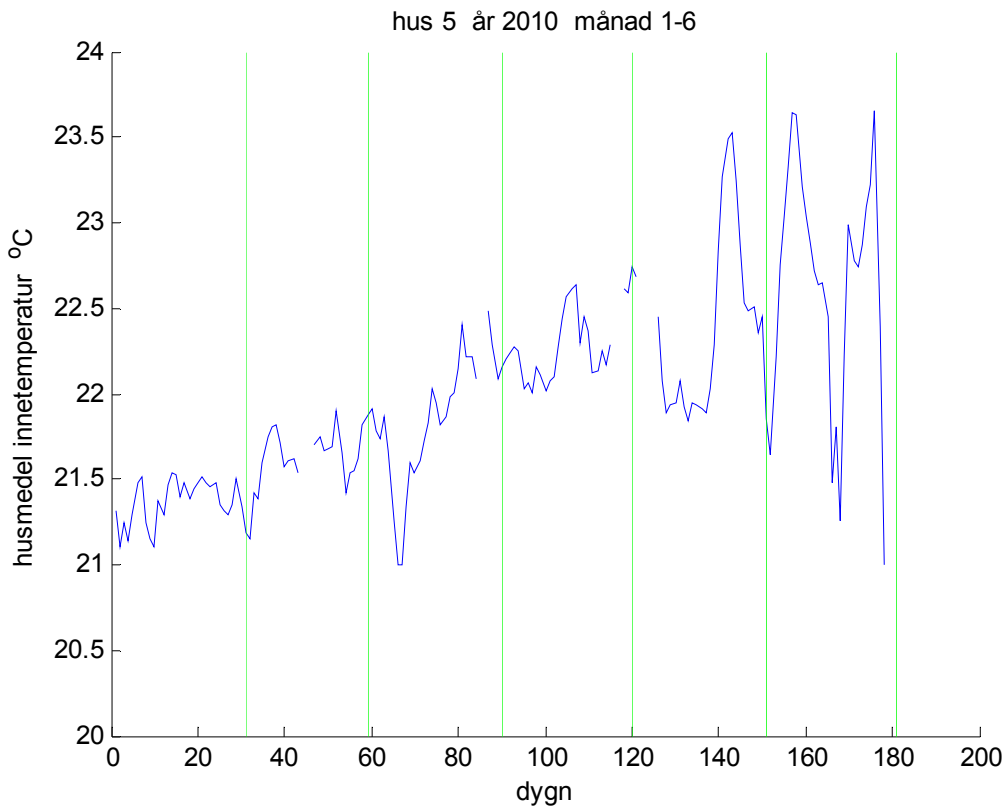




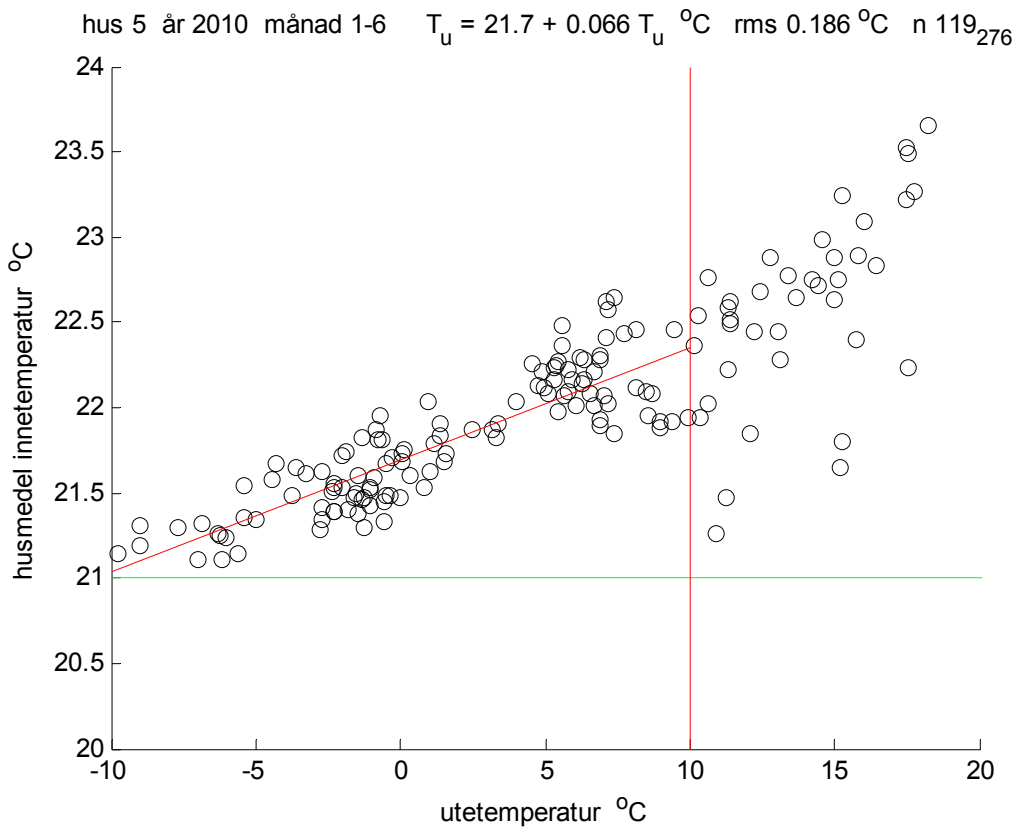
Figur 2.13 Innetemperatur som funktion av utetemperatur för hus 4.



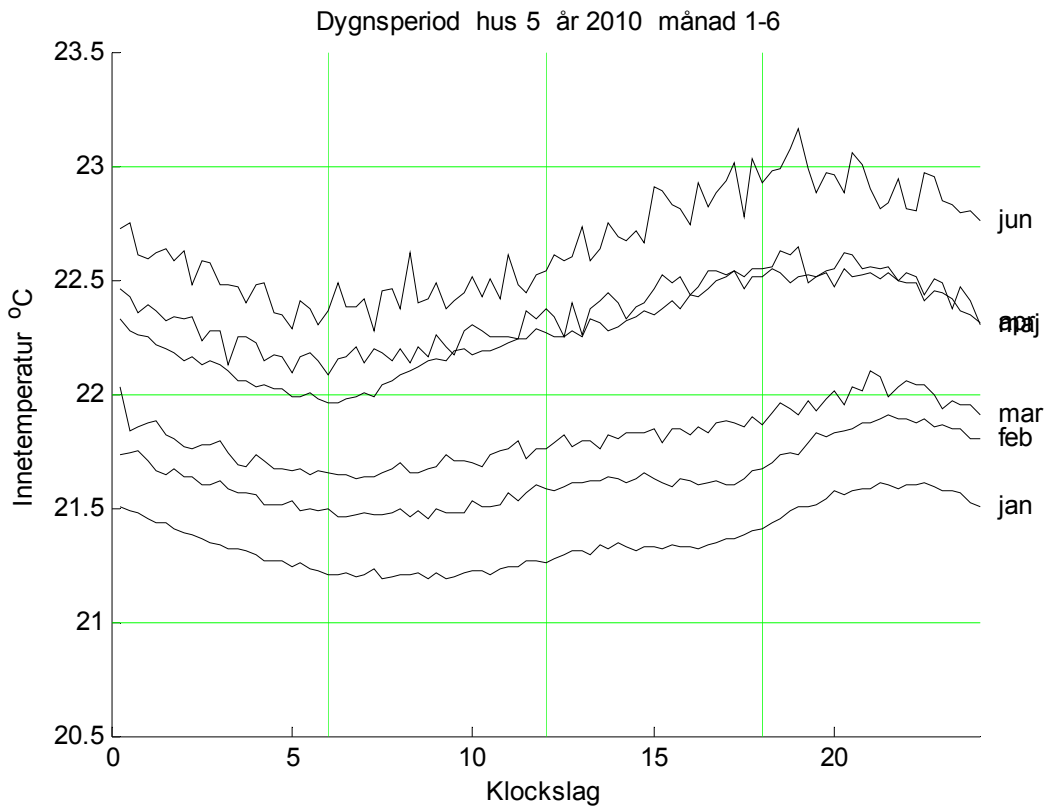
Figur 2.14 Dygnspano för innetemperatur för hus 4 och månad 1-6.



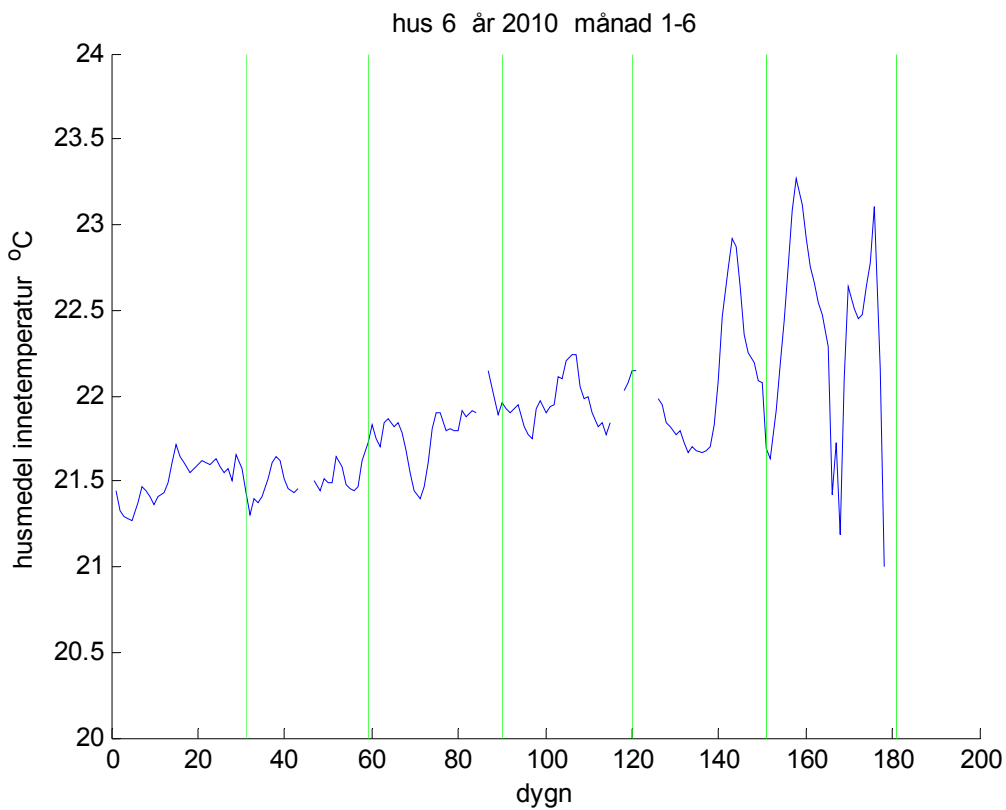
Figur 2.15 Innetemperatur, dygnsmedelvärden för hus 5.



