



# LUND UNIVERSITY

## Fukttillskott i frånluft

Jensen, Lars

2010

[Link to publication](#)

*Citation for published version (APA):*

Jensen, L. (2010). *Fukttillskott i frånluft*. (TVIT; Vol. TVIT-7049). 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

# Fukttillskott i frånluft

*Lars Jensen*

---

Avdelningen för installationsteknik  
Institutionen för bygg- och miljöteknologi  
Lunds tekniska högskola  
Lunds universitet, 2010  
Rapport TVIT--10/7049



## 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 rökspredning 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.

# Fukttillskott i frånluft

*Lars Jensen*

© Lars Jensen, 2010  
ISRN LUTVDG/TVIT--10/7049--SE(43)

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

# Innehållsförteckning

1	Inledning	5
	Grundsamband och fuktfaktor	5
	Fuktkrav	5
	Mätningar i vardagsrum och sovrum	5
	Mätningar i frånluft	6
2	Mätdata från Karlstad	7
3	Mätdata från Kiruna	15
4	Mätdata från Malmö	23
5	Mätdata från Sundsvall	31
6	Sammanfattning och slutsatser	39
	Huvudslutsats för fukttillskott	39
	Referenser	43



# 1 Inledning

Syftet med denna arbetsrapport är att sammanställa mätningar av främst fukttillskott från bostäder. Fukttillskottet har stor betydelse för inneklimatet och särskilt om regenerativa ventilationsvärmeåtervinnare används, eftersom fukt återvinns från frånluft till tilluft. Detta gäller alla regenerativa ventilationsvärmeåtervinnare även de utan hygroskopiskt material. Funktionen för en regenerativ ventilationsvärmeåtervinnare utan hygroskopiskt material har undersökts och dokumenterats för olika modeller och beräkningar i Jensen (2010).

## Grundsamband och fuktfaktor

Fuktåterföringen har ingen betydelse för en byggnad utan något fukttillskott, eftersom inne- och uteluftens vatteninnehåll då är de samma. Fuktåterföring tillsammans med ett stort fukttillskott medför att uppfuktningen kan öka flera gånger själva fukttillskottet. Ett enkelt statistiskt samband mellan frånluftens vatteninnehåll  $x_f$  g/kg, uteluftens vatteninnehåll  $x_u$  g/kg, fukttillskottet  $\Delta x$  g/kg och fuktverkningsgraden  $\eta_x$  – är följande:

$$x_f = x_u + \Delta x / (1 - \eta_x) \quad (\text{g/kg}) \quad (1.1)$$

En fuktverkningsgrad om 0.5 ger en fördubblad uppfuktning av uteluften till frånluft. Det är fuktfaktorn  $1/(1 - \eta_x)$  som svarar för fördubblingen.

## Fuktkrav

En övre gräns för fukttillskottet vintertid anges i SOSFS 1999:25 till 2.5 g/kg. Högsta vatteninnehåll i rumsluft vintertid anges i SOSFS 1999:21 till 7 g/kg. Ett syfte för denna arbetsrapport är att undersöka hur ofta dessa två gränser överskrids.

## Mätningar i vardagsrum och i sovrum

Fukttillskottet anges i BETSI, en undersökning av Boverket (2009), för småhus och flerbostadshus omräknat till 1.5 g/kg respektive 1 g/kg. I samma undersökning görs även jämförelse med en äldre undersökning ELIB med mätningar från 1991/1992 för småhus och flerbostadshus omräknat till 3 g/kg respektive 2.3 g/kg. Siffrorna visar att fukttillskottet med tiden har halverats. Det är inte klarlagt vad den stora skillnaden beror på.

En annan svensk undersökning av vardagsrum och sovrum i 390 lägenheter under vintertid dokumenterad i Gustavsson (2004) redovisar ett fukttillskott på 1.9 g/kg.



En estnisk undersökning dokumenterad i Kalamees et al (2006) av mätningar i 179 rum fördelat på 101 småhus vintertid redovisar att medelvärdet och standardavvikelsen för fukttillskottet vintertid är 1.7 g/kg respektive 0.8 g/kg.

En viktig anmärkning är att ovan refererade mätningar görs i bostadens vardagsrum och sovrum. Fukttillskott i kök och badrum som tillförs frånluften mäts dåligt.

## Mätningar i frånluft

Mätningarna har genomförts under minst 365 dygn under 2008 och 2009 och finns tidigare beskrivna och bearbetade av Bagge, Johansson och Lindstri (2009) och (2010). Mätintervallet var 30 min. De arton husen var fördelade på fyra orter Karlstad 5 st, Kiruna 5 st, Malmö 4 st och Sundsvall 4 st. Alla arton flerbostadshus var försedda med frånluftsventilation och frånluftsvärmepump.

Mätningarna ingår i ett forskningsprojekt vars syfte är att undersöka om ventilationsflödet i ett flerbostadshus kan regleras efter personbelastningen för att minska energianvändningen och att få fram bra data på fukttillståndet i ett flerbostadshus för att kunna göra en bättre och säkrare fuktdimensionering och energiberäkningar. Personbelastningen i husen mättes indirekt med hjälp av CO<sub>2</sub>. Fukttillståndet i flerbostadshusen mättes med temperatur och relativ luftfuktighet i frånluften och uteluften.

Mätt fukttillskott i frånluften har räknats om från sorten g/m<sup>3</sup> till g/kg (g vattenånga per kg torr luft) genom division med 1.2 kg/m<sup>3</sup>, vilket motsvarar luftdensiteten vid 20 °C. Relativ luftfuktighet redovisas med absolutvärde mellan 0 och 1.

De fyra orternas mätperioder är inbördes förskjutna och omfattar inte ett kalenderår. Endast 180 kalla dygn har valts ut och bearbetats, eftersom driftsförhållanden vintertid är svåra.

I denna arbetsrapport redovisas med fyra diagram för varje ort för uteluftens relativa luftfuktighet, temperatur och vatteninnehåll samt fukttillskott som ett medelvärde för ortens mätta flerbostadshus. Fukttillskottet redovisas husvis med en dygnsmedelkurva för hela mätåret och med en fördelningsfunktion för både rådata och dygnsmedelvärden i samma diagram, vilket också kompletteras med sannolikhet för att fukttillskottet är högre än 1, 1.5, 2, 2.5 och 3 g/kg och kvantilgränser för sannolikheterna 0.2, 0.1, 0.05, 0.02 och 0.01.

## 2 Mätdata för Karlstad

De fem mäthusens byggår är 2005, 2005, 2005, 1964 och 1964 och antalet lägenheter är 26, 23, 22, 34 och 36. Antalet våningar är 4, 4, 4, 9 och 9. Hela mätperioden omfattar 2008-06-12 till 2009-07-07. Uteluftens relativa luftfuktighet, temperatur och vatteninnehåll samt fukttillskott för samtliga hus redovisas i Figur 2.1-4. Fukttillskottet redovisas husvis och parvis med dygnsmedelvärden och fördelningsfunktion i Figur 2.5-14. Sannolikheter och kvantilgränser redovisas i Tabell 2.1 för fukttillskott och frånluftens vatteninnehåll för mätdygn 121-300. Medelvärden och standardavvikelse för utetemperatur och frånluftens vatteninnehåll redovisas i Tabell 2.2.

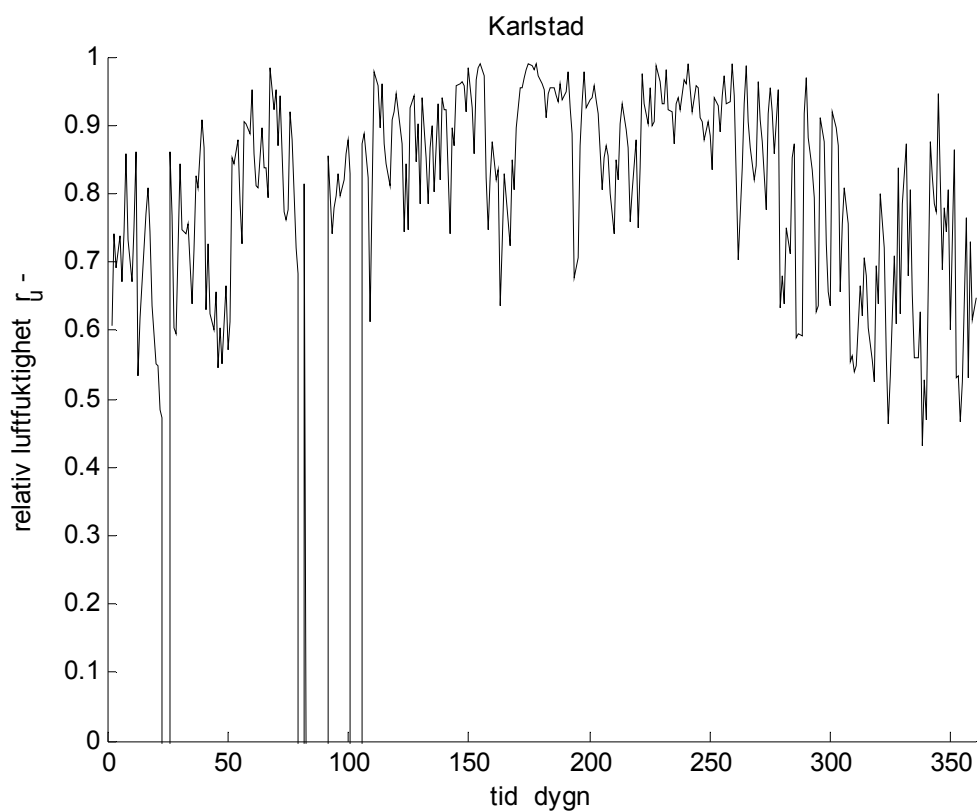
Fukttillskotten är mycket höga. Gränsvärdet 2.5 g/kg överskrids under lång tid. Tre hus har medelvärden över 2 g/kg. Frånluftens vatteninnehåll är också högt i medel nästan 6 g/kg.

Tabell 2.1 Sannolikhet och 0.2-kvantilgränser för fukttillskott och frånluft för Karlstad

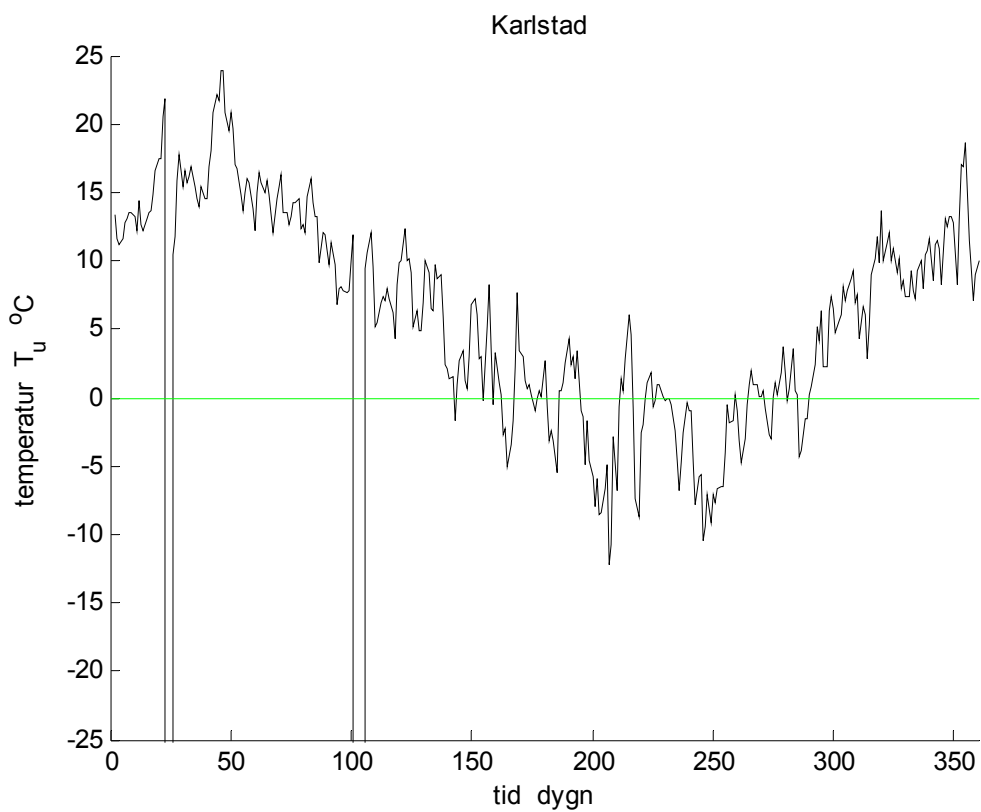
hus	mätvärde	P	$\Delta x$ g/kg	P	$x_f$ g/kg
		$\Delta x > 2.5$ g/kg	P = 0.2	$x_f > 7$ g/kg	P = 0.2
1	rådata	0.41	2.80	0.12	6.38
2	rådata	0.15	2.38	0.09	6.04
3	rådata	0.41	2.81	0.12	6.46
4	rådata	0.51	3.05	0.13	6.52
5	rådata	0.12	2.31	0.09	6.04
1	dygn	0.36	2.72	0.12	6.34
2	dygn	0.09	2.32	0.08	5.96
3	dygn	0.39	2.75	0.12	6.39
4	dygn	0.48	2.96	0.12	6.45
5	dygn	0.04	2.27	0.08	6.00

Tabell 2.2 Medelvärde och standardavvikelse för utetemperatur, fukttillskott och vatteninnehåll för frånluft för Karlstad

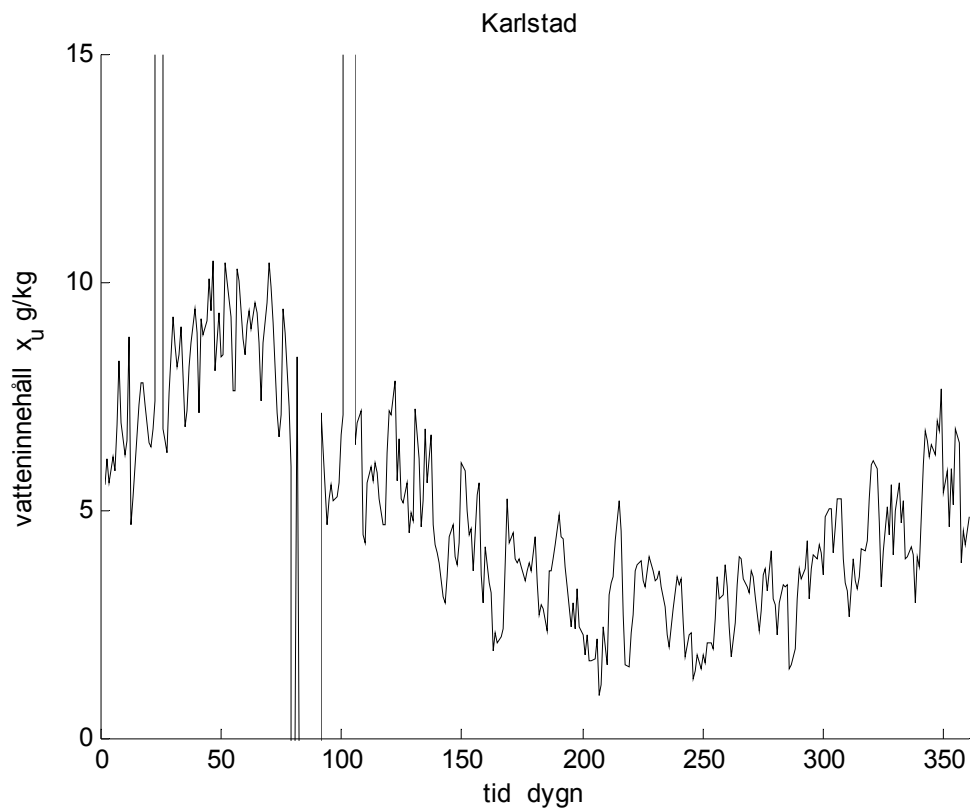
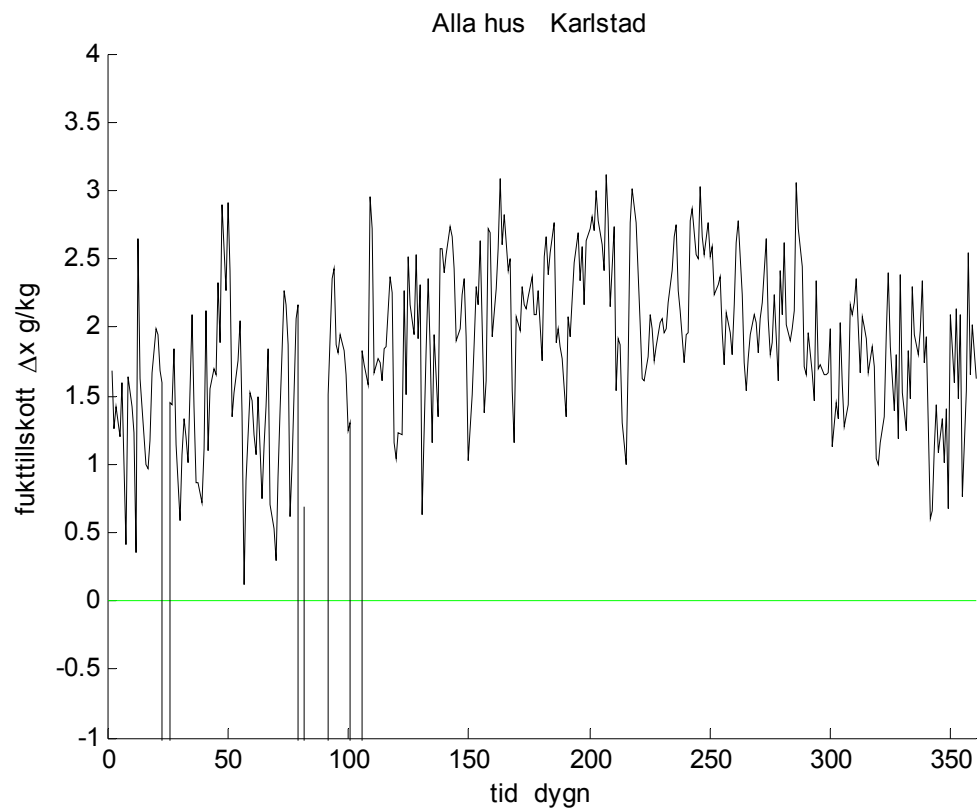
hus	mätvärde	utetemperatur		fukttillskott		vatteninnehåll	
		medel	std	medel	std	medel	std
		°C	°C	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg
1	rådata	0.17	5.09	2.30	0.61	5.74	0.95
2	rådata	0.17	5.09	1.85	0.61	5.29	1.03
3	rådata	0.17	5.09	2.32	0.59	5.76	0.98
4	rådata	0.17	5.09	2.48	0.66	5.92	0.92
5	rådata	0.17	5.09	1.84	0.55	5.28	1.08
1	dygn	0.17	4.72	2.30	0.47	5.74	0.92
2	dygn	0.17	4.72	1.85	0.49	5.29	0.97
3	dygn	0.17	4.72	2.32	0.46	5.76	0.93
4	dygn	0.17	4.72	2.48	0.53	5.92	0.87
5	dygn	0.17	4.72	1.84	0.43	5.28	1.04

