

Energideklaration för äldre flerbostadshus - metodutveckling

Examensarbete no 370 vid Avd för Byggnadsteknik vid Institutionen för
Bygghvetenskap, Kungliga Tekniska Högskolan, Stockholm, våren 2007.

Christoffer Rydström
Mikael Theander

Handledare: Folke Björk

Sammanfattning

Titel	Energideklaration för äldre flerbostadshus – metodutveckling.
Författare	Christoffer Rydström, civilingenjörsprogrammet i maskinteknik, Kungliga Tekniska Högskolan, Stockholm. Mikael Theander, civilingenjörsprogrammet i väg- och vattenbyggnad, Kungliga Tekniska Högskolan, Stockholm.
Handledare	Folke Björk, avdelningen för byggnadsteknik, Kungliga Tekniska Högskolan, Stockholm.
Examinator	Professor Gudni Jóhannesson, avdelningen för byggnadsteknik, Kungliga Tekniska Högskolan, Stockholm.
Rapport	Examensarbete vid avdelningen för Byggvetenskap vid Kungliga Tekniska Högskolan, Stockholm. Utfört våren 2007.
Mål	Finna lämpliga insatser vid besiktning av äldre flerbostadshus som kan resultera i kostnadseffektiva åtgärdsförslag i energideklarationen.
Slutsats	<p>Detta arbete har visat att energideklarationerna bör göras på ett relativt enkelt sätt. Boverkets metod för energideklarationer är bra eftersom den inte är särskilt tidskrävande att utföra. Det är upp till fastighetsägaren om han vill ha utförliga och genomarbetade förslag till lönsamma åtgärder eller inte. Det skulle inte vara bra om Boverket föreskrev att alla byggnader skall besiktigas med en speciell metod, det skulle medföra stora kostnader och resultaten skulle i många fall vara missvisande. Det är först vid framtagandet av kostnadseffektiva åtgärder som de metoder som undersöks i detta arbete kan komma till nytta.</p> <p>Temperaturloggning är en bra metod för att undersöka temperaturvariationer över tiden i en fastighet. Detta arbete visade att värmesystemet i fastigheten Regattan 4 överreagerade på yttre temperaturvariationer.</p> <p>Värmekameran kan vara till nytta för att finna köldbryggor i klimatskalet, men värmekamerans förmåga får inte överskattas. Värmekameran visar endast yttemperaturen på det som undersöks.</p> <p>Provtryckning visar hur tät en byggnad är. Det är svårt att se att kostnaden av en provtryckning skulle vara motiverad vid en besiktning. Det är först i samband med termografering som det kan vara motiverat.</p> <p>Det finns en risk för att kapitalstarka företag erbjuder billiga energideklarationer där åtgärdsförslagen gynnar företagens egen verksamhet. För att det inte skall vara någon risk att detta sker bör Boverket föreskriva att insyn och tillsyn sker av de ackrediterade företagen som sköter deklARATIONERNA.</p>

Summary

Title	Energy declarations for older residential buildings - method development.
Authors	Christoffer Rydström, Mechanical Engineering, Royal Institute of Technology, Mikael Theander, Civil Engineering, Royal Institute of Technology, Stockholm
Supervisors	Folke Björk, Division of Building Technique, Royal Institute of Technology, Stockholm
Examiner	Professor Gudni Jóhannesson, Division of Building Technique, Royal Institute of Technology, Stockholm
Report	Master of Science Thesis at the Division of Building Technique, Royal Institute of Technology, Stockholm. Written during the spring of 2007.
Aim	To find appropriate stakes at inspections of older residential buildings that can result in proposals that is cost effective.
Conclusion	This work has shown that the energy declarations should be done in a relative easy manner. Boverkets method of energy declarations is good when it is not especially time consuming to conduct. It is up to the owner of the building if he wants detailed and well performed cost effective proposals or not. It would not be good if Boverket prescribed that all buildings should be inspected with a special method, it would bring huge costs and the results should be misleading in many cases. It is first in the development and implementation of cost effective actions the methods investigated in this thesis can be effectively used.

Monitoring temperature is a good method to investigate variations in temperature over time in an apartment. This work showed that the heat system in Regattan 4 overreacted to external temperature variations.

The infrared camera can be a useful tool finding thermal bridges in the climate shell, but it is easy to overestimate its capacity. The infrared camera only shows the surface temperature of the examined object.

The Minneapolis Blower door is a useful tool to test the air tightness of a building. It is not likely that the cost of the test is motivated at an inspection. First in relation with the infrared camera the use of the Minneapolis Blower Door can be motivated.

There is a risk that wealthy companies offer cheap energy declarations where the cost effective proposals benefits the companies own business. Boverket should prescribe insight and supervision of the accredited companies to minimise the risk of that happen.

Ordlista

A_{temp}	Golvarean i temperaturreglerade utrymmen avsedd att värmas till mer än 10°C begränsade av klimatskärmens insida [m ²]
BIA	Byggnadens biarea [m ²]
BOA	Byggnadens boarea [m ²]
Boverket	Den nationella myndigheten för frågor om samhällsplanering, stads- och bebyggelseutveckling, byggande och förvaltning och för bostadsfrågor
Byggnadsfysik	Läran om värme, luft och fukt i byggnadens klimatskal
Consolis	Excelbaserat beräkningsprogramprogram för att beräkna byggnaders energiprestanda
DVUT	Dimensionerande vinterutetemperatur, varierar med ort, bestäms i allmänhet av myndighetsföreskrifter
Emittans	Ett mått på hur mycket en verklig yta strålar jämfört med en idealt svart kropp
Energiprestanda	Energi för värme, varmvatten och fastighetens drift per uppvärmd area [kWh/m ²]
Frånluft	Luft som bortförs från rum
F-ventilation	Ventilation där frånluftsflödet drivs av en fläkt
FT-ventilation	Ventilation där såväl till- som frånluftsflödet drivs av en fläkt
FTX-ventilation	FT-ventilation med värmeväxlare för återvinning av värmen
Graddagar	Ett mått på utomhustemperaturen som är användbart för att korrigera en avläst värmeförbrukning till den förbrukning som blivit om temperaturen varit normal för perioden
Kallras	Avkyld luft som strömmar från fönstren och ner utefter golvet
Klimatskal	Byggnadens tak, väggar, fönster och grund, det vill säga de delar av byggnaden som separerar ute- och inneklimatet
Konvektion	Överföring av värme, fukt eller annan substans med en strömmande fluid, t.ex. luft eller vatten
Köldbrygga	Område i klimatskalet som ger förhöjda värmeförluster

Linjeköldbryggor	Linjeformiga områden i klimatskalet som ger förhöjda värmeförluster
LOA	Byggnadens lokalarea [m ²]
Luftomsättning	Utbyte av luft i rum
Lågemissionsskikt	Skikt som anbringas på fönster för att få stor reflektion på den långvågiga strålningen, det vill säga temperaturstrålningen
Lättklinkerskolor	Byggnadsmaterial som består av bränd lera samt cement och vatten
Lösfnllnadsisolering	Isolering som sprutas in på t ex vindsbjälklag
Normalårskorrigerig	Metod att jämföra energianvändningen med tidigare år. Hänsyn måste tas till om det varit varmare eller kallare än normalt och därmed hur stort uppvärmningsbehovet varit. Siffrorna justeras då för temperaturskillnader med hjälp av SMHI:s graddagar och normalår.
Operativ temperatur	Medelvärde av luft- och omgivande ytors temperatur för uppskattning av termisk komfort
OVK	Obligatorisk ventilations kontroll
Pumpstopp	Cirkulationspumpar i vattenburna värmesystem behöver endast vara i drift under den period då värmebehov föreligger
Punktköldbryggor	Punktformiga områden i klimatskalet som ger förhöjda värmeförluster
Riktad operativ temperatur	Medelvärde mellan lufttemperaturen och den plana strålningstemperaturen i en viss riktning
Självdagsventilation	Ventilation som drivs av temperatur- och tryckskillnader mellan inne- och uteklimatet
Solstrålning	Kortvågig strålning. Överföring av värme genom för ögat synlig elektromagnetisk strålning, utsänt av solens yta
SWEDAC	Nationellt ackrediteringsorgan och ansvarar för kontrollfrågor enligt lagen om teknisk kontroll
Plan strålningstemperatur	Viktat medelvärde av ytemperaturerna i en riktning
Termisk komfort	Människans upplevelse av det termiska klimatet

Termografering	Termografi är en teknik som använder värmekamera för att mäta temperatur och visar en bild av ett föremåls värmestrålning
Temperaturzon	Zonindelning som bygger på årsmedeltemperatur för de olika kommunerna
Tilluft	Luft som förs till rum
Transmission	Genomgång av värme genom ett medium
Transmissionsförluster	Värmeledning genom en byggnads omslutningsytor
Täthetsprovning	Metod att testa en byggnads täthet
U-värde	Värmegenomgångskoefficient. Anger hur stor effekt som passerar en konstruktion med arean 1 m^2 om temperaturskillnaden är 1°C
Vindsbjälklag	Konstruktion som håller upppe innertaket och gränsar till ett vindsutrymme
Vistelsezon	Vistelsezonen begränsas av två horisontella plan, ett på 0,1 meters höjd och ett annat på 2,0 meters höjd, samt vertikala plan 0,6 meter från ytterväggar eller andra yttre begränsningar, dock 1,0 meter vid fönster och dörrar
Värmebehov	Erforderlig tillförsel av energi för att önskad temperatur skall kunna hållas i en byggnad samt för beredning av tappvarmvatten
Värmekonduktivitet	Värmeledningsförmåga. Anger hur stor effekt som strömmar igenom ett material per kvadratmeter pga. värmeledning då temperaturskillnaden är 1°C per meter.
Värmeledningsförmåga	Ett materials förmåga att leda värme in i materialet. Betecknas λ och mäts i W/mK
Värmemotstånd	Skikts motstånd mot värmetransport orsakad av temperaturskillnad
Värmestrålning	Överföring av värme genom elektromagnetisk strålning
Värmeväxlare	En anordning i vilken värme från ett strömmande medium överförs till ett annat
Värmeåtervinning	Teknik för att utnyttja värme som annars skulle gå förlorad
ÖVA	Bruksarea för byggnadens övriga utrymmen [m^2]

Innehållsförteckning

1 BAKGRUND	9
2 TEORI	11
2.1 TRANSMISSIONSFÖRLUSTER.....	11
2.2 VENTILATIONSFÖRLUSTER.....	12
2.3 DIMENSIONERANDE EFFEKTBEHOV FÖR UPPVÄRMNING.....	13
2.4 GRADDAGAR	13
2.5 NORMALÅRSKORRIGERING	14
2.6 TEMPERATURZONER.....	15
2.7 BERÄKNING AV U-VÄRDE FÖR SAMMANSATT VÄGG.....	16
2.8 BERÄKNING AV U-VÄRDE FÖR FÖNSTER.....	18
2.8.1 Englasfönster.....	19
2.8.2 Tvåglasfönster.....	20
2.9 GENOMSNITTLIG VÄRMEGENOMGÅNGSKOEFFICIENT U_M	21
2.10 KÖLDBRYGGOR.....	21
3 TERMISK KOMFORT	22
4 VENTILATION	23
5 AREAMÄTNING	24
6 PROVTRYCKNING	26
6.1 INLEDNING	26
6.2 METOD	26
6.4 RESULTAT	27
6.4.1 Test 1.....	27
6.4.2 Test 2.....	29
6.4.3 Test 3.....	30
6.5 SLUTSATS	30
7 TERMOGRAFERING	31
7.1 INLEDNING	31
7.2 TERMOGRAFERING AV BYGGNADENS UTSIDA.....	32
7.3.1 Bjälklagsinfästningar	34
7.3.2 Garageportar.....	35
7.4 TERMOGRAFERING AV BYGGNADENS INSIDA	37
7.5 SAMMANFATTNING	39
8 TERMOGRAFERING I LÄGENHET	40
8.1 INLEDNING	40
8.1.1 Vy 1.....	40
8.1.2 Vy 2.....	42
8.1.3 Vy 3.....	43
8.1.4 Vy 4.....	44
8.1.5 Vy 5.....	45
8.2 SLUTSATS	46
9 TEMPERATURLOGGNING	47
9.1 INLEDNING	47
9.1.1 Balkong	47
9.1.2 Frånluft kök.....	48
9.1.3 Frånluft bad.....	49
9.1.4 Frånluftskanal på vind.....	50
9.1.5 Hörn i vardagsrum	52
9.1.6 Kök	53
9.2 TEMPERATURSAMBAND.....	54
9.2.1 Frånluftstemperaturen i köket – temperaturen på balkongen	54
9.2.2 Frånluftstemperatur vind – temperatur på balkongen.....	55

9.2.3 Temperaturjämförelse av samtliga loggar	56
9.3 SLUTSATS	57
10 ENERGIDEKLARATIONERNAS UTFÖRANDE	58
11 METOD FÖR ATT FINNA FÖRSLAG TILL LÖNSAMMA ÅTGÄRDER	61
12 INVÄNDNINGAR MOT BOVERKETS FÖRESKRIFTER	64
13 ENERGIDEKLARATION	65
13.1 ALLMÄNNA UPPGIFTER.....	67
13.2 BERÄKNINGSMETODER.....	68
13.3 FÖRSLAG TILL LÖNSAMMA ÅTGÄRDER.....	70
13.4 HUSETS SPECIFIKATIONER	72
13.4.1 Fönster	72
13.4.2 Beräkning av U-värde.....	72
13.4.3 Yttervägg	72
13.4.4 Vindsbjälklag	72
13.4.5 Vindsbjälklag 1	73
13.4.6 Vindsbjälklag 2	73
13.4.7 Resulterande U-värde för vindsbjälklag.....	73
13.5 KÄLLARBJÄLKLAG	74
13.5.1 Källarbjälklag 1	74
13.5.2 Källarbjälklag 2	74
13.5.3 Resulterande U-värde för källarbjälklag	75
13.5.4 U-värde fönster	75
13.5.5 Beräkning av varmvatten och hushållselsförbrukning	75
13.6 KÖLDBRYGGOR.....	75
14 SLUTSATS	76
15 REFERENSER.....	77
16 BILAGOR.....	80

1 Bakgrund

I mitten av 70-talet inleddes energikrisen. Först vid detta tillfälle började man förstå att tillgången av energi inte är självklar och att jordens naturresurser inte är obegränsade. Uppmärksammandet ledde till en ökad medvetenhet om behovet av ökad energieffektivisering, bland annat i våra bostäder. Fram till energikrisen 1973-74 var den allmänna uppfattningen att energianvändningen i bostäder och lokaler i första hand var beroende av teknisk utrustning, byggnadskonstruktioners kvalitet samt dessutom några socioekonomiska faktorer så som familjers storlek.

Under det sena 80-talet var ”behov” ett centralt begrepp men man hade mycket litet intresse för att förstå hur el eller vatten verkligen användes i hemmen eller vad som verkligen hände ”bakom” mätaren¹. El- och vattensystem dimensionerades efter toppar av behov och blev därmed konsekvent överdimensionerade under övrig tid av dygnet.

På senare år har energianvändningen i våra bostäder fått alltmer uppmärksamhet. Energieffektivisering och en övergång till förnyelsebara energikällor är viktiga delar på vägen mot en hållbar utveckling och en minskad miljöpåverkan på vårt samhälle. 2003 uppgick energianvändningen inom sektorn ”Bostäder och service” till 153,7² TWh, vilket var 38 procent av Sveriges totala energianvändning och ungefär lika mycket energi som industrin använde. Av dessa 153,7 TWh användes 94,7 TWh till uppvärmning och varmvatten i bostäder och lokaler. Bland småhusen år 2003 värmdes 17 procent av direktverkande el, medan ytterligare 12 procent använde vattenburen el till sin uppvärmning.

Energieffektiviteten i våra bostäder kan förbättras i hög grad. Dagens bostadsbestånd består av många byggnader som har ett stort renoveringsbehov. Detta gäller framförallt miljonprogrammets flerbostadshus men också mindre fastigheter. I samband med renoveringar av dessa fastigheter är det möjligt att införa ny teknik och förbättringar som rör fastighetens energianvändning. Genom exempelvis individuell mätning av vatten och värme skulle de boende dessutom kunna ges en möjlighet att påverka sina egna boendekostnader.

Den 1 oktober 2006 trädde lagen om energideklarationer i kraft. Den innebär att alla flerbostadshus skall vara deklarerade senast vid utgången av år 2008. Energideklarationen skall upprättas av en oberoende expert och det är Boverket som är den ansvariga myndigheten för energideklarationsregistret.

Energideklarationen ska innehålla uppgifter om

- Den mängd energi som behöver användas i en byggnad per år för att uppfylla de behov som är knutna till ett normalt bruk av byggnaden (den så kallade energiprestandan)
- Att obligatorisk ventilationskontroll har utförts i byggnaden
- Om radonmätning har utförts i byggnaden
- Ett referensvärde för att kunna jämföra och bedöma byggnadens energiprestanda
- Förslag till lämpliga energieffektiviseringsåtgärder för byggnaden

¹ Chapells och Shove 1999

² www.riksdagen.se

Energideklarationen skall sitta i entrén i alla flerbostadshus. Syftet är att de boende genom lättillgänglig och saklig information ska ges möjlighet att fatta beslut om sin energianvändning och därmed kunna minska sina energikostnader.

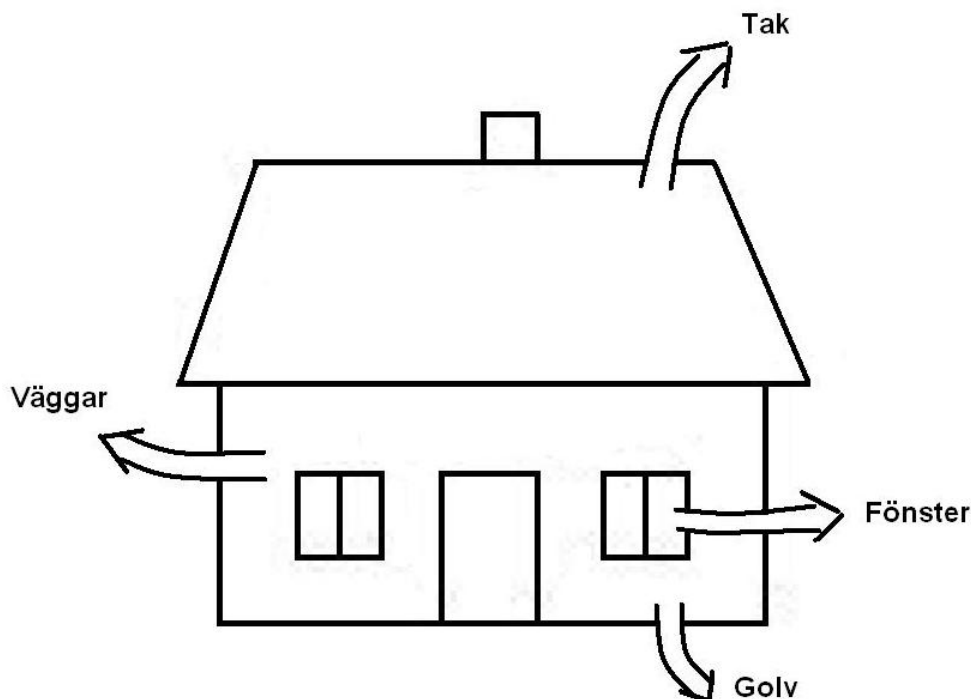
Boverket har fastslagit föreskrifter om hur deklARATIONEN kommer att gå till. Dessa består av ett formulär som skall fyllas i av en oberoende expert. Uppgifterna som skall uppges i formuläret är till största delen mycket lätta att ta fram men där förslag till kostnadseffektiva åtgärder kan kräva en del arbete. Det är upp till experten hur mycket arbete som han eller hon tycker att det är lämpligt att lägga ner på dessa. I detta arbete undersöks olika metoder för att se om de kan vara lämpliga och kostnadseffektiva som hjälpmedel vid energideklarationsarbetet. I nästa kapitel förklaras fundamental teori som ligger till grund för de olika undersökningsmetoderna.