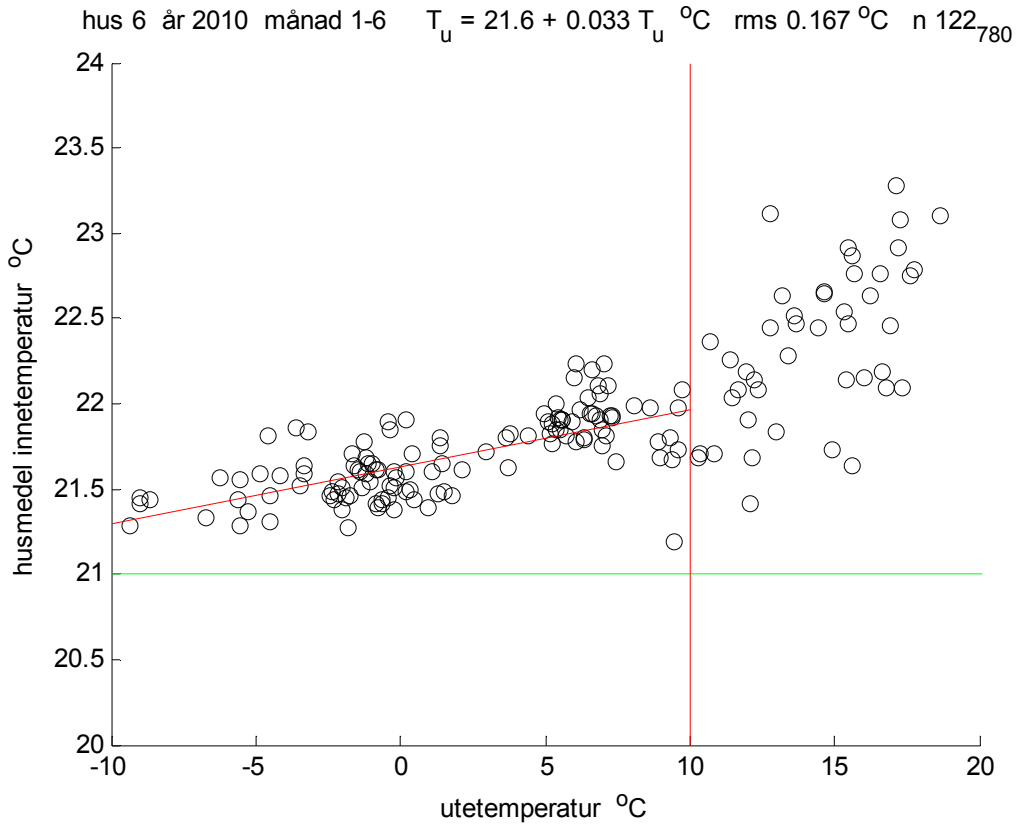
Figur 2.16 Inntemperatur som funktion av utetemperatur för hus 5.



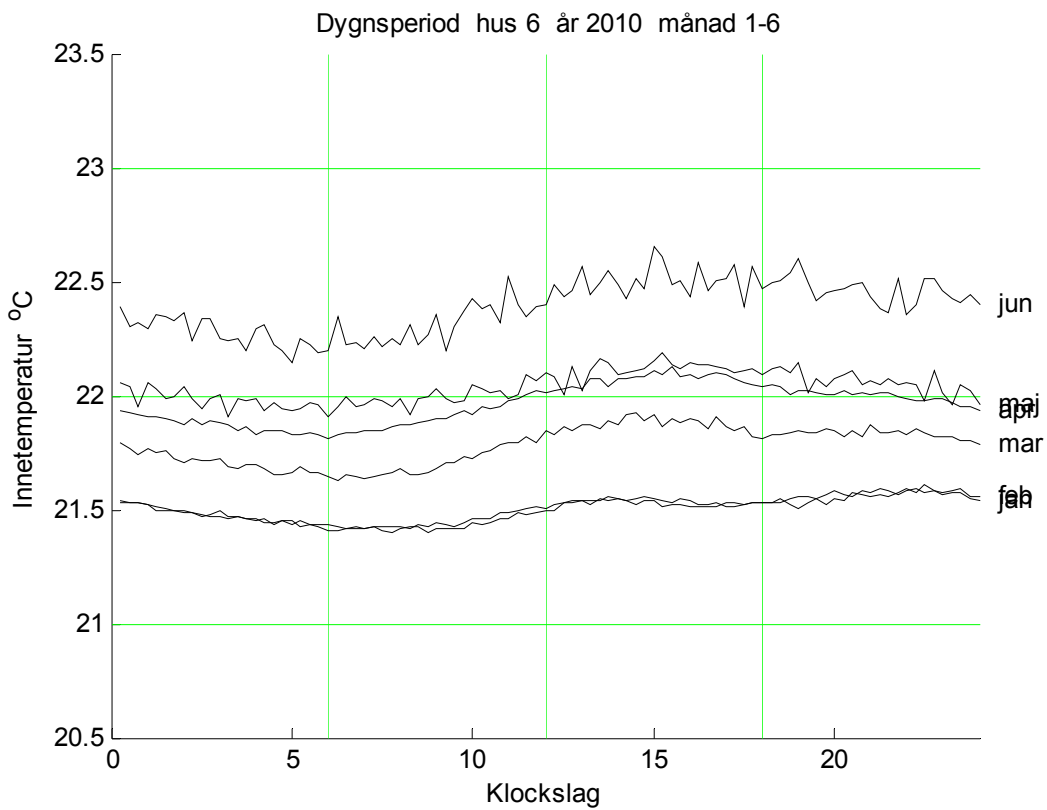
Figur 2.17 Dygnperiod för innetemperatur för hus 5 och månad 1-6.



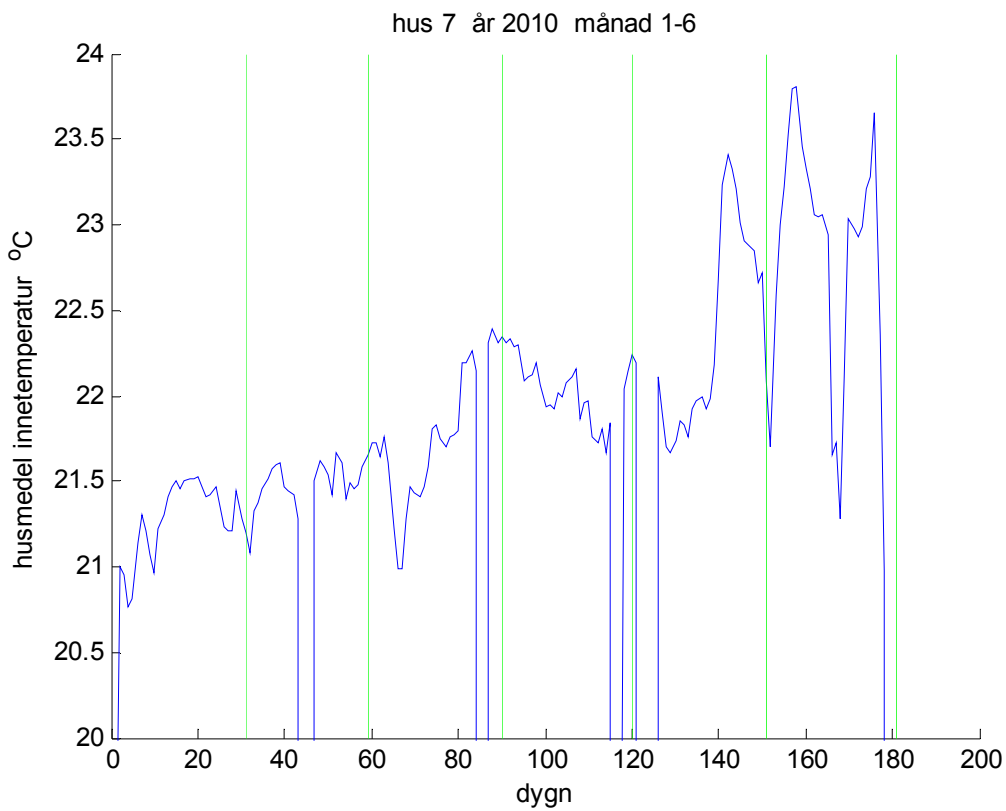
Figur 2.18 Innetemperatur, dygnsmedelvärden för hus 6.



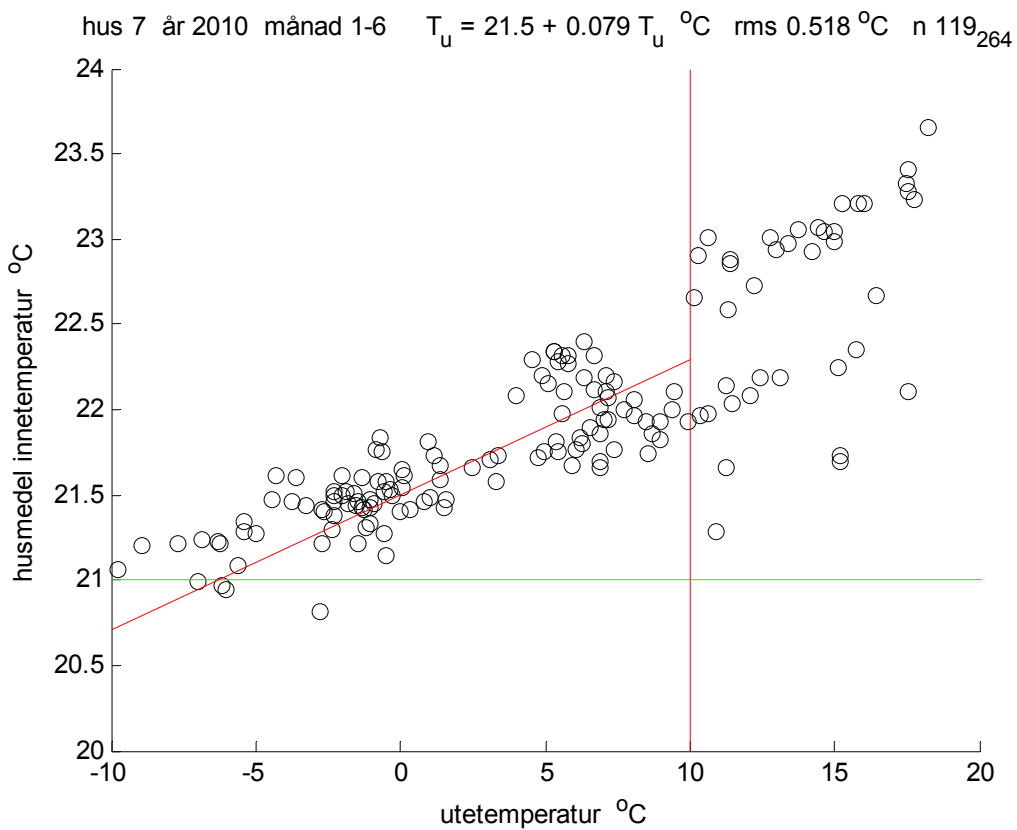
Figur 2.19 Innetemperatur som funktion av utetemperatur för hus 6.