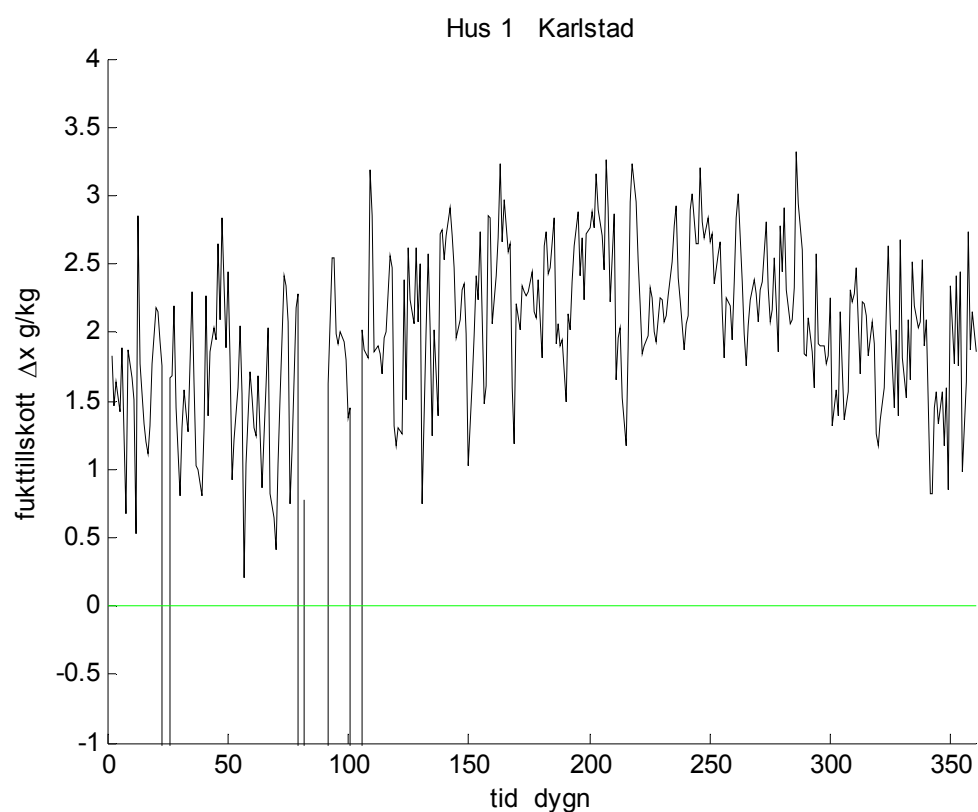


Figur 2.1 Relativ luftfuktighet för uteluft dygnsmedelvärde  $r_u$  - Karlstad

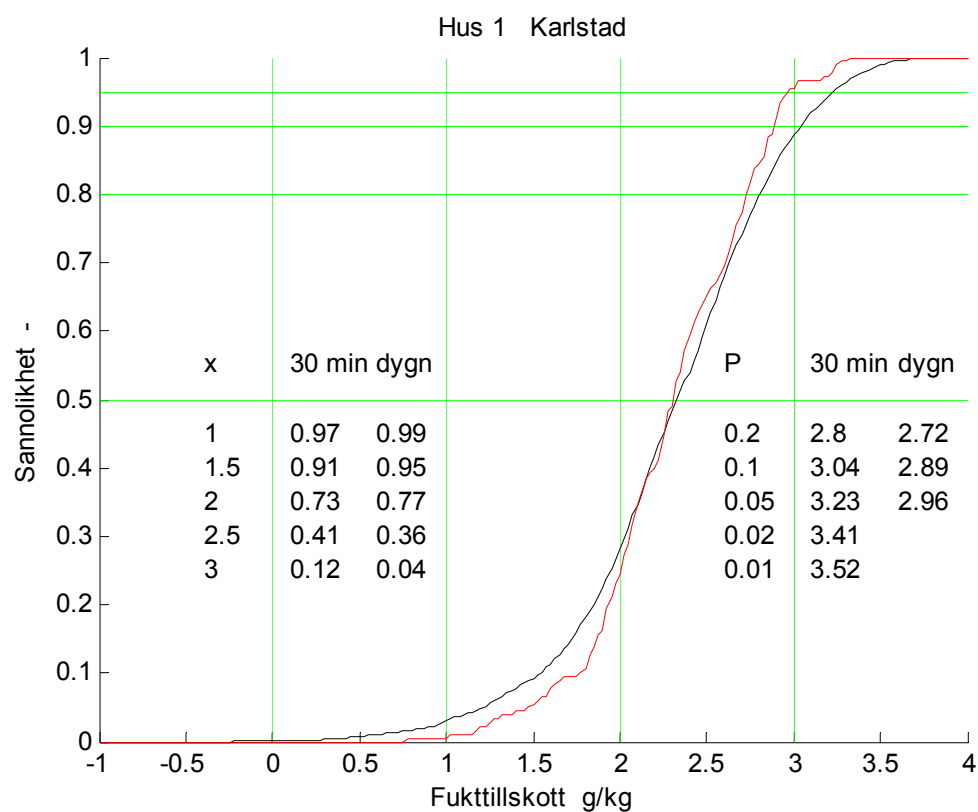


Figur 2.2 Utetemperatur dygnsmedelvärde  $T_u$  °C Karlstad

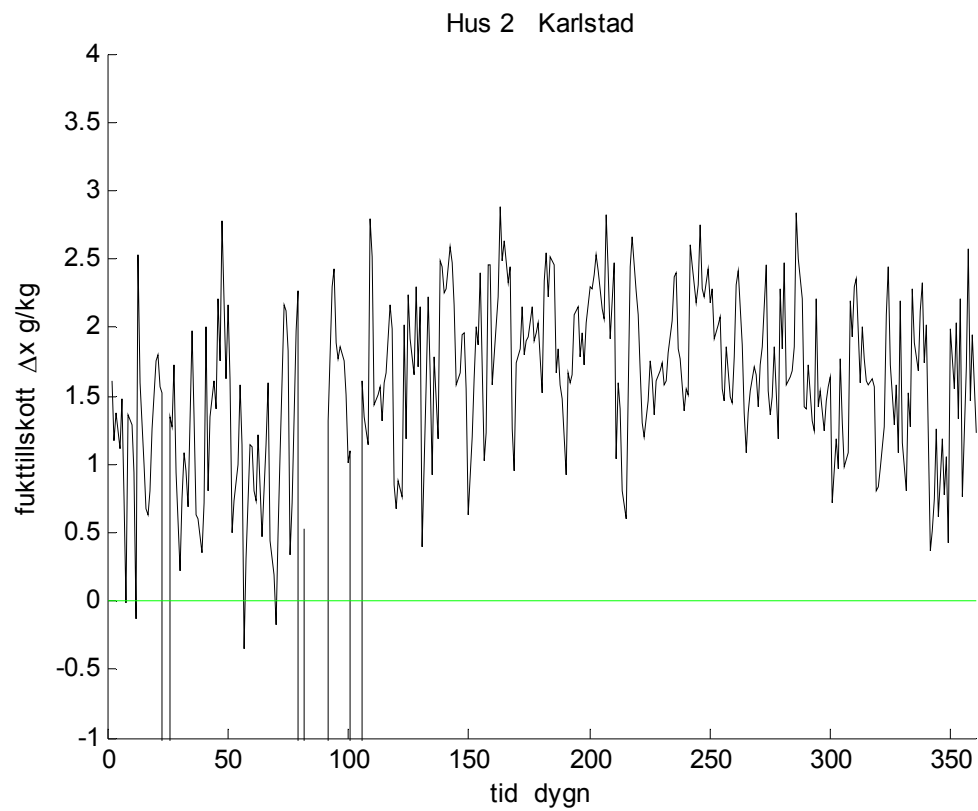
Figur 2.3 Vatteninnehåll för uteluft dygnsmedelvärde  $x_u$  g/kg KarlstadFigur 2.4 Fukttillskott i frånluft dygnsmedelvärde  $\Delta x$  g/kg för alla hus Karlstad



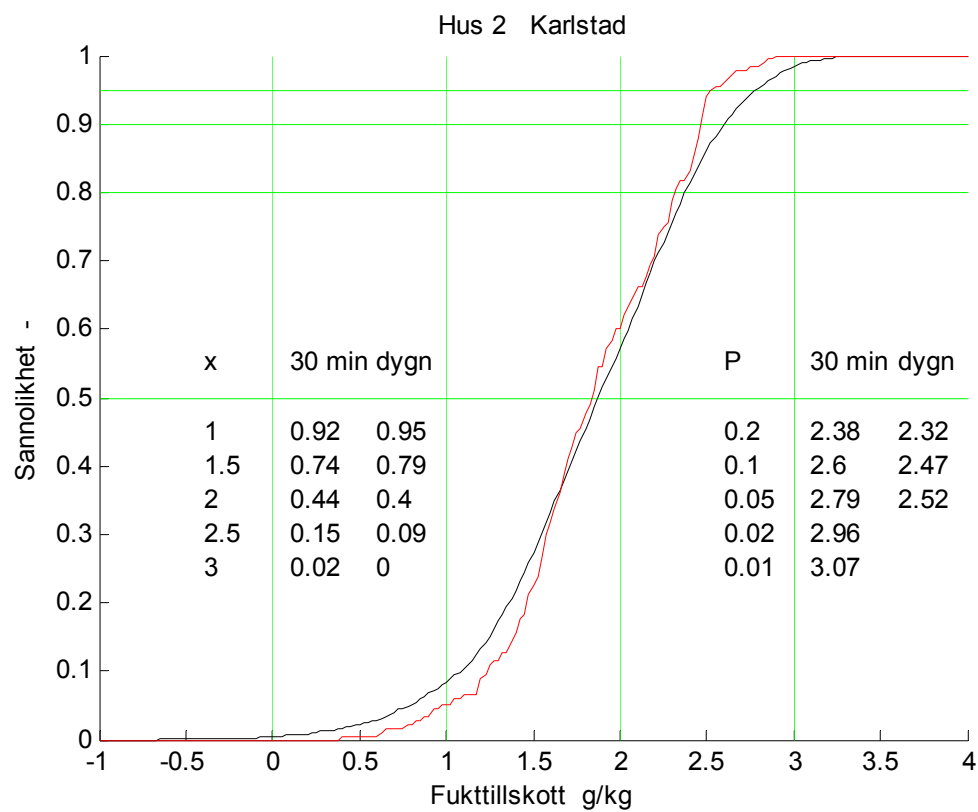
Figur 2.5 Fukttillskott i frånluft dygnsmedelvärde  $\Delta x$  g/kg för hus 1 Karlstad



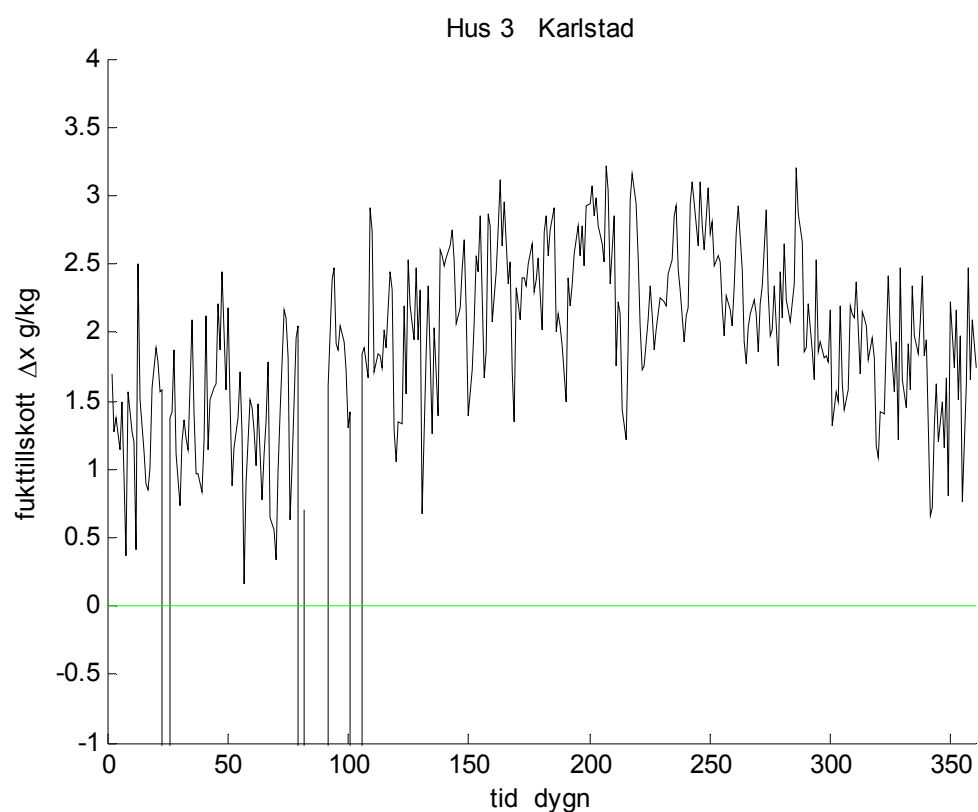
Figur 2.6 Fördelningsfunktion för fukttillskott  $\Delta x$  g/kg för dygn 121-300 och hus 1 Karlstad.



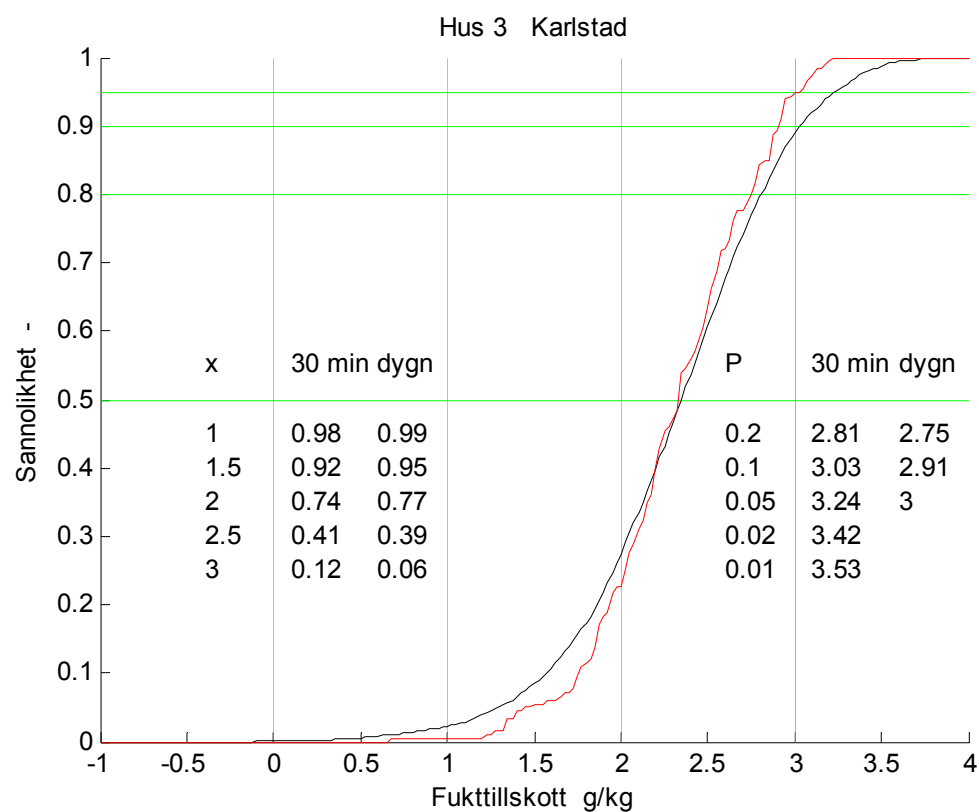
Figur 2.7 Fukttillskott i frånluft dygnsmedelvärde  $\Delta x$  g/kg för hus 2 Karlstad



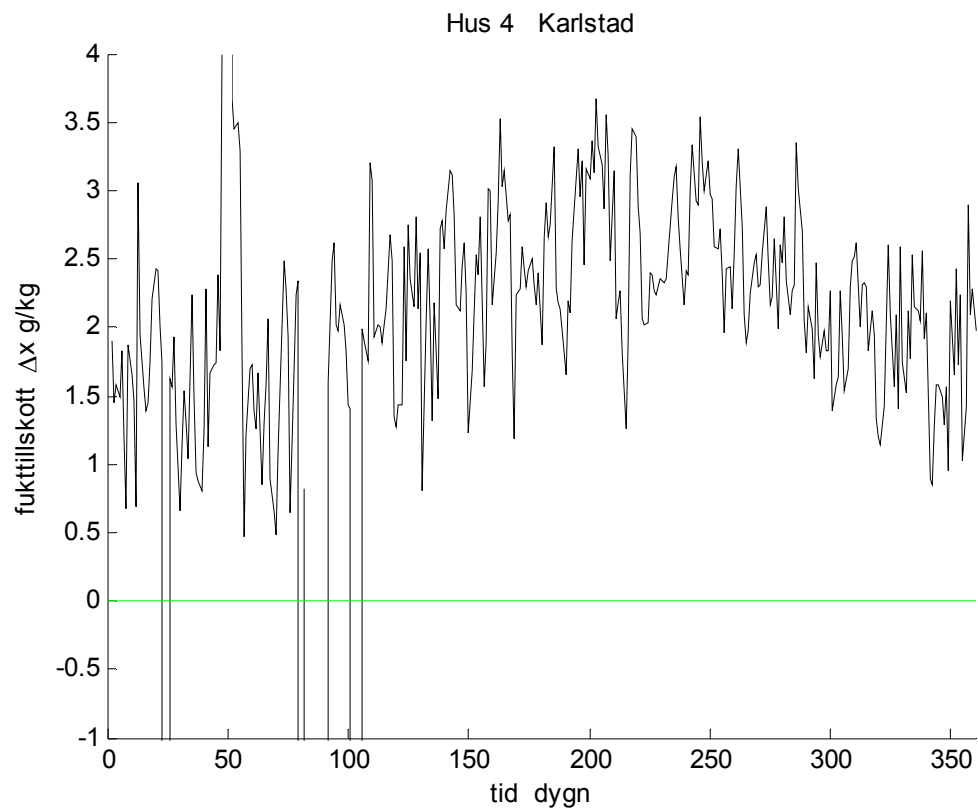
Figur 2.8 Fördelningsfunktion för fukttillskott  $\Delta x$  g/kg för dygn 121-300 och hus 2 Karlstad.



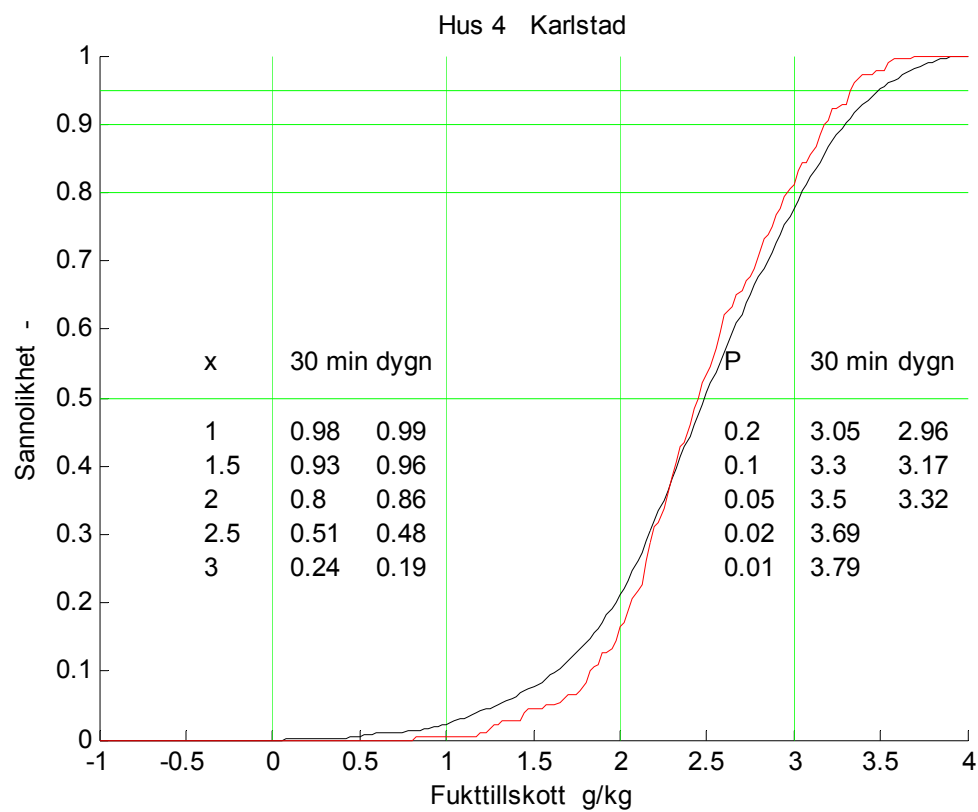
Figur 2.9 Fukttillskott i frånluft dygnsmedelvärde  $\Delta x$  g/kg för hus 3 Karlstad



Figur 2.10 Fördelningsfunktion för fukttillskott  $\Delta x$  g/kg för dygn 121-300 och hus 3 Karlstad.

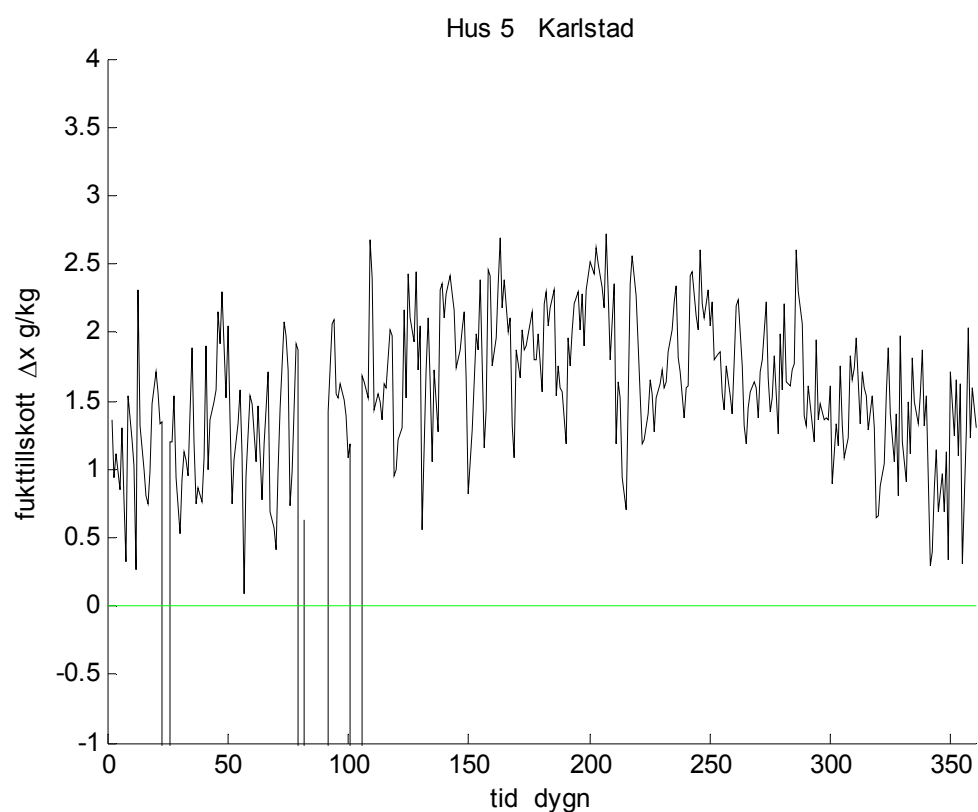


Figur 2.11 Fukttillskott i frånluft dygnsmedelvärde  $\Delta x$  g/kg för hus 4 Karlstad

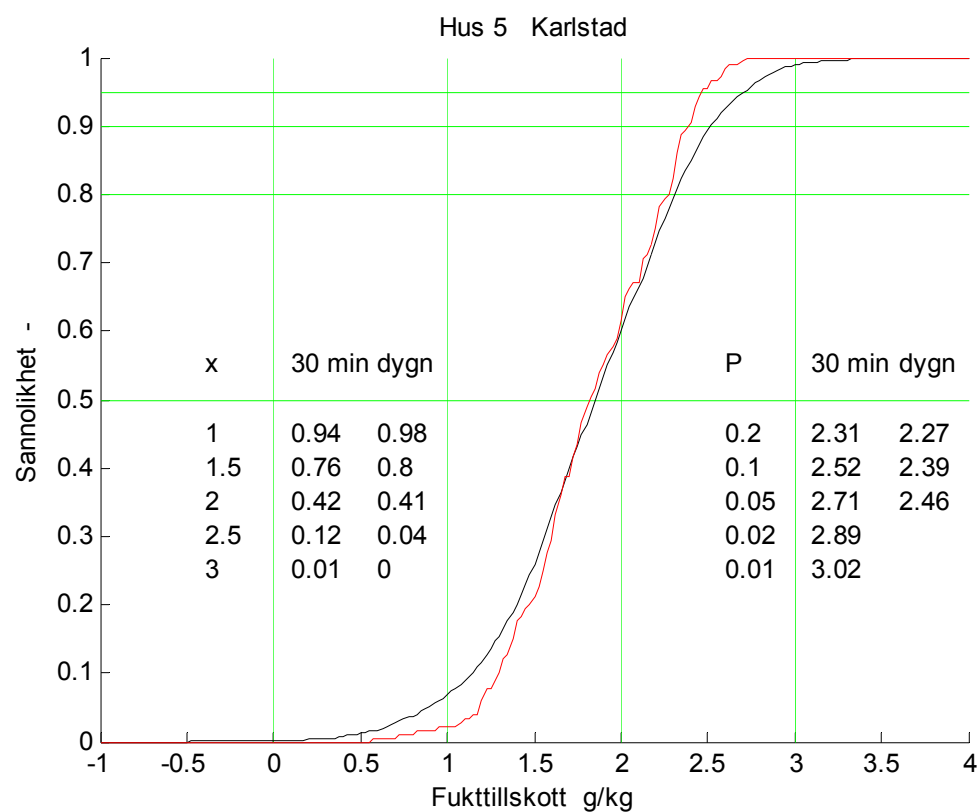


Figur 2.12 Fördelningsfunktion för fukttillskott  $\Delta x$  g/kg för dygn 121-300 och hus 4 Karlstad.