Michael Theander har i arbetet ansvarat för kapitlen teori, areamätning, termisk komfort, och ventilation. Christoffer Rydström har ansvarat för utprovningen av de metoder som beskrivs i rapporten. Det övriga arbetet samt arbetet med energideklarationen utfördes till stor del tillsammans.

2 Teori

2.1 Transmissionsförluster

Värme förloras från ett uppvärmt hus till utomhusluften på två sätt, nämligen *transmission* (värmeledning) genom husets omslutningsytor och *luftväxling* mellan husets varma luft och den kalla utomhusluften. För att dimensionera uppvärmningsanläggningen måste man beräkna det maximala värmeflödet under året. Det erforderliga effektbehovet hos uppvärmningsanläggningen bestäms av den kallaste dagen på året. Det totala energibehovet ska ur kostnadssynpunkt hållas så lågt som möjligt under året. Energiförbehovet beräknas med utgångspunkt från årsmedelvärden.



När **transmissionsförlusterna** ska beräknas behöver man U-värden ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$) för byggnadens ingående delar. U-värdet definieras som den *värmemängd som per tidsenhet passerar genom en ytenhet av väggen då skillnaden i lufttemperatur på båda sidor av väggen är en grad*. För att beräkna U-värdet behöver man veta väggens värmemotstånd (R , [$\text{m}^2\text{K}/\text{W}$]), tjocklek och värmekonduktivitet (λ , [W/mK]).

Värmemotståndet för ett materialskikt bestäms genom att dela materialets tjocklek d med materialets värmekonduktivitet λ , enligt

$$R_{\text{skikt}} = \frac{d}{\lambda} \quad [\text{m}^2\text{K}/\text{W}]$$

Värmekonduktiviteten definieras som *den värmemängd som per sekund passerar genom en kvadratmeter av ett material med en meters tjocklek då temperaturdifferensen är en grad*. Ett lågt λ -värde innebär alltså god värmeisolering. Värmekonduktiviteten påverkas av:

- Materialets densitet
- Materialets porositet
- Materialets fuktighet
- Materialets temperatur

Tabell 2:1, lambdavärden för några vanliga byggmaterial

Material	Värmekonduktivitet λ (W/mK)
Gipsskiva	0,21
Spånskiva	0,13
Masonitskiva	0,14
Betonghålblock	0,6
Betong	1,7
Lättbetong	0,15
Trä, plank	0,14
Mineralull utan regler	0,036
Mineralull med mellanliggande regler	0,042
Tegel	0,6
Sågspån	0,048

Effektbehov på grund av transmissionsförluster

$$\dot{Q}_{trans} = \sum U_j * A_j * (T_{i,dim} - T_{ute,dim}) \quad [W]$$

U_j	=	U-värde för yta j	[W/m ² K]
A_j	=	Area hos yta j	[m ²]
$T_{i,dim}$	=	Dimensionerande inomhustemperatur	[K]
$T_{ute,dim}$	=	Dimensionerande utomhustemperatur	[K]

2.2 Ventilationsförluster

Ventilationsförluster är den värme som går förlorad när den varma inneluften ventileras ut. Hit räknas både förluster genom styrd ventilation men även förluster på grund av läckage genom klimatskalet.

Effektbehov på grund av ventilationsförluster och luftläckage

$$\dot{Q}_{vent} = (n_{styd} * (1 - v) + n_{läck}) * V * \rho * C_p * (T_{i,dim} - T_{ute,dim}) \quad [W]$$

n_{styd}	=	Luftomsättning per volymenhet	[oms/h]
$n_{läck}$	=	Luftomsättning per volymenhet	[oms/h]
v	=	Verkningsgrad för värmeåtervinning	[%]

V	=	Volym	[m ³]
ρ	=	Densitet	[kg/m ³]
C _p	=	Luftens specifika värmekapacitet	[J/kg*K]
T _{i,dim}	=	Dimensionerande inomhustemperatur	[K]
T _{ute,dim}	=	Dimensionerande utomhustemperatur	[K]

I de flesta äldre flerbostadshus finns det ingen värmeåtervinning av frånluften.

Effektbehov på grund av köldbryggor

$$\Delta\dot{Q}_{K,dim} = \text{Dimensionerande värmeförluster genom köldbryggor [W]}$$

2.3 Dimensionerande effektbehov för uppvärmning

$$\dot{Q}_{tot} = \dot{Q}_{trans} + \dot{Q}_{vent} + \Delta\dot{Q}_{K,dim} - \dot{Q}_{I,dim}$$

$$\sum U_j * A_j * (T_{i,dim} - T_{ute,dim}) + (n_{styrd} * (1 - v) + n_{läck}) * V * \rho * C_p * (T_{i,dim} - T_{ute,dim}) +$$

$$\Delta\dot{Q}_{K,dim} - \dot{Q}_{I,dim} \quad [\text{W}]$$

Där $\dot{Q}_{I,dim}$ = dimensionerande internt avgivet värme [W]

I dimensionerande internt avgivet värme ingår värme från till exempel elektrisk utrustning, människor och belysning. I bostadshus kan denna del av tillskottsenergin i värmebalansen vara så hög som 20-25 %³.

I $\dot{Q}_{I,dim}$ ingår solinstrålning, processenergi och personvärme.

2.4 Graddagar

Graddagar är ett mått på utomhustemperaturen som är användbart för att korrigera en avläst värmeförbrukning till den förbrukning som blivit om temperaturen varit normal för perioden. Vid beräkning av graddagar utgår vi från att byggnaden har ett uppvärmningsbehov till +20°C. Den internt avgivna värmen står för uppvärmningsbehovet mellan +17°C och +20°C. Graddagarna är därför skillnaden mellan dessa +17°C och medeltemperaturen utomhus per dygn. Ett dygn med medeltemperaturen -5°C ger alltså 25 graddagar. SMHI har en tjänst där man kan köpa graddagsantalet för olika år på den ort man vill studera.

³ Helena Bülow-Hübe, Energi och Byggnadsdesign, Lunds Tekniska Högskola

2.5 Normalårskorrigerig

För att kunna jämföra olika års användningar av energi, måste man ta hänsyn till om året varit kallare eller varmare än normalt och därmed hur stort uppvärmningsbehovet varit. Tittar man på den långsiktiga trenden kan siffrorna justeras för temperaturskillnader med hjälp av SMHI:s graddagar och normalår.

Normalåret beräknades som ett genomsnitt för åren mellan 1961 och 1979 och används som ett jämförelsemått. Normalårskorrigeringsmetoden tar inte hänsyn till skillnader i temperaturberoende mellan olika delar av bebyggelsen. Statistiska centralbyrån⁴ använder en korrigeringsmetod där energianvändningen antas till hälften vara direkt proportionell mot antalet graddagar. Normalårskorrigeringen beräknas då på följande sätt:

$$E \text{ (korrigerad)} = E \text{ (uppmätt)} * 1/(1+0,5(DD\ddot{A}-DDN\ddot{A})/DDN\ddot{A})$$

Där E = genomsnittlig energianvändning
 DD \ddot{A} = antal graddagar för aktuellt år
 DDN \ddot{A} = antal graddagar för normalåret

I tabell 2:2 nedan redovisas antal graddagar och antal graddagar i procent av normalår per temperaturzon för åren 1993-2002.

Tabell 2:2, Antal graddagar⁵ åren 1993-2002

År	Antal graddagar				Antal graddagar i procent av normalår			
	Zon1-2	Zon 3	Zon 4	Hela riket	Zon1-2	Zon 3	Zon 4	Hela riket
Normalår	4 790	3 839	3 275	3 855	100,0	100,0	100,0	100,0
1993	4 556	3 558	3 093	3 616	94,4	92,7	94,6	93,5
1994	4 821	3 600	2 940	3 648	100,6	93,8	89,8	94,3
1995	4 587	3 742	3 121	3 725	95,8	97,5	95,3	96,6
1996	4 635	3 899	3 518	3 923	96,8	101,6	107,4	101,8
1997	4 305	3 576	3 217	3 611	89,8	93,1	98,2	93,7
1998	4 367	3 477	3 037	3 518	91,2	90,6	92,7	91,3
1999	4 256	3 319	2 982	3 386	88,9	86,5	91,0	87,8
2000	3 854	2 956	2 614	3 007	80,5	77,0	79,8	78,0
2001	4 407	3 481	3 100	3 528	92,0	90,7	94,7	91,5
2002	4 325	3 435	3 036	3 459	90,3	89,5	92,7	89,7

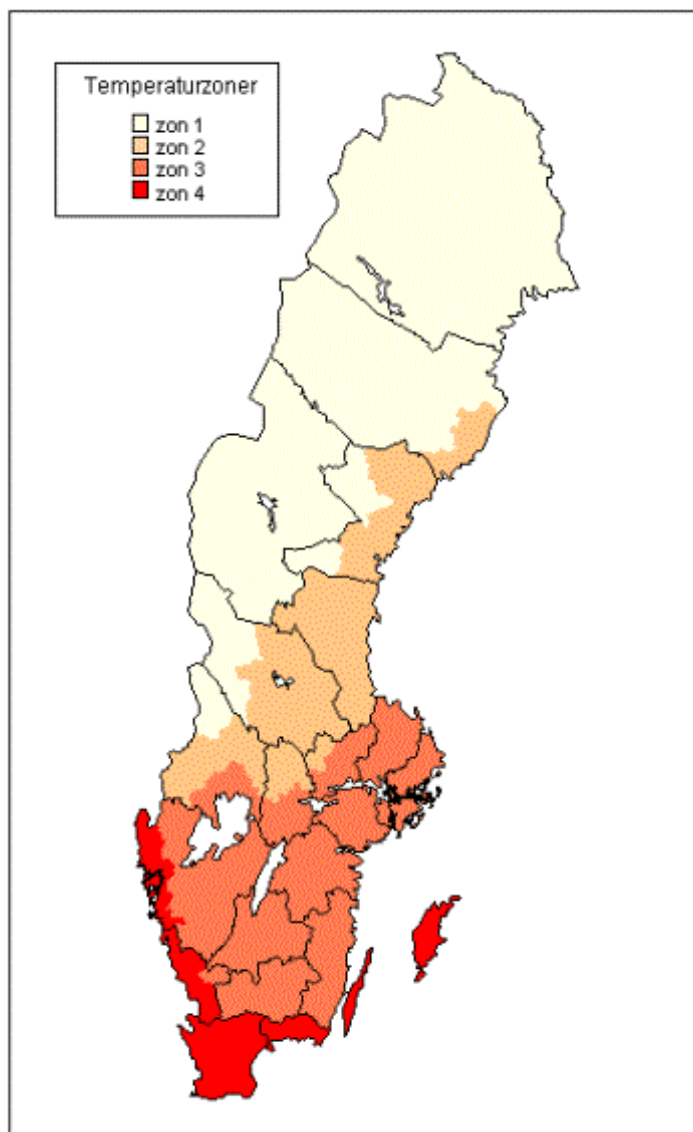
Graddagtalet beräknas av SMHI som skillnaden mellan +17°C och aktuell dygnsmedeltemperatur (dmt) summerad över januari till mars samt november till december. De dygn i april då dmt är mindre än +12°, de dygn i maj-juli då dmt är mindre än 10°, de dygn i augusti då dmt är mindre än +11°, de dygn i september då dmt är mindre än +12°, de dygn i oktober då dmt är mindre än +13. År 2006 hade Stockholm 3175 graddagar.

⁴ www.scb.se

⁵ www.scb.se

2.6 Temperaturzoner

På nedanstående karta⁶ redovisas temperaturzonindelningen. Temperaturzonindelningen har gjorts efter den kommunala indelningen 1 januari 1981 och följer kommungränserna. Nyttillkomna kommuner har lagts till eftersom. Zonindelningen bygger på årsmedeltemperaturer för de olika kommunerna och är samma som dåvarande Statens Planverk använde vid bestämmandet av isoleringsstandard i byggnader. Zonindelningen överensstämmer helt med den som använts i tidigare års undersökningar.



⁶ Kartan kommer ifrån SCB:s hemsida www.scb.se

2.7 Beräkning av U-värde för sammansatt vägg

För att beräkna en konstruktions U-värde används vanligtvis två metoder:

- U-värdesmetoden
- λ -värdesmetoden

Vid U-värdesmetoden förutsätts att värmeflödet sker vinkelrätt mot konstruktionen enligt bild 2:1

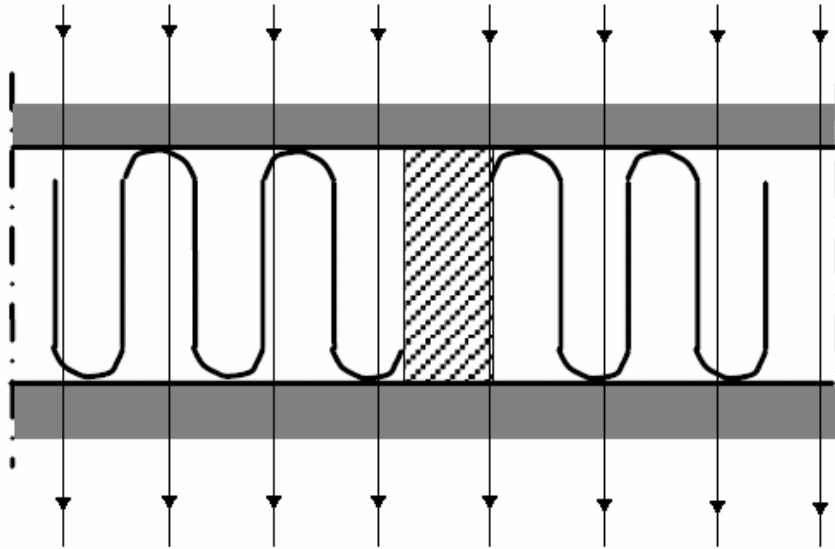


Bild 2:1

Värmeflödet sker alltså i de båda materialen helt oberoende av varandra. Väggens U-värde blir ett viktat U-värde av de olika delarnas U-värde. U-värdet för väggen som helhet ges då av:

$$U_{med} = \alpha * U_{isol} + \beta * U_{regel}$$

där

U_{med}	= värmegenomgångskoefficient för hela väggen	[W/m ² K]
U_{isol}	= värmegenomgångskoefficient för väggdel med isolering	[W/m ² K]
U_{regel}	= värmegenomgångskoefficient för väggdel utan isolering	[W/m ² K]
α	= andel av ytan där det finns isolering	
β	= andel av ytan där det inte finns isolering	

Vid λ -värdesmetoden förutsätts istället att de olika materialen har "oändlig" värmekonduktivitet i tvärläng. Flödet genom väggen kommer alltså att vara det samma överallt enligt bild 2:2. Beräkningsmässigt bildas det i detta fall ett viktat medelvärde av de olika delarnas λ -värde. Detta ges av:

$$\lambda_{res} = \alpha * \lambda_{isol} + \beta * \lambda_{regel}$$

Med detta värde på värmekonduktiviteten i det sammansatta skiktet beräknas sedan U-värdet på vanligt sätt.

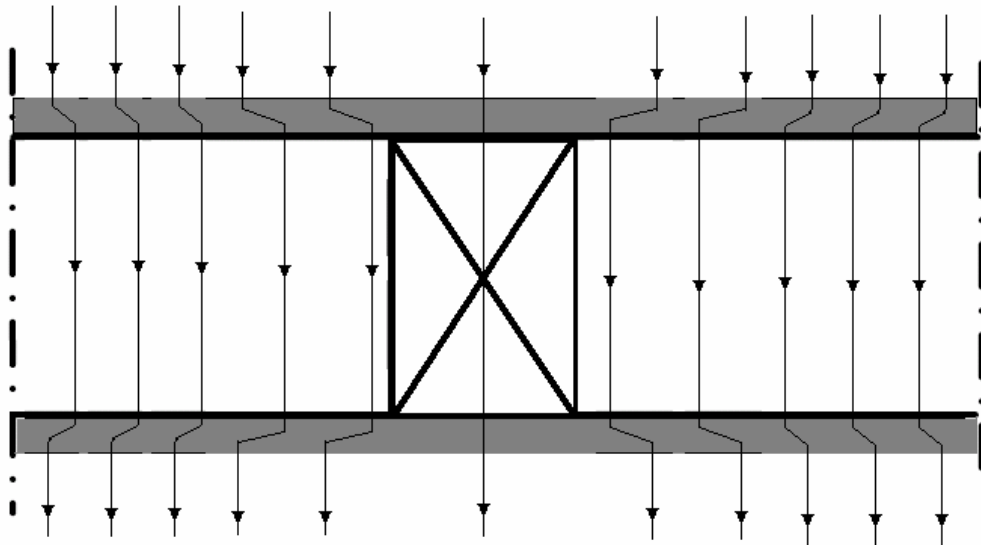


Bild 2:2

De båda metoderna ger ytterlighetsfallen. Det verkliga resultatet ligger någonstans mellan metodernas resultat. Eftersom man vid U-värdesmetoden bortser från tvärströmning blir det beräknade U-värdet för lågt. Används λ -värdesmetoden blir U-värdet för högt.

2.8 Beräkning av U-värde för fönster

Fönster är en mycket speciell byggnadsdel. Exempel på problem som är förknippade med fönster är lufttäthet mot regn, kondens, beständighet och värmeförluster. För att en god värmehushållning skall uppnås krävs att värmeförlusterna genom fönster minskas, samtidigt som infallande solstrålning tillvaratas.

Värmebalansen för ett fönster påverkas av:

- Värmeförluster genom ledning, konvektion och långvågig strålning. Dessa komponenter ger fönstrets U-värde.
- Kortvågig solstrålning, vilket ger ett värmetillskott till rummet.

I U-värdet för ett fönster ingår inte någon värmetransport som har sitt ursprung från den kortvågiga solstrålningen. På grund av detta används ofta benämningen *mörker U-värde*.

Värmeförlusterna genom fönster utgör en betydande del av en byggnads totala uppvärmningsenergi. Ett fönsters U-värde är beroende av hur fönsterkonstruktionen ser ut, vilket material som finns i karmar och bågar, antal glasrutor, om eventuella isolerrutor innehåller luft eller annan gas mellan rutorna och om glaset är försedd med ett eller flera lågemissionsskikt.