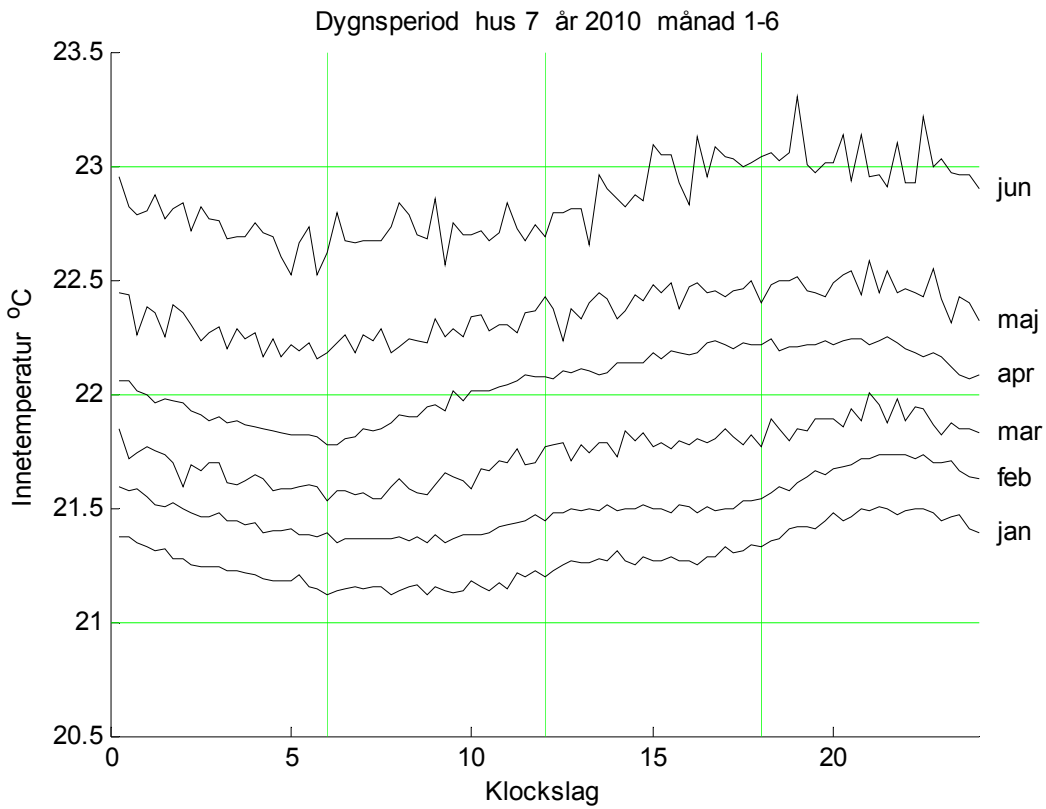
Figur 2.20 Dygnspano för innetemperatur för hus 6 och månad 1-6.



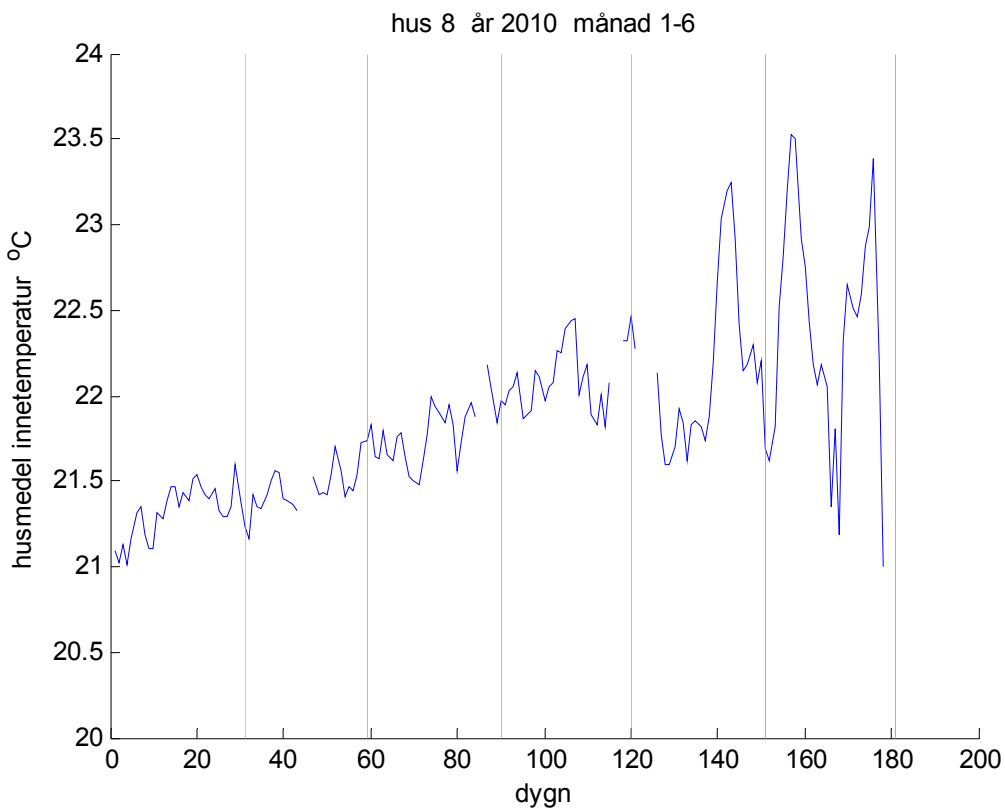
Figur 2.21 Innetemperatur, dygnsmedelvärden för hus 7.



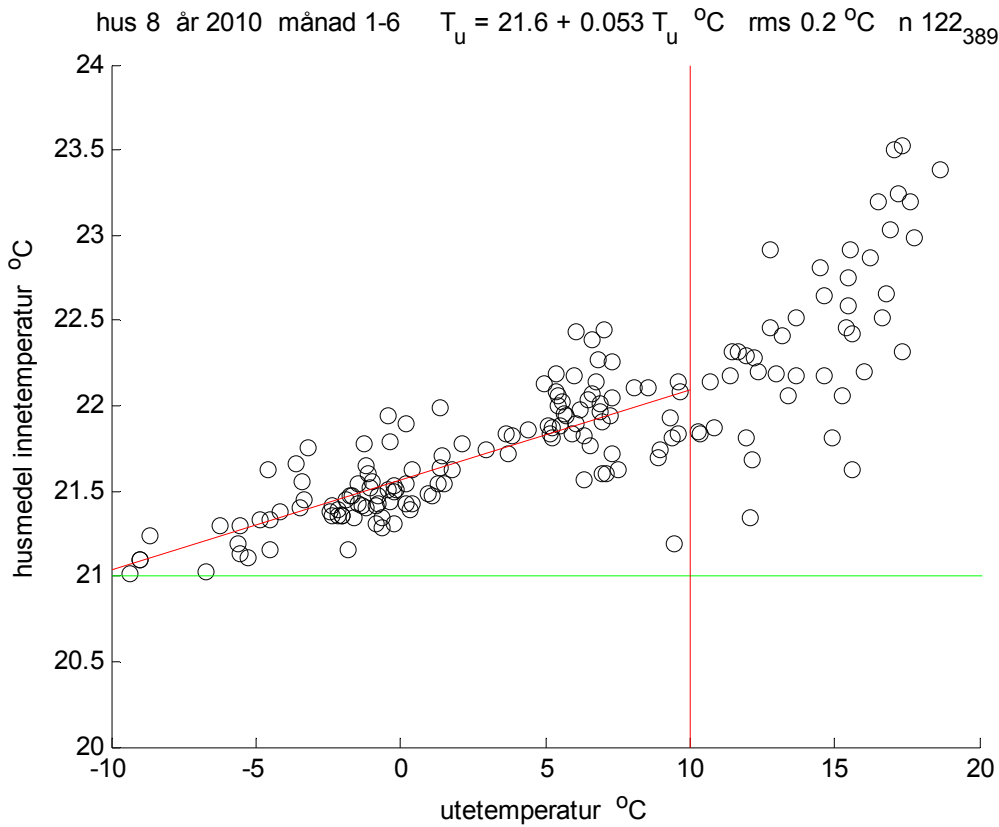
Figur 2.22 Inntemperatur som funktion av utetemperatur för hus 7.



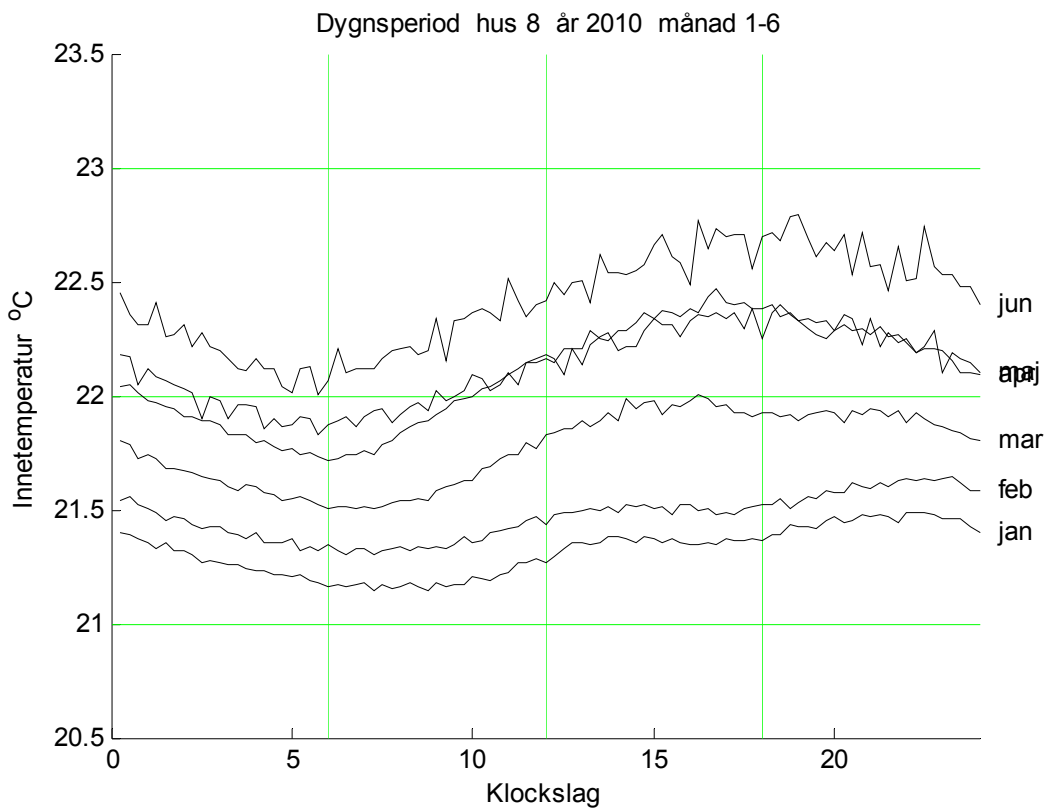
Figur 2.23 Dygnperiod för innetemperatur för hus 7 och månad 1-6.