Figur 2.13 Fukttillskott i frånluft dygnsmedelvärde  $\Delta x$  g/kg för hus 5 Karlstad



Figur 2.14 Fördelningsfunktion för fukttillskott  $\Delta x$  g/kg för dygn 121-300 och hus 5 Karlstad.

### 3 Mätdata för Kiruna

De fem mätusen är alla byggda 1963 och har tre våningsplan. Antalet lägenheter är 9, 9, 12, 10 och 11. Hela mätperioden omfattar 2008-07-05 till 2009-08-19. Uteluftens relativa luftfuktighet, temperatur och vatteninnehåll samt fukttillskott för samtliga hus redovisas i Figur 3.1-4. Fukttillskottet redovisas husvis och parvis med dygnsmedelvärden och fördelningsfunktion i Figur 3.5-14. Sannolikheter och kvantilgränser redovisas i Tabell 3.1 för fukttillskott och frånluftens vatteninnehåll för mät dygn 111-290. Medelvärden och standardavvikelse för utetemperatur och frånluftens vatteninnehåll redovisas i Tabell 3.2.

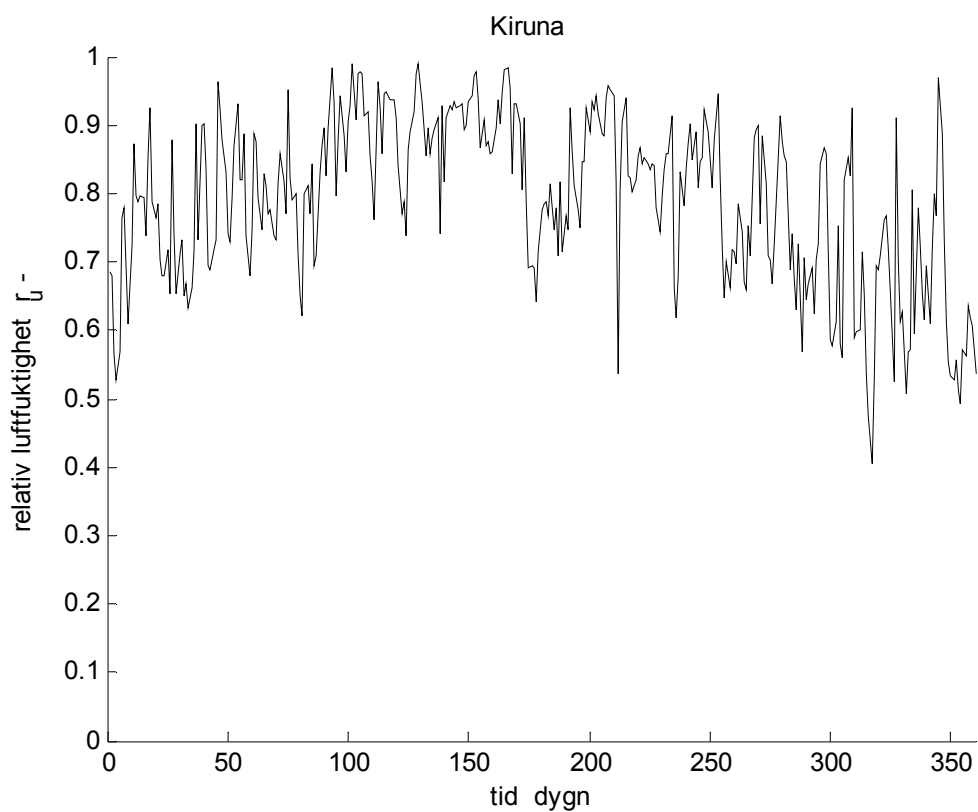
Fukttillskotten överskrider knappast gränsen 2.5 g/kg och ligger dock för tre hus över 1.8 g/kg under 36 dygn. Frånluftens vatteninnehåll överskrider inte gränsen 7 g/kg, vilket till en del beror på det kalla och därmed torra klimatet. Utetemperaturns medelvärde är -8.2 °C.

Tabell 3.1 Sannolikhet och 0.2-kvantilgränser för fukttillskott och frånluft för Kiruna

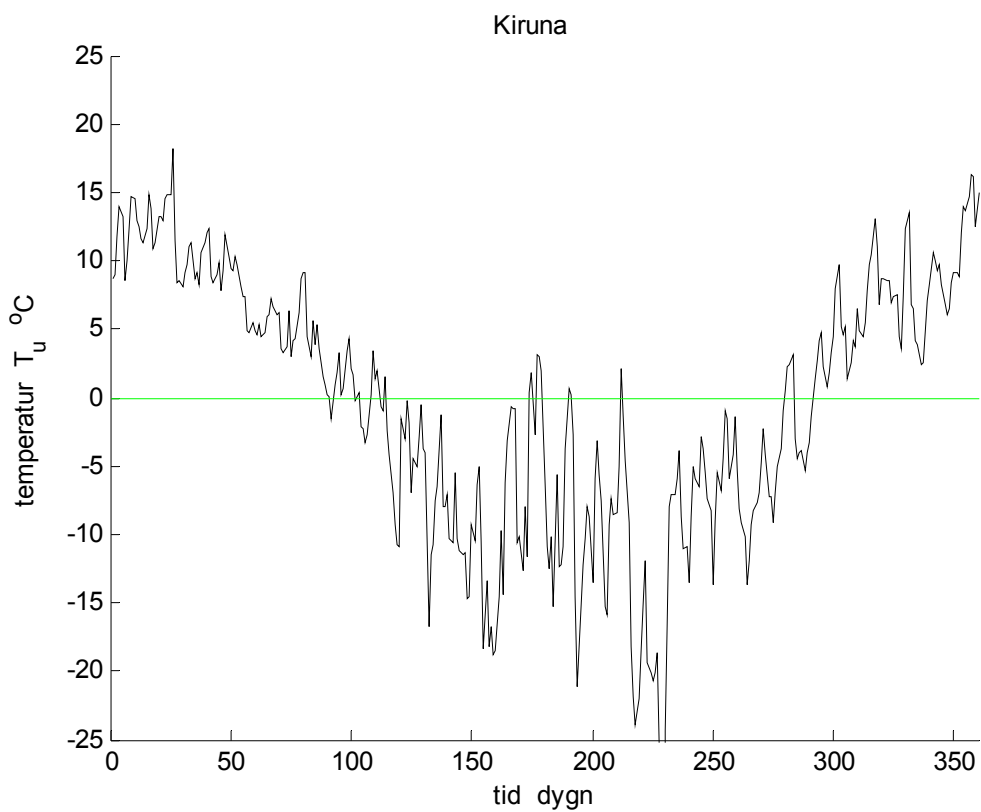
hus	mätvärde	P	$\Delta x$ g/kg	P	$x_f$ g/kg
		$\Delta x > 2.5$ g/kg	P = 0.2	$x_f > 7$ g/kg	P = 0.2
1	rådata	0.06	2.13	0.00	3.83
2	rådata	0.03	1.89	0.00	3.56
3	rådata	0.01	1.74	0.00	3.44
4	rådata	0.00	1.42	0.00	3.25
5	rådata	0.03	1.96	0.00	3.75
1	dygn	0.03	2.05	0.00	3.80
2	dygn	0.01	1.80	0.00	3.49
3	dygn	0.01	1.65	0.00	3.40
4	dygn	0.00	1.32	0.00	3.22
5	dygn	0.01	1.87	0.00	3.72

Tabell 3.2 Medelvärde och standardavvikelse för utetemperatur, fukttillskott och vatteninnehåll för frånluft för Kiruna

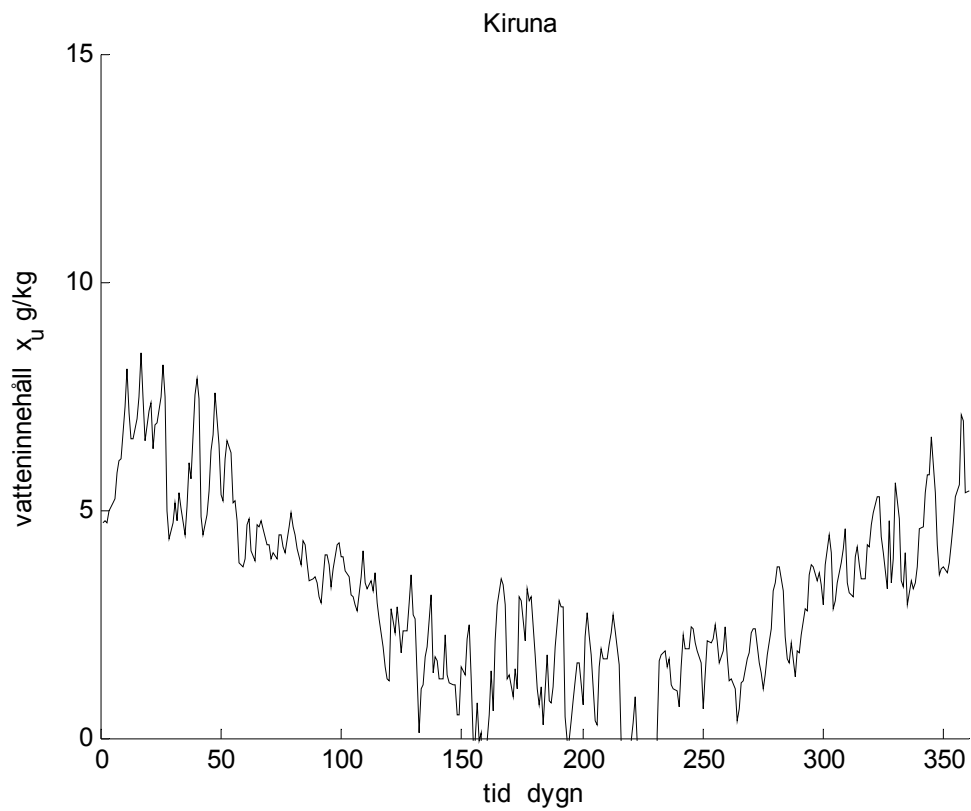
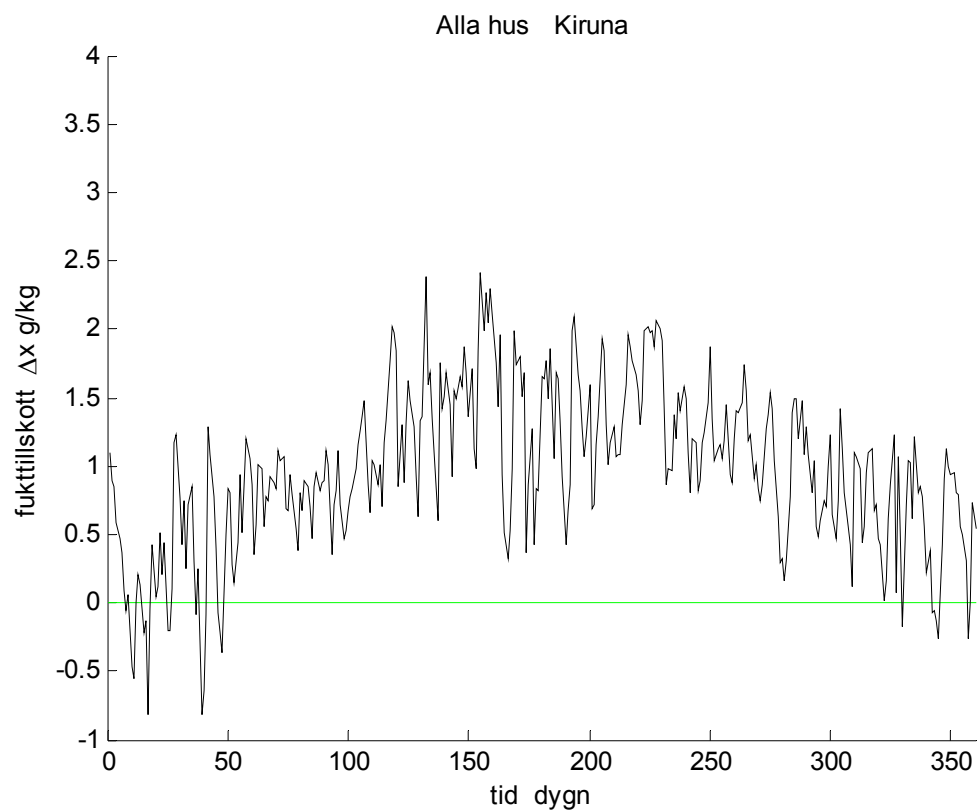
hus	mätvärde	utetemperatur		fukttillskott		vatteninnehåll	
		medel	std	medel	std	medel	std
		°C	°C	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg
1	rådata	-8.21	6.79	1.61	0.60	3.37	0.54
2	rådata	-8.21	6.79	1.37	0.60	3.14	0.50
3	rådata	-8.21	6.79	1.23	0.57	2.99	0.53
4	rådata	-8.21	6.79	0.99	0.49	2.75	0.55
5	rådata	-8.21	6.79	1.49	0.53	3.25	0.57
1	dygn	-8.21	6.32	1.61	0.50	3.37	0.48
2	dygn	-8.21	6.32	1.37	0.51	3.14	0.46
3	dygn	-8.21	6.32	1.23	0.48	2.99	0.49
4	dygn	-8.21	6.32	0.99	0.41	2.75	0.52
5	dygn	-8.21	6.32	1.49	0.44	3.25	0.52

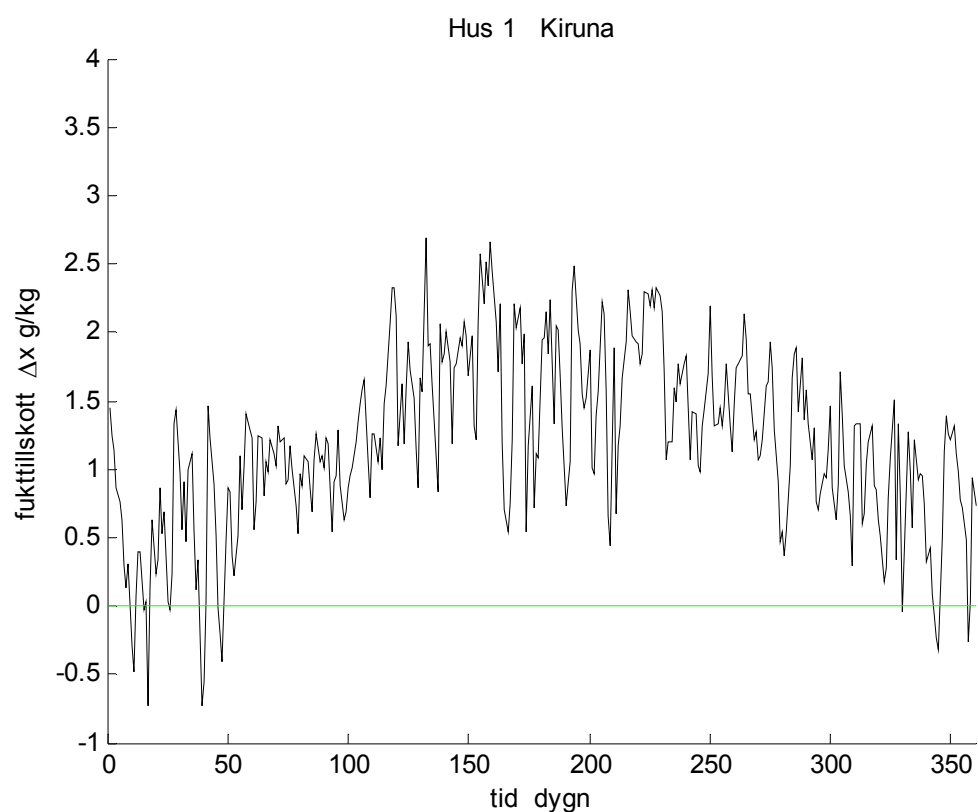


Figur 3.1 Relativ luftfuktighet för uteluft dygnsmedelvärde  $r_u$  - Kiruna

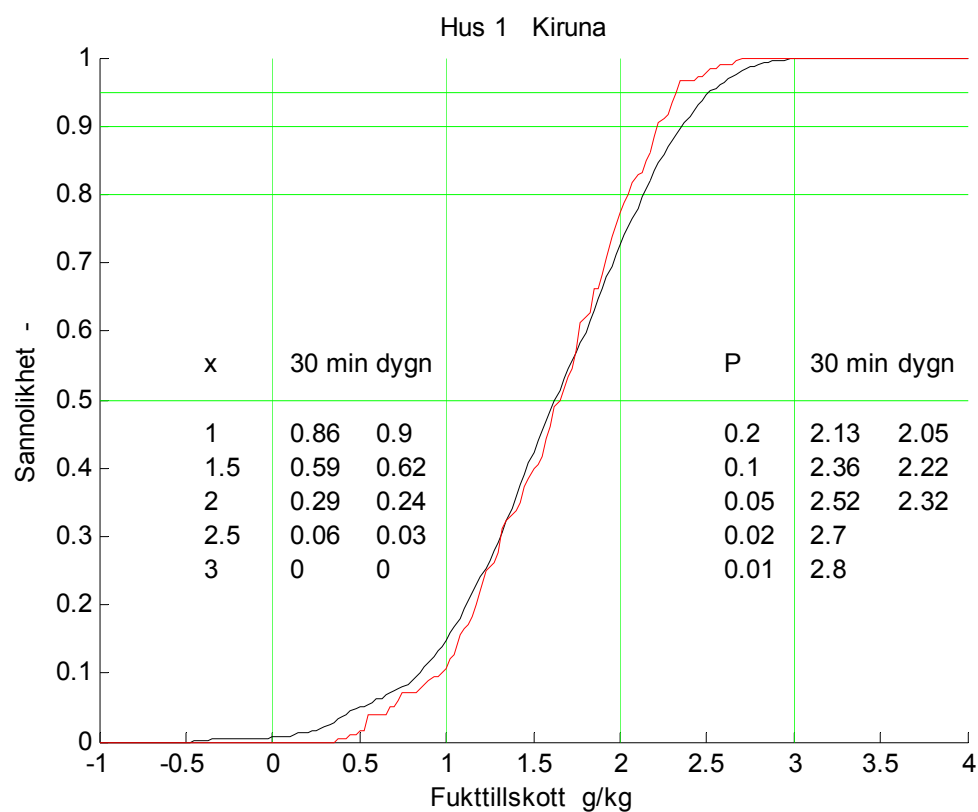


Figur 3.2 Utetemperatur dygnsmedelvärde  $T_u$  °C Kiruna

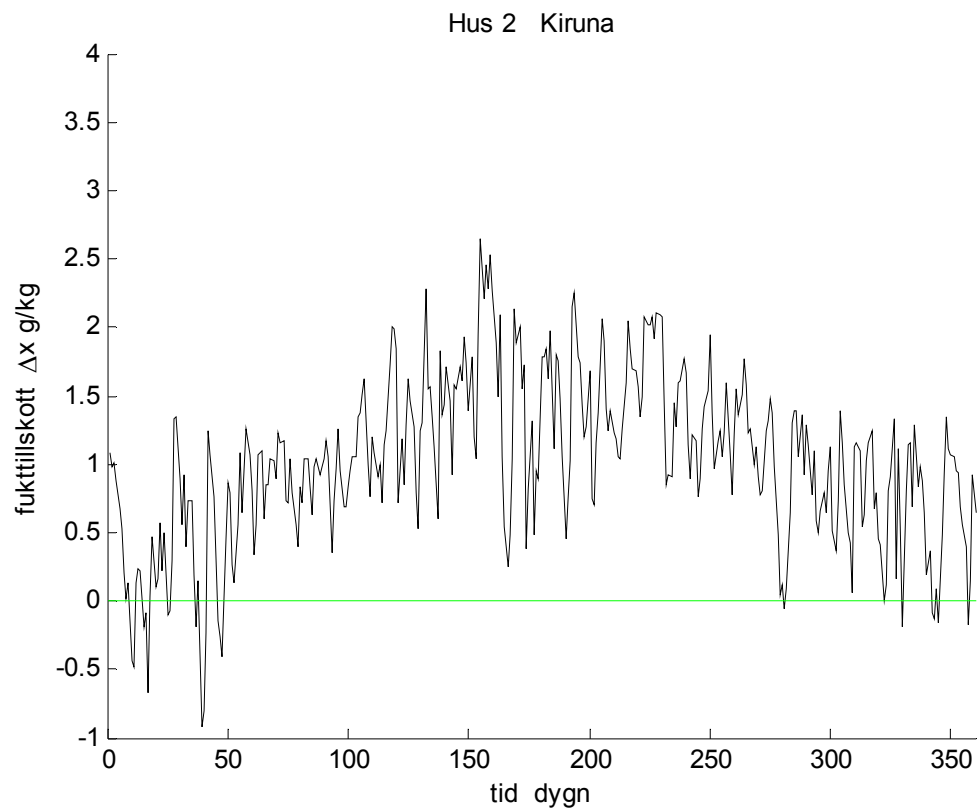
Figur 3.3 Vatteninnehåll för uteluft dygnsmedelvärde  $x_u$  g/kg KirunaFigur 3.4 Fukttillskott i frånluft dygnsmedelvärde  $\Delta x$  g/kg för alla hus Kiruna