Med hjälp av lågemissionsskikt på glaset kan strålningsegenskaperna genom glaset förändras. Önskemålet är att få stor reflektion på den långvågiga strålningen, dvs. temperaturstrålningen. Den stora reflektionen minskar värmeförlusterna genom fönstret. Ett lågemissionsskikt består av ett tunt skikt av metall eller metalloxid. Skiktet kan anbringas direkt på glaset eller på en tunn plastfilm som sedan anbringas på glaset. Olika metaller och metalloxider ger olika egenskaper till glaset. Idag används framförallt tennoxid, indiumoxid, koppar, guld och silver som lågemissionsskikt.

Att använda glas med lågemissionsskikt och isolerrutor med gas istället för luft är ett effektivt sätt att minska värmeförlusterna genom fönster. Ungefärliga U-värden för olika fönsterkonstruktioner redovisas i tabell 2:3⁷.

Tabell 2:3

Ungefärliga U-värden W/(m ² K)	Vanligt glas	Glas med ett lågemissionsskikt		Glas med två lågemissionsskikt	
		+ luft	+ gas	+ luft	+ gas
Tvåglasfönster	2,5	1,8	1,6	1,8	1,6
Treglasfönster	2,0	1,5	1,3	1,2	1,0

Fönster med låga U-värden kallas för energieffektiva fönster. Ett fönster med lågt U-värde ger en högre temperatur på det inre glasets yta vilket innebär en bättre komfort inomhus då kallras försvinner. Det innebär också att i rum med hög luftfuktighet minskar risken för kondensbildning på fönstrets insida. Många fönstertillverkare säljer idag fönster med U-värde kring 1,3 W/(m²K) som standardfönster.

⁷ www.sp.se

Det inre glasets yttemperatur påverkas inte bara av fönstrets U-värde utan också av lufttemperaturen inomhus respektive utomhus. Yttemperaturen mitt på glaset för fönster med olika U-värden blir ungefär enligt tabell 2:4⁸ då inomhustemperaturen är 20°C och utomhustemperaturen är -10°C respektive -20°C. Om temperaturskillnaden mellan inomhusluften och yttemperaturen på den inre glasrutan är alltför stor, större än 5°C, kan detta upplevas som obehagligt.

Tabell 2:4

Ungefärlig yttemperatur mitt på fönstrets inre glasruta då inomhustemperaturen är 20°C		
U-värde på glas W/(m ² K)	Lufttemperatur ute	
	-10°C	-20°C
3,0	8,5	4,5
2,0	12,0	9,5
1,3	15,0	13,0
1,0	16,0	15,0

Om man bygger om eller byter ut befintliga fönster mot nya så att U-värdet för fönstren blir lägre än det var tidigare, kan man minska energianvändningen för uppvärmningen av byggnaden. Hur stor minskningen blir beror på hur mycket U-värdet har förbättrats. Men det beror också på var i landet man är bosatt. I norra Sverige blir minskningen större än i södra Sverige. Efter en ombyggnad eller vid byte av fönster är det mycket viktigt att värmesystemet justeras in ordentligt. Om detta inte görs kan minskningen i energianvändningen utebli.

2.8.1 Englasfönster

U-värdet för en enda glasruta ges av:

$$U = \frac{1}{R_{si} + R_{glas} + R_{se}} \quad [\text{W/m}^2\text{K}]$$

Vid beräkning av U-värden räknar man med att värmeövergångsmotstånderna på in- respektive utsidan är:

$$R_{si} = 0,13 \quad [\text{m}^2\text{K/W}] \quad (\text{insida})$$

$$R_{se} = 0,04 \quad [\text{m}^2\text{K/W}] \quad (\text{utsida})$$

R_{glas} ges av d/λ . Detta motstånd är litet och helt försumbart i sammanhanget. U-värdet för ett enkelglas blir alltså ungefär 6 W/m²K.

⁸ www.sp.se

2.8.2 Tvåglasfönster

U-värdet för ett tvåglasfönster ges av:

$$U = \frac{1}{R_{si} + R_{spalt} + R_{se}} \quad [\text{W/m}^2\text{K}]$$

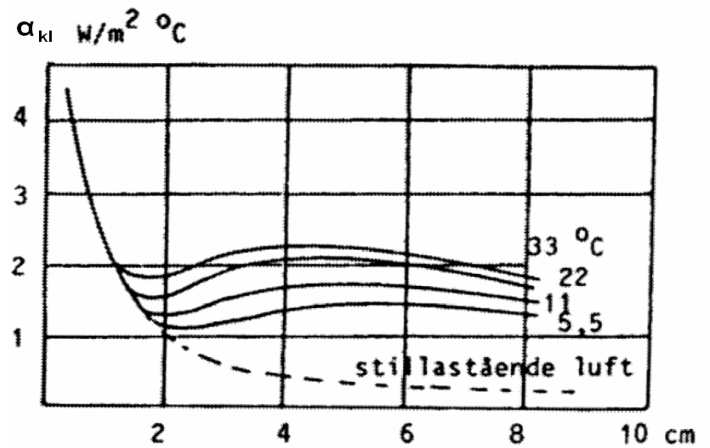


Bild 2:3⁹

R_{spalt} ges av:

$$R_{spalt} = \frac{1}{\alpha_s + \alpha_{kl}} \quad [\text{m}^2\text{K/W}]$$

α_s = värmeöverföringskoefficient på grund av strålning [W/m²K]

α_{kl} = värmeöverföringskoefficient på grund av konvektion och ledning [W/m²K]

α_{kl} fås ur bild 2:3

α_s ges av:

$$\alpha_s = 4 * \epsilon_{12} * \sigma_s * T_m^3 \quad [\text{W/m}^2\text{K}]$$

Där ϵ_{12} fås ur:

$$\frac{1}{\epsilon_{12}} = \frac{1}{\epsilon_1} + \frac{1}{\epsilon_2} - 1$$

ϵ = Glasrutornas emittans

σ_s = $5,7 * 10^{-8}$ [W/m²K⁴]

T_m = Glasrutornas medeltemperatur i Kelvingrader

För vanliga glas gäller $\epsilon = 0,9$. Vid ett avstånd på 30 mm mellan rutorna samt att temperaturerna på rutorna är + 5°C respektive + 15°C erhålls $R_{spalt} = 0,18 \text{ m}^2\text{K/W}$. U-värdet för ett tvåglasfönster blir således $U = 2,9 \text{ W/m}^2\text{K}$. På motsvarande sätt fås U-värdet för ett treglasfönster till $U = 1,9 \text{ W/m}^2\text{K}$.

För att sänka U-värdet hos ett fönster finns tre olika möjligheter:

- Flera glasrutor, varje spalt ger ett bidrag till värmemotståndet
- Minska α_{kl} , vilket ger ett större värmemotstånd i spalten. α_{kl} kan minskas genom att ersätta luften med gas med lägre värmekonduktivitet än luft. Genom att exempelvis använda argon kan spaltens värmemotstånd ökas med 25 %
- Minska α_s genom att minska glasrutornas emittans. Detta kan göras genom att belägga ytorna med ett lågemissionsskikt

⁹ Sandin K. (1988), *Värme Luftströmning Fukt*

2.9 Genomsnittlig värmegenomgångskoefficient U_m

Genomsnittlig värmegenomgångskoefficient för byggnadsdelar bestämd enligt standarden prEN ISO 13789 och SS 02 42 30 samt beräknas enligt nedanstående formel.

$$U_m = \frac{\left(\sum_{i=1}^n U_i A_i + \sum_{k=1}^m l_k \psi_k + \sum_{j=1}^p \chi_j \right)}{A_{om}} \quad [\text{W/m}^2\text{K}]$$

där

U_i	= Värmegenomgångskoefficient för byggnadsdel i	$[\text{W/m}^2\text{K}]$
A_i	= Arean för byggnadsdelens i:s yta mot uppvärmd inneluft För fönster, dörrar, portar och dylikt beräknas A_i med karmyttermått	$[\text{m}^2]$
Ψ_k	= Värmegenomgångskoefficient för den linjära köldbryggan k	$[\text{W/mK}]$
l_k	= Längden mot uppvärmd inneluft av den linjära köldbryggan k	$[\text{m}]$
χ_j	= Värmegenomgångskoefficienten för den punktformiga köldbryggan j	$[\text{W/K}]$
A_{om}	= Sammanlagd area för omslutande byggnadsdelars ytor mot uppvärmd inneluft. Med omslutande byggnadsdelar avses sådana byggnadsdelar som begränsar uppvärmda delar av bostäder eller lokaler mot det fria, mot mark eller mot delvis uppvärmda utrymmen.	$[\text{m}^2]$

2.10 Köldbryggor

Värmeflödet genom en homogen skiva är överallt lika vid given total temperaturdifferens. Om trots det någon del av skivan skulle ha något lägre värmemotstånd än skivan i övrigt, blir det ett ökat värmefflöde där. Inom byggnadstekniken benämns detta som en köldbrygga.

Yttemperaturen på vägg, golv och tak blir lägre i områden med köldbryggor än på konstruktionen i övrigt. Till exempel så uppträder kondens i första hand där det finns köldbryggor. På en väggs insida blir ytan lite kallare och fuktigare vid köldbryggan och på utsidan lite varmare och torrare. Detta kan ibland ses på fasader vid något ojämn uttorkning och yttrar sig ofta i nyansskillnader som är tillfälliga. Som exempel på köldbryggor kan nämnas träreglar i väggen, hörn och bjälklagsanslutningar. I vissa väggkonstruktioner finns metalliska infästningar, så kallade kramlor. Värmeledningsförmågan för metall är mycket stor i jämförelse med vanliga isolermaterial.

Man skiljer på linje- och punktköldbryggor. Linjeköldbryggor kan exempelvis vara bjälklagsinfästningar eller fönsteranslutningar medan punktköldbryggor är som namnet antyder punktformiga köldbryggor som exempelvis utgörs av spikar, skruvar eller kramlor.

Köldbryggor är inte bara ett komfortproblem utan även ett problem i hälsosynpunkt eftersom de kan leda till fuktproblem, mögel eller smutsansamlingar.

3 Termisk komfort

Termisk komfort definieras som det sinnestillstånd som innebär tillfredsställelse med den termiska miljön. Om en människa upplever termisk komfort eller inte avgörs i första hand av både individuella önskemål och av följande sex faktorer:

- Lufttemperatur
- Medelstrålningstemperatur
- Lufthastighet
- Luftfuktighet
- Människans fysiska aktivitet
- Klädernas värmeisolerande egenskap

De fyra första faktorerna avgör i princip det termiska klimatet medan den termiska komforten även i hög grad beror på de två sista faktorerna. Fyra storheter beskriver alltså det termiska klimatet, där luftfuktigheten normalt har minst betydelse. Lufthastigheten påverkar det termiska klimatet redan från ungefär 0,1 m/s. Medelstrålningstemperaturen påverkar människokroppens utbyte av värmestrålning och är ett viktat medelvärde av omgivande ytors temperatur. I en byggnad som har fönster med dåliga U-värden kan fönsterrutans låga temperatur påverka den termiska komforten negativt. Den kalla ytan leder till låg medelstrålningstemperatur och kallras vilket människokroppen kan uppfatta som drag. Egentligen är det så att värme transporteras från den varma människokroppen till den kallare ytan. Detta upplevs som att det strålar kallt. I äldre hus är det ofta fönster, dörrar och väggar som är kallast. Även ytor som ligger nära köldbryggor blir kalla. Luften kyls ned och blir tyngre och sjunker ner mot golvet. Detta kan resultera i att man fryser om fötterna om man sitter nära en mycket kall yta, som t ex en köldbrygga eller ett fönster. Med dagens krav på fönster och dess U-värden är det inte längre något stort problem med kallras. Förr placerades alltid radiatorerna under fönstret för att motverka denna effekt.

Ett annat problem som förekommer i äldre hus är otätheter. Dessa kan ge upphov till drag när luftrycket inomhus är lägre än luftrycket utomhus. Detta inträffar vintertid i byggnaders nedersta våningar. De här otätheterna bör åtgärdas då de även kan orsaka fuktskador inuti konstruktionen, eftersom fuktig och varm inomhusluft tränger ut genom samma otäthet.

Rekommendationer för ett gott inomhusklimat, vintertid¹⁰

- Den lägsta riktade operativa temperaturen i vistelsezonen beräknas bli 18°C i bostads- och arbetsrum och 20°C i hygienrum och vårdlokaler
- Den riktade operativa temperaturens differenser i rummets vistelsezon beräknas bli högst 5K
- Yttertemperaturen på golvet i vistelsezonen beräknas bli lägst 16°C och högst 26°C (i hygienrum lägst 18°C och i lokaler avsedda för barn lägst 20°C)
- Dessutom bör lufthastigheten i ett rums vistelsezon inte beräknas överstiga 0,15 m/s under uppvärmningssäsongen och lufthastigheten i vistelsezonen från ventilationssystemet får inte överstiga 0,25 m/s under övrig tid på året
- Den vertikala skillnaden i lufttemperatur mellan 0,1 m och 1,1 m över golvet skall vara mindre än 3°C

¹⁰ Boverket (2006), *Boverkets byggregler, BBR*

4 Ventilation

Syftet med lagen om energideklarationer för byggnader, SFS 2006:985 1 § är att främja en effektiv energianvändning och en god inomhusmiljö i byggnader. Den kanske väsentligaste byggnadsfaktorn för att erhålla en god inomhusmiljö är ventilationen. Med ventilation av en byggnad menas normalt utbyte av förorenad luft mot frisk luft utifrån. Tekniken för att åstadkomma detta varierar stort i byggnadsbeståndet. Allt från den äldre självdragsventilationen (ventilation typ S) via fläktstyrd frånluftsventilation (typ F) till de idag vanligare fläktstyrda till- och frånluftssystemen med värmeåtervinning (typ FTX). Utvecklingen har varit nödvändig då ändringar i byggnadsteknik och arkitektonisk utformning har skett.

Uteluftsflödet har i det svenska bostadsbeståndet kartlagts i en rikstäckande undersökning¹¹. Där hade enbostadshusen i medelvärde ett uteluftsflöde på 0,24 l/s,m², medan flerbostadshusen hade ett uteluftsflöde på 0,34 l/s,m². De här värdena kan jämföras med det som står i BBR som säger att kravet är 0,35 l/s,m² vilket motsvarar ett värde på 0,5 ”luftomsättningar” per timme vid normal takhöjd. Utöver det totala uteluftsflödet i bostaden är ventilationen i speciellt sovrummen av intresse. Det har visat sig att i framförallt äldre hus med självdragsventilation, där har ventilationen i sovrummen avvikit markant från ventilationen i bostaden totalt sett. I vissa fall har ventilationen i dessa rum varit nära noll då fönster och dörrar varit stängda, med höga koncentrationer av CO₂ som följd. På senare år då byggnaderna har blivit tätare har man nu blivit mer beroende av en god funktion av den styrda ventilationen

Regattan 4

I fastigheten Regattan 4 som energideklarerades i kapitel 13 har det genomförts en OVK. Det senaste besiktningsdatumet var 2003-09-26. Under denna funktionskontroll av ventilationssystemet har det visat sig att systemet fungerar mycket tillfredställande. I de 43 lägenheter som tillträde gavs till vid tillfället för besiktningen klarade alla lägenheter kraven på 0,35 l/s,m². De få anmärkningar som ges i protokollet är bland annat en stängd uteluftsventil samt ett par trasiga don. I övrigt ser det bra ut. Kommentarer som inte berör flödena är t ex att rensluckorna är svåråtkomliga då de ligger bakom ett förråd, remdriften slirar samt att fläkten bör konstant gå på helfart.

¹¹ Boman, Kronvall 1993

5 Areamätning

Boverket har i samband med lagen om energideklARATIONER tagit fram ett nytt areabegrepp, A_{temp} . A_{temp} skiljer sig från det tidigare begreppet uppvärmd bruksarea, BRA. Enligt den svenska standarden "Area och volym för husbyggnader – Terminologi och mätregler" SS 02 10 53 omfattar A_{temp} golvarean i temperaturreglerade utrymmen avsedda att värmas till mer än 10°C, begränsade av klimatskärmens insida. I A_{temp} skall inte garagearean medräknas vilket den skall göras i bruksarean BRA. Där medräknas alla ytor som är begränsade av omslutande byggnadsdelars insida.

BRA - Bruksarea

I BRA ingår BOA (bruksarea för boutrymmen) och BIA (bruksarea för biutrymmen). I BIA ingår utrymmen som garage, pannrum, soprum och utrymmen som endast är avsedda att användas vissa delar av året som t ex inglasade utrymmen. Biarea kan även vara en källarvåning om golvet ligger under omgivande marknivå. I sluttningshus där delar av golvet ligger under omgivande marknivå kommer delar av golvet att räknas som BIA medan andra delar kommer att räknas som BOA. Den del av golvet som ligger inom 6,00 meter från yttervägg mot det fria ovan omgivande marknivå, räknas som BOA. Den övriga delen räknas som BIA.

Innerväggar som är mindre än 30 cm tjocka räknas i sin helhet till BRA. Är väggen tjockare än 30 cm mäter man 15 cm in i väggen från angränsande rum. Den övriga delen av väggen räknas inte in i arean. Ytterväggar och väggar mot trapphus och grannar räknas inte alls.

På liknande sätt mäter man schakt, skortensstockar och pelare i fastigheter. Finns de inne i lägenheten och är tjockare än 30 cm mäter man 15 cm in i den från varje angränsande rum. Är de i direkt anslutning till de väggar som omger bostaden mäts de inte alls.

Finns det en trappa med ett trapphål mäts den area som trapphålet tar upp i varje våningsplan med i arean.

Förråd som går att komma åt via lägenheten räknas som BOA i både lägenheter och småhus. På samma sätt räknas köksinredningar, garderober och badkar med i BOA.

Snedtak

För att ett utrymme skall räknas krävs det en rumshöjd på minst 1,90 meter. Det finns ett undantag och det är vid snedtak. Här kan takhöjden vara lägre med en förutsättning att våningsplanet har en höjd på 1,90 meter på minst en bredd av 0,6 meter. Därefter mäts golvytan fram till ett vertikalt plan 0,6 meter utanför höjden 1,90 meter i takfallsriktningen. Med andra ord ska rum med snedtak där takhöjden är minst 1,90 meter hela våningsplanet räknas med i BOA.

LOA - Lokalarea

LOA definieras som bruksarea för lokalutrymmen.

ÖVA – Övrig area

Till övrig area räknas utrymmen såsom driftsutrymmen och allmänna kommunikationsutrymmen.

Golvyta

För vindslägenheter anges även "golvyta" som är BOA plus den del av golvytan under snedtak som ligger utanför BOA. För villor anges även biarea (BIA) i den uppmätta byggnaden.

Bruksarea (BRA) = Boarea (BOA) + Biarea (BIA).

Energideklarationens area

När A_{temp} ska bestämmas i flerbostadshus kan man utgå från de sen redan tidigare kända areabegreppen. Man adderar BOA, BIA, ÖVA, tidigare fråndragen area för tjocka väggar med area för mellanväggar mellan lägenheter. Från den summan dras sedan arean för ej klimatiserad area och för garage bort.