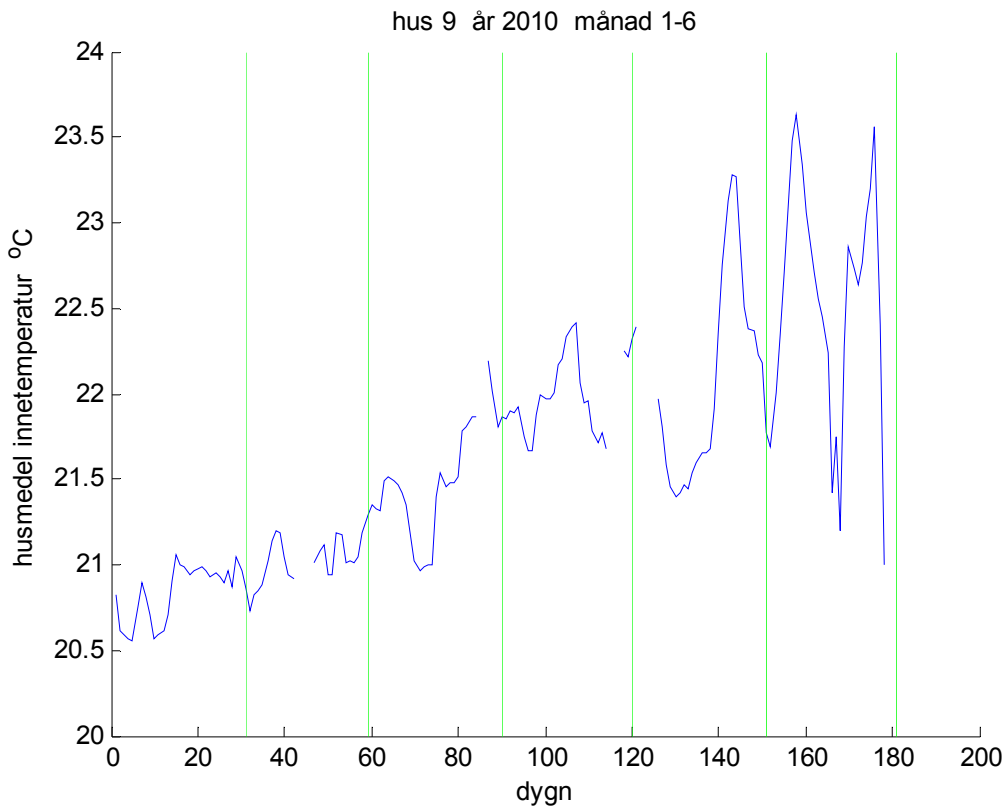
Figur 2.24 Innetemperatur, dygnsmedelvärden för hus 8.



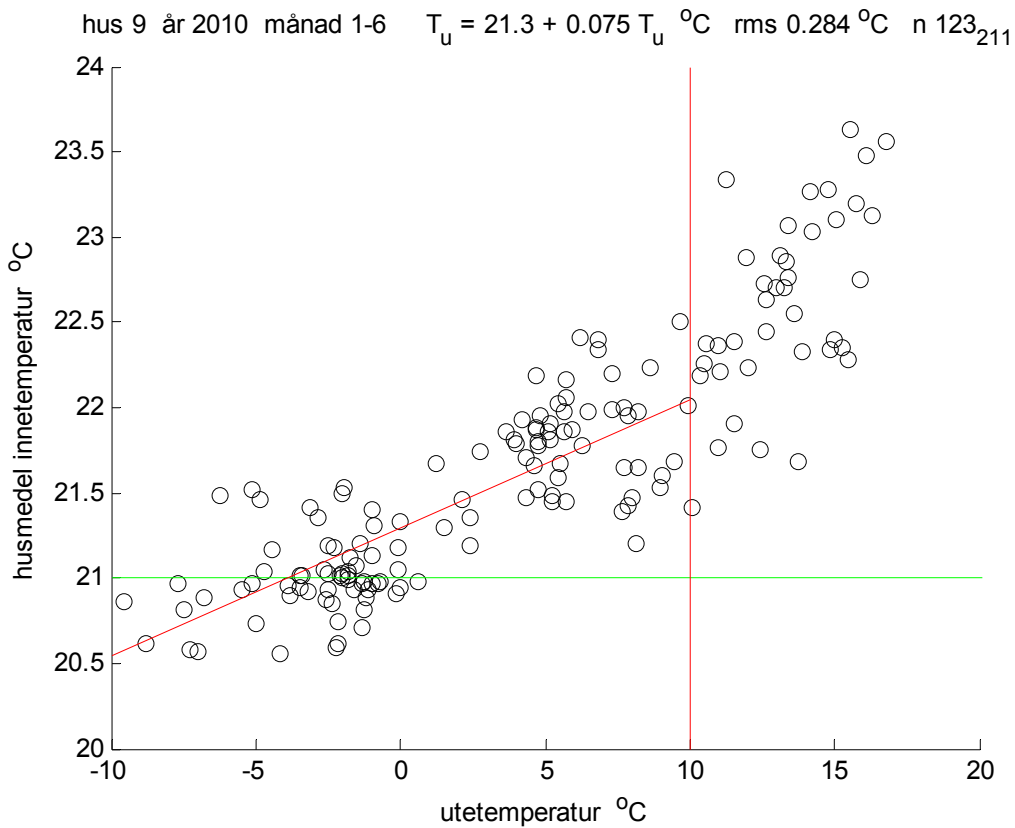
Figur 2.25 Innetemperatur som funktion av utetemperatur för hus 8.



Figur 2.26 Dygnperiod för innetemperatur för hus 8 och månad 1-6.

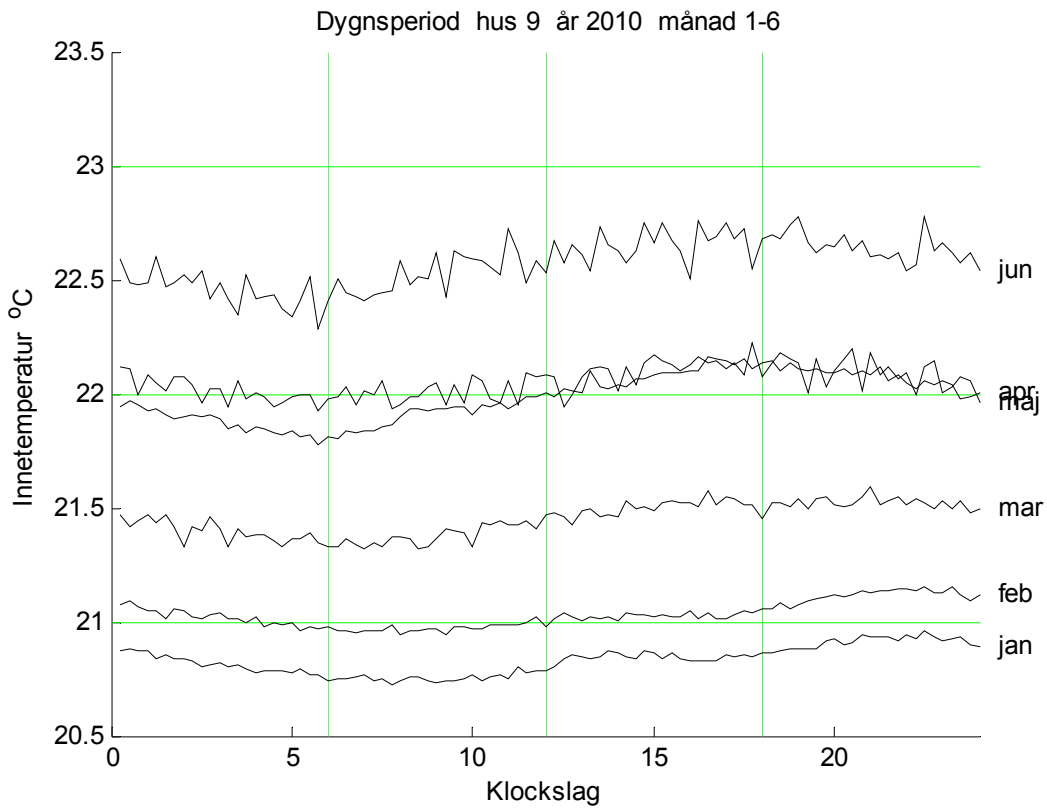


Figur 2.27 Innetemperatur, dygnsmedelvärden för hus 9.

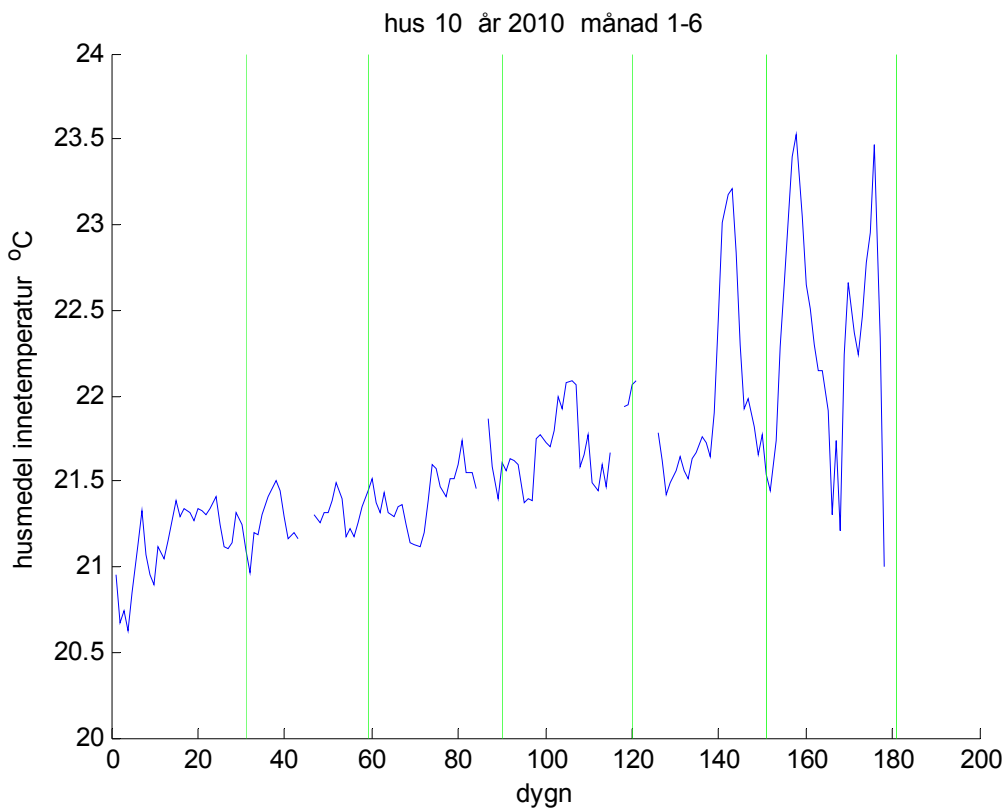


Figur 2.28 Inntemperatur som funktion av utetemperatur för hus 9.