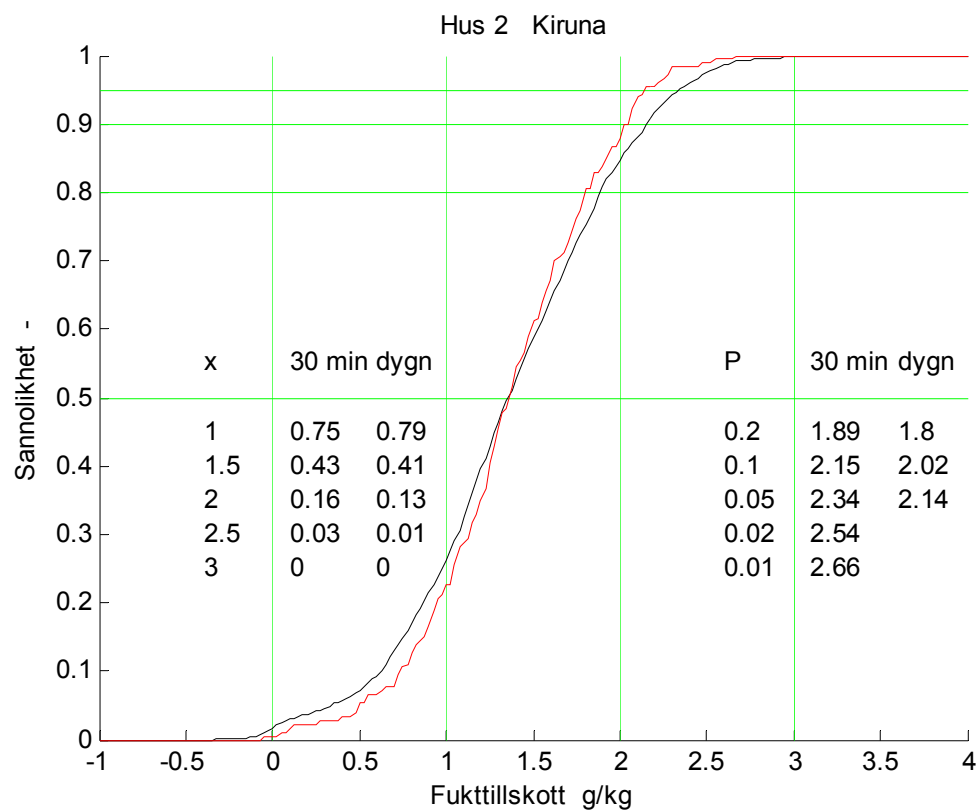
Figur 3.5 Fukttillskott i frånluft dygnsmedelvärde  $\Delta x$  g/kg för hus 1 Kiruna



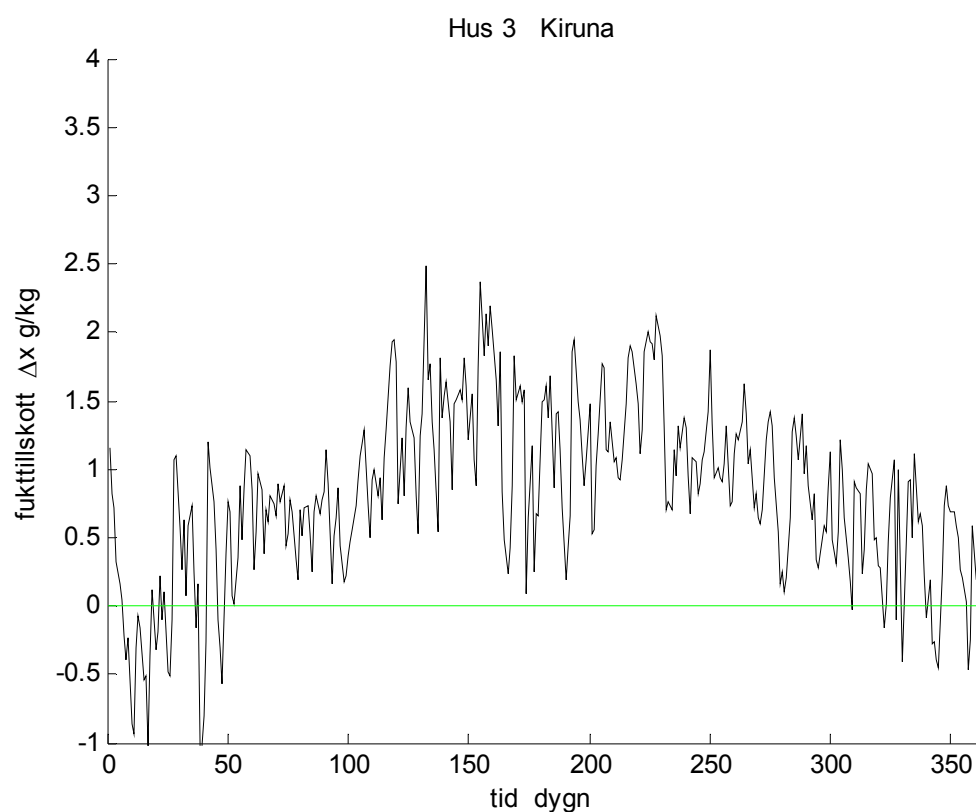
Figur 3.6 Fördelningsfunktion för fukttillskott  $\Delta x$  g/kg för dygn 111-290 och hus 1 Kiruna.



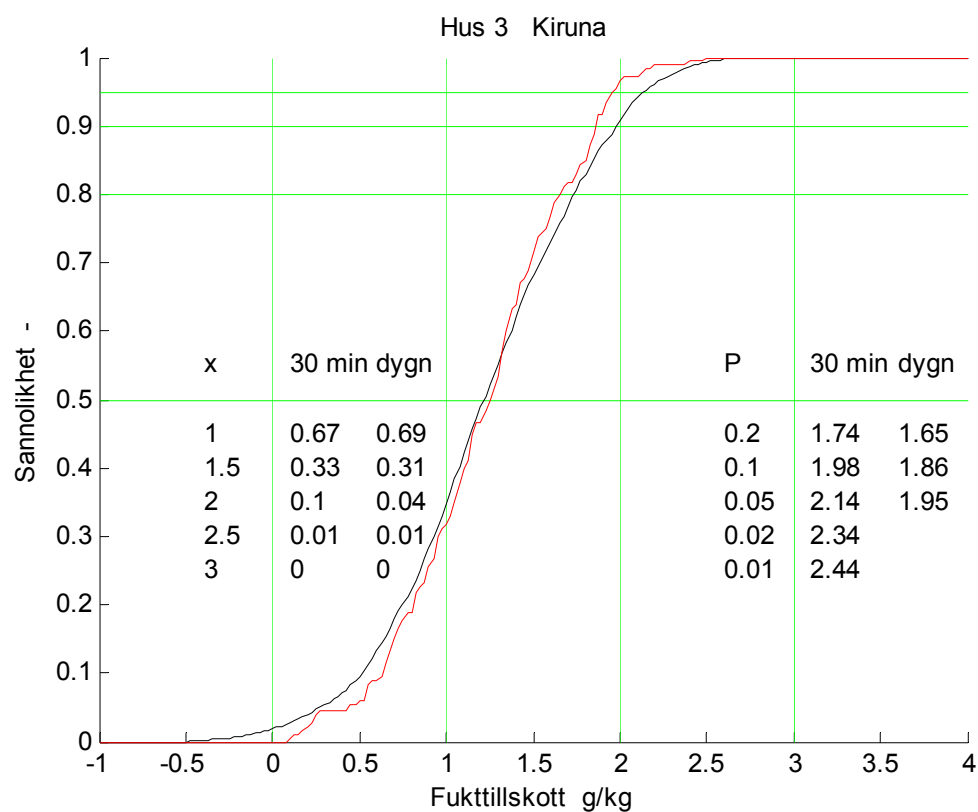
Figur 3.7 Fukttillskott i frånluft dygnsmedelvärde  $\Delta x$  g/kg för hus 2 Kiruna



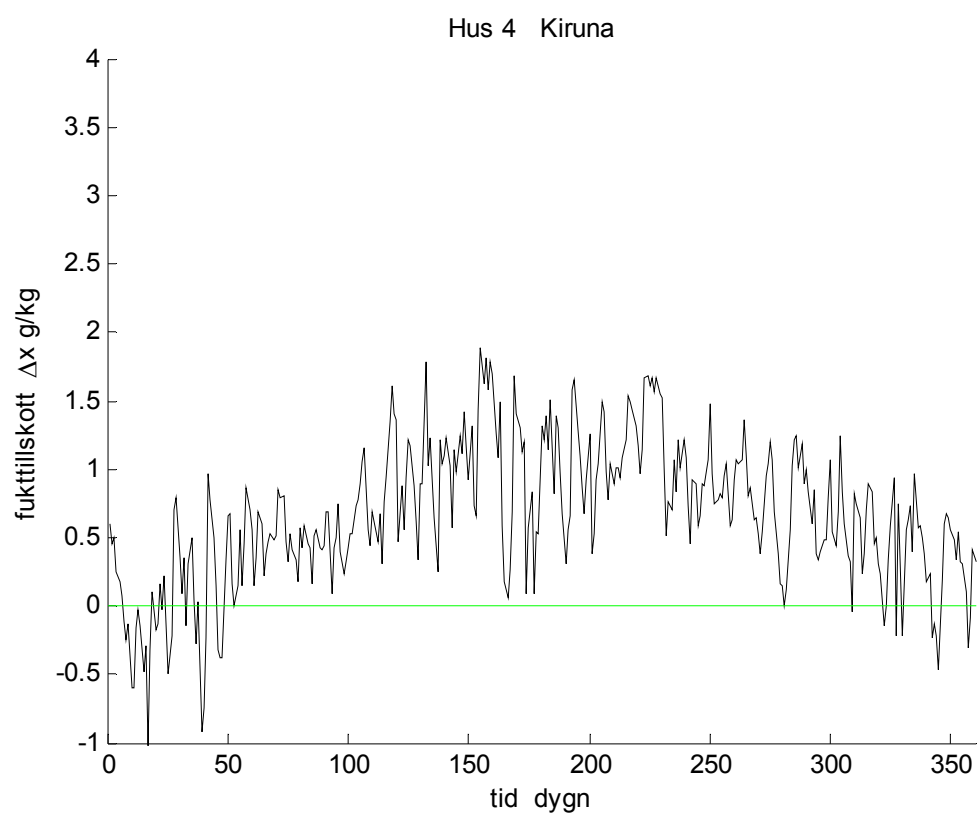
Figur 3.8 Fördelningsfunktion för fukttillskott  $\Delta x$  g/kg för dygn 111-290 och hus 2 Kiruna.



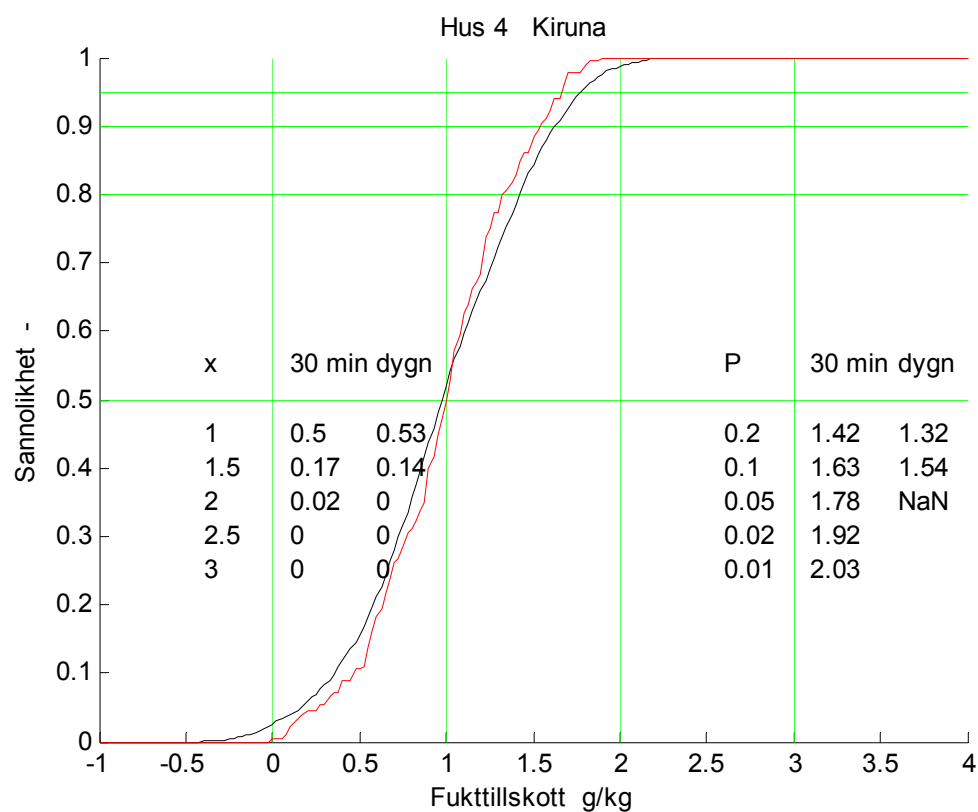
Figur 3.9 Fukttillskott i frånluft dygnsmedelvärde  $\Delta x$  g/kg för hus 3 Kiruna



Figur 3.10 Fördelningsfunktion för fukttillskott  $\Delta x$  g/kg för dygn 111-290 och hus 3 Kiruna.

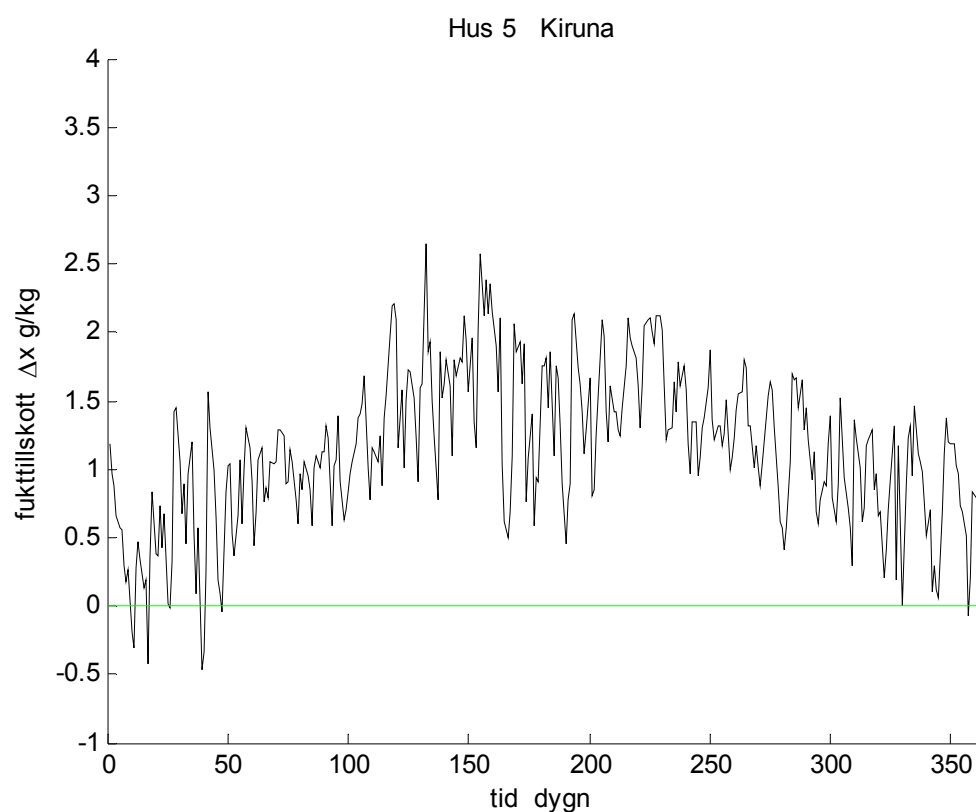


Figur 3.11 Fukttillskott i frånluft dygnsmedelvärde  $\Delta x$  g/kg för hus 4 Kiruna

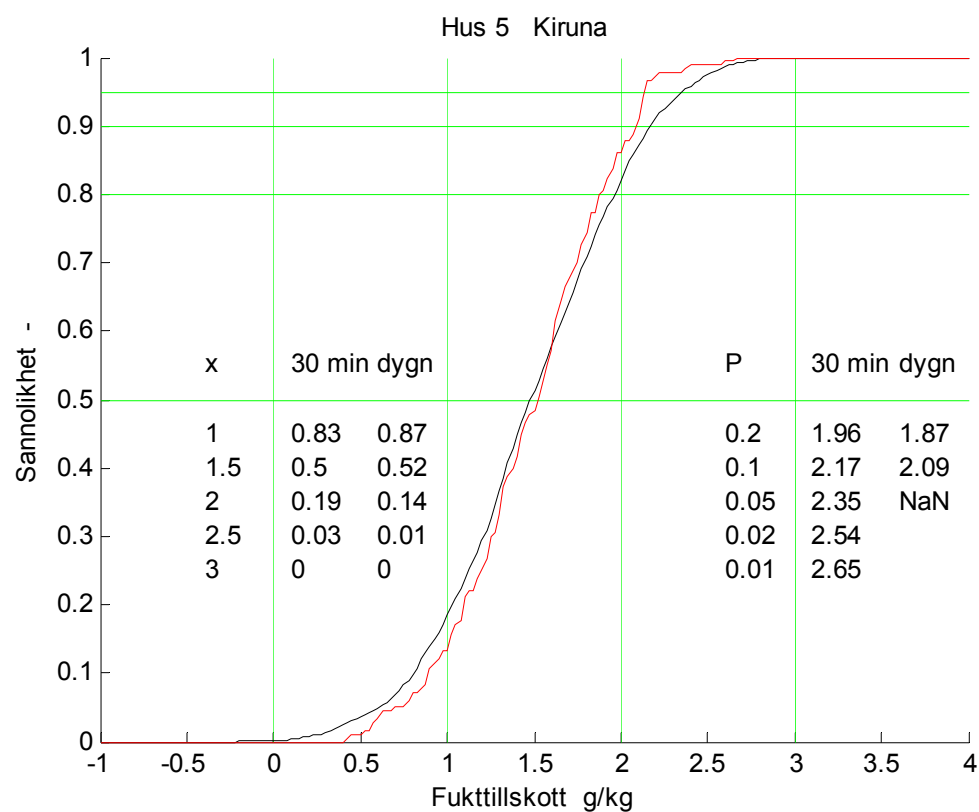


Figur 3.12 Fördelningsfunktion för fukttillskott  $\Delta x$  g/kg för dygn 111-290 och hus 4 Kiruna.





Figur 3.13 Fukttillskott i frånluft dygnsmedelvärde  $\Delta x$  g/kg för hus 5 Kiruna



Figur 3.14 Fördelningsfunktion för fukttillskott  $\Delta x$  g/kg för dygn 111-290 och hus 5 Kiruna.

## 4 Mätdata för Malmö

De fyra mäthusen är alla byggda 1971 och har åtta våningsplan. Antalet lägenheter är 24, 16, 16 och 16. Hela mätperioden omfattar 2008-10-10 till 2009-11-23. Uteluftens relativa luftfuktighet, temperatur och vatteninnehåll samt fukttillskott för samtliga hus redovisas i Figur 4.1-4. Fukttillskottet redovisas husvis och parvis med dygnsmedelvärden och fördelningsfunktion i Figur 4.5-12. Sannolikheter och kvantilgränser redovisas i Tabell 4.1 för fukttillskott och frånluftens vatteninnehåll för mät dygn 21-200. Medelvärden och standardavvikelse för utetemperatur och frånluftens vatteninnehåll redovisas i Tabell 4.2.