På liknande sätt beräknas A_{temp} för småhus. Där adderas BOA, BIA med tidigare fråndragen area för tjocka väggar. Från den summan dras arean för ej klimatiserad area och för garage bort.

6 Provtryckning

6.1 Inledning

En byggnads täthet har stor betydelse för energiprestandan och inneklimatet. Lufttätheten påverkar ventilationen av en byggnad och därmed energiförlusterna.

Otätthetens inverkan på energibehovet kan sammanfattas i följande punkter:

- Ett överskott av ventilationsluft måste värmas till rumstemperatur
- Otätheter kan ge upphov till drag som måste kompenseras med en höjning av rumstemperaturen, vilket ger ökade energiförluster
- Luftläckaget kan kyla ner partier av klimatskalets insidor. Rumstemperaturen måste höjas för att kompensera strålningsförlusterna

6.2 Metod

För att ta reda på byggnadens täthet utfördes en provtryckning i en lånad lägenhet i flerbostadshuset Regattan 4. Fastigheten är byggd 1955 och finns på Lidingö. Huset består av 51 lägenheter som är uppdelade på 5 trapphus. Den aktuella lägenheten är en enrumslägenhet på 39 m². För provtryckningen användes en Minneapolis Blower Door som lånats av institutionen för byggvetenskap på KTH. Samtliga ventiler och öppningar tätades i lägenheten. I dörröppningen anslöts en fläkt och en ram med tätningslister monterades i dörrkarmen. En röd duk spändes runt ramen och tre manometrar anslöts till lägenheten. En manometer är ansluten till ett litet hål i fläkten placerat vid en av de runda öppningarna (bild 6:1). Den är till för att kunna mäta flödet över fläkten. Fläkten har en switch för att kunna ändra rotationsriktning. Det går alltså att skapa både ett under- och övertryck med uppställningen. Luftläckaget vid 50 Pa över- eller undertryck används ofta som ett jämförbart värde på en byggnads täthet.



Bild 6:1

6.3 Utförande

I och med att lägenheten är frånluftsventilerad skapades ett undertryck vid mätningarna. Ett fönster i trapphuset öppnades för att trycket i trapphuset inte skulle störa mätningarna. Vid de första mätningarna kunde inte något flöde över fläkten registreras. Man såg dock tydligt både på manometrarna och på duken att ett stort tryckfall uppnåddes efter mycket kort tid. När balkongdörren öppnades sjönk trycket direkt och flödet över fläkten sköt i höjden. Därmed kunde man dra slutsatsen att uppställningen var korrekt. Men fortfarande kunde inte något användbart flöde med stängd balkongdörr läsas av. Som visas i bild 6:1 har fläkten åtta hål som går att täppa igen med frigolitpluggar. I ett av hålen är en manometerslang ansluten. Alla öppningar täpptes igen utom detta och plötsligt kunde man läsa av användbara mätvärden.

6.4 Resultat

6.4.1 Test 1

I denna körning är alla ventiler och öppningar i lägenheten tätade. Fläkten är placerad vid ytterdörren och balkongdörren är stängd, se bild 6:2. Tre körningar utfördes med snarlika resultat. Tryckfallet över fläkten lästes av och snittet över de tre körningarna återfinns i tabell 6:1. Till en början antogs denna lägenhet vara väldigt otät i och med att det är en gammal byggnad. Men körningen visade att den var tätare än det tidigare antagandet. Efter samtal med hyresvärden har det visat sig att alla fönsterlister är nybytta¹² vilket troligtvis är orsaken till att huset är relativt tätt.

Runt ytterdörren som är av äldre modell saknas lister helt. Det kan därför misstänkas att en stor del av ventilationsluften kommer in denna väg. Därför placerades fläkten och mätutrustningen över balkongdörren i ett andra test.

Tabell 6:1

Test 1, Lägenhetsdörr						
Öppet fönster i trapphus	ΔP_{hus}	8	18	27	40	50
7 pluggar i fläkten	Luftflöde [l/s]	31,7	44,7	54,5	66,5	74,1
(m ² avser flödet per omslutande väggyta)	Luftflöde per m ² [l/(s*m ²)]	0,45	0,64	0,78	0,95	1,06
	Pfläkt	10	20	30	45	56
	CFM (cubic feet per minute)	67,2	94,6	115,5	141	157

¹² Januari 2002

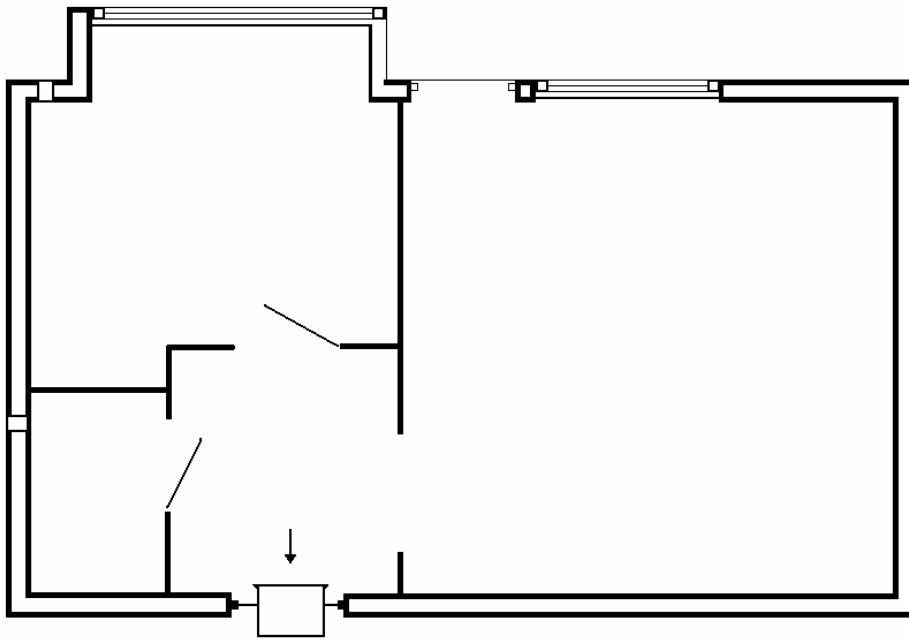


Bild 6:2

6.4.2 Test 2

I denna körning är alla ventiler och öppningar i lägenheten tätade och fläkten är placerad vid balkongdörren, se bild 6:3. Fönstret i trapphuset är fortfarande öppet och båda ytterdörrarna är stängda. Observera att det är två ytterdörrar av äldre modell som är placerade i samma karm (bild 6:3). Resultatet från tre körningar återfinns i tabell 6:2.

Tabell 6:2

Test 2, Balkongdörr						
Öppet fönster i trapphus	ΔP_{hus}	10	20	30	40	50
7 pluggar i fläkten	Luftflöde [l/s]	34,7	51	61,4	73,5	85,7
	Pfläkt	12	26	38	55	75
	CFM (cubic feet per minute)	73,5	108	130	155,8	181,5

Det är tre våningar i huset. Det kan antas att fönstren i trapphuset oftast är stängda och att tiden som entrédörren är öppen är försumbar. Därför valde vi att utföra ett tredje test.

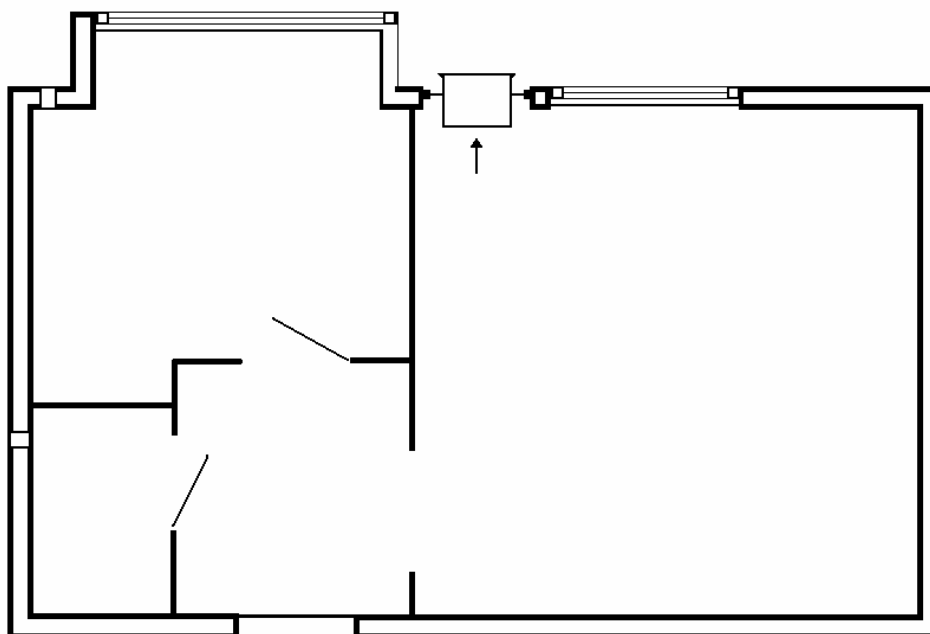


Bild 6:3

6.4.3 Test 3

I denna körning är alla förutsättningar som i test 2, förutom att fönstret i trapphuset är stängt. Den luft som kommer in genom ytterdörrarna motarbetas nu av tryckfallet som byggs upp i trapphuset. Som visas i tabell 6:3 påverkar detta mätvärdena avsevärt. Därmed är teorin så gott som bevisad. Den största otätheten är lägenhetens ytterdörrar.

Tabell 6:3

Test 3, Balkongdörr	ΔP_{hus}	10	20	30	40	50
Stängt fönster i trapphus	Luftflöde [l/s]	33,3	46,7	58	68	79,8
7 pluggar i fläkten	Pfläkt	11	22	34	47	65
	CFM (cubic feet per minute)	70,5	99	122,9	144	169

6.5 Slutsats

Lägenheten har visat sig vara ganska tät, detta beror med stor sannolikhet på att fönsterlisterna är utbytta. Test 2 och test 3 har båda visat att en stor del av ventilationsluften kommer in genom lägenhetens ytterdörrar som i nuläget är helt otätade. Vid fasadrenoveringen 2001 byttes alla fönsterlisterna ut, dock missades det att tätta alla lägenhetsdörrarna. För att ge ytterligare fog för denna teori används en värmekamera tillsammans med Blower Door i kapitel 10.

7 Termografering

7.1 Inledning

Alla föremål över den absoluta nollpunkten (-273.15°C) avger värme i form av infraröd strålning. Ett föremål avger mer strålning ju högre temperatur det har. Det är denna för människor osynliga strålning som värmekameran mäter. Temperaturen i ett stort antal punkter återges i en bild som har en färgskala där en färgton innebär en viss temperatur (se bild 7:1). Värmekameran ger snabbt och enkelt överblick över temperaturförhållanden och är därför ett värdefullt verktyg inom många områden. För att termografera den aktuella byggnaden användes en ThermoCAM™ E320 som lånats av Flir System i Danderyd.

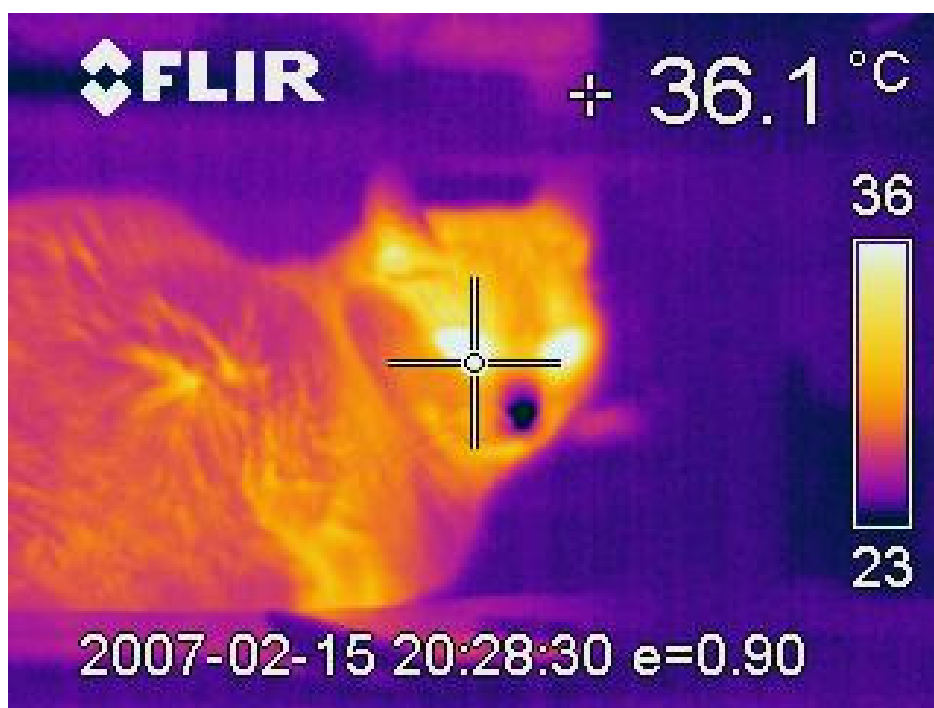


Bild 7:1

7.2 Termografering av byggnadens utsida

En värmekamera kan på ett smidigt sätt återge temperaturvariationer hos ett objekt. Men man får inte ha en övertro på kamerans förmåga. Det är lätt att dra fel slutsatser om man inte har tillräckliga kunskaper i grundläggande byggnadsfysik. Det har hänt att folk med kamerans hjälp extrapolerat fram U-värden för olika byggnadsdelar. Värmekameran visar temperaturen på utsidan av huset. Temperaturen beror på flera saker (t ex vindförhållanden) och inte bara på väggens värmemotstånd. Det är därför omöjligt att med kamerans hjälp få fram en siffra på ett U-värde, däremot är kameran ett bra verktyg för att se temperaturvariationer på väggens utsida. Det är lätt att se svagheter i konstruktionen och köldbryggor framträder tydligt. De flesta byggnadsmaterial har en emissionsfaktor på 0,9 men vissa material har en lägre emissionsfaktor, t ex metall. Metallytor kan ha en emissionsfaktor mellan 0,3 och 0,9. Dessa material ser varmare ut i kameran än vad de egentligen är. Värmekameran som lånats av Flir har en funktion där förväntad emissionsfaktor kan ställas in. I detta arbete är alla bilder tagna med emissionsfaktor 0,9.

Bild 7:3 på nästa sida visar hur viktigt det är att tänka sig för innan slutsatser dras om väggens värmemotstånd. Bilden föreställer en utstickande sektion av väggen. Innerhörnet på väggen är varmare än ytterhörnet. Detta beror inte på att väggen är sämre isolerad i innerhörnet.

Vindförhållandena spelar en stor roll i detta sammanhang. I innerhörnet står luften praktiskt taget stilla medan ytterhörnet kyls på ett effektivare sätt av vinden.

En annan effekt är att innerhörnet ”värms” av tre fjärdedelar vägg medan ytterhörnet endast värms av en fjärdedel vägg. Se bild 7:2 för en förklarande illustration. I cirkel 1 är det tre fjärdedelar luft. I cirkel 2, tre fjärdedelar vägg. Det är alltså grundläggande fysik som ligger bakom temperaturskillnaden och inte väggens isolerande förmåga.

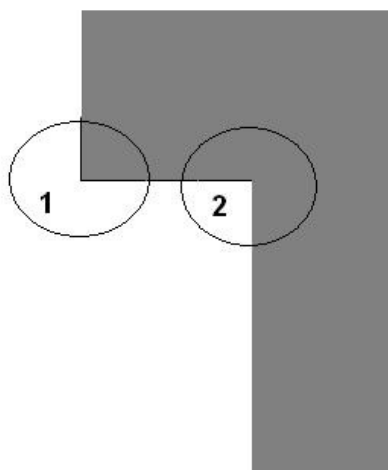


Bild 7:2

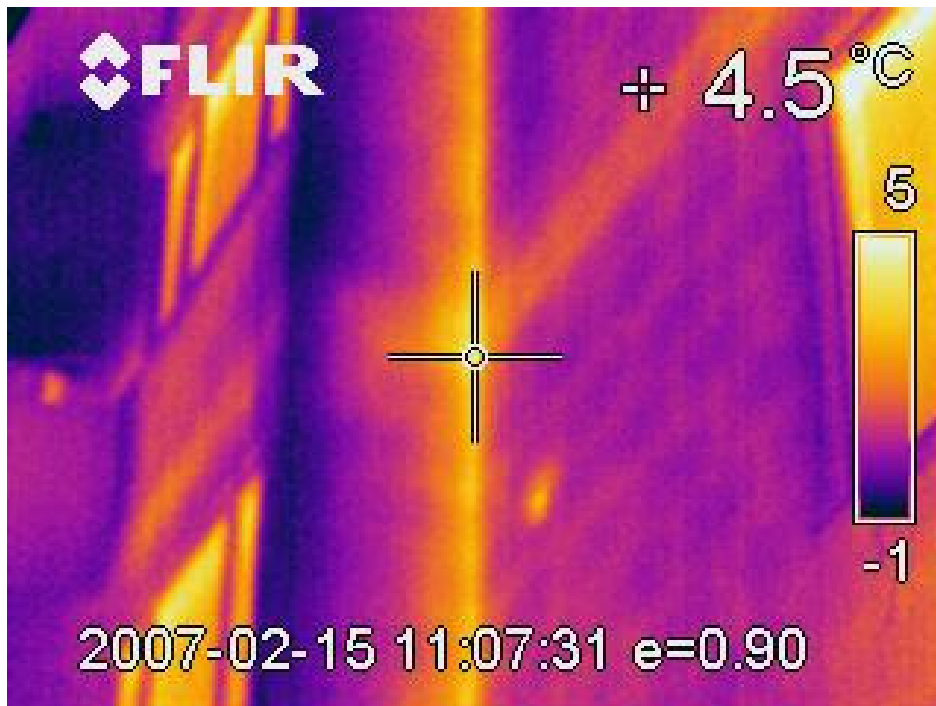


Bild 7:3



Bild 7:4

7.3 Linjeköldbryggor

7.3.1 Bjälklagsinfästningar

Bild 7:5 och bild 7:6 är tagna längs husets västra sida. Vid fototillfället var utetemperaturen -5°C . I bilderna framträder våningsbjälklagen tydligt. Mer värme tar sig ut vid infästningen av våningsbjälklagen.