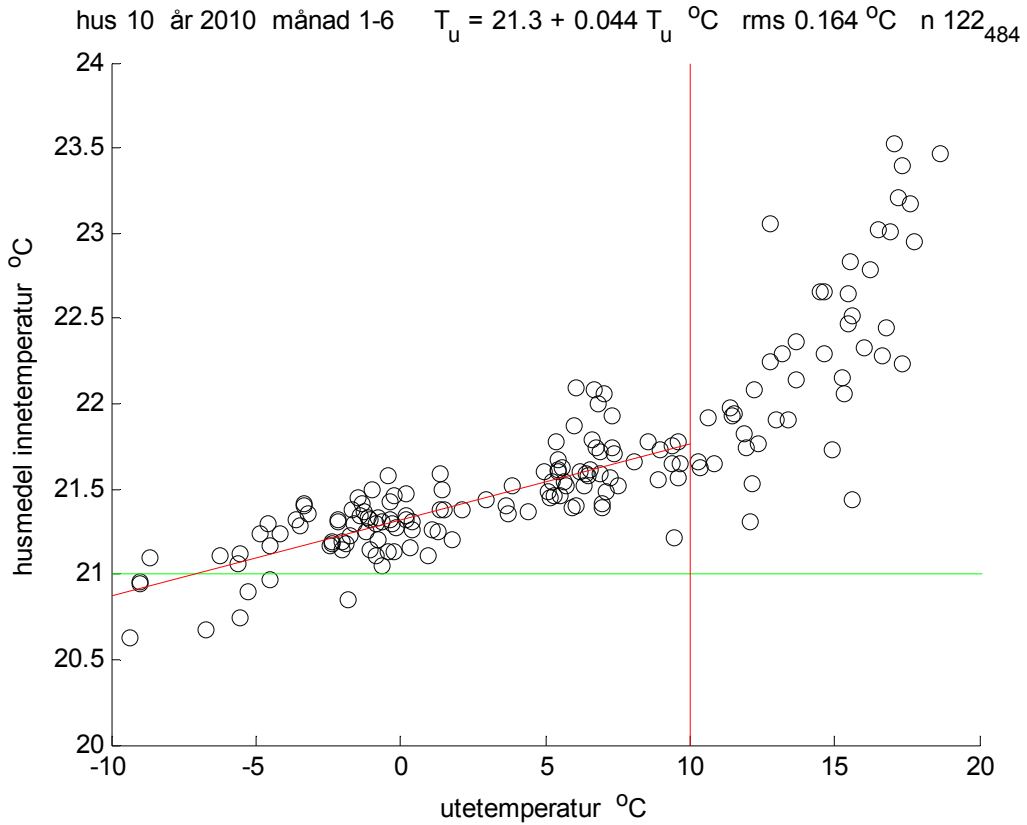




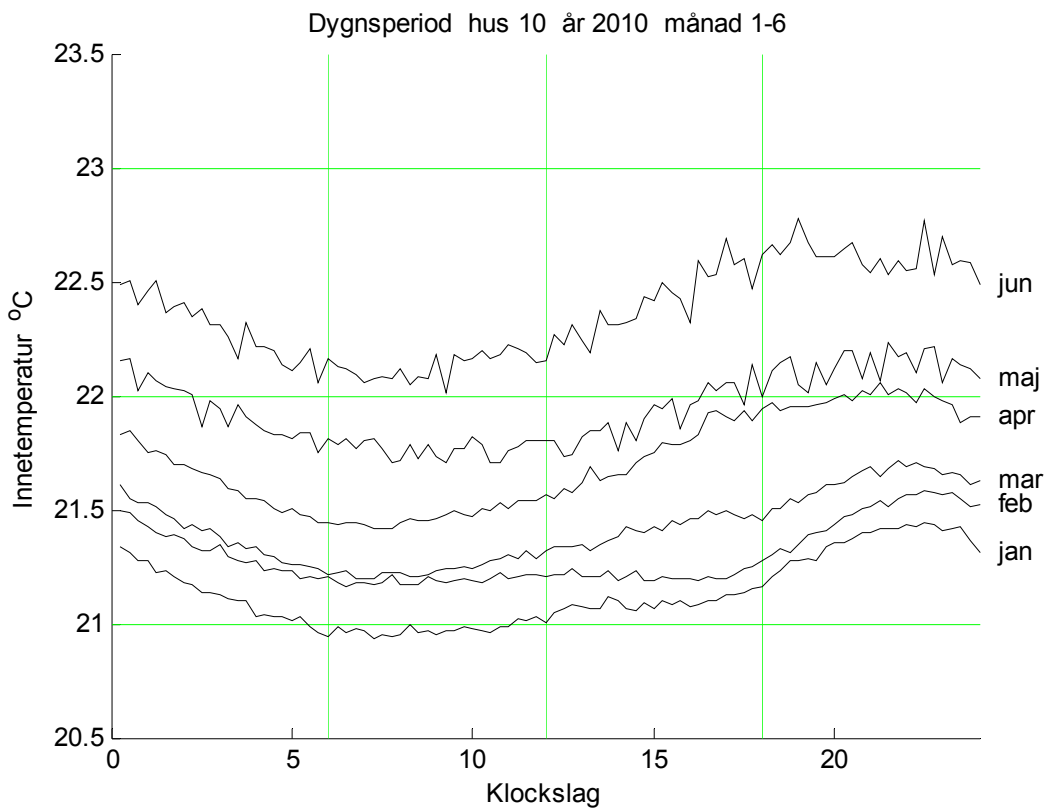
Figur 2.29 Dygnperiod för innetemperatur för hus 9 och månad 1-6.



Figur 2.30 Innetemperatur, dygnsmedelvärden för hus 10.



Figur 2.31 Innetemperatur som funktion av utetemperatur för hus 10.



Figur 2.32 Dygnperiod för innetemperatur för hus 10 och månad 1-6.

Några kommenterar till dygnsvariationerna i Figur 2.5(3)32 är följande. Medelvariationen under dygnet är mindre än 0.5 °C för åtta hus och mindre än 1 °C för två hus.

Hur stor spridningen i rumstemperatur är för ett hus och en given tidpunkt redovisas i Tabell 2.2 för rådata med mätintervall 15 min och i Tabell 2.3 för dygnsmedelvärden.

Tabell 2.2 Medelvärde och standardavvikelse för standardavvikelse för rådata.

hus	medelvärde °C		standardavvikelse °C	
	jan-april	jan-juni	jan-april	jan-juni
månad				
1	1.01	0.96	0.15	0.15
2	1.24	1.17	0.13	0.16
3	1.16	1.10	0.15	0.17
4	1.30	1.24	0.11	0.14
5	1.23	1.15	0.12	0.17
6	1.06	0.99	0.11	0.15
7	1.14	1.11	0.11	0.11
8	1.20	1.12	0.17	0.20
9	1.05	1.00	0.09	0.11
10	1.37	1.31	0.12	0.15
min	1.01	0.96	0.09	0.11
medel	1.18	1.11	0.12	0.15
max	1.37	1.31	0.17	0.20
std	0.11	0.11	0.02	0.03

Tabell 2.3 Medelvärde och standardavvikelse för standardavvikelse för dygnsmedelvärden.

hus	medelvärde °C		standardavvikelse °C	
	jan-april	jan-juni	jan-april	jan-juni
månad				
1	0.97	0.91	0.14	0.17
2	1.19	1.10	0.11	0.19
3	1.11	1.03	0.15	0.20
4	1.25	1.17	0.12	0.19
5	1.15	1.05	0.13	0.21
6	1.02	0.94	0.10	0.17
7	1.07	1.03	0.12	0.16
8	1.13	1.04	0.16	0.22
9	0.99	0.94	0.11	0.15
10	1.29	1.21	0.12	0.19
min	0.97	0.91	0.10	0.15
medel	1.12	1.04	0.12	0.18
max	1.29	1.21	0.16	0.22
std	0.11	0.10	0.02	0.02

### 3 Småhus

Två radhus med åtta radhusenheter vardera har uppförts av JM i Järinge, Tensta, Stockholm. Mätningarna av inneklimatet har endast omfattat en frånluftstemperatur i varje radhusenhet. Frånluftsdonen är placerade i eller nära taknivå och ger därför en något högre temperatur än på halva rumshöjden. Temperaturökningen mellan golv och tak vid jämvikt beror på isolerstandard och temperaturskillnaden mellan inne och ute. En bedömning för de aktuella husen med mycket god isolerstandard är att skillnaden mellan den genomsnittliga innetemperaturen och den mätta frånluftstemperaturen är högst 0.5 °C. Mätperioden är 2008-05-01 till 2009-04-30 med mätningar var timme.

Medelvärden och standardavvikelser har beräknas för vinterfall med utetemperatur < 10 °C och för sommarfall med utetemperatur > 10 °C och redovisas i Tabell 3.1. Exempel på låg frånluftstemperatur under vinterfall med utetemperatur < 10 °C är för B-husen visningshus B6 med 17.60 °C och hus B3 med 19.56 °C samt för A-husen A4 med 21.46 °C och A3 med 22.00 °C. Medelvärdet för A-husen och B-husen är enligt Tabell 7.1 22.57 °C respektive 20.68 °C och om visningshus B6 utesluts fås för övriga B-hus 21.12 °C. Skillnaden på 1.45 °C är betydande för vinterfallet.

För sommarfallet med utetemperatur > 10 °C fås följande lägsta, högsta och medelvärde för A-husen 23.35 °C (A1), 25.70 °C (A8) respektive 24.50 °C (A) och för B-husen 22.70 °C (B4), 24.65 °C (B1) respektive 23.93 °C (B). Visningshuset B6 har ett sommarvärde på 23.11 °C, vilket ändrar medelvärdet för övriga B-hus till 24.05 °C. Skillnaden mellan medelvärdet för A-husen och B-husen utan B6 är därför noll för sommarfallet.

Frånluftstemperatur som funktion av utetemperatur redovisas för ett medelvärde för alla A-hus i Figur 3.1 och alla B-hus i Figur 3.2. Frånlufttemperaturen som funktion av mätdygn redovisas gruppvis för A-hus och B-Hus för minsta, medel och största värde i Figur 3.3-4 och med standardavvikelse för sig i Figur 3.5-6. Skillnaderna mellan olika A-hus och B-hus är stora inom samma dygn. Det finns ett obebott visningshuset B6, som av besparingsskäl håller en låg temperatur, vilket motsvaras av lägsta frånluftstemperatur i Figur 3.4.