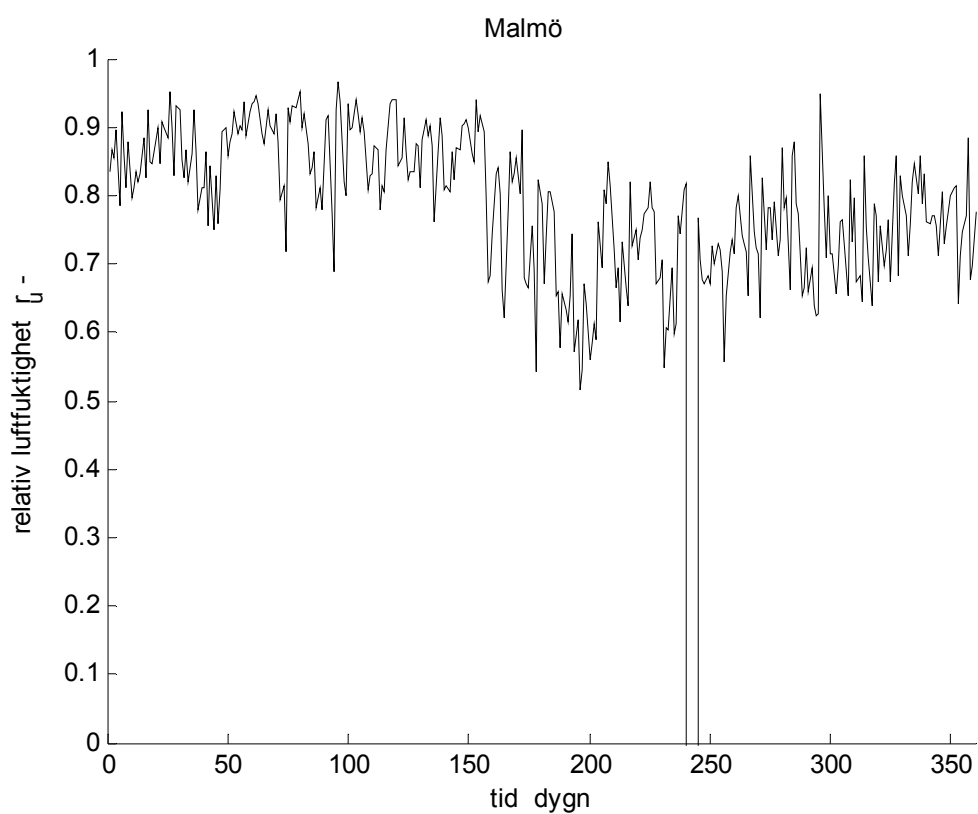
Fukttillskotten överskrider sällan gränsen 2.5 g/kg, men ligger för två hus över 2.0 g/kg under 36 dygn. Frånluftens vatteninnehåll överskrider sällan gränsen 7 g/kg trots det mindre kalla och därmed fuktiga klimatet. Medelvärdet ligger omkring 5.5 g/kg. Utetemperaturens medelvärde är 3.5 °C.

Tabell 4.1 Sannolikhet och 0.2-kvantilgränser för fukttillskott och frånluft för Malmö

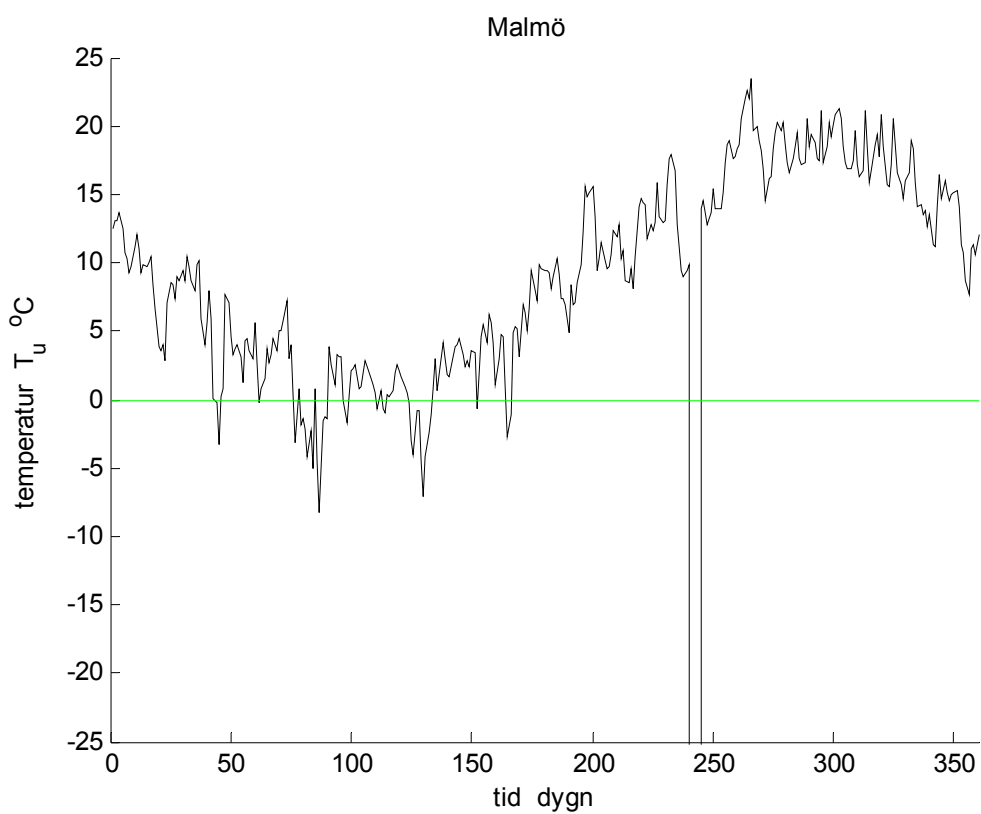
hus	mätvärde	P	$\Delta x$ g/kg	P	$x_f$ g/kg
		$\Delta x > 2.5$ g/kg	P = 0.2	$x_f > 7$ g/kg	P = 0.2
1	rådata	0.12	2.24	0.09	6.36
2	rådata	0.05	1.83	0.06	5.99
3	rådata	0.07	2.08	0.08	6.24
4	rådata	0.05	1.92	0.06	6.01
1	dygn	0.10	2.16	0.09	6.27
2	dygn	0.01	1.75	0.06	5.94
3	dygn	0.02	2.00	0.08	6.15
4	dygn	0.01	1.88	0.07	5.97

Tabell 4.2 Medelvärde och standardavvikelse för utetemperatur, fukttillskott och vatteninnehåll för frånluft för Malmö

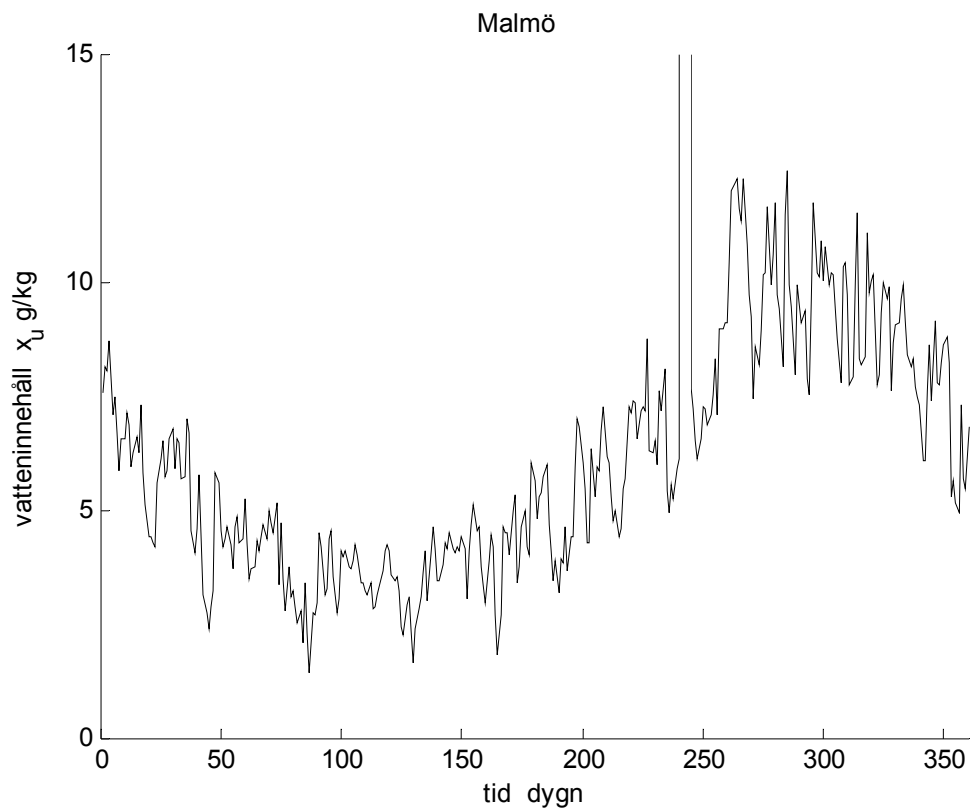
hus	mätvärde	utetemperatur		fukttillskott		vatteninnehåll	
		medel °C	std °C	medel g/kg	std g/kg	medel g/kg	std g/kg
1	rådata	3.54	4.79	1.70	0.69	5.77	0.79
2	rådata	3.54	4.79	1.33	0.65	5.41	0.81
3	rådata	3.54	4.79	1.58	0.61	5.62	0.82
4	rådata	3.54	4.79	1.40	0.65	5.48	0.76
1	dygn	3.54	4.25	1.70	0.56	5.77	0.74
2	dygn	3.54	4.25	1.33	0.53	5.41	0.79
3	dygn	3.54	4.25	1.58	0.49	5.62	0.79
4	dygn	3.54	4.25	1.40	0.54	5.48	0.73



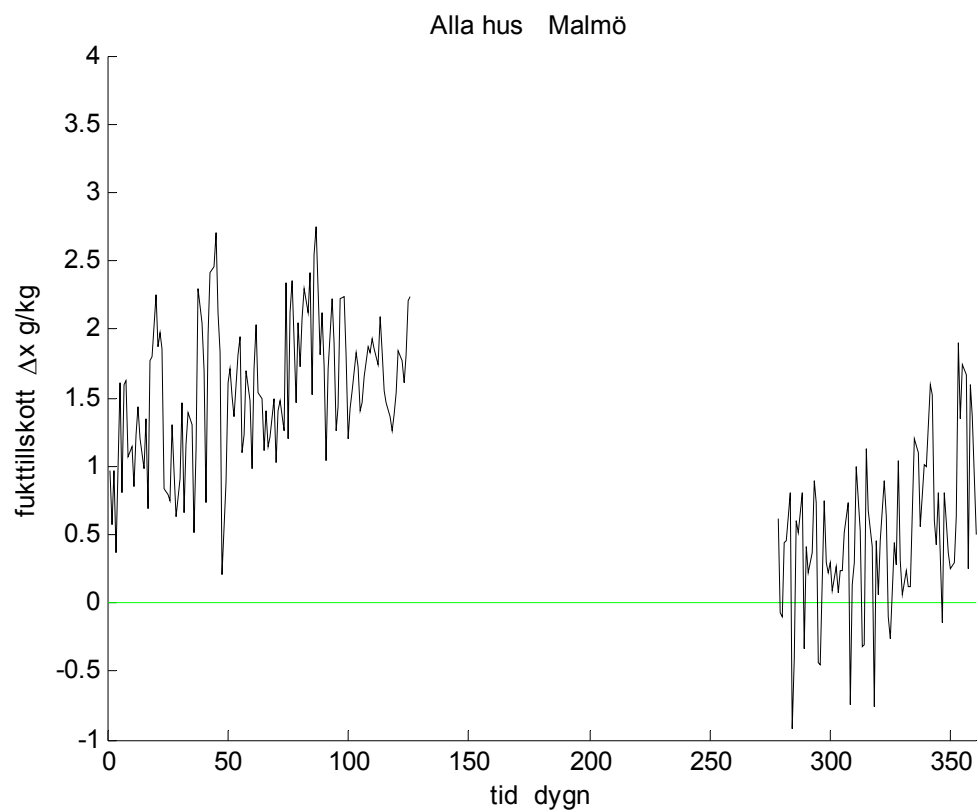
Figur 4.1 Relativ luftfuktighet för uteluft dygnsmedelvärde  $r_u$  - Malmö



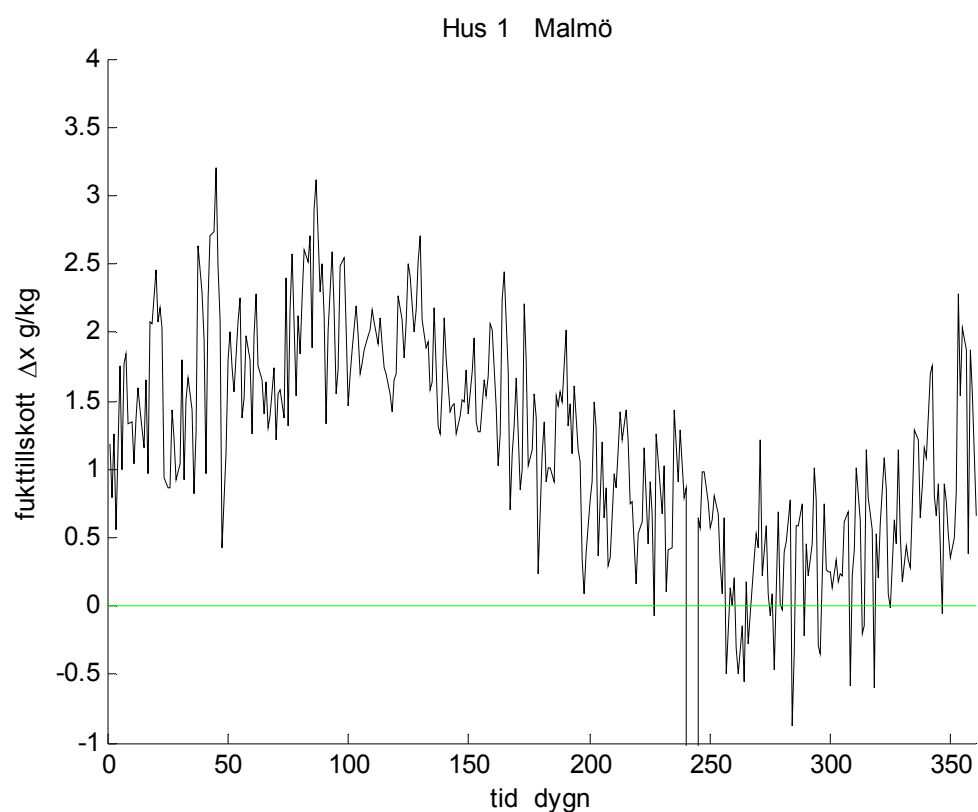
Figur 4.2 Utetemperatur dygnsmedelvärde  $T_u$  °C Malmö



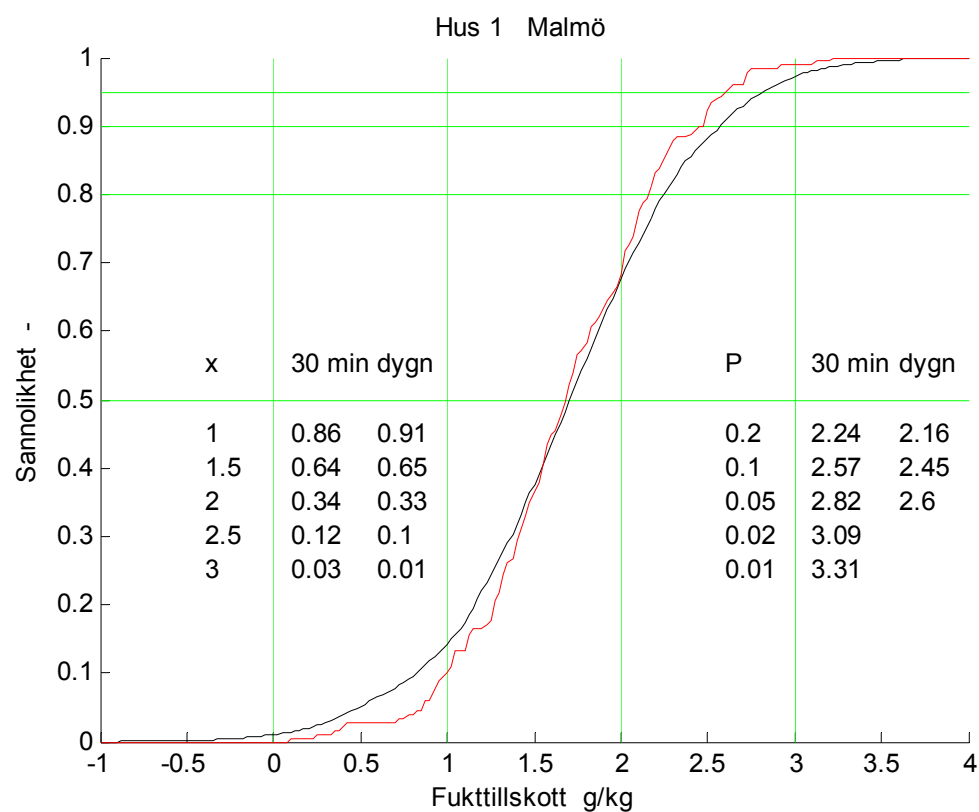
Figur 4.3 Vatteninnehåll för uteluft dygnsmedelvärde  $x_u$  g/kg Malmö



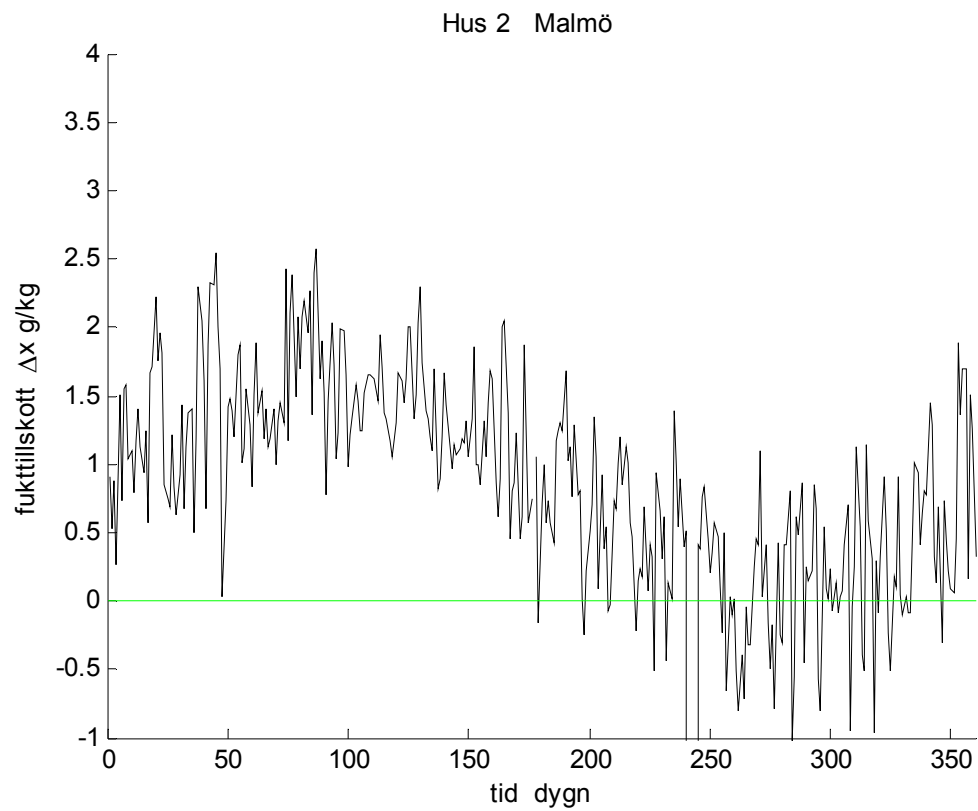
Figur 4.4 Fukttillskott i frånluft dygnsmedelvärde  $\Delta x$  g/kg för alla hus Malmö



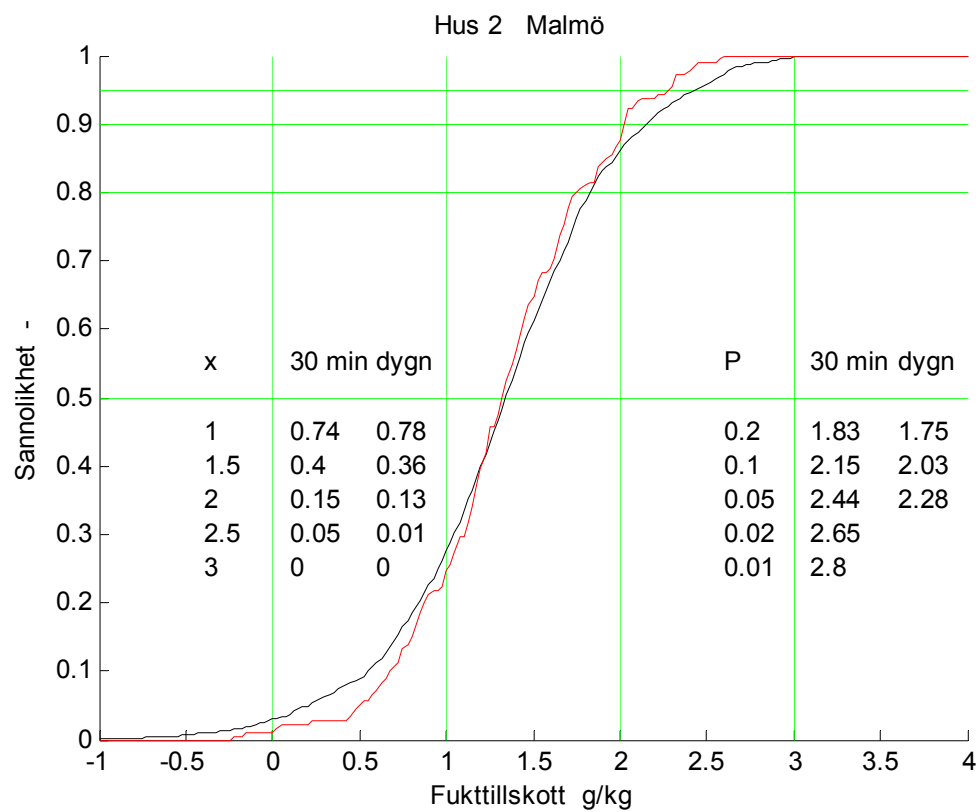
Figur 4.5 Fukttillskott i frånluft dygnsmedelvärde  $\Delta x$  g/kg för hus 1 Malmö



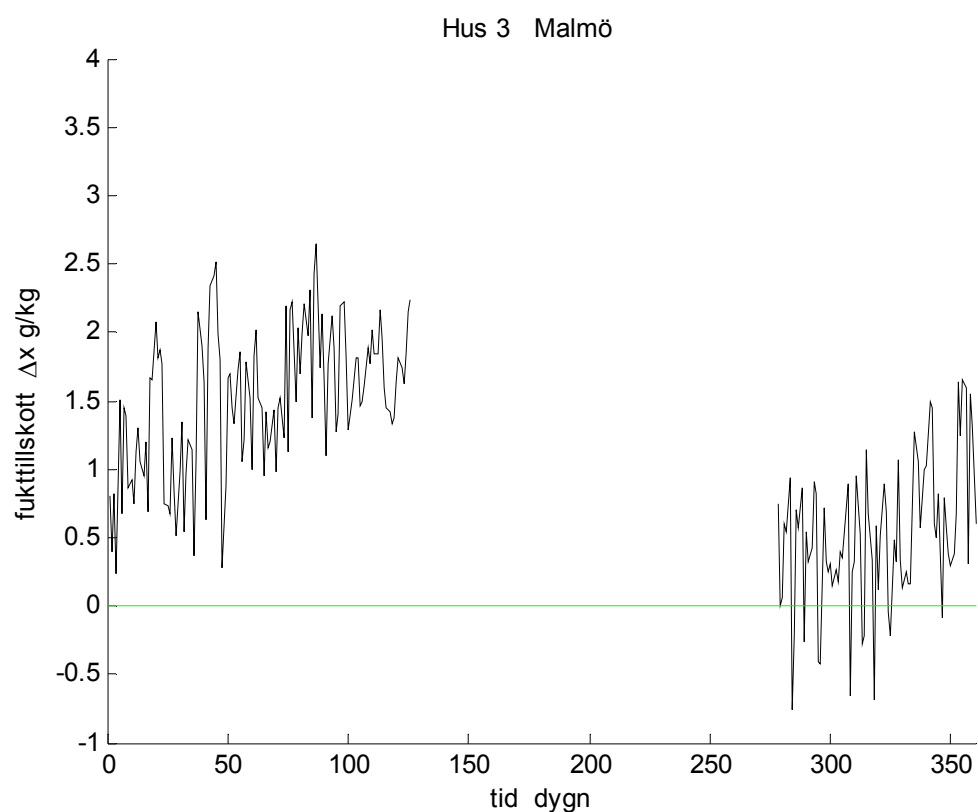
Figur 4.6 Fördelningsfunktion för fukttillskott  $\Delta x$  g/kg för dygn 21-200 och hus 1 Malmö.