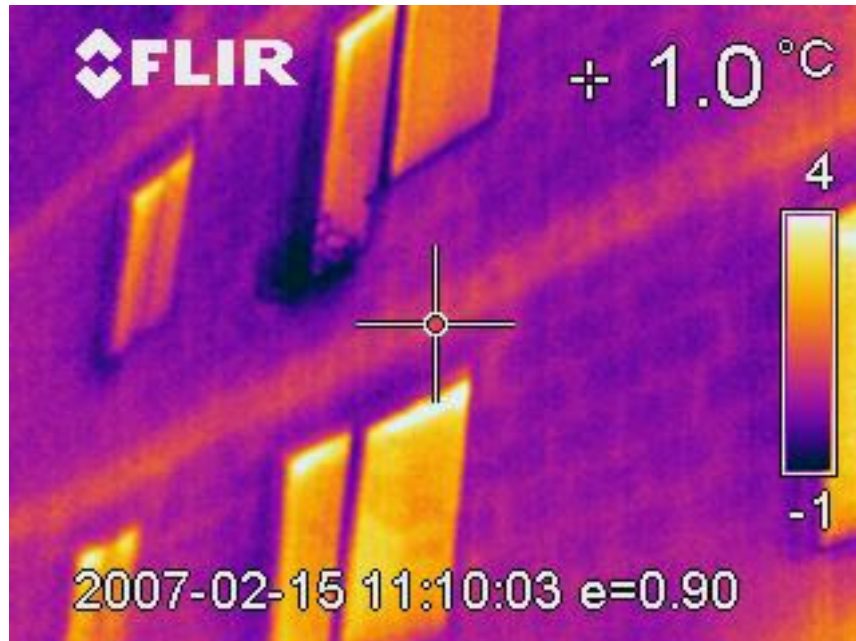


Bild 7:5

Vid noga betraktelse av bild 7:5 syns väggens uppbyggd. Rutnätet som framträder på väggen beror på att väggen är uppbyggd av lecablock. Blocken isolerar bättre än murbruket mellan blocken.

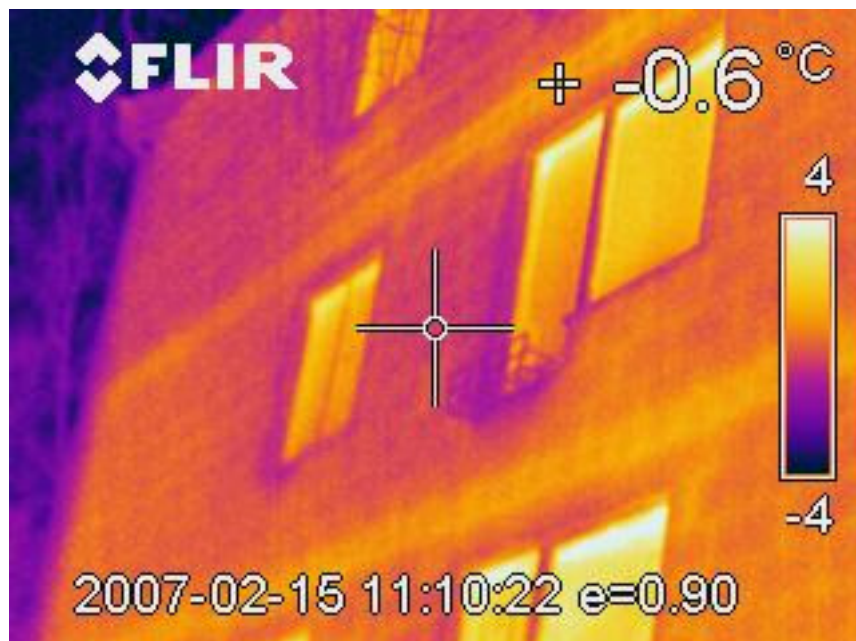


Bild 7:6

7.3.2 Garageportar

Bild 7:7 visar att mycket värme läcker ut genom garageportarna. Vid dörrarnas ovansida är det ca 10°C. Att täta dörrarna skulle minska värmeförlusterna. Det finns ingen isolering i våningsbjälklaget mellan garage och lägenhet, en sänkning av garagetemperaturen är i dagsläget inte möjligt. I nuläget är det ca 20°C i garagen.

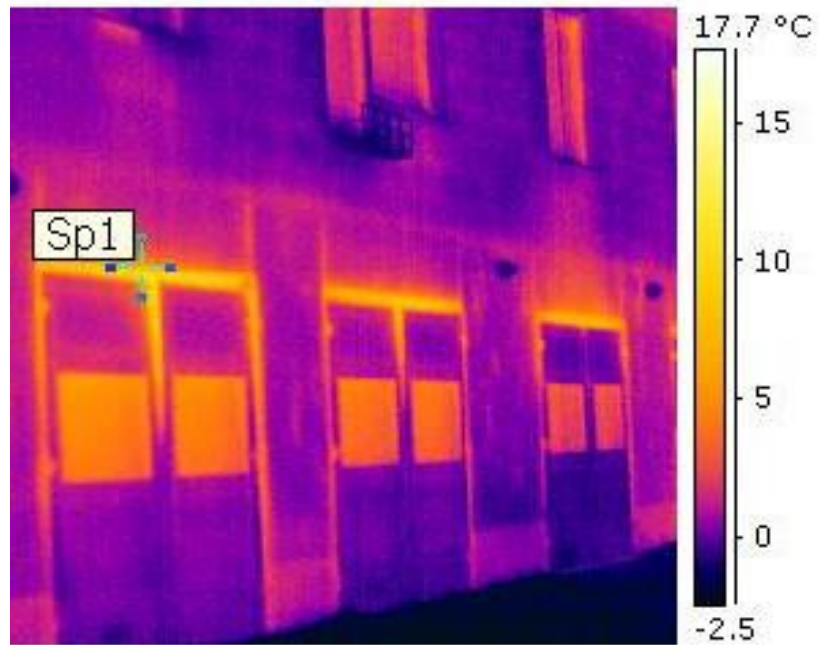


Bild 7:7

7.3.3 Fönsteranslutningar

I många av bilderna ser fönsteranslutningarna kallare ut än övriga väggen (bild 7:8). Detta beror sannolikt på att de sticker ut en bit från fasaden och att de har en annan emissivitet. Det är bättre att ta kort med värmekameran från insidan av huset för att studera linjeköldbryggor som beror på fönsteranslutningarna.



Bild 7:8

7.4 Termografering av byggnadens insida

Vinden

Bild 7:9 och 7:10 är tagna uppe i byggnadens vindsutrymme. De varma partier som framträder på bilden är frånluftskanaler. De är som mest ca 15°C, utrymmet i övrigt är ca 5°C vid fototillfället. För att ta vara på denna värmeenergi är det möjligt att installera en frånluftsvärmepump.

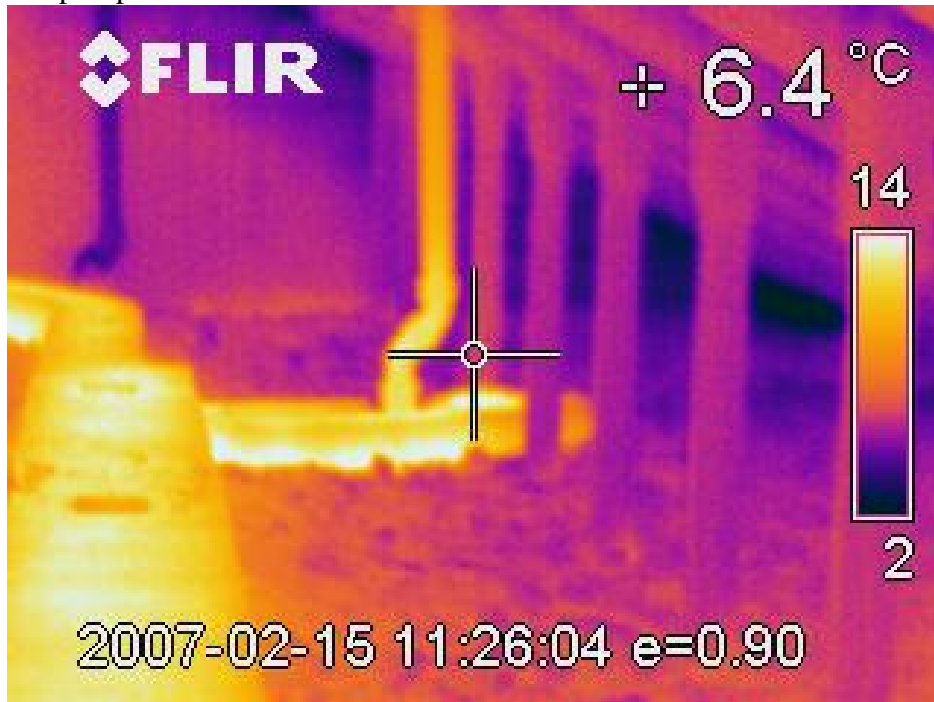


Bild 7:9

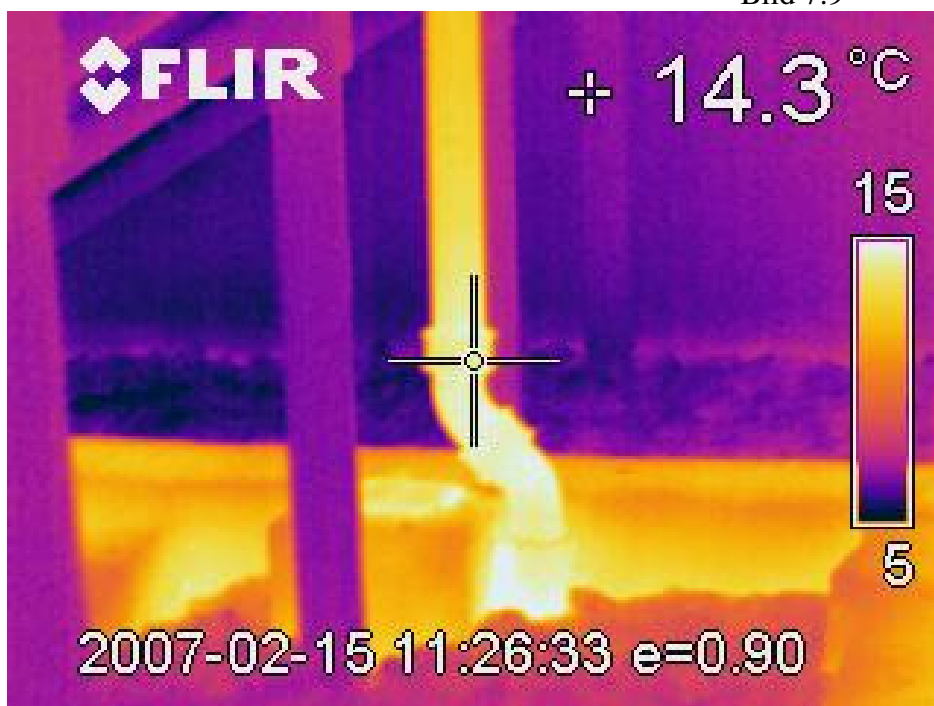


Bild 7:10

Denna del av vinden har ett 10 cm tjockt lager med krossade lättklinkerkulor som ligger ovanpå en 3 cm tjock mineralullsfilt. Under mineralullen är det 16 cm armerad betong. Bild 7:11 visar temperaturprofilen på vindens isolering.

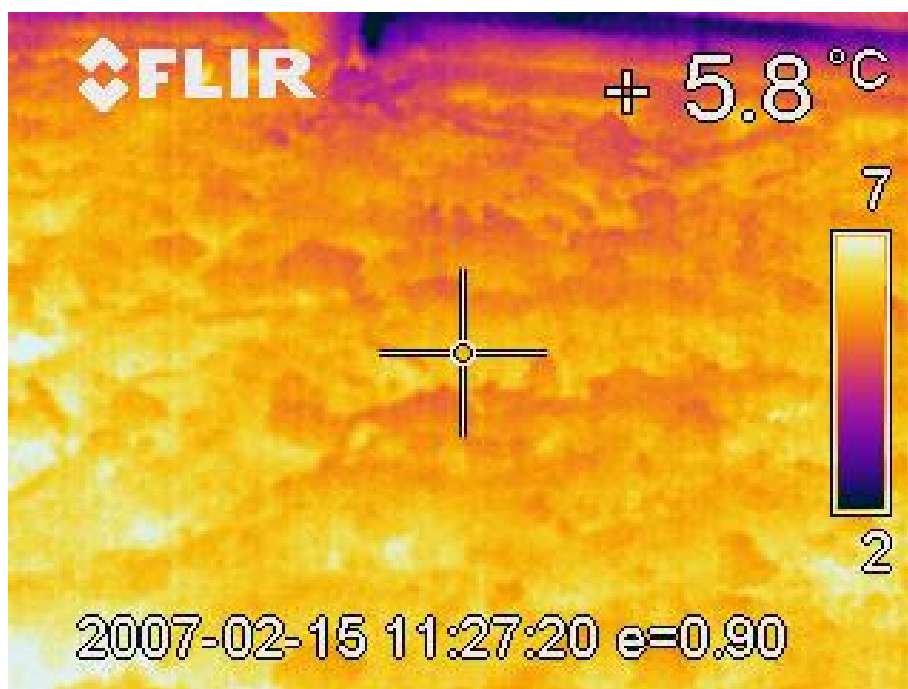


Bild 7:11

Bild 7:12 är tagen upp på vinden mot en vägg på ena kortsidan. I utrymmet bakom väggen finns det vindsförråd och alldeles intill väggen på baksidan står det en frånluftsfläkt som värmer väggen.

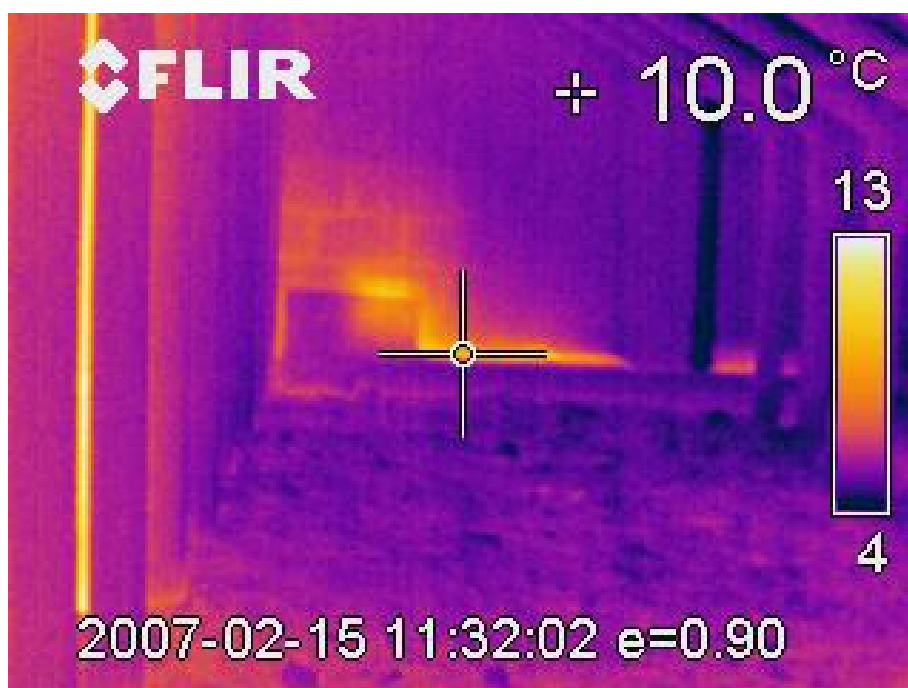


Bild 7:12

7.5 Sammanfattning

En värmekamera kan på ett överskådligt sätt visa temperaturvariationer hos ett objekt. Vid en energibesiktning kan den användas till att lokalisera köldbryggor, men inte säga något om storleken på dessa. För att göra detta krävs en större analys av hur väggen är uppbyggd. Det är lätt att överskatta värmekamerans förmåga, i samband med energibesiktningar är de endast användbara till att finna otätheter och köldbryggor i klimatskalet.

8 Termografering i lägenhet

8.1 Inledning

Ett bra sätt att hitta otätheter i en byggnad är att ta kort med en värmekamera. Från insidan ser man var kylan tar sig in och på utsidan ser man var värmen läcker ut. För att förstärka effekten skapades ett konstant undertryck i lägenheten på 50 Pa med en Minneapolis Blower Door. Ett kort togs med en värmekamera på utvalda platser innan undertrycket skapades. Efter 15 minuters undertryck togs nya bilder. Utetemperaturen vid fototillfället var -2°C .

8.1.1 Vy 1

Pilen i bild 8:1 visar var i lägenheten de första två värmekorten är tagna. Kameran är riktad upp i det övre hörnet (Bild 8:2). Hörnet är ett typiskt ställe där kall luft kan tänkas ta sig in.

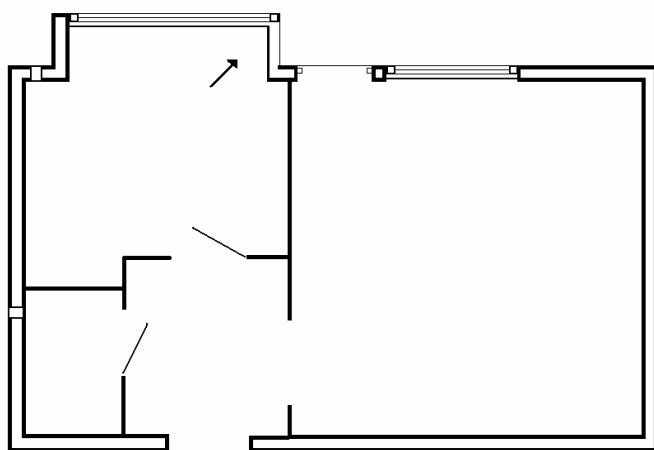


Bild 8:1



Bild 8:2

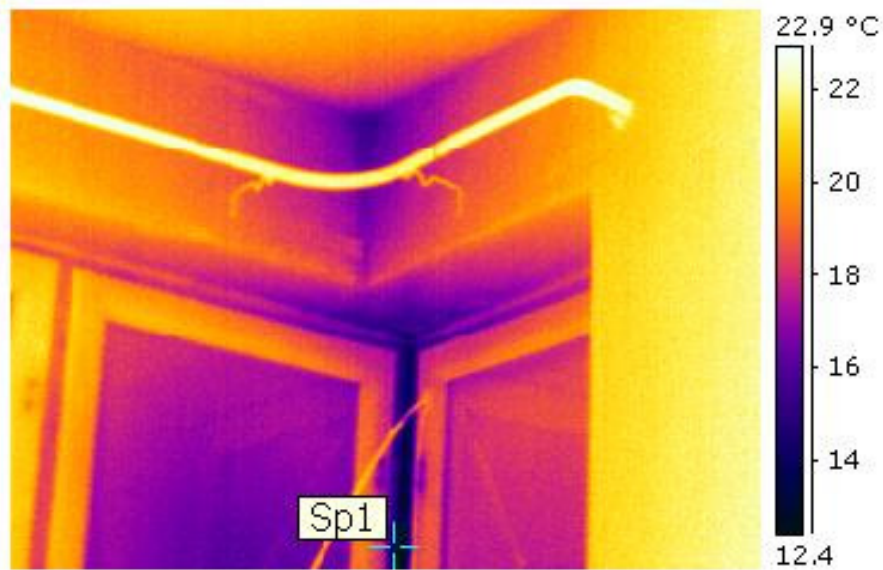


Bild 8:3, Hörn innan fläkten startades

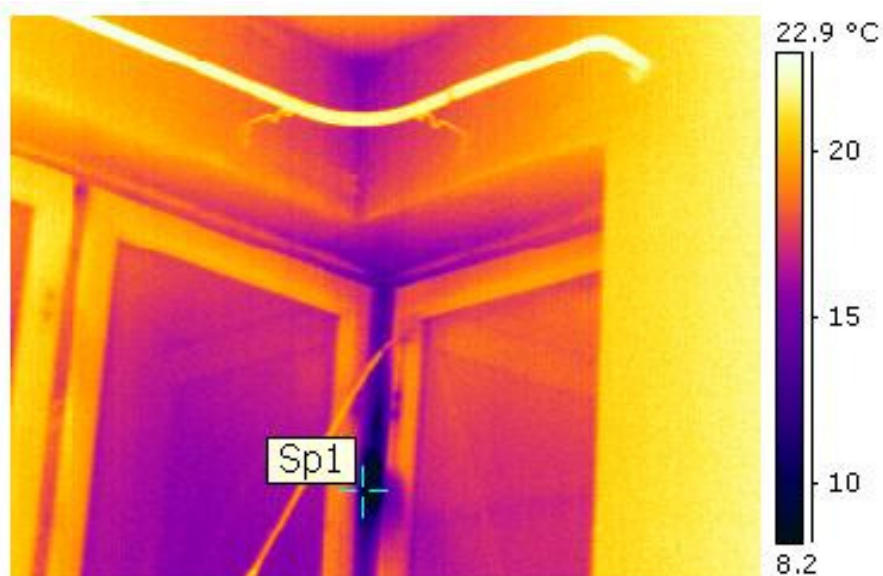


Bild 8:4, Hörn efter 15 min undertryck

I den kallaste punkten i bild 8:3 (Sp 1) är det 12,5°C. I samma punkt i bild 8:4 är bara 8,5°C. Efter det att lägenheten har stått i ett undertryck på 50 Pa i 15 min har alltså temperaturen i denna punkt sjunkit med 4°C. Det är förmodligen en otäthet i fönsterlisten på detta ställe. En jämförelse med andra punkter på bilderna visar inte en lika tydlig temperaturminskning. I det övre hörnet på bilden har temperaturen bara sjunkit med 0,1°C.