Frånluftstemperaturens dygnsperiod har beräknats och redovisas i Figur 3.7-8 för hus A respektive B och uppdelat för vinter, sommar och hela året.

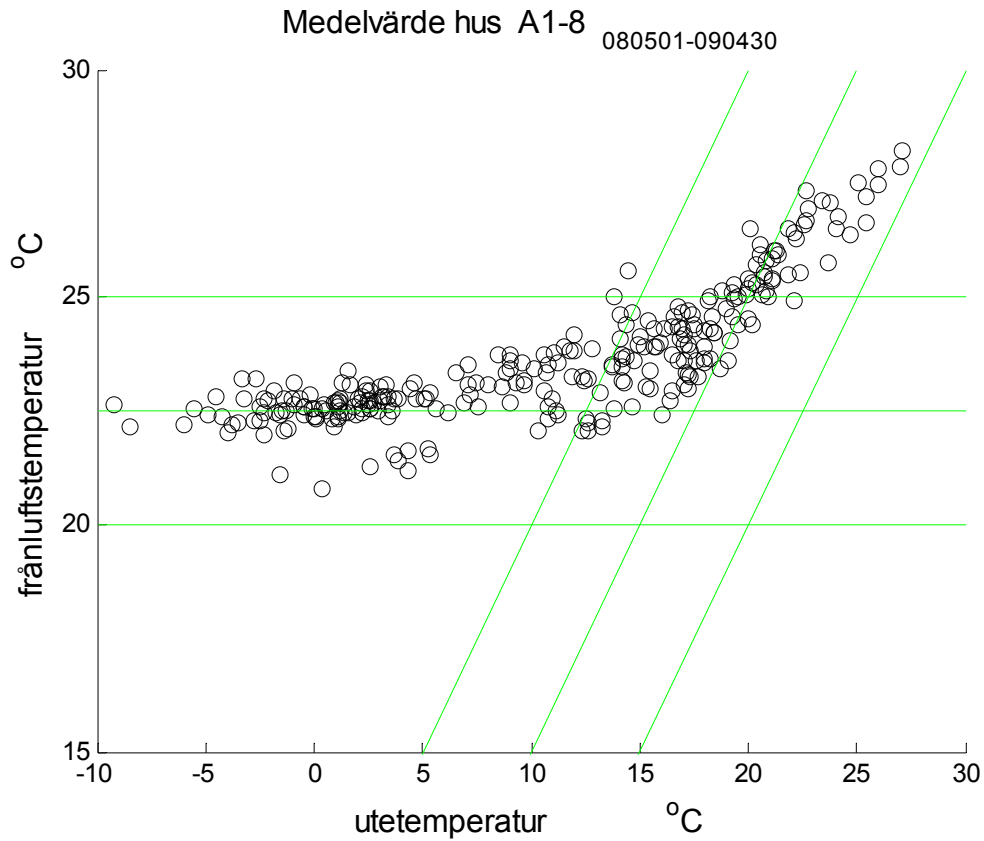
Hur frånluftstemperaturen beror på utetemperaturen har undersökts med en enkel linjär modell enligt (2.1) för utetemperaturer lägre än 10 °C. Resultatet redovisas i Tabell 3.2 med modellparametrar, rotmedelkvadrat för modellfel och korrelationskoefficient mellan frånluftstemperatur och utetemperatur. Frånluftens medelvärde och standardavvikelse anges även.

Tabell 3.1 Medelvärde °C och standardavvikelse °C för frånluft för > 10 °C och < 10 °C ute

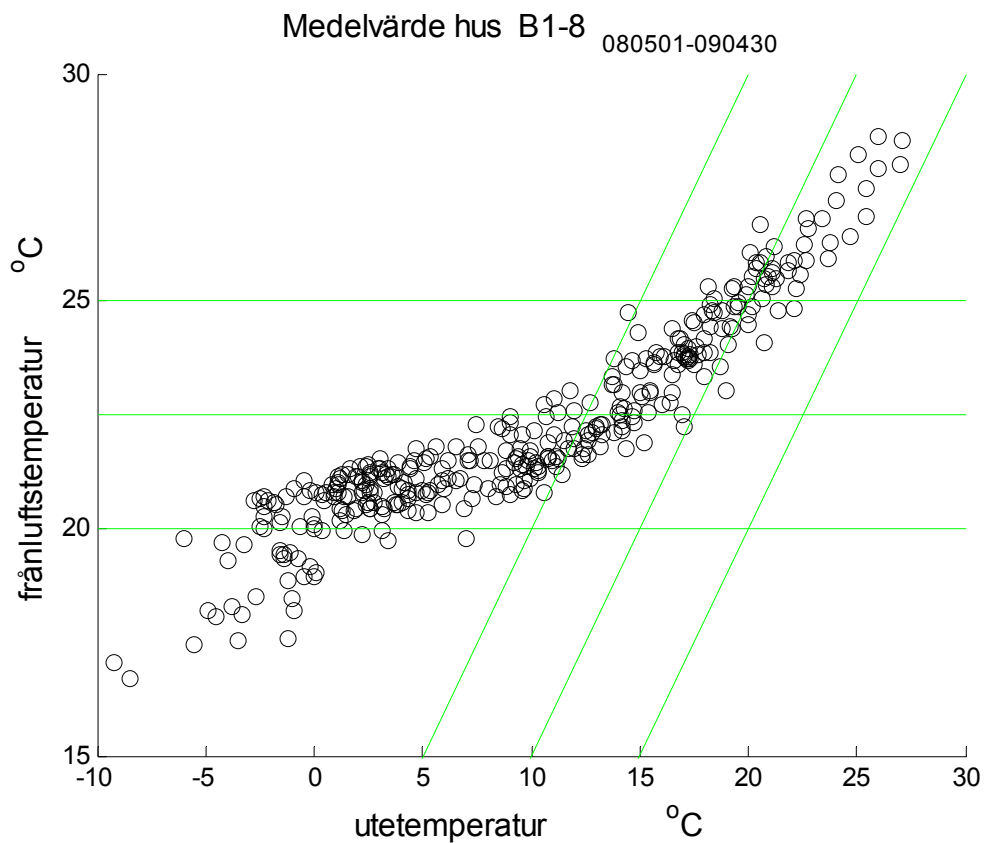
hus	m °C > 10 °C	m °C < 10 °C	$\sigma$ °C > 10 °C	$\sigma$ °C < 10 °C
A1	23.35	22.30	1.67	1.07
A2	24.43	23.20	1.56	0.91
A3	24.07	22.00	1.84	0.50
A4	24.05	21.46	1.51	1.00
A5	24.42	23.21	1.42	1.09
A6	24.98	23.85	1.16	0.68
A7	24.97	22.44	1.93	2.22
A8	25.70	22.09	2.37	1.20
B1	24.65	21.13	2.12	1.03
B2	24.31	20.32	2.37	1.10
B3	23.65	19.56	2.03	1.49
B4	22.70	20.37	2.23	1.58
B5	24.31	22.48	2.00	2.42
B6	23.11	17.60	2.17	2.00
B7	24.45	21.87	1.64	1.04
B8	24.23	22.11	1.60	1.35
A	24.50	22.57	1.68	1.08
B	23.93	20.68	2.02	1.50
AB	24.21	21.62	1.85	1.29

Tabell 3.2 Modellparametrar, rms, medel, std och korr för dygnsmedel för sexton småhus.

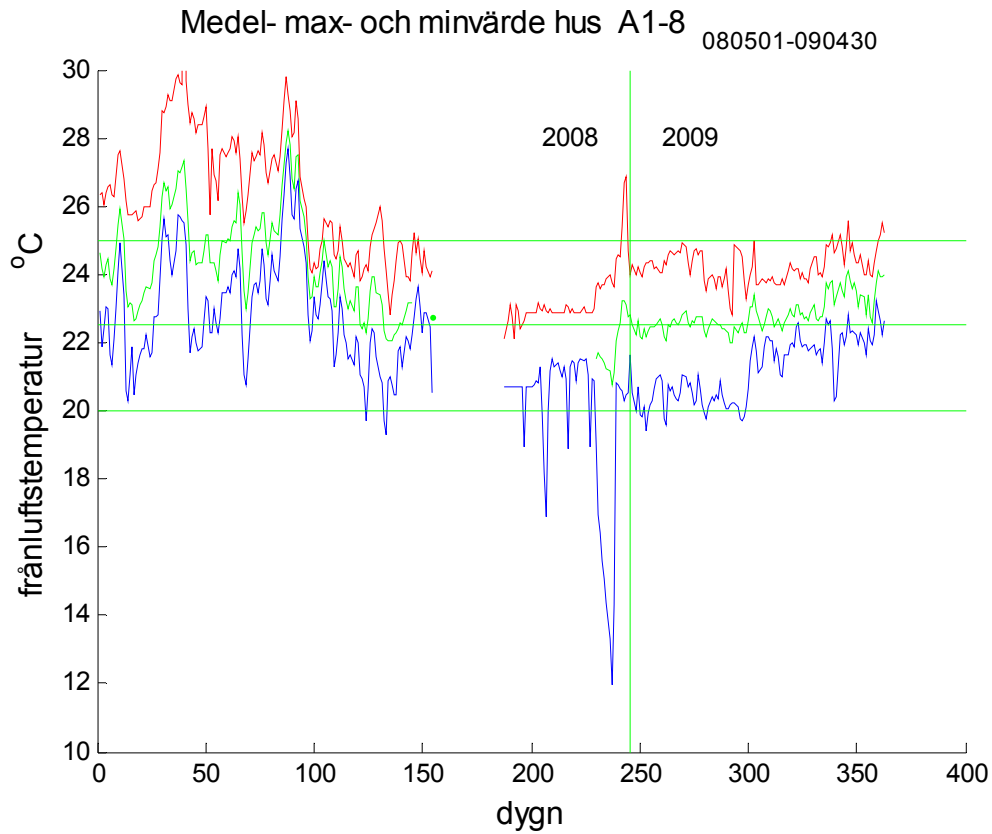
hus	$n_t$ -	$T_{0C}$ °C	$k$ -	$T_{rms}$ °C	$T_m$ °C	$T_{std}$ °C	$korr$ -
A1	168	22.28	-0.012	1.023	22.25	1.024	-0.043
A2	125	23.40	-0.106	0.581	23.21	0.718	-0.587
A3	167	21.92	0.029	0.369	21.98	0.386	0.292
A4	167	21.14	0.118	0.799	21.42	0.917	0.492
A5	126	23.20	0.001	0.982	23.21	0.982	0.006
A6	158	23.85	-0.010	0.611	23.82	0.612	-0.065
A7	167	22.20	0.041	2.073	22.30	2.079	0.076
A8	167	21.61	0.180	0.730	22.03	1.007	0.688
B1	189	20.94	0.035	0.876	21.05	0.887	0.159
B2	189	19.87	0.144	0.730	20.30	0.937	0.628
B3	125	18.78	0.222	0.977	19.45	1.332	0.680
B4	162	20.07	0.097	1.479	20.35	1.531	0.258
B5	189	21.70	0.264	2.145	22.48	2.399	0.448
B6	22	16.21	0.424	0.736	17.47	1.879	0.920
B7	189	21.56	0.075	0.795	21.78	0.852	0.358
B8	189	21.58	0.173	1.082	22.10	1.291	0.546
min	125	16.21	-0.106	0.369	17.47	0.386	-0.587
medel	162	21.27	0.105	0.999	21.58	1.177	0.303
max	189	23.85	0.424	2.145	23.82	2.399	0.920
std	22	1.88	0.129	0.499	1.59	0.549	0.375