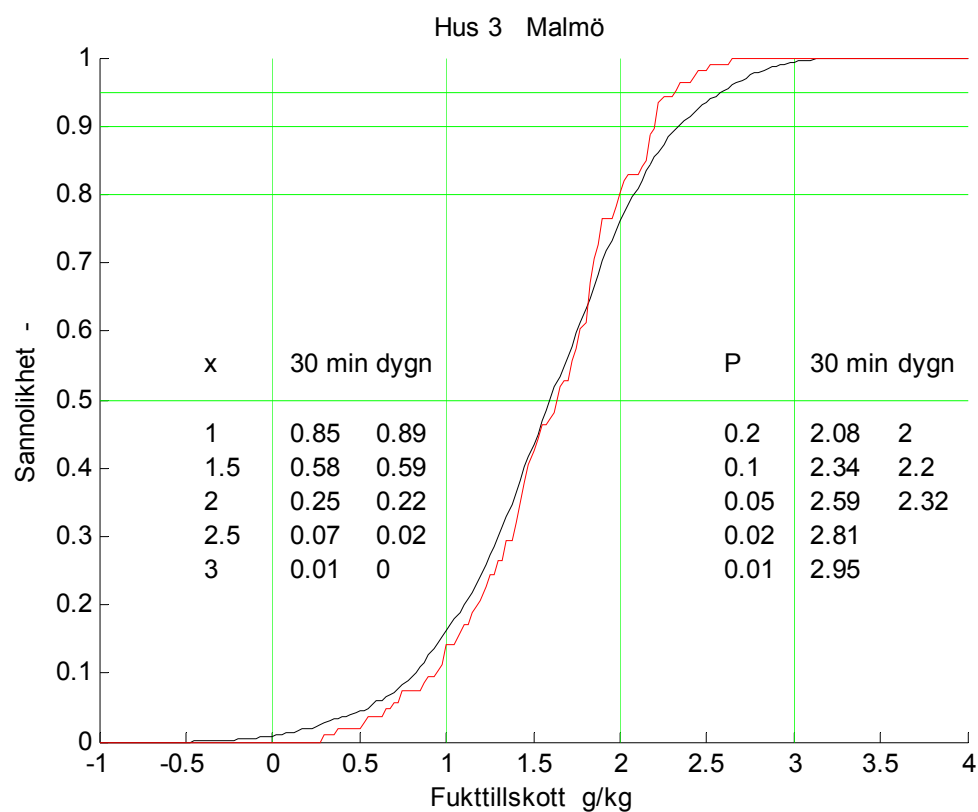
Figur 4.7 Fukttillskott i frånluft dygnsmedelvärde  $\Delta x$  g/kg för hus 2 Malmö



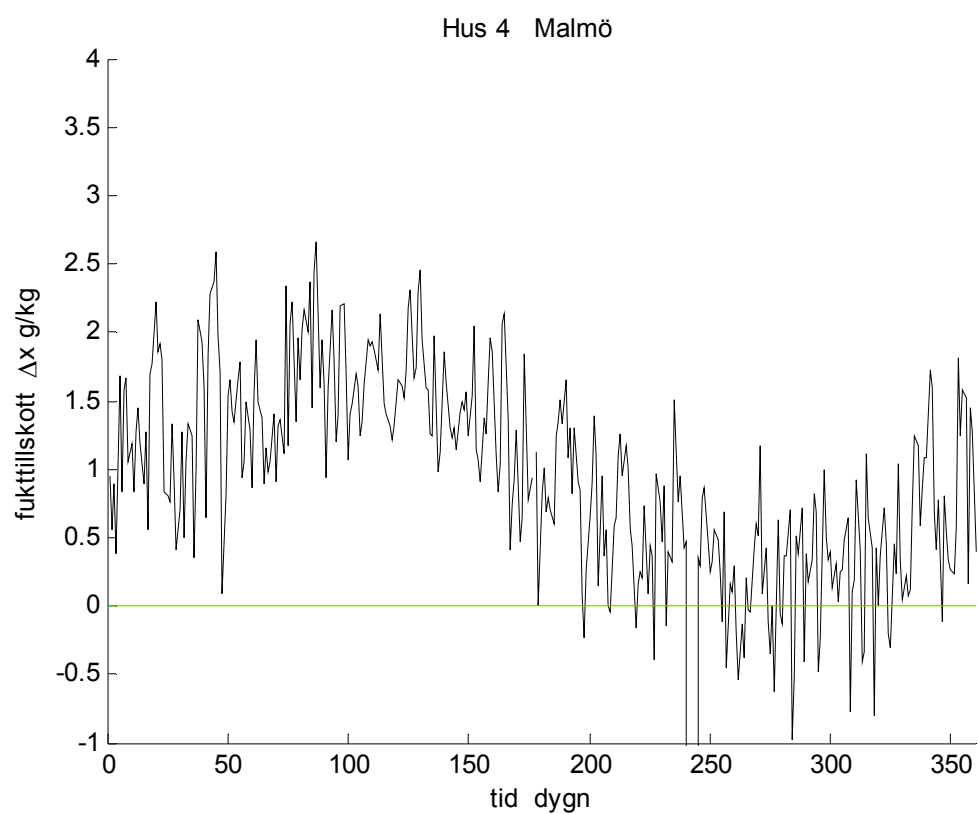
Figur 4.8 Fördelningsfunktion för fukttillskott  $\Delta x$  g/kg för dygn 21-200 och hus 2 Malmö.



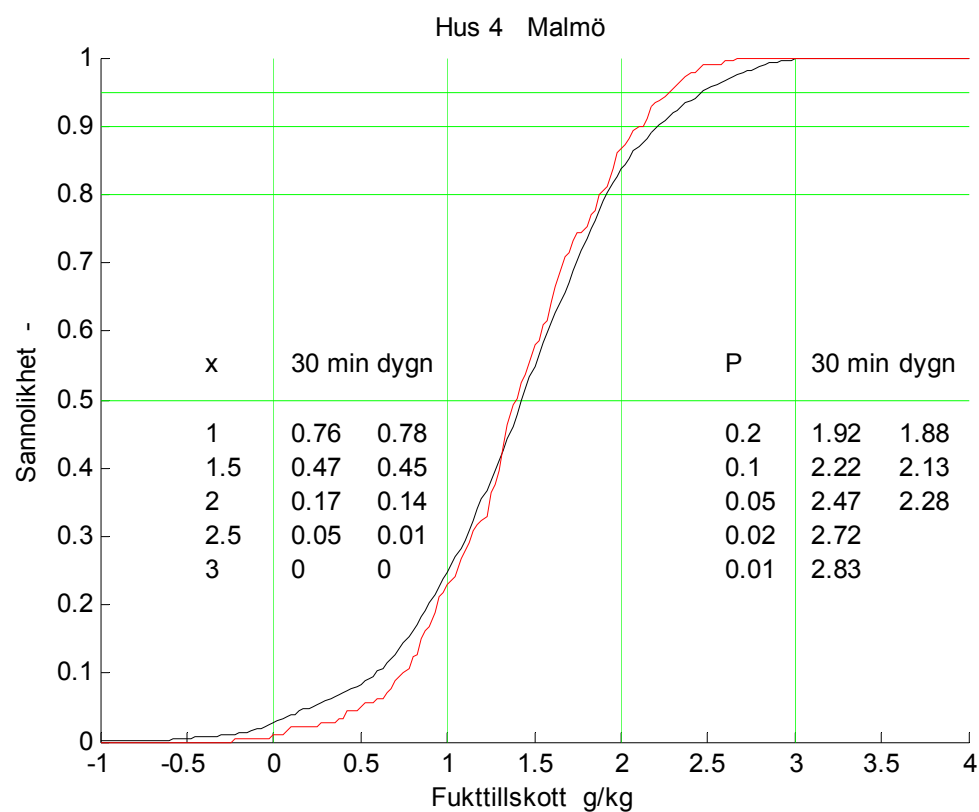
Figur 4.9 Fukttillskott i frånluft dygnsmedelvärde  $\Delta x$  g/kg för hus 3 Malmö



Figur 4.10 Fördelningsfunktion för fukttillskott  $\Delta x$  g/kg för dygn 21-200 och hus 3 Malmö.



Figur 4.11 Fukttillskott i frånluft dygnsmedelvärde  $\Delta x$  g/kg för hus 4 Malmö



Figur 4.12 Fördelningsfunktion för fukttillskott  $\Delta x$  g/kg för dygn 21-200 och hus 4 Malmö.





## 5 Mätdata för Sundsvall

De fyra mätusen är alla byggda 1969 och har tre våningsplan. Antalet lägenheter är 12, 12, 18 och 15. Hela mätperioden omfattar 2008-09-05 till 2009-09-29. Uteluftens relativa luftfuktighet, temperatur och vatteninnehåll samt fukttillskott för samtliga hus redovisas i Figur 5.1-4. Fukttillskottet redovisas husvis och parvis med dygnsmedelvärden och fördelningsfunktion i Figur 5.5-14. Sannolikheter och kvantilgränser redovisas i Tabell 5.1 för fukttillskott och frånluftens vatteninnehåll för mät dygn 41-220. Medelvärden och standardavvikelse för utetemperatur och frånluftens vatteninnehåll redovisas i Tabell 5.2.

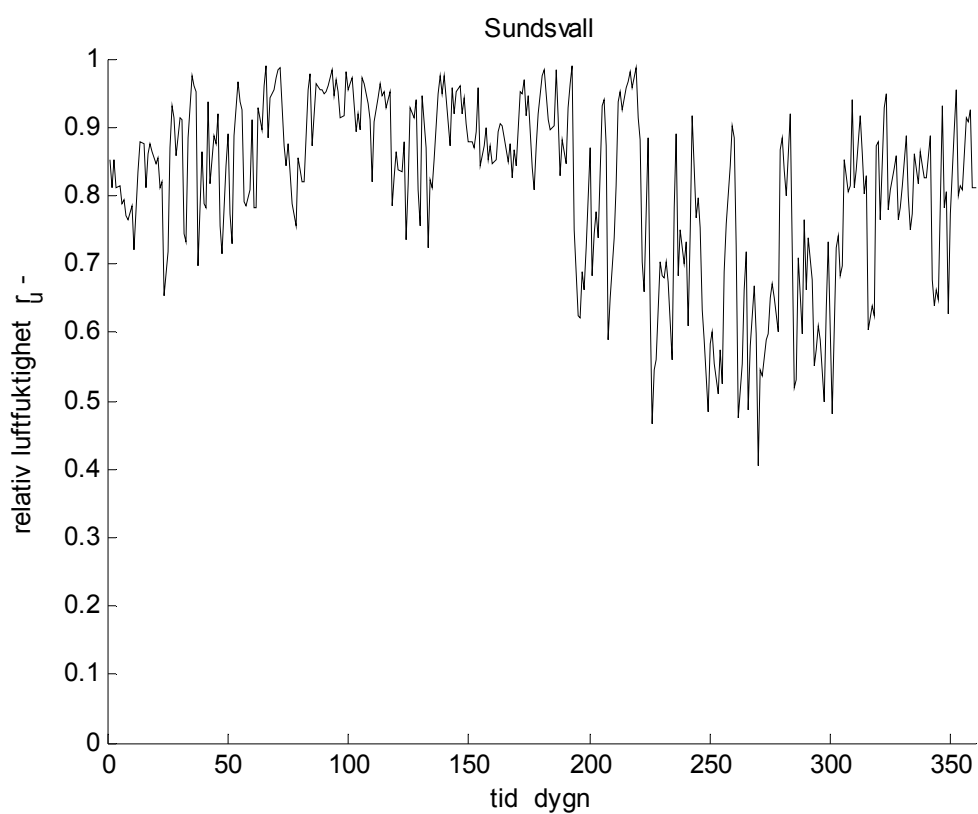
Fukttillskotten överskrider tidvis gränsen 2.5 g/kg och ligger för två hus över 2.3 g/kg under 36 dygn. Frånluftens vatteninnehåll överskrider knappast gränsen 7 g/kg. Medelvärdet ligger omkring 4.5 g/kg. Utetemperaturens medelvärde är -3.4 °C.

Tabell 5.1 Sannolikhet och 0.2-kvantilgränser för fukttillskott och frånluft för Sundsvall

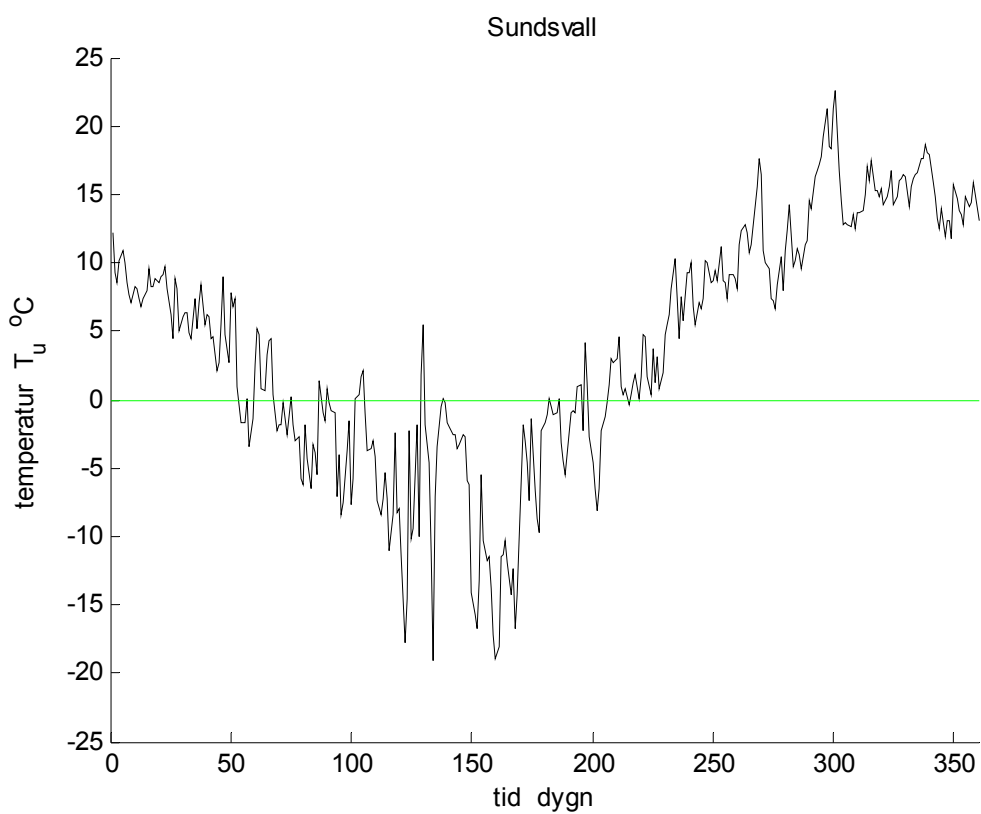
hus	mätvärde	P	$\Delta x$ g/kg	P	$x_f$ g/kg
		$\Delta x > 2.5$ g/kg	P = 0.2	$x_f > 7$ g/kg	P = 0.2
1	rådata	0.22	2.52	0.01	5.24
2	rådata	0.01	1.82	0.00	4.53
3	rådata	0.16	2.39	0.01	5.26
4	rådata	0.03	2.06	0.00	4.84
1	dygn	0.15	2.39	0.00	5.20
2	dygn	0.00	1.69	0.00	4.53
3	dygn	0.11	2.28	0.00	5.23
4	dygn	0.01	1.94	0.00	4.85

Tabell 5.2 Medelvärde och standardavvikelse för utetemperatur, fukttillskott och vatteninnehåll för frånluft för Sundsvall

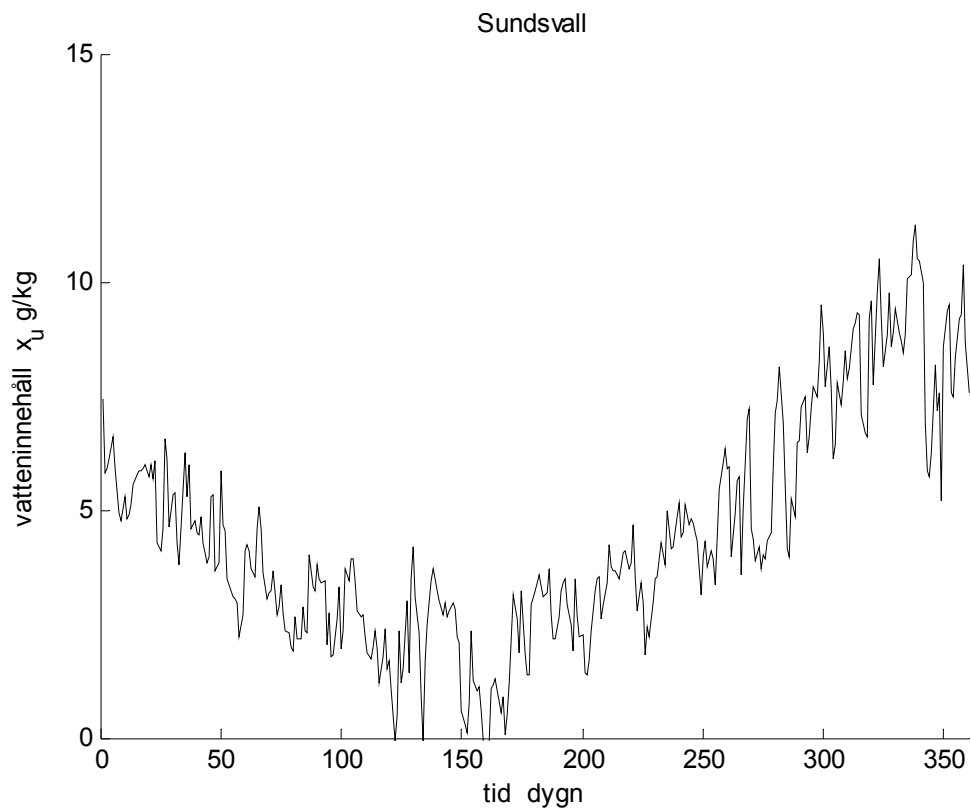
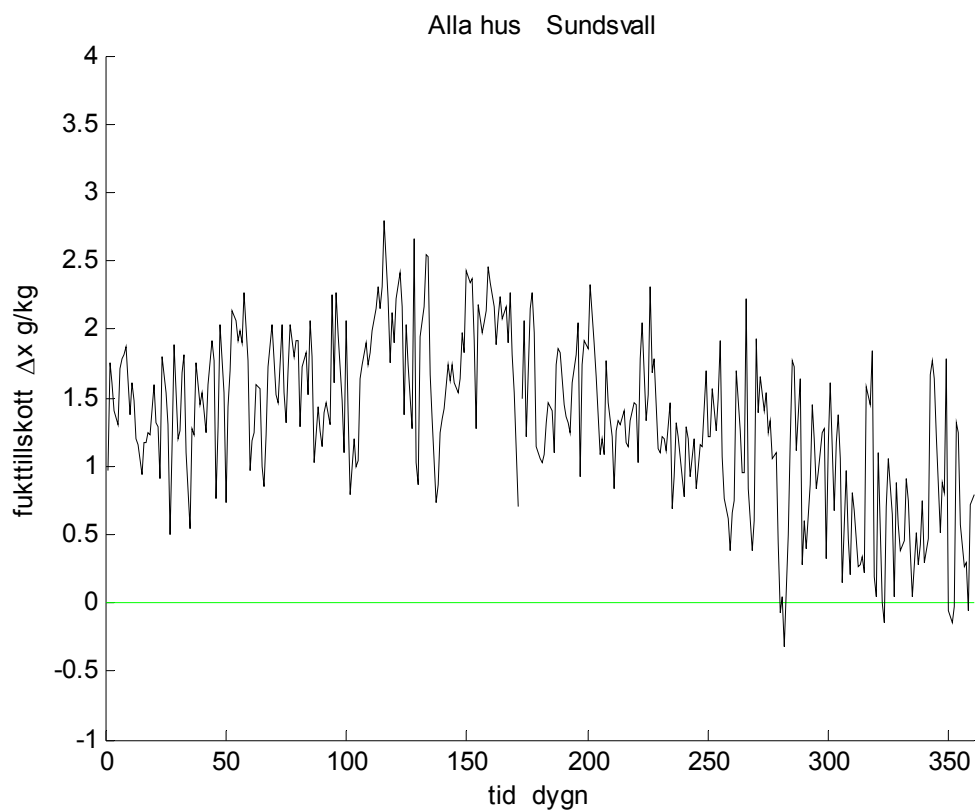
hus	mätvärde	utetemperatur		fukttillskott		vatteninnehåll	
		medel °C	std °C	medel g/kg	std g/kg	medel g/kg	std g/kg
1	rådata	-3.39	6.28	1.94	0.64	4.65	0.79
2	rådata	-3.39	6.28	1.27	0.57	3.97	0.77
3	rådata	-3.39	6.28	1.88	0.64	4.59	0.86
4	rådata	-3.39	6.28	1.54	0.54	4.25	0.82
1	dygn	-3.39	5.75	1.94	0.50	4.65	0.73
2	dygn	-3.39	5.75	1.27	0.46	3.98	0.75
3	dygn	-3.39	5.75	1.88	0.45	4.59	0.77
4	dygn	-3.39	5.75	1.55	0.43	4.25	0.80