8.1.2 Vy 2

Denna vy är över balkongdörrens nederkant, se bild 8:5 och 8:6. Även detta är ett typiskt ställe där kall luft brukar leta sig in. Bild 8:7 är tagen innan fläkten satts igång och bild 8:8 är efter 15 minuters undertryck på 50 Pa.

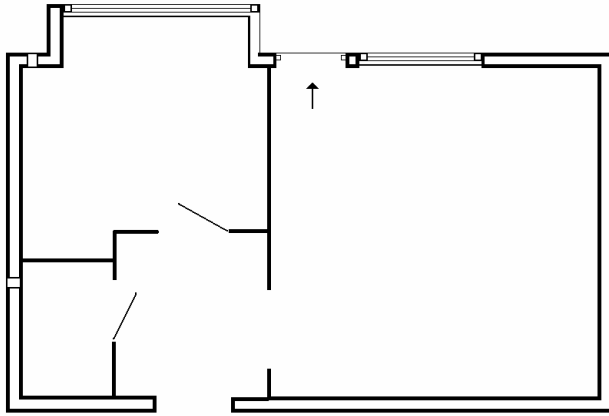


Bild 8:5



Bild 8:6

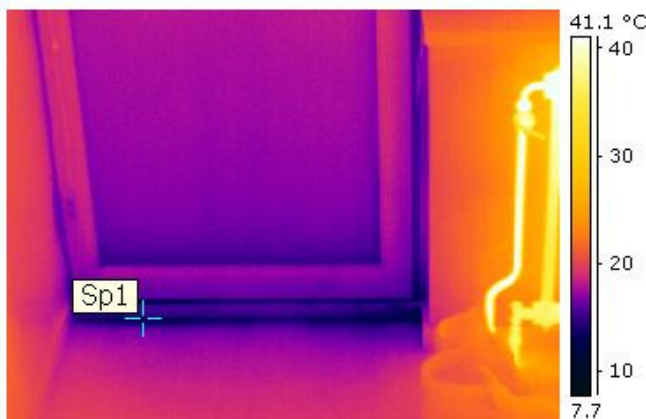


Bild 8:7

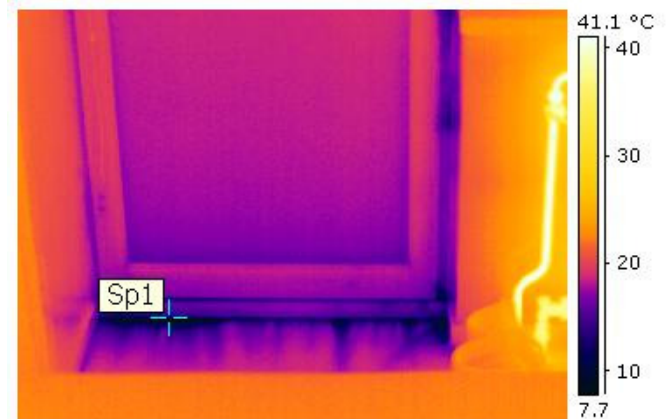


Bild 8:8

I punkten Sp 1 i bild 8:7 är det 12,9°C. I samma punkt i bild 8:8 är det bara 7,7°C. Det har alltså blivit 5,2°C kallare efter 15 minuters undertryck. I Bild 8:8 ses även de ”gardiner” av kyla som har tagit sig in längs golvet under balkongdörren. Det är alltså inte bara i punkt Sp 1 som det har blivit kallare i detta fall. Längs hela balkongdörrens nederkant har det blivit betydligt kallare. Balkongdörrens sidor har däremot stått emot luftläckage bra och håller ungefär samma temperatur som innan undertrycket. Med undantag för ett område som syns i övre delen i bild 8:8, där det blivit 4 grader kallare.

8.1.3 Vy 3

Denna vy är över balkongdörrens överkant, se bild 8:9 och bild 8:10. Även detta är ett ställe där kallluft kan tänka sig leta sig in.

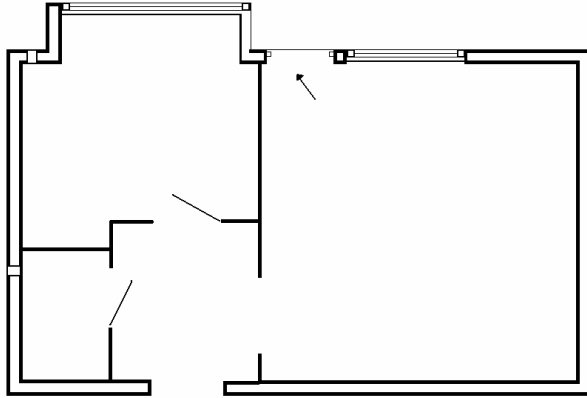


Bild 8:9



Bild 8:10

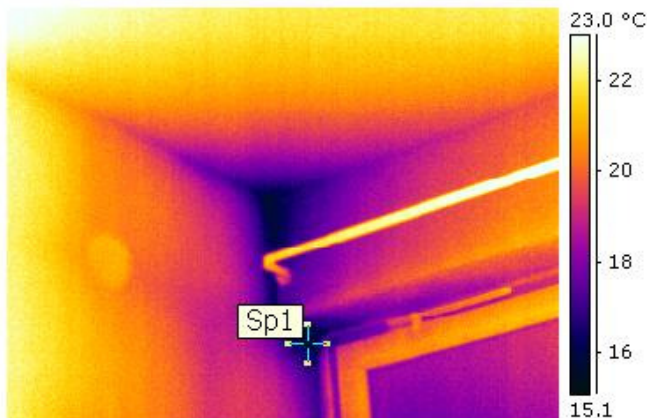


Bild 8:11

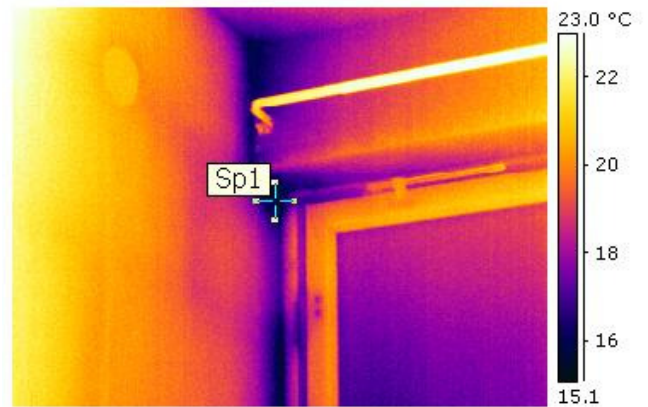


Bild 8:12

I punkten Sp 1 i bild 8:11 är det 15,6°C, samma punkt fast efter 15 minuters undertryck (Bild 8:12) är det 15,1°C. Detta hörn har alltså stått emot luftläckage mycket bra.

8.1.4 Vy 4

Denna vy är över köksfönstrets nederkant, se bild 8:13 och 8:14.

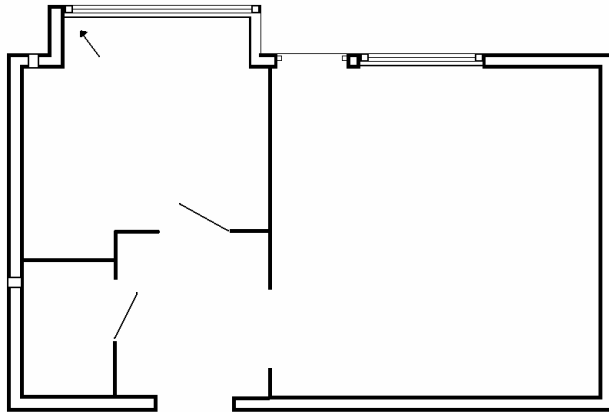


Bild 8:13



Bild 8:14

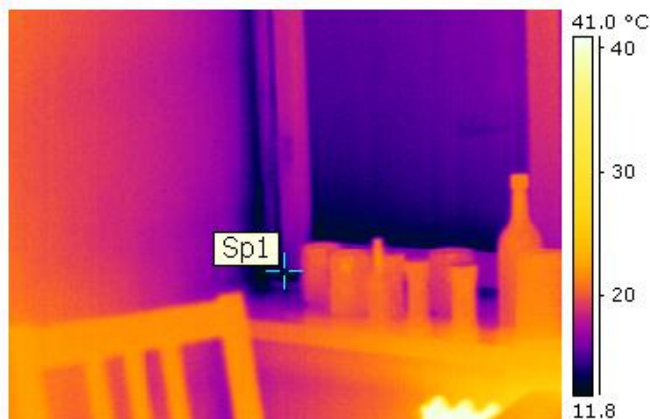


Bild 8:15



Bild 8:16

I punkten Sp 1 i bild 8:15 är det 12,2°C, samma punkt fast i Bild 8:16 är det bara 9,2°C. Det har alltså blivit 3 grader kallare efter 15 minuters undertryck. I övrigt har fönsterkarmen stått emot luftläckage bra, på andra områden längs karmen är temperaturen bara försumbart lägre efter undertrycket.

8.1.5 Vy 5

Denna vy är över vardagsrumsfönstrets överkant, se bild 8:17 och 8:18

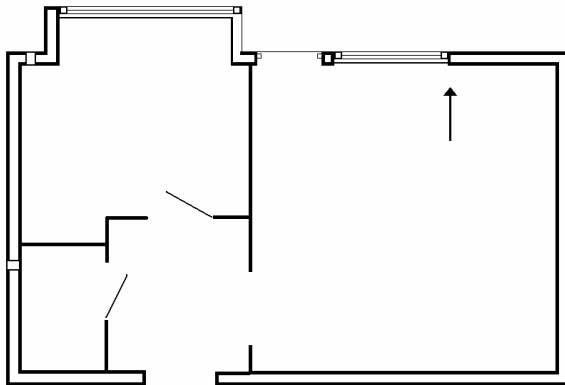


Bild 8:17



Bild 8:18

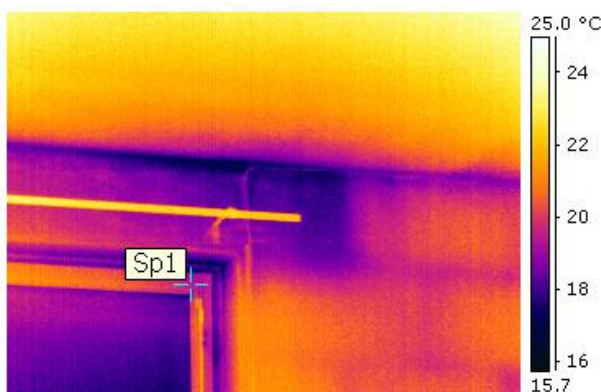


Bild 8:19

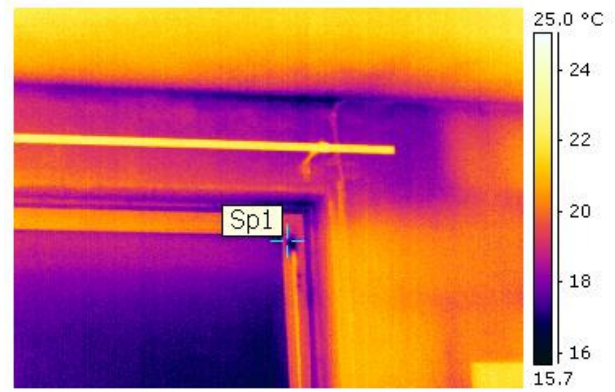


Bild 8:20

I punkten Sp 1 i bild 8:19 är det 19,5°C, samma punkt fast i Bild 8:20 är det bara 15,7°C. Som visas i bild 8:20 är det bara en lokal fläck där det har blivit kallare. Det är förmodligen det hål där vajern till persiennerna går in. Genom hålet har det förmodligen sugits in kall luft under undertrycket. Detta är mest en rolig detalj som inte påverkar inomhusklimatet nämnvärt. I övrigt har fönstret stått emot luftläckage mycket bra då temperaturskillnaderna är obetydliga.

Vid noga studerande av bilderna syns hur väggen är uppbyggd. Murbruket mellan lättbetongblocken isolerar sämre än själva blocken och ett mönster uppenbarar sig på väggen. Detta har utnyttjats för att begripa hur huset är uppbyggt då detaljritningar av huset inte gick att finna.

8.2 Slutsats

Lägenheten har visat sig vara tätare än vad som från början antas. Det beror förmodligen till stor på att fönsterlisterna är nybytta. De ställen som inte var så täta var balkongdörrens nedre karm och två fönsterlister runt köksfönstret. Inga luftläckage uppe vid bjälklagets infästning i taket kunde hittas. Värmekameran avslöjar hur väggen är uppbyggd, murbruket mellan lättbetongblocken isolerar sämre än själva blocken och ett mönster uppenbarar sig på väggen.

9 Temperaturloggning

9.1 Inledning

Temperaturloggning undersöktes som metod, för att se om den kan vara till hjälp vid energibesiktningar av äldre flerbostadshus. Med hjälp av loggar (Tinytag Plus) kan man under en längre tid se hur temperatur och luftfuktighet varierar under dygnet. I detta arbete studeras endast temperaturvariationerna. Sex loggar användes i Regattan 4 på Lidingö. Fyra stycken placerades i lägenheten, en på balkongen och den sista i en frånluftskanal på vinden. Loggning av temperaturen varade från den 19 februari 2007 till den 3 mars 2007.

9.1.1 Balkong

En temperaturlogg placerades på balkongen för att få den aktuella utetemperaturen. Bild 9:1 och 9:2 visar placeringen. Som bilden visar ser man att den är både utsatt för solljus och den värmestrålning som huset alstrar. Balkongen är mestadels i skugga under dygnet. Graf 9:1 visar temperaturen på balkongen. Temperaturen varierar ganska kraftigt under mätperioden. De korta temperaturökningarna den 20:e och 21:a februari beror med största sannolikhet på solinstrålning dessa dagar. Väderdata över Stockholm de aktuella dagarna visar på liknande temperaturförhållanden¹³.

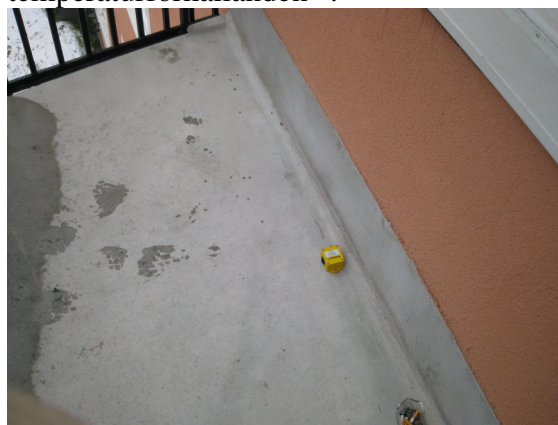


Bild 9:1

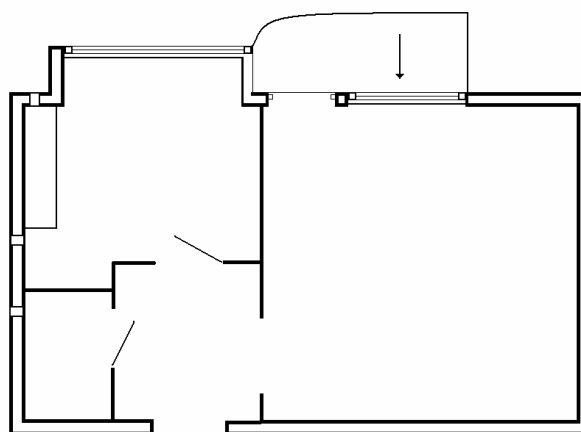
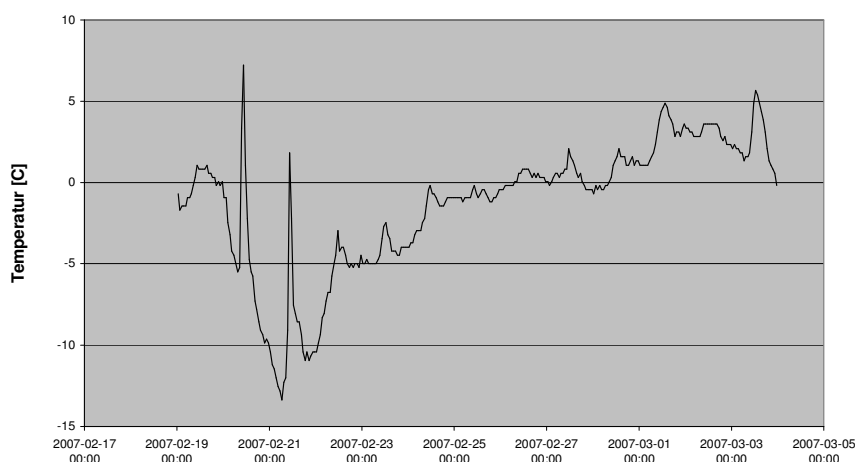