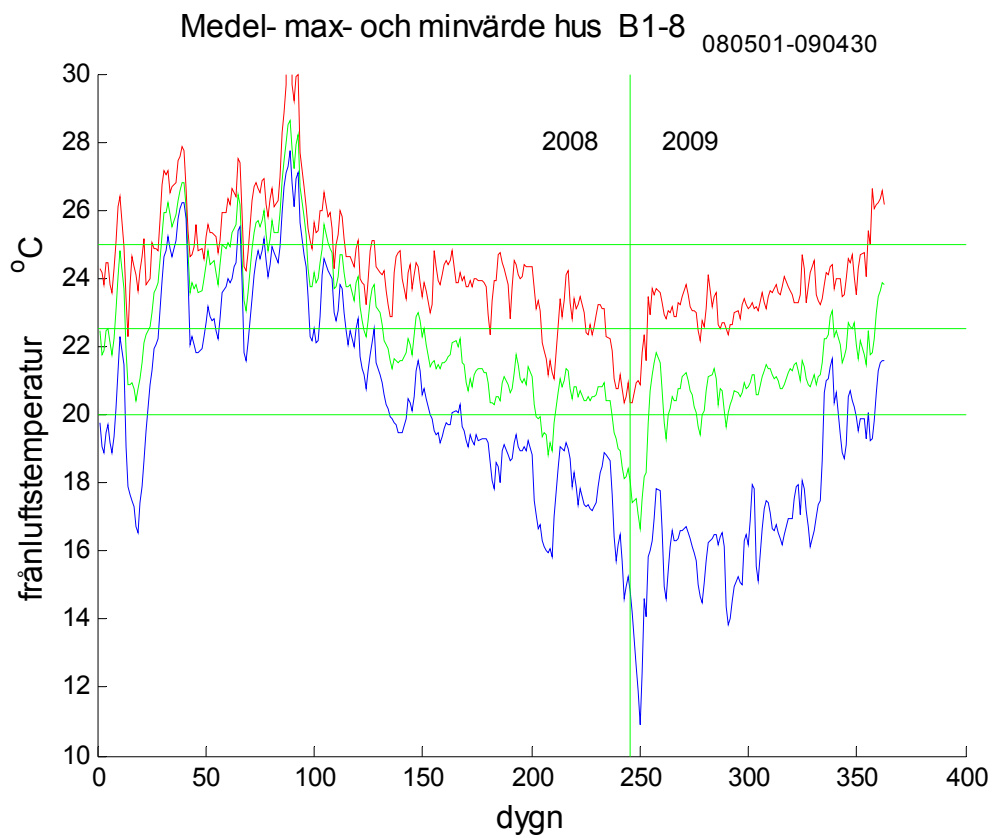
Figur 3.1 Frånluftstemperaturmedelvärde för hus A1-8 som funktion av utetemperatur.



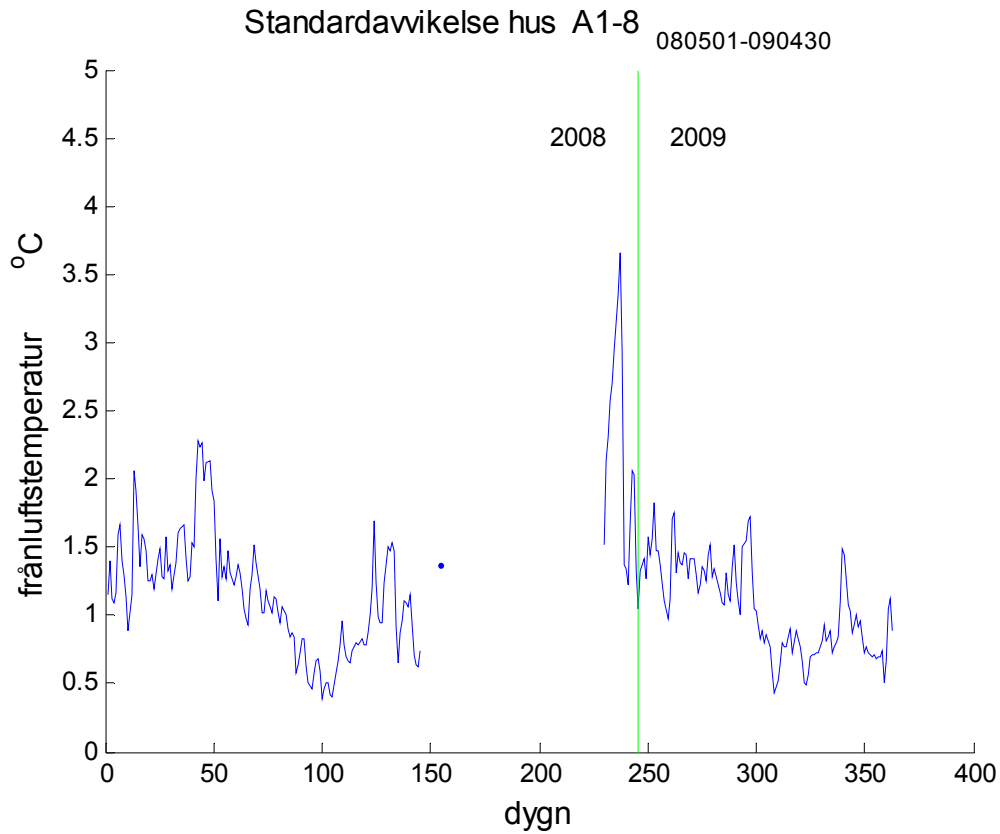
Figur 3.2 Frånluftstemperaturmedelvärde för hus B1-8 som funktion av utetemperatur.



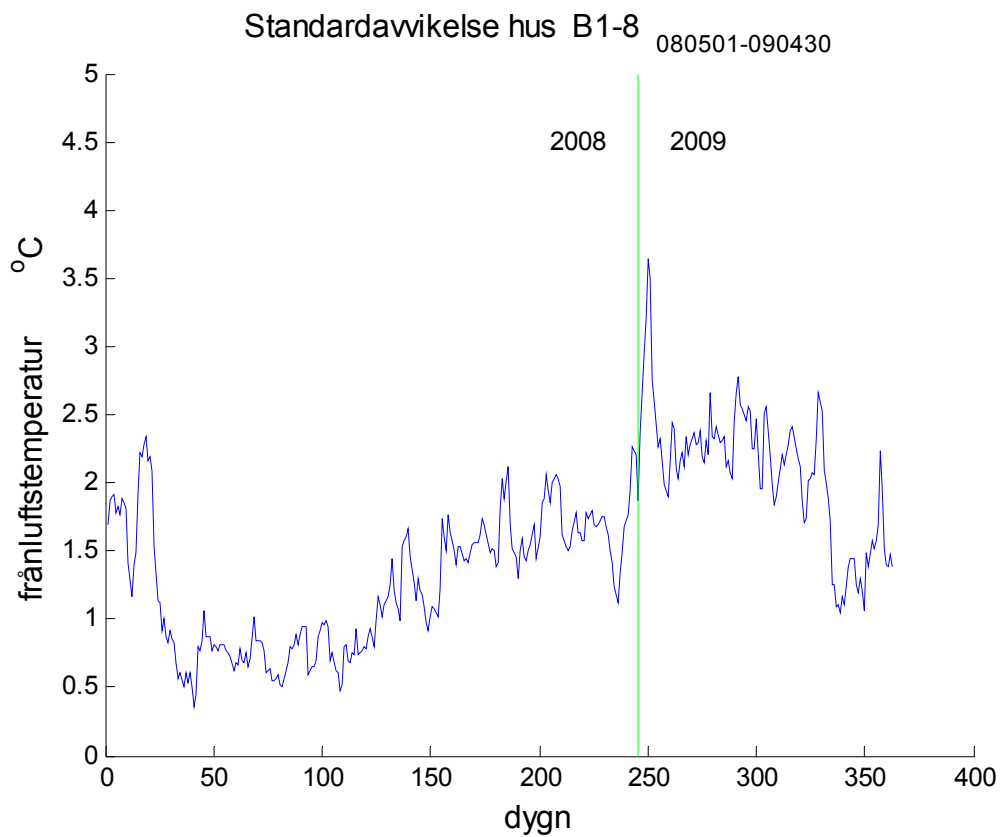
Figur 3.3 Medelvärde för frånluftstemperatur för hus A1-8 som funktion av mätdygn.



Figur 3.4 Medelvärde för frånluftstemperatur för hus B1-8 som funktion av mätdygn.

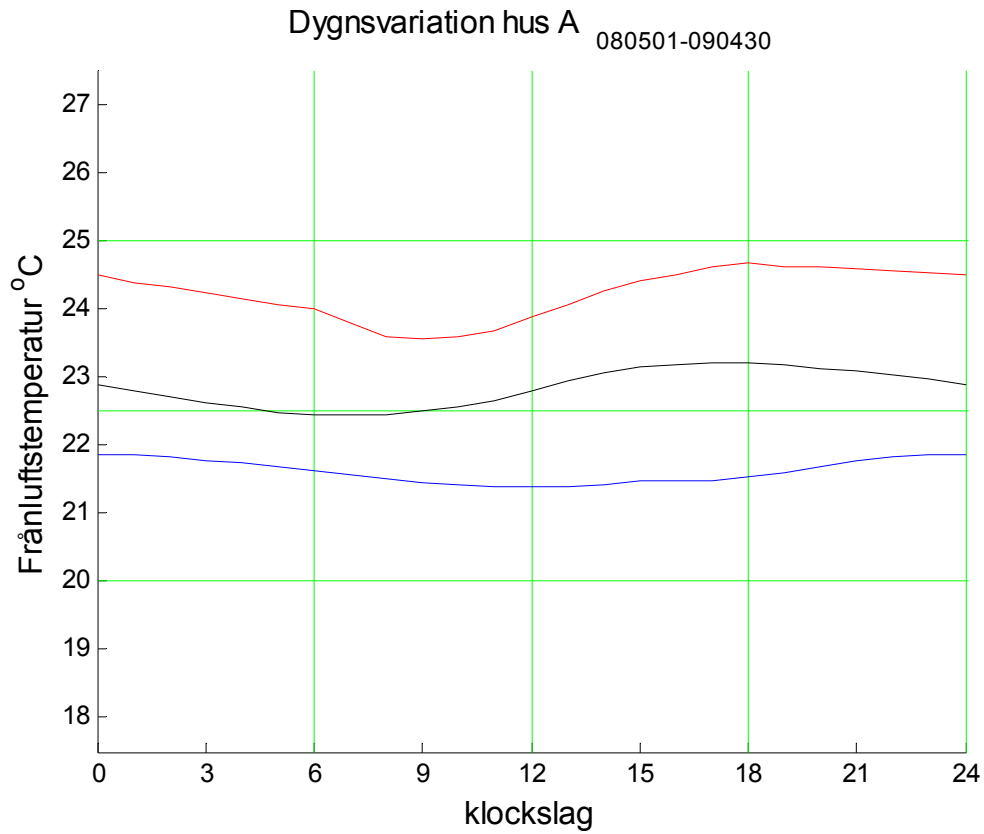


Figur 3.5 Standardavvikelse för frånluftstemperatur för hus A1-8 som funktion av mätdygn.