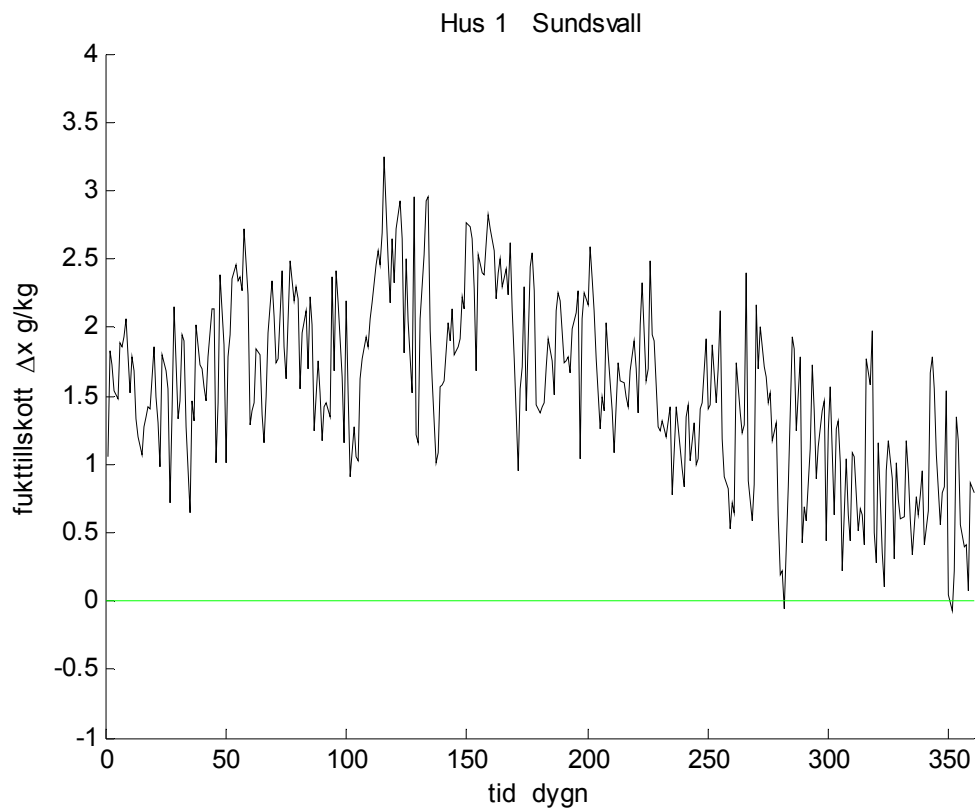


Figur 5.1 Relativ luftfuktighet för uteluft dygnsmedelvärde  $r_u$  - Sundsvall

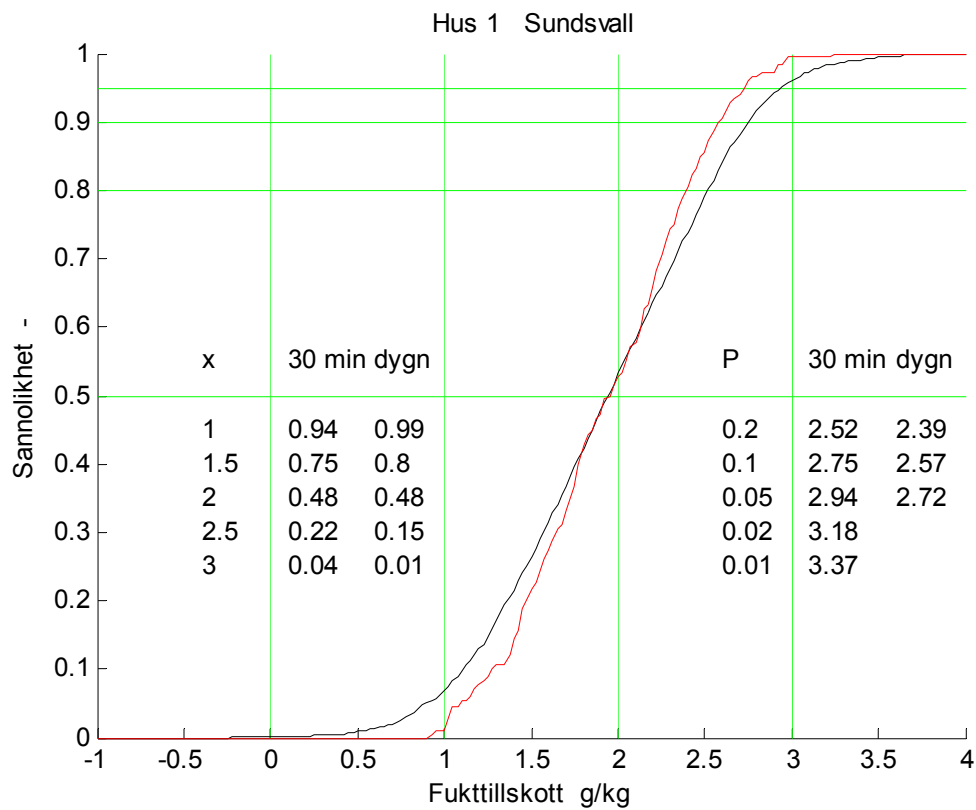


Figur 5.2 Utetemperatur dygnsmedelvärde  $T_u$  °C Sundsvall

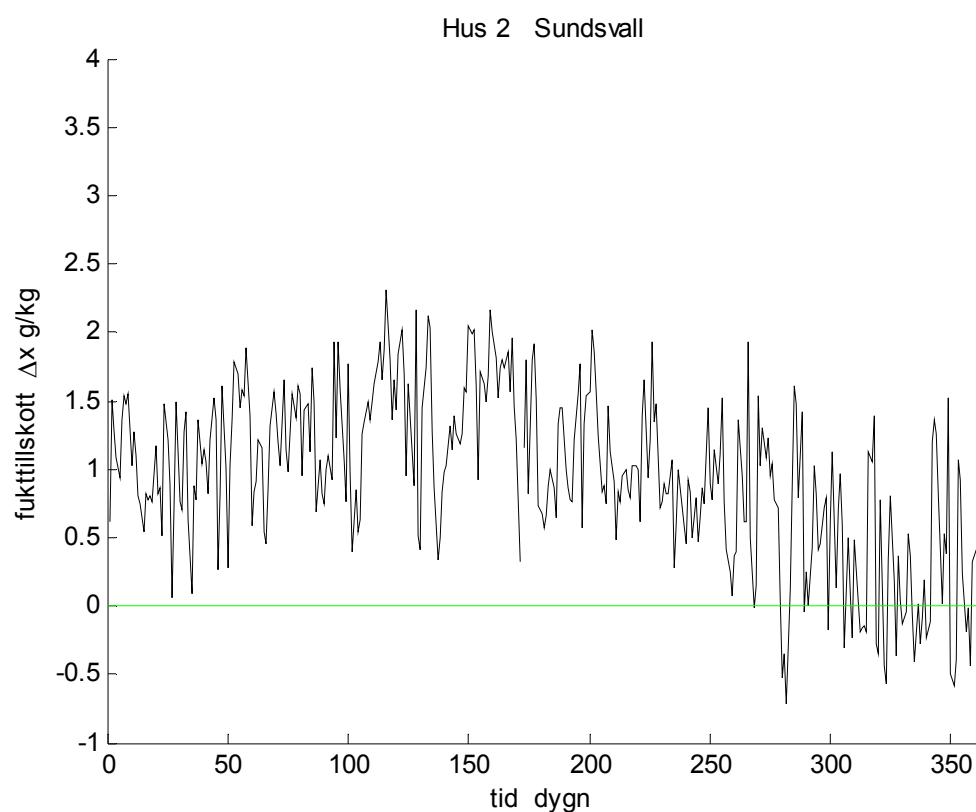
Figur 5.3 Vatteninnehåll för uteluft dygnsmedelvärde  $x_u$  g/kg SundsvallFigur 5.4 Fukttillskott i frånluft dygnsmedelvärde  $\Delta x$  g/kg för alla hus Sundsvall



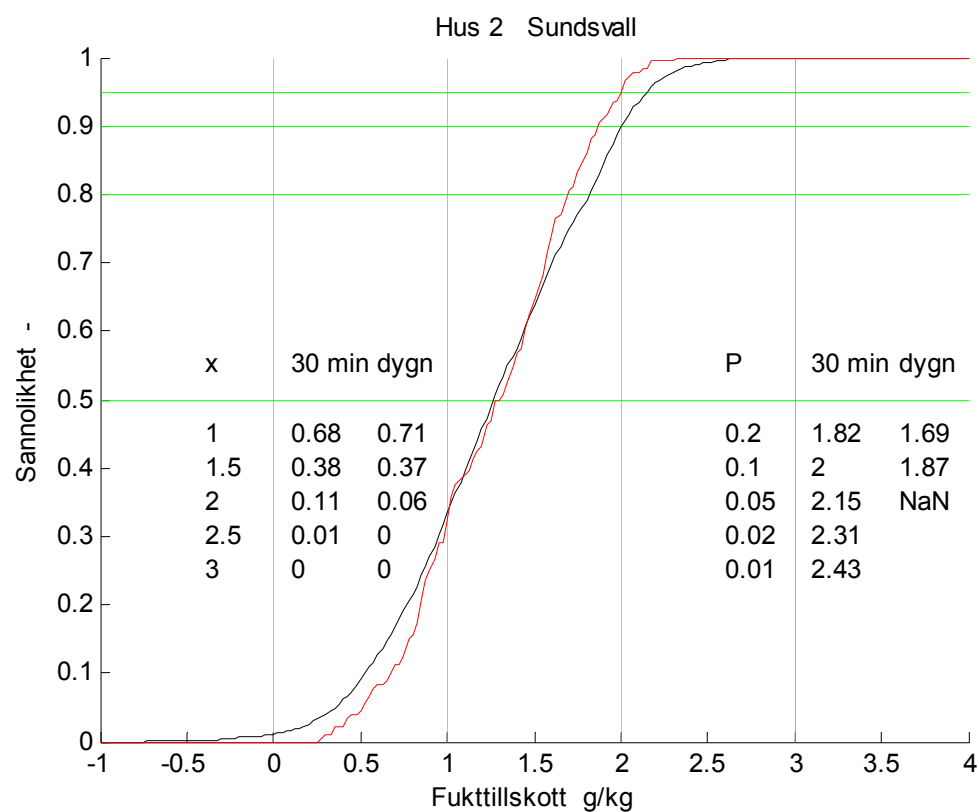
Figur 5.5 Fukttillskott i frånluft dygnsmedelvärde  $\Delta x$  g/kg för hus 1 Sundsvall



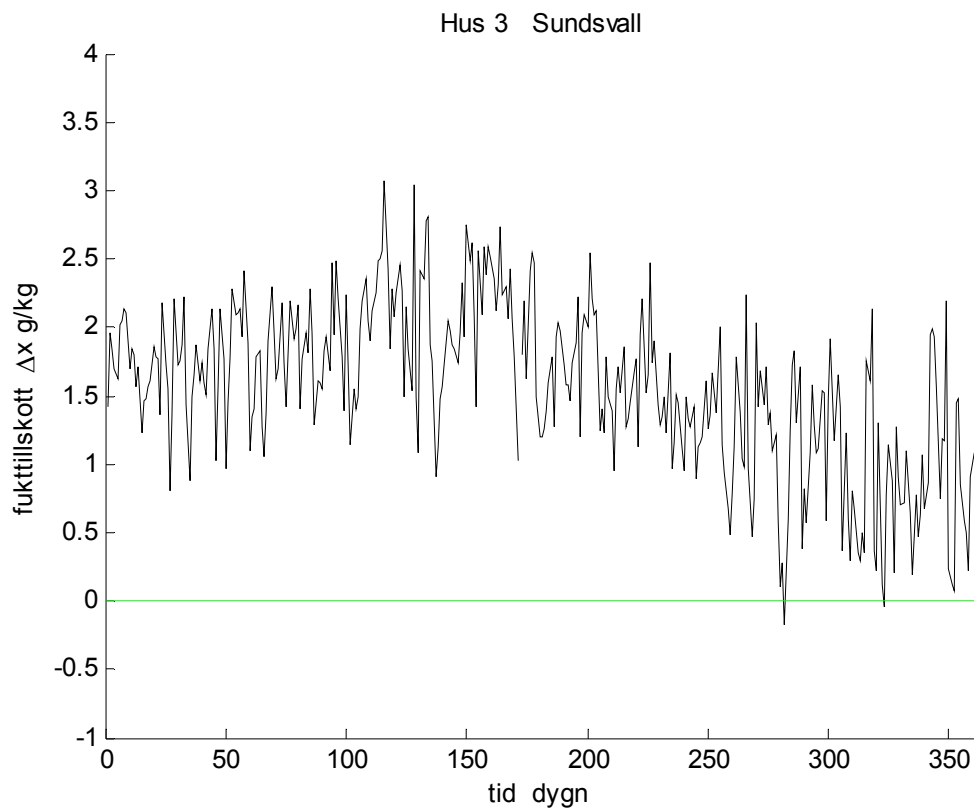
Figur 5.6 Fördelningsfunktion för fukttillskott  $\Delta x$  g/kg för dygn 41-220 och hus 1 Sundsvall.



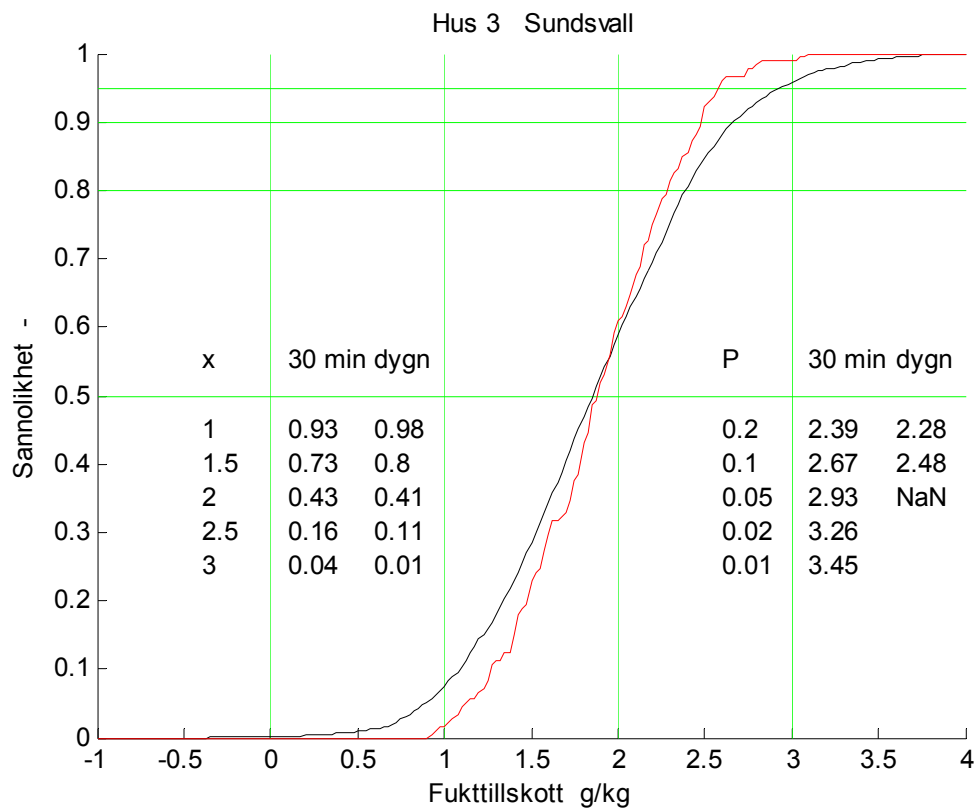
Figur 5.7 Fukttillskott i frånluft dygnsmedelvärde  $\Delta x$  g/kg för hus 2 Sundsvall



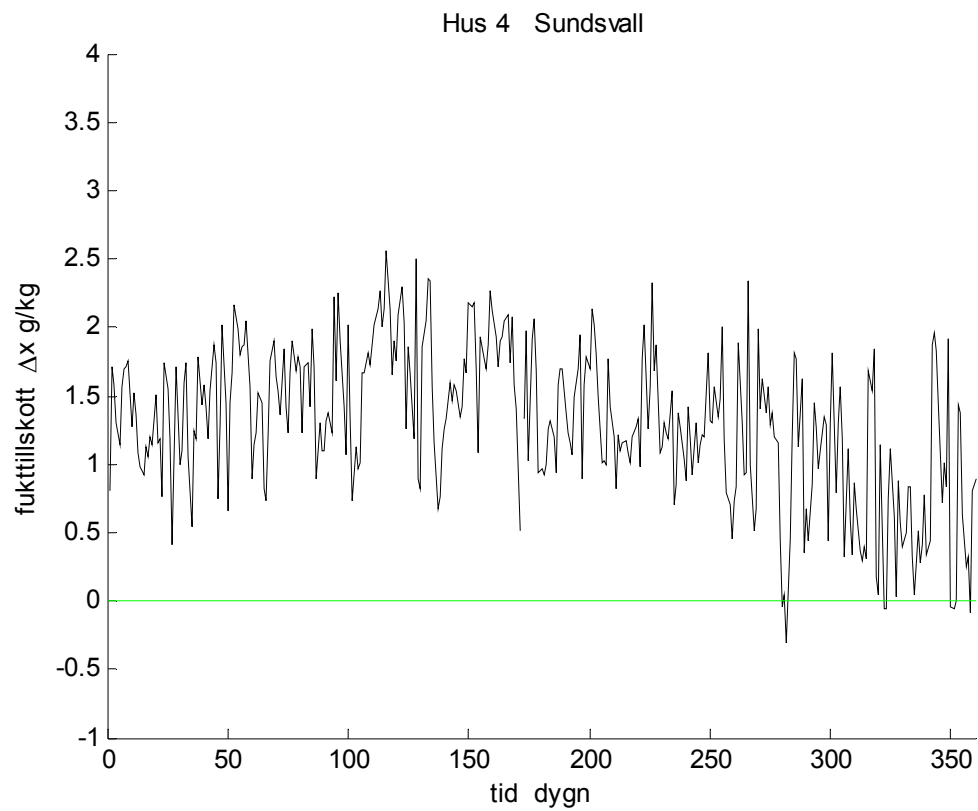
Figur 5.8 Fördelningsfunktion för fukttillskott  $\Delta x$  g/kg för dygn 41-220 och hus 2 Sundsvall.