Bild 9:2

Balkong



Graf 9:1

¹³ www.slb.nu

9.1.2 Frånluft kök



Bild 9:3

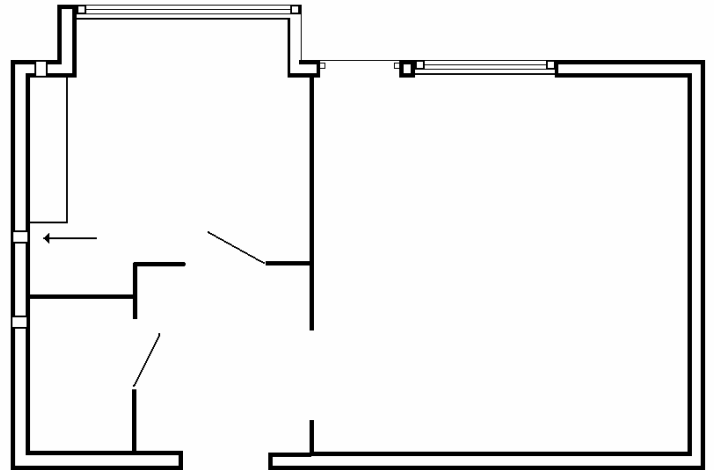
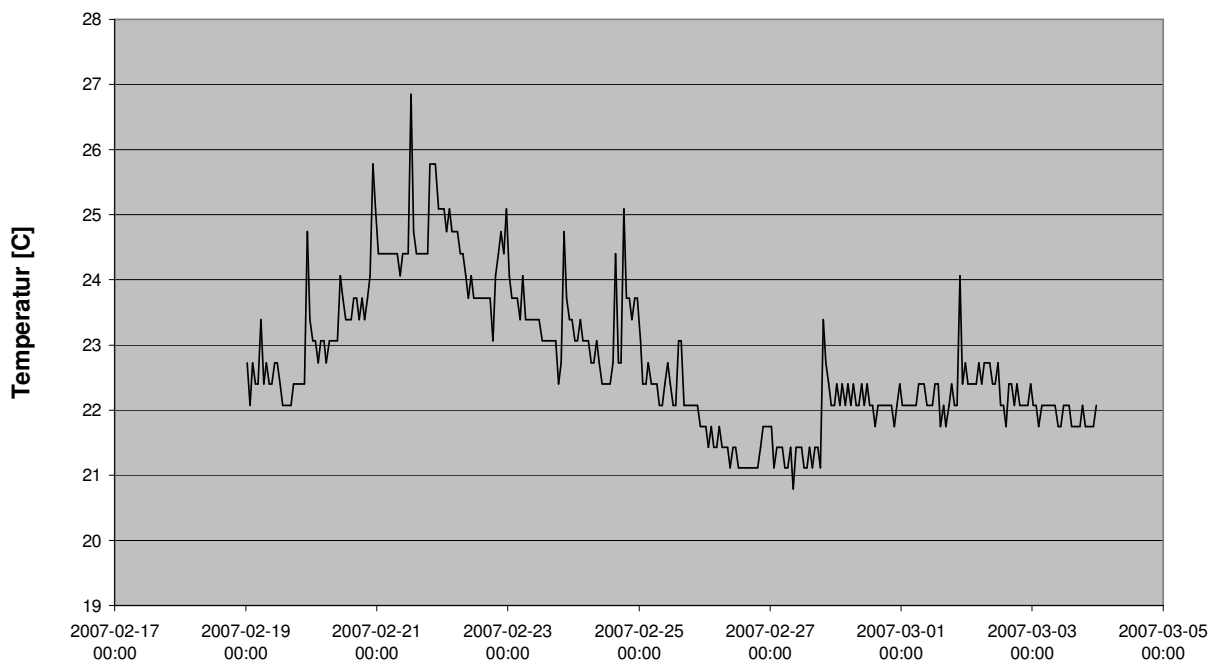


Bild 9:4

Bild 9:3 och bild 9:4 visar att den andra loggen är placerad vid frånluftsventilen i köket. Som bild 9:4 visar är den inte utsatt för direkt solljus. Loggen visar att temperaturen varierar mellan 21 och 27°C, se graf 9:2. De högsta temperaturerna beror sannolikt på matlagning. Medelvärdet under mätperioden var 22,7°C.

Frånluft kök



Graf 9:2

9.1.3 Frånluft bad

Bild 9:5 och 9:6 visar loggen vid frånluftsentilen i badrummet. Här varierar temperaturerna under försöket mellan 21 och 27°C. Precis som i fallet med loggningen i köket erhålls naturliga toppar i samband med dusch och bad. Under studien var medeltemperaturen i badrummet 23°C. Detta får anses vara normalt enligt de regler som BBR föreskriver, där den lägsta riktade operativa temperaturen i hygienrum får vara 20°C vid dimensionerande vinterutetemperatur, DVUT. Studien visar att det finns ett utrymme att sänka temperaturen någon grad.



Bild 9:5

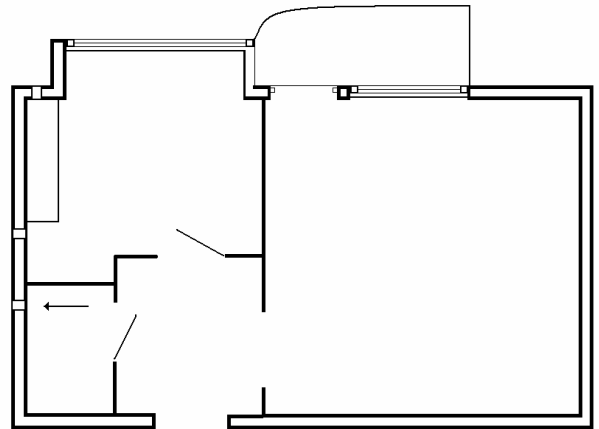
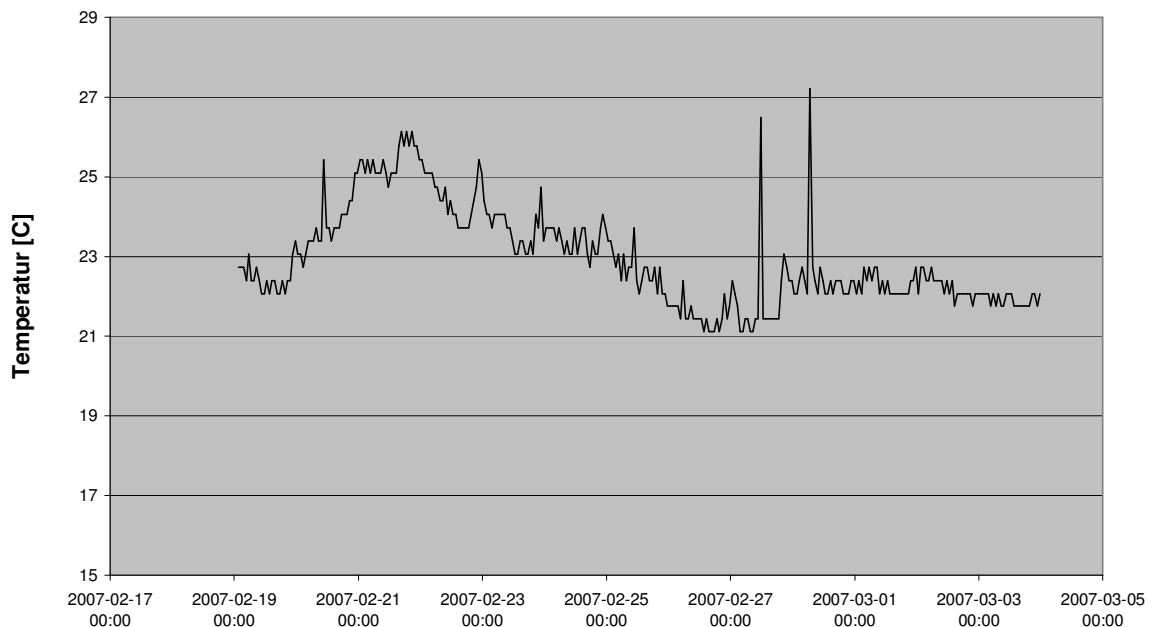


Bild 9:6

Frånluft Bad



Graf 9:3

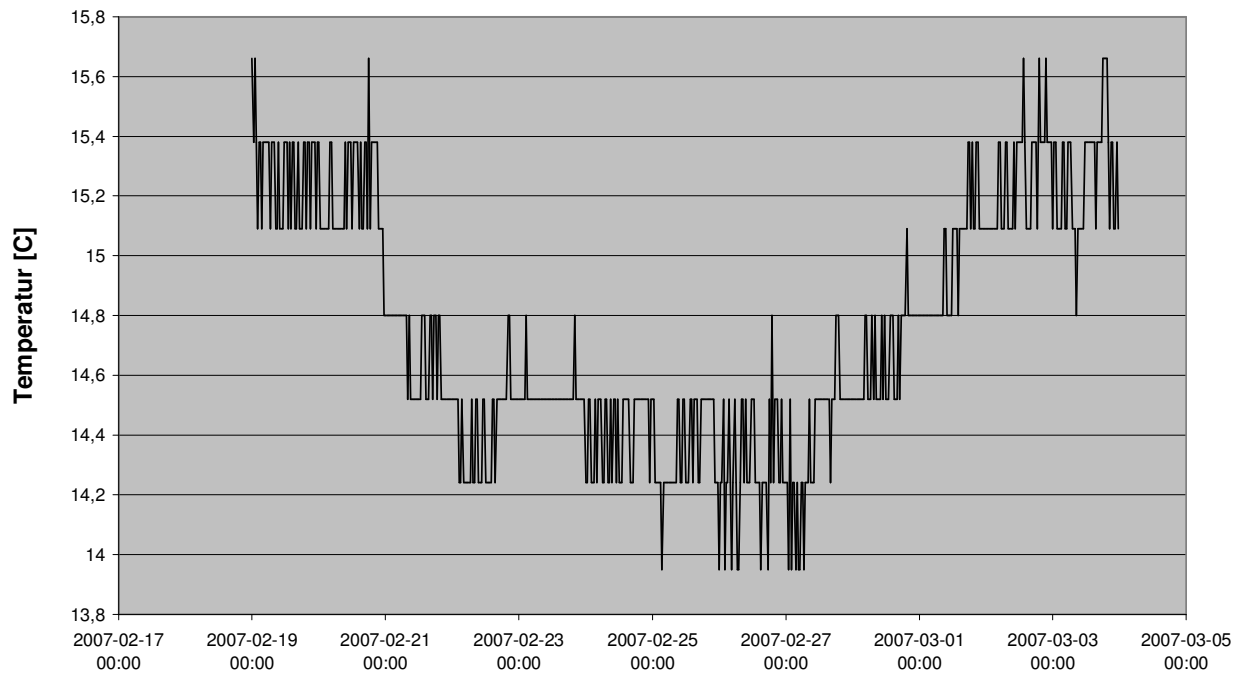
9.1.4 Frånluftskanal på vind

En temperaturlogg placerades i frånluftskanalen uppe på vinden. Detta då det är intressant att se hur mycket värme som lämnar fastigheten den här vägen. Samtidigt inses att det är värme som går att ta till vara på med hjälp av en frånluftsvärmepump. Bild 9:7 visar placeringen av loggern medan graf 9:4 visar temperaturvariationen i frånluftskanalen under försöket. Ur grafen kan läsas att temperaturen är relativt konstant. Temperaturen varierar mellan 13,9 och 15,7°C med en medeltemperatur på 14,75°C. Frånluftskanalen är inte isolerad varför det finns ännu mer värme att ta till vara på. Vid en eventuell installation av en frånluftsvärmepump skulle man behöva isolera och täta kanalerna för att få ut maximal effekt.



Bild 9:7

Frånluftskanal vind



Graf 9:4

9.1.5 Hörn i vardagsrum

En temperaturlogg placerades på golvet i ett hörn av vardagsrummet utmed ytterväggen, se bild 9:8. Är ytterväggen dåligt isolerad eller om bjälklagsanslutningen utgör en köldbrygga borde det synas med denna logg. Ur graf 9:5 kan man se att temperaturen varierar mellan 17,5 och 20,5°C. Medeltemperaturen under försöket var 19°C. En radiator är placerad under fönstret varför loggen till viss del är utsatt för strålningsvärme.

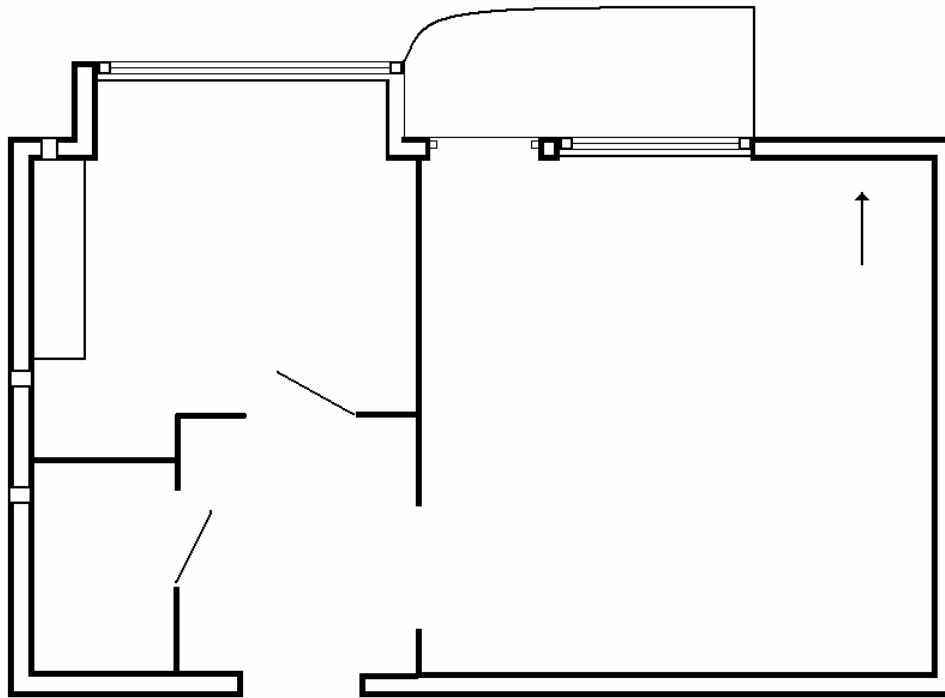
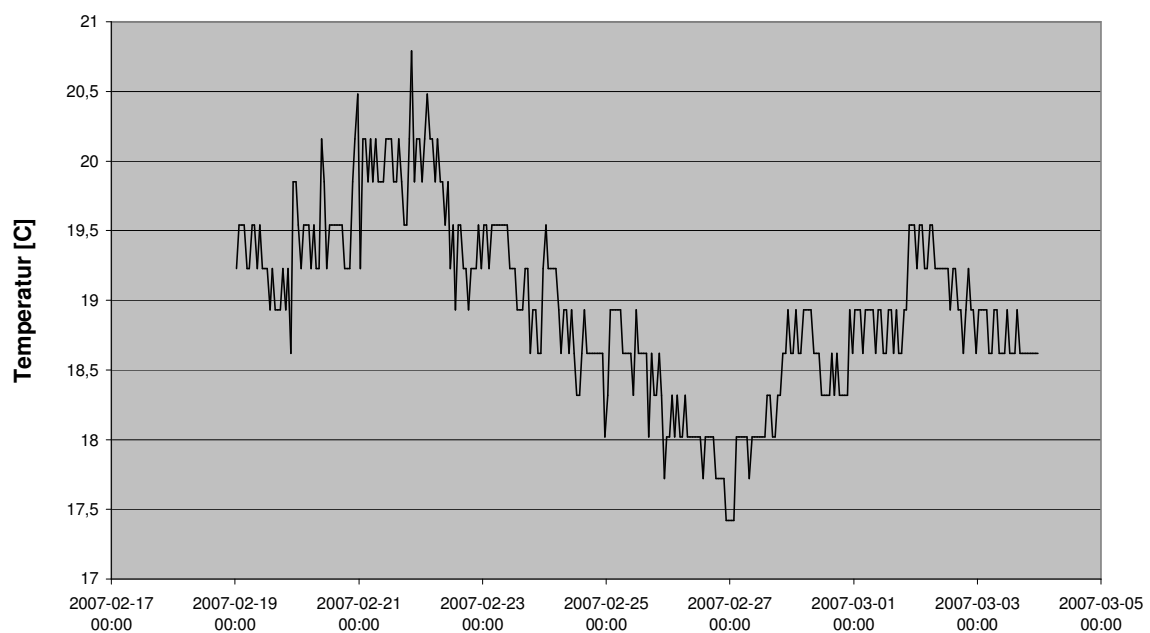


Bild 9:8

Hörn Vardagsrum



Graf 9:5

9.1.6 Kök

Den sista temperaturloggen placerades enligt bild 9:9 och 9:10 på handdukhängaren i köket. Temperaturen varierade mellan 19,5 och 27°C med ett medelvärde på 21,1°C. Medeltemperaturen för loggen som är placerad vid frånluftsventilen i köket visar på en medeltemperatur på 22,7°C, en skillnad på 1,6°C. Denna skillnad beror sannolikt på att loggen som är placerad vid handdukhängaren är utsatt för ett ökat utbyte av värmestrålning som orsakas av de stora glasytorna loggen är exponerad för (se bild 9:10).

Bild 9:10 visar även att loggen är exponerad för eventuellt solljus. Den 20 februari var förmodligen en solig dag. Detta bekräftar i graf 9:1 när temperaturen på balkongen ökar med 12°C inom loppet av 2 timmar för att sedan sjunka igen med 10°C på 2 timmar. Väderdata från SLB Analys¹⁴ bekräftar även detta.