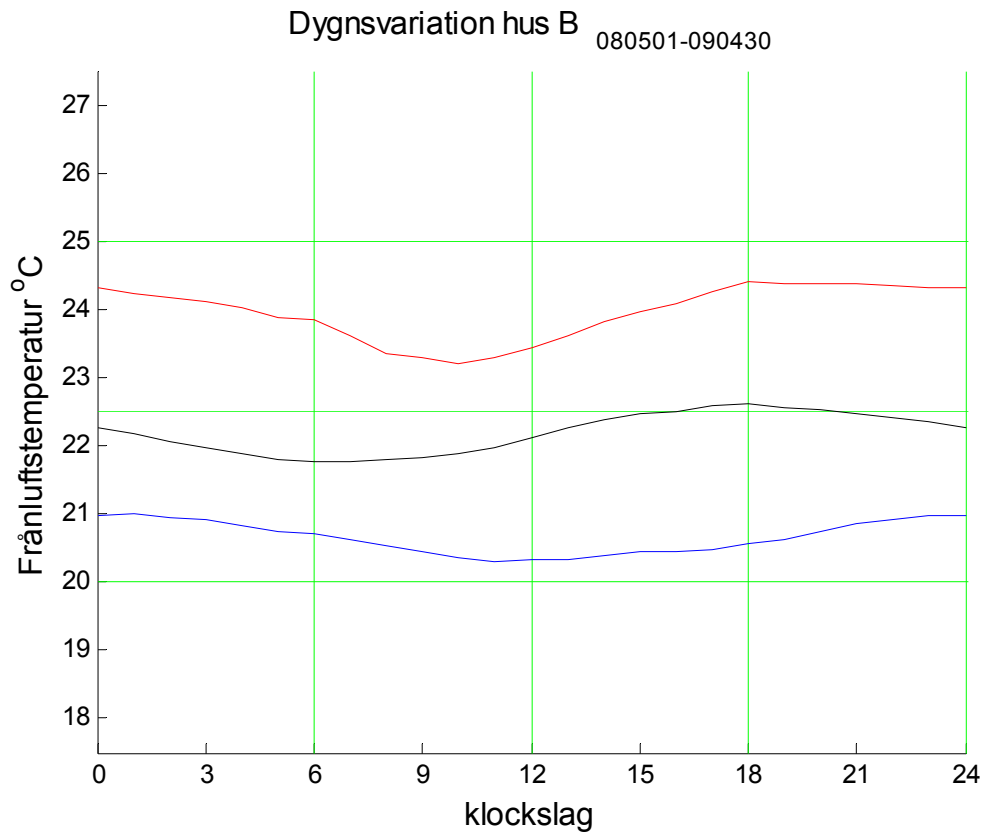


Figur 3.6 Standardavvikelse för frånluftstemperatur för hus B1-8 som funktion av mätdygn.





Figur 3.7 Dygnsvariation för frånluftstemperatur för hus A och sommar, helår och vinter.



Figur 3.8 Dygnsvariation för frånluftstemperatur för hus B och sommar, helår och vinter.

## 4 Sammanfattning

Resultat från de två stora undersökningarna ELIB och BETSI, som avser hela bostadsbeståndet och inte nyproduktion, visar att osäkerheten eller standardavvikelse för innetemperaturen är ganska stor. Några siffervärden för osäkerheten anges inte direkt i ELIB och BETSI utan de har skattats från redovisade stapeldiagram för småhus till 1.41 °C respektive 1.29 °C samt för flerbostadshus till 1.66 °C respektive 1.38 °C.

Dessa värden kan jämföras med de för tio flerbostadshus med olika byggår redovisade i avsnitt 2. Medelvärdet är 21.56 °C och standardavvikelsen 0.39 °C för dygnsmedelvärden, alla hus och utetemperaturer under 10 °C enligt Tabell 2.1. Standardavvikelse minskar något när en linjär temperaturändring i tiden räknas bort.

En viktig anmärkning är att standardavvikelse avser dygnmedelvärden alla rumstemperaturer. Detta innebär att standardavvikelsen för enskilda rum eller lägenheter är mycket högre. Standardavvikelsen för ett medelvärde för  $n$  slumpmässiga värden minskar förenklat med en faktor  $n^{-0.5}$ . Om de här redovisade standardavvikelse för hela flerbostadshus skall räknas om till standardavvikelse för enskilda rum eller lägenheter blir standardavvikelsen orimligt stor. Om antalet  $n$  sätts till 100 gäller en faktor 10. Resultatet blir orimligt med värdet 3.9 °C.

Standardavvikelsen har beräknats husvis som en funktion av tiden för rådata med 96 värden per dygn och för dygnsvärden, vilket redovisas i Tabell 2.2 respektive 2.3. Medelvärdet för de två standardavvikelseerna är för månaderna januari till och med april 1.18 °C enligt Tabell 2.2 och 1.12 °C enligt Tabell 2.3 samt något mindre för hela första halvåret. Dessa framräknade standardavvikelse för enskilda rumstemperaturer stämmer bättre med de tidigare redovisade värdena för ELIB och BETSI. En annan viktig anmärkning är att det sker individuell mätning av värmekostnaden beroende på temperaturer över eller under 21 °C.

Standardavvikelse för frånluftstemperaturen i de sexton radhus för utetemperaturer under 10 °C är för A-hus 1.08 °C och för B-hus 1.20 °C med uteslutande av tre ej fullt bebodda hus B4, B5 och B6 under den årslånga mätperioden. Medelvärdet för fullt bebodda hus blir 1.13 °C.

Sammanfattningsvis visar tidigare stora undersökningar, ELIB och BETSI, och de här två bifogade exemplen att innetemperaturens osäkerhet är för småhus till 1.41, 1.29 respektive 1.13 °C samt för flerbostadshus till 1.66, 1.38 respektive 1.12 °C.

Något som ökar osäkerheten eller standardavvikelsen för innetemperaturen utöver den mer slumpmässiga är årstidsvariationer. Det går att göra en enkel analys av denna påverkan genom att anta att variationerna kan storteras motsvarande en linjär ökning.

Den totala standardavvikelsen  $\sigma_t$  för en längre mätning som innehåller en linjär ändring i tiden kan beräknas som en funktion den momentana standardavvikelsen  $\sigma$  och den linjära ändringen över hela tidsintervallet  $\Delta T$  på formen:

$$\sigma_t = [ \sigma^2 + \Delta T^2 / 12 ]^{0.5} \quad (^\circ\text{C}) \quad (4.1)$$

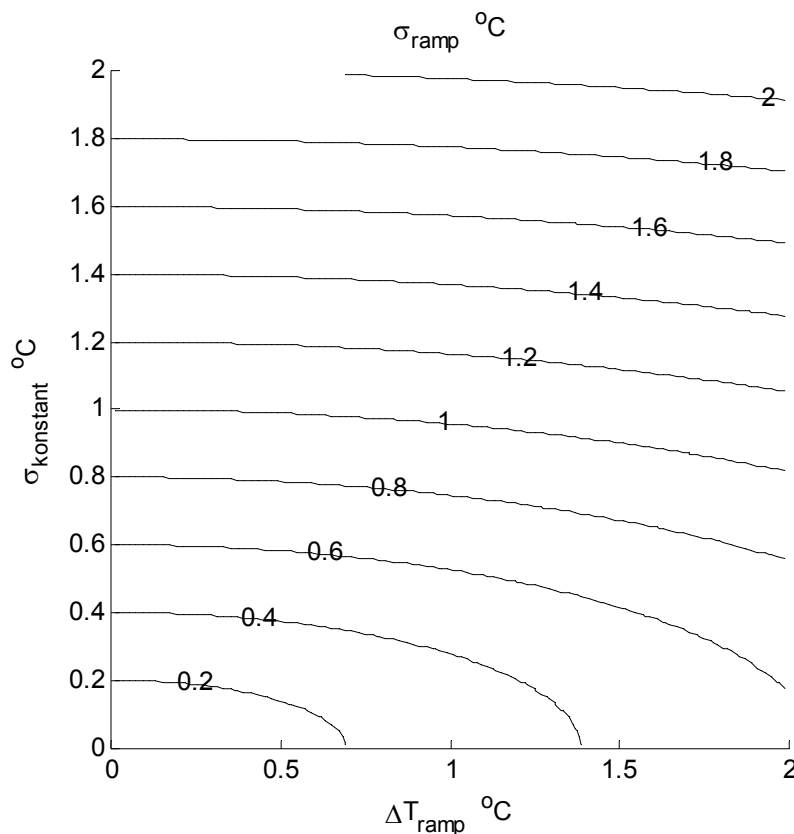
Sambandet mellan de tre variablerna  $\sigma_t$ ,  $\sigma$  och  $\Delta T$  redovisas med två isodiagram i Figur 4.1 med  $\sigma_t$  som beroende variabel. Isokurvorna visar att det krävs stora linjära ändringar om det skall skilja nämnvärt mellan den uppmätta  $\sigma_t$  och den mer slumpmässiga och momentana  $\sigma$ . Ett sifferexempel med  $\sigma$  1  $^\circ\text{C}$  och  $\Delta T$  2  $^\circ\text{C}$  ger  $\sigma_t$  1.15  $^\circ\text{C}$ .

Uttrycket (4.1) kan för måttliga värden på  $\Delta T$  i förhållande till  $\sigma$  approximeras till:

$$\sigma_t \approx \sigma [ 1 + \Delta T^2 / 24 \sigma^2 ] \quad (^\circ\text{C}) \quad (4.2)$$

Samman sifferexempel som ovan ger  $\sigma_t$  1.17  $^\circ\text{C}$  (7/6).

Sammanfattningsvis visar de två uttrycken (4.1-2) och isokurvorna i Figur 4.1 att den totala momentana slumpmässigheten för innetemperaturen påverkas förhållandevis lite av stora årsvariationer.



Figur 4.1 Standardavvikelse  $\sigma_{ramp}$  som funktion av  $\sigma_{konstant}$  och  $\Delta T_{ramp}$  enligt (4.1).