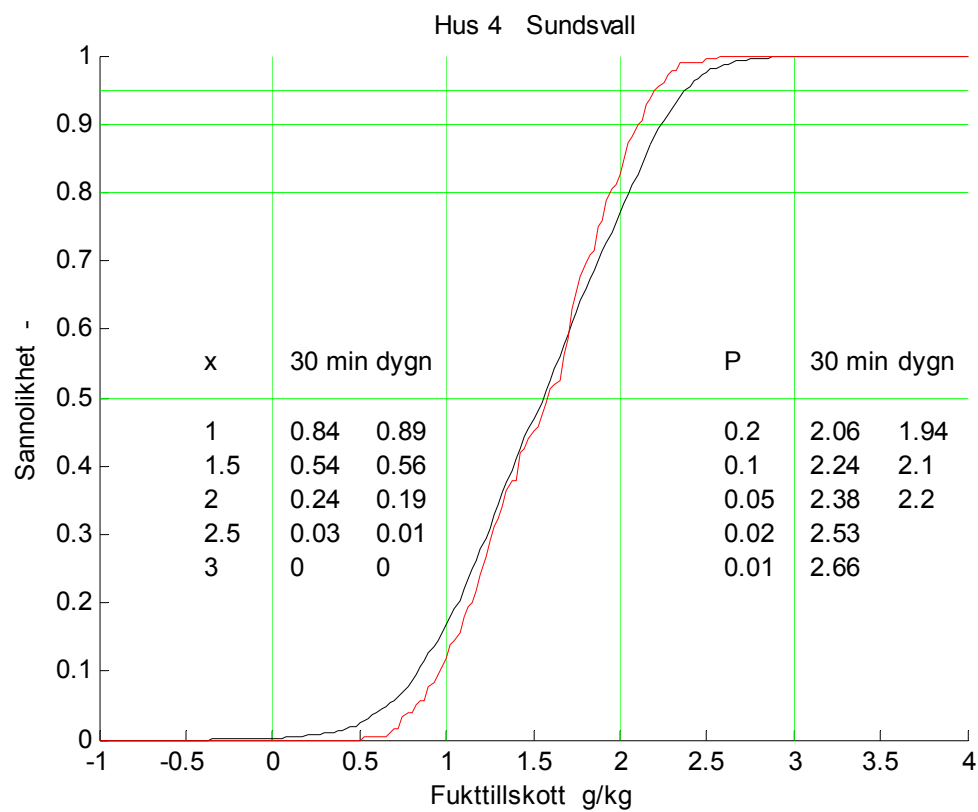
Figur 5.9 Fukttillskott i frånluft dygnsmedelvärde  $\Delta x$  g/kg för hus 3 Sundsvall



Figur 5.10 Fördelningsfunktion för fukttillskott  $\Delta x$  g/kg för dygn 41-220 och hus 3 Sundsvall.



Figur 5.11 Fukttillskott i frånluft dygnsmedelvärde  $\Delta x$  g/kg för hus 4 Sundsvall



Figur 5.12 Fördelningsfunktion för fukttillskott  $\Delta x$  g/kg för dygn 41-220 och hus 4 Sundsvall.





## 6 Sammanfattning och slutsatser

Fukttillskottet för de arton husen sammanställs i Figur 6.1 för sannolikheten över 2.5 g/kg och i Figur 6.2 för gränsen för 0.2-kvantilen. Både rådata och dygnsmedelvärden redovisas i Figur 6.1-2. Kurvorna i Figur 6.1 visar att tre av husen i Karlstad ligger över 2.5 g/kg under minst 72 dygn. Övriga hus från andra orter har låga värden och endast tre hus är över gränsen 2.5 g/kg under minst 18 dygn. Rådata ligger något högre än dygnsvärden. Kurvorna i Figur 6.2 för kvantilgränsen för sannolikheten 0.2 eller 36 dygn varierar från grovt 1.5 till 2.5 g/kg bortsett från tre hus över 2.5 g/kg. Skillnaden mellan rådata och dygnsvärden är liten.

Frånluftens vatteninnehåll redovisas i Figur 6.3-4 på samma sätt som för fukttillskottet i Figur 6.1-2. Kurvorna i Figur 6.3 visar att det är endast Karlstad och Malmö som överskrider gränsen 7 g/kg under grovt 20 respektive 15 dygn. Kurvorna i Figur 6.4 visar att kvantilgränsen för sannolikheten 0.2 eller 36 dygn ligger omkring 6 g/kg för Karlstad och Malmö, under 4 g/kg för Kiruna och omkring 5 g/kg för Sundsvall.

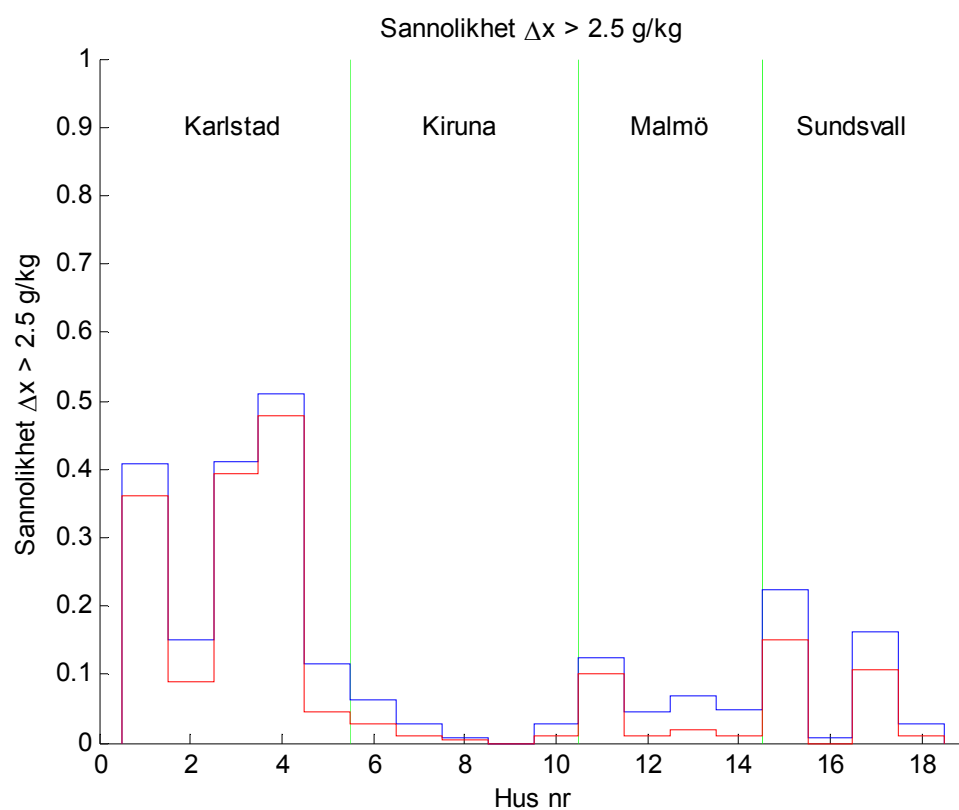
Det specifika ventilationsflödet  $l/sm^2$  och lägenhetsstorleken  $m^2$  redovisas i Figur 6.5 respektive 6.6. Ventilationsflödet förklarar till en del av variationerna i fukttillskott, eftersom fukttillskottet är relativt ventilationsflödet. Lägenhetsstorlekarna är ganska lika för de fyra orterna och inga hus har genomgående mycket stora eller mycket små lägenheter.

### Huvudslutsats för fukttillskott

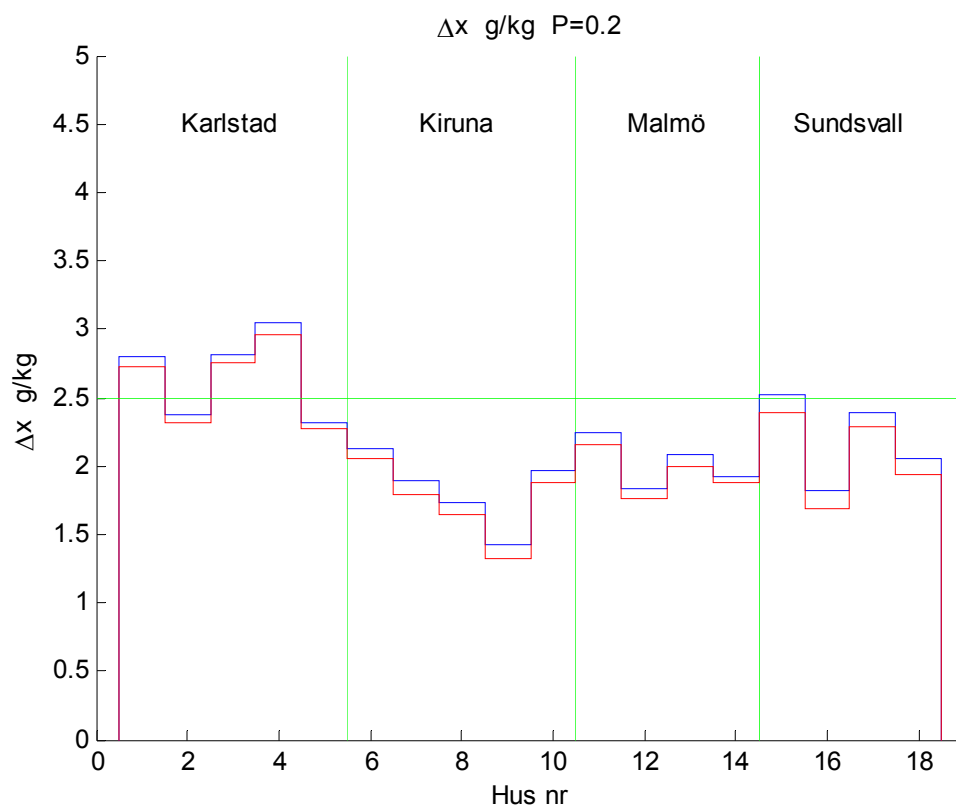
Medelvärde och standardavvikelse för fukttillskottet för alla hus blev 1.67 g/kg respektive 0.60 g/kg. Sannolikheten för att fukttillskottet är högre än 2, 2.5 och 3 g/kg kan med antagande om att fukttillskottet är normalfördelat kan beräknas till 0.29, 0.08 respektive 0.01.

Karlstad avviker något från de övriga orterna med högre sannolikheterna 0.61, 0.28 respektive 0.08. En orsak till de högre fukttillskotten är att ventilationsflödet är lägre jämfört med övriga hus, vilket framgår i Figur 6.5. Hus 2 och 5 ligger betydligt över normvärdet  $0.35 l/sm^2$ . Fukttillskottet är omvänt proportionellt mot ventilationsflödet. Innetemperaturen vintertid är 22.4 °C, vilket är normalt för flerbostadshus.

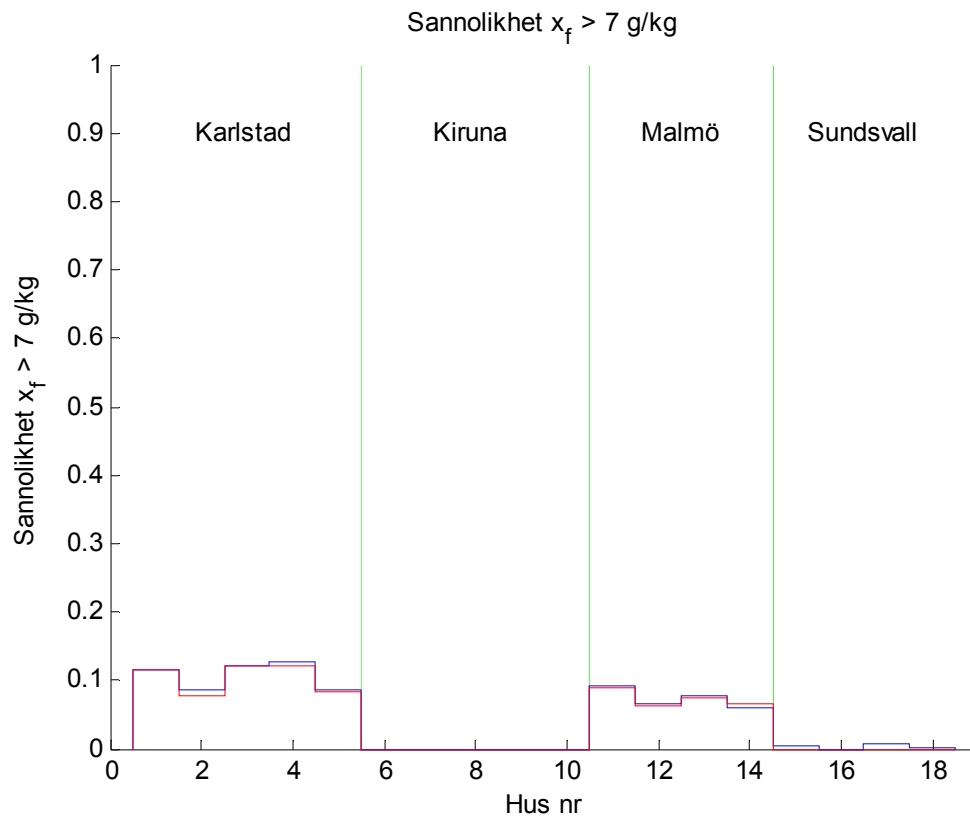
Fukttillskott över 2 g/kg vintertid bör undvikas i bostäder med regenerativ ventilationsvärmeåtervinning, vilket annars leder till hög luftfuktighet inne och risk för olika fuktskador på grund av den ökande fuktåtervinningsgraden. Detta har behandlats utförligt i Jensen (2010).



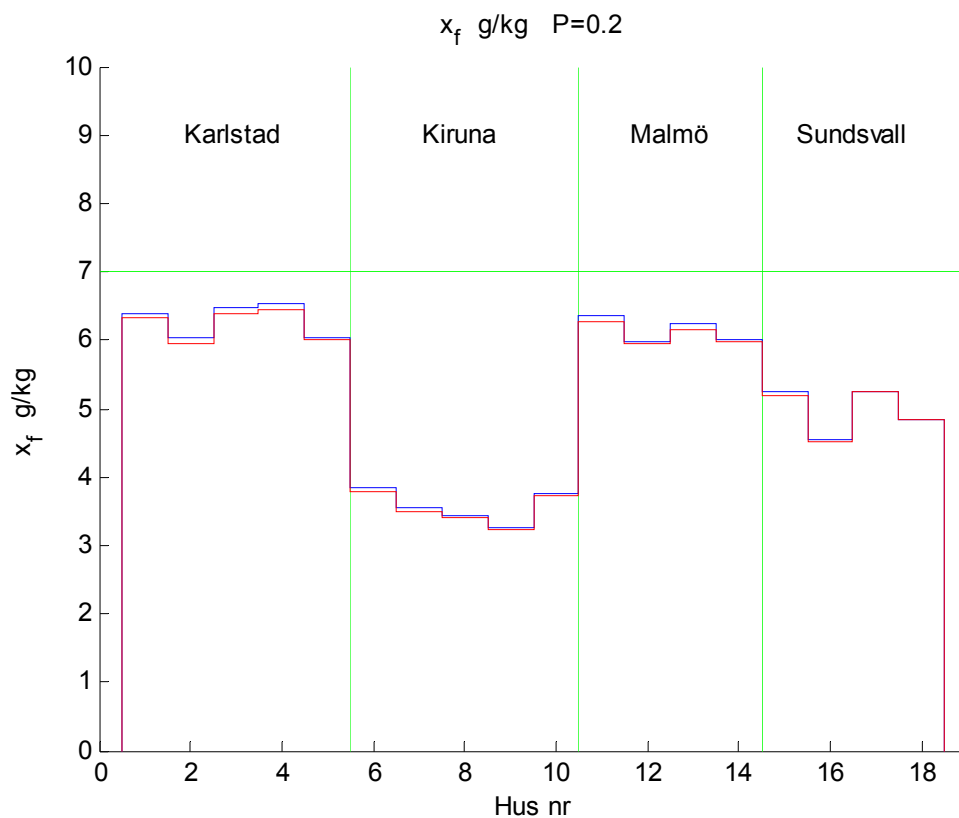
Figur 6.1 Sannolikhet för fukttillskott över 2.5 g/kg för rådata och dygnsvärden.



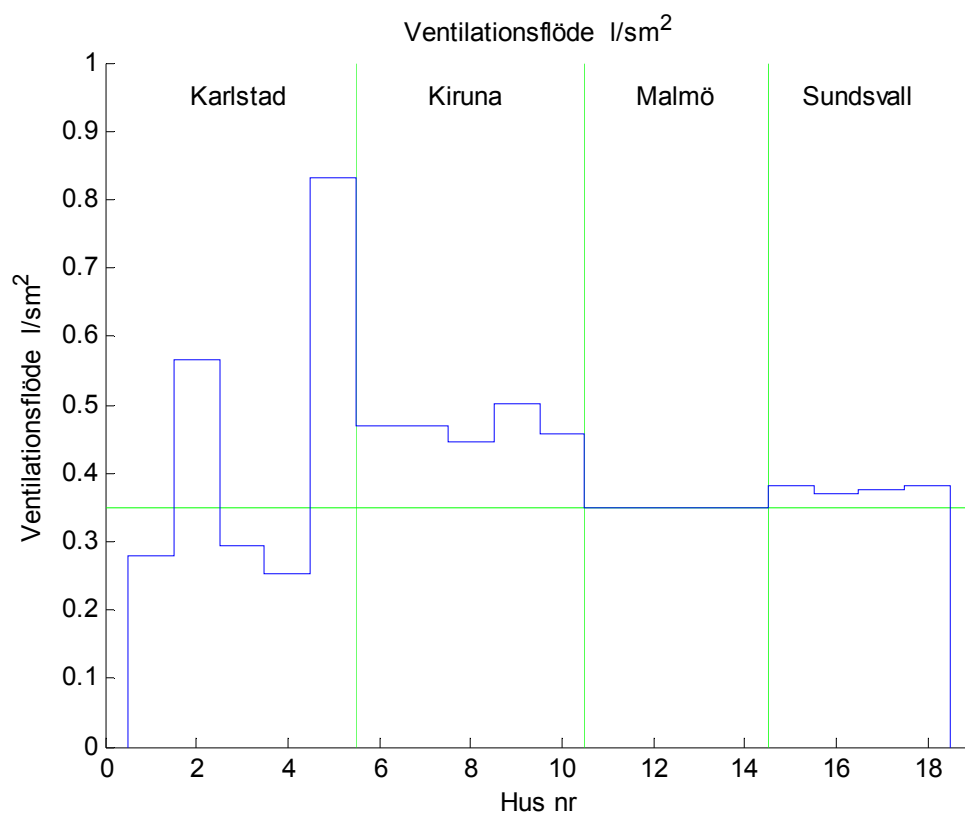
Figur 6.2 Gräns för 0.2-kvantil för fukttillskott för rådata och dygnsvärden.



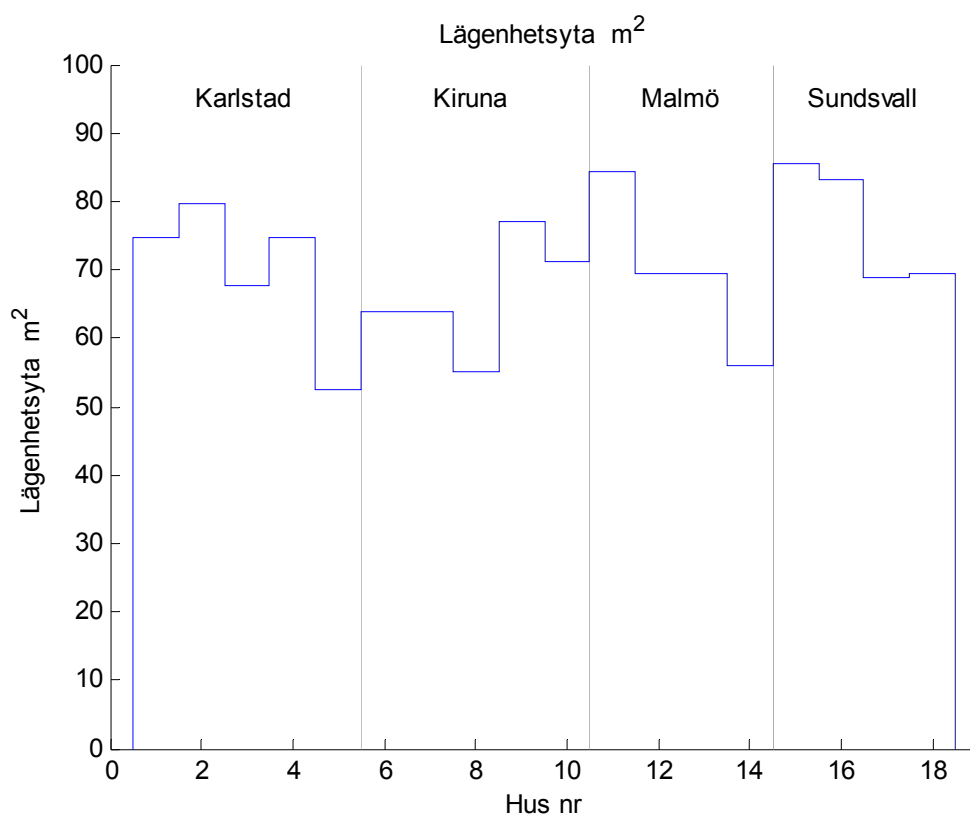
Figur 6.3 Sannolikhet för vatteninnehåll i frånluft över 7 g/kg för rådata och dygnsvärden.



Figur 6.4 Gräns för 0.2-kvantil för frånluftens vatteninnehåll för rådata och dygnsvärden.



Figur 6.5 Bestämt ventilationsflöde l/sm².



Figur 6.6 Lägenhetsyta m².

## Referenser

Bagge, Johansson och Lindstrie (2009) Measured indoor temperature and relative humidity in residential apartment buildings, Paper 351, Proceedings of Healthy Buildings 2009

Bagge, Johansson och Lindstrie (2010) Indoor Hygrothermal Conditions in Multi-family Dwellings – Measurement and Analysis, ASHRAE Transactions, Volume 116, Part 2

Boverket (2009) Så mår våra hus – redovisning av regeringsuppdrag beträffande byggnaders tekniska utformning m m, Karlskrona

Gustavsson, Bornehag and Samuelsson (2004) Temperature, relative humidity and air exchange rate in 390 dwellings. CIB W40 meeting, 2004, Glasgow, UK

Jensen (2010) Fuktöverföring vid regenerativ värmeväxling, Arbetsrapport TVIT—10/7048 Installationsteknik, LTH.

Kalamees, Vinha och Kurnitski (2006) Indoor Humidity Loads and Moisture Production in Lightweight Timber-framed Detached Houses. Journal of Building Physics, 29(3):219-246

SOSFS 1999:21 (1999) Socialstyrelsens allmänna råd om tillsyn enligt miljöbalken – fukt och mikroorganismer

SOSFS 1999:25 (1999) Socialstyrelsens allmänna råd om tillsyn enligt miljöbalken – ventilation