Bild 9:9

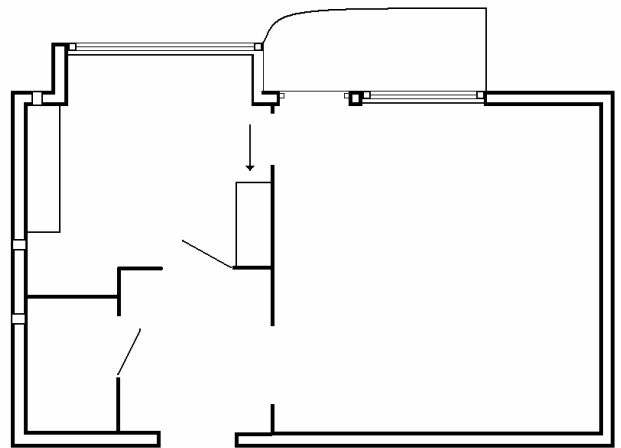
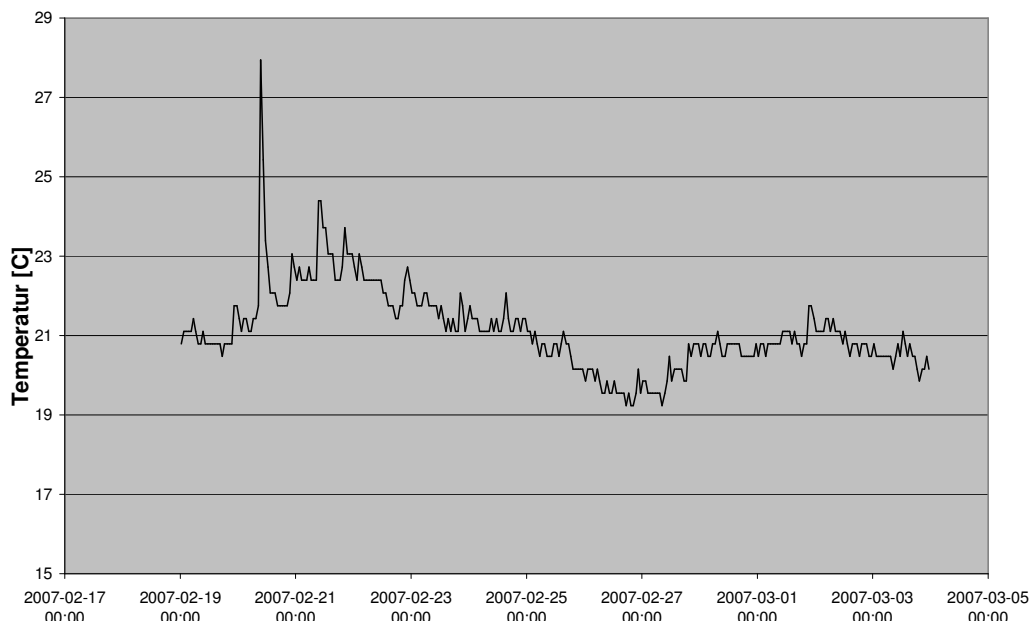


Bild 9:10

Kök



Graf 9:6

¹⁴ www.slb.nu

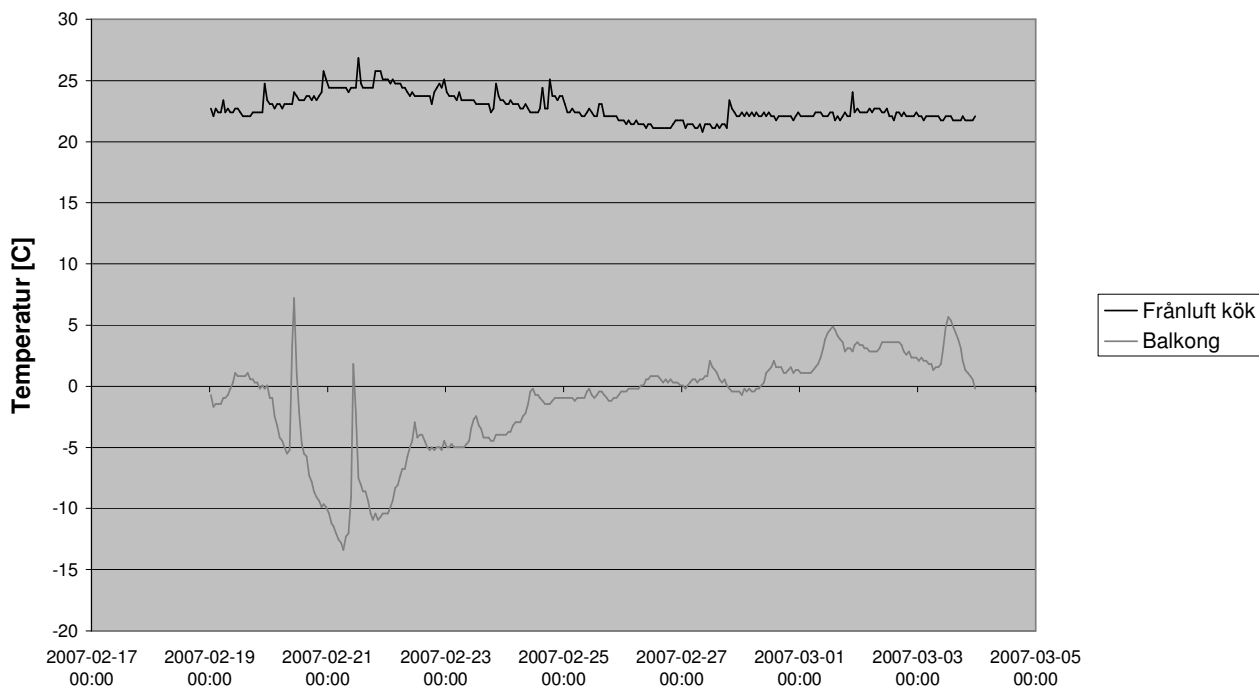
9.2 Temperatursamband

9.2.1 Frånluftstemperaturen i köket – temperaturen på balkongen

Under perioden 20 till 22:a februari var det en köldsvacka (graf 9:7), två korta toppar som beror på förmiddagssolen syns även tydligt. Frånluftstemperaturen i köket håller sig på en tämligen stabil nivå med ett medelvärde på 22,7°C. En intressant iakttagelse är att frånluftstemperaturen är högst när utetemperaturen är som lägst och att den sjunker i takt med att utetemperaturen stiger. Temperaturloggen i köket är placerad så att den inte utsätts för värmestrålning från någon radiator. Loggen visar ett bra medelvärde av rumstemperaturen då den är placerad vid frånluftsventilen. Resultatet av den här jämförelsen visar att temperaturregleringen som styr värmesystemet överreagerar något på yttre temperaturförändringar. Energieffektivast vore om rumstemperaturen tilläts sjunka någon grad när det är kallare ute. Fortums prissättning är utformad så att det är dyrare om man tillfälligtvis använder en hög effekt.

För att undersöka om de andra loggarna visar på en förhöjd rumstemperatur vid kallare väderlek jämförs frånluftstemperaturen på vinden med utetemperaturen i nästa kapitel.

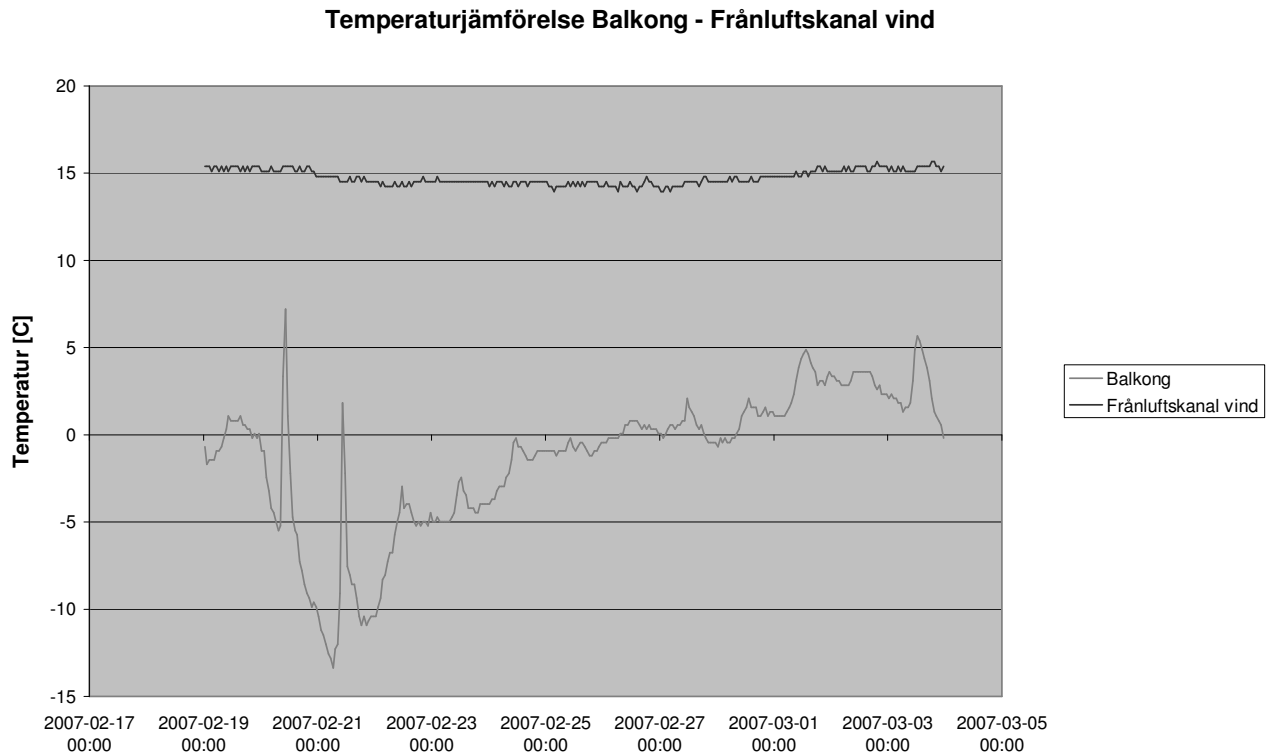
Samband mellan frånluftstemperaturen i köket och temperaturen på balkongen



Graf 9:7

9.2.2 Frånluftstemperatur vind – temperatur på balkongen

Graf 9:8 visar inte lika tydligt att värmesystemet skulle överreagera på temperaturförändringar. Det beror främst på två effekter som motverkar varandra. Den förhöjda rumstemperaturen som graf 9:8 visar motarbetas av den ökade avkylningen som sker i frånluftskanalen. Den ökade avkylningen av frånluftskanalen är starkare än den förhöjda inloppstemperaturen i den samma, vilket leder till att temperaturen i mätpunkten sjunker då uttemperaturen sjunker.



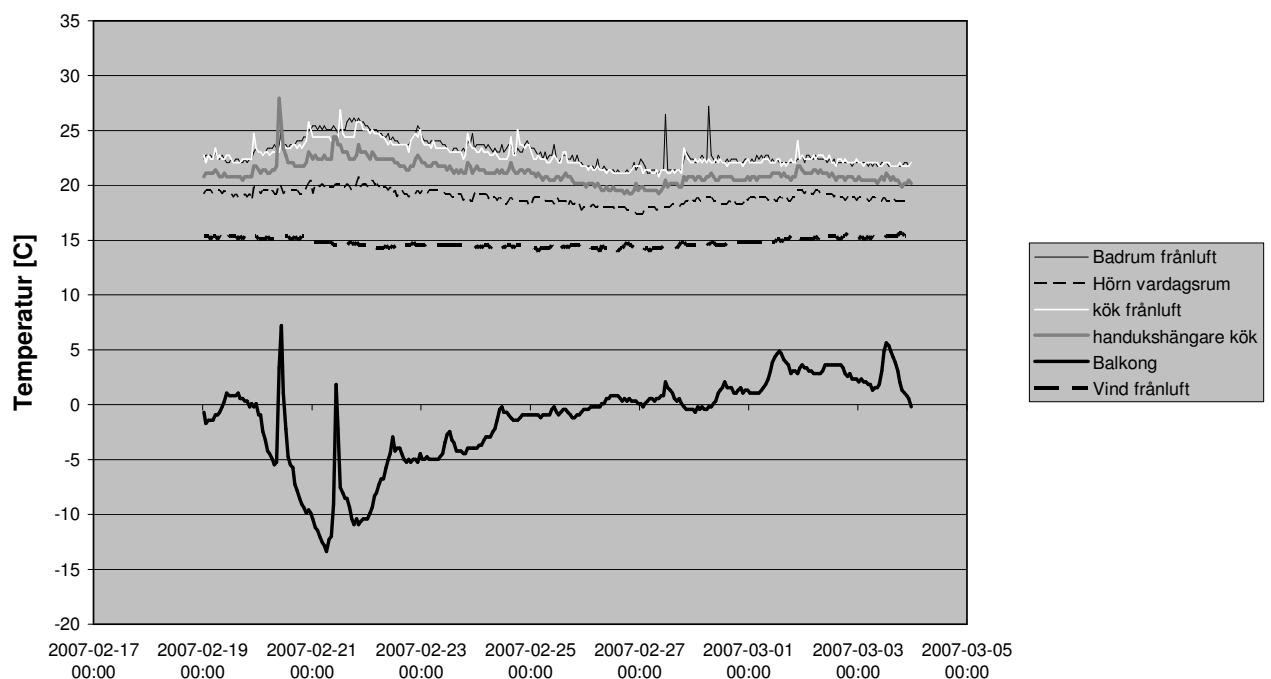
Graf 9:8

9.2.3 Temperaturjämförelse av samtliga loggar

Graf 9:9 visar temperaturer från samtliga loggar under den aktuella perioden. Man kan se att samtliga temperaturer (utom frånluftstemperaturen på vinden) ökar då uttemperaturen minskar. Värmesystemet borde justeras så att rumstemperaturen tillåts sjunka något då uttemperaturen går ner för att undvika höga toppar i förbrukningen. I graf 9:9 visas att temperaturen i hörnet i vardagsrummet ökar minst då temperaturen ute sjunker. Detta beror sannolikt på att loggen är placerad vid en köldbrygga i bjälklagsanslutningen och den ökade rumstemperaturen framträder inte lika tydligt vid denna plats.

Att temperaturen i frånluftskanalen på vinden inte ökar beror på den ökade avkylningen av frånluftskanalen som i sin tur beror på den betydligt lägre temperaturen på vinden.

Temperaturjämförelse samtliga loggar



Graf 9:9

9.3 Slutsats

Samtliga temperaturer utom frånluftstemperaturen på vinden, ökar då utetemperaturen minskar. Värmesystemet borde justeras så att rumstemperaturen tillåts sjunka något då utetemperaturen går ner för att undvika höga toppar i förbrukningen. Temperaturloggning har visat sig vara en bra metod för att undersöka temperaturvariationer och temperatursamband i en byggnad. Metoden är relativt billig och används redan idag av flera fastighetsägare.

10 Energideklarationernas utförande

En energideklaration är en beskrivning av en byggnads energianvändning. Till årsskiftet 2008 – 2009 ska hyreshus, bostadsrättsbostäder, lokaler och specialbyggnader över 1000 kvadratmeter ha genomgått en energideklaration. Nya byggnader ska deklarerats senast två år efter det att byggnaden har tagits i bruk. Energideklarationen gäller i tio år och det är fastighetsägaren som ansvarar för att den är utförd. En del byggnader är undantagna från kravet på energideklaration. Det rör sig exempelvis om:

- Byggnader som förklarats som byggnadsminnen
- Byggnader som används för religiös verksamhet
- Industrianläggningar och verkstäder
- Fritidshus med högst två bostäder
- Tillfälliga byggnader som skall användas i högst två år
- Ekonomibygnader för jordbruk och skogsbruk
- Fristående byggnader med en golvyta som är mindre än 50 kvadratmeter
- Byggnader som används till hemlig verksamhet, till exempel försvarsverksamhet

Det är fastighetsägaren som har ansvar för att det finns en energideklaration för byggnaden. Kommunen är tillsynsmyndighet och har rätt att meddela byggnadsägaren de förelägganden som behövs och har även rätt att utfärda vite om kraven inte efterlevs. För att få göra en energideklaration krävs en energiexpert¹⁵ i ett ackrediterat kontrollorgan. Genom ackreditering styrks oberoendet och sakkunskapen styrks genom certifiering. Behovet av en besiktning (besök i fastigheten) styrs av i vilken omfattning besiktningen kan leda till kostnadseffektiva åtgärder. Även kostnaden för besiktningen ska vägas in i bedömningen av behovet av en besiktning; ju högre energianvändning per kvadratmeter och år, desto större behov av en besiktning. Boverket har sammanställt ett formulär som de oberoende experterna har tillgång till via internet. Uppgifterna förs in i Boverkets register. I formuläret ska experten fylla i en mängd uppgifter om byggnaden som ska deklarerats. Exempel på uppgifter som skall fyllas i är:

- Byggnadens ägare
- Byggnadens identifikation
- Byggnaden – egenskaper
 1. A_{temp}
 2. Antal våningsplan
 3. Antal trapphus
 4. Antal bostadslägenheter
 5. Byggnadstyp
 6. Nybyggnadsår
 7. Projekterat genomsnittligt ventilationsflöde
- Energianvändning
 1. Vilket energislag som använts
 2. Väderstation
 3. Energiförbrukning
 4. Referensvärde 1 (enligt nybyggnadskrav)
 5. Referensvärde 2 (statistiskt intervall)

¹⁵ Energiexpert ackrediterad av SWEDAC

6. Utförda energieffektiviseringsåtgärder

- Uppgifter om ventilationskontroll
 1. Finns det krav på ventilationskontroll i byggnaden?
 2. Typ av ventilationssystem
 3. Är ventilationskontrollen godkänd vid tidpunkten för energideklarationen
- Uppgifter om luftkonditioneringssystem
- Uppgifter om radon
- Rekommendationer om kostnadseffektiva åtgärder
 1. Styr och regler tekniska
 2. Byggnadstekniska
 3. Installationstekniska

Uppgifterna som ska lämnas är till största del lätta att få fram. De som kan kräva en del arbete för att ta fram är A_{temp} och förslag till kostnadseffektiva åtgärder. Energiexperten som åtar sig att utföra energideklarationen kan själv avgöra hur mycket arbete som ska läggas ner på att ta fram förslagen. Det finns alltså inget krav på att det ska användas ett simuleringsprogram eller liknande. Om fastighetsägaren har tillgång till grundläggande information om byggnaden behöver experten inte ens göra ett besök. Tidsåtgången till deklARATIONEN beror till stor del på hur mycket arbete experten lägger ned på att ta fram tänkbara förslag till kostnadseffektiva åtgärder. Fastighetsägaren borde ha ett intresse av att få fackmannamässiga åtgärdsförslag. Det är något som de ackrediterade företagen borde kunna väga in i sin marknadsföring. Fastighetsägaren kan sedan själv välja om han vill genomföra åtgärderna eller inte. Det finns inget krav på att åtgärderna skall genomföras. Åtgärderna får dock inte ha negativa effekter på inomhusmiljön eller byggnadens kulturvärde.

I deklARATIONEN kommer den aktuella förbrukningen jämföras med nybyggnadskravet och med förbrukningen för ett liknande hus med samma klimatförhållanden. Detta ska på ett åskådligt sätt visas i deklARATIONENS förstasida.

Under examensarbetets gång har en energideklARATION utförts på ett flerbostadshus på Lidingö. Till det arbetet användes simuleringsprogrammet Consolis¹⁶. Programmet behöver en mängd indata som är arbetskrävande att ta fram. Både detaljritningar och besök i fastigheten är nödvändigt för att få fram rimliga indata. Även när detta har gjorts är det ofrånkomligt att felprocenten på resultaten blir stora. Exempelvis är det svårt att uppskatta köldbryggornas inverkan, U-värden för diverse byggnadsdelar, hur källarbalklaget är uppbyggt och hur omgivande mark påverkar värmeflödet. Slutsatsen av detta är att felprocenten blir för stort för att det ska vara värt att använda sig av ett simuleringsprogram. Simuleringsprogrammet stora fördel är att när man väl har arbetat fram rimliga invärden så kan man lätt se hur olika åtgärder påverkar förbrukningen.

DeklARATIONEN är alltså inte speciellt tidskrävande att utföra. Men nyttan kan ifrågasättas eftersom den bara innehåller information om aktuell förbrukning, vad nybyggnadskraven är och vad en liknande byggnad förbrukar.

¹⁶ Consolis Energy + (Version 070201)

Syftet med deklARATIONEN är enligt Boverket:

- Att befintliga och nyproducerade byggnader ska bli mer energieffektiva.
- EnergideklARATIONEN kommer att vara till nytta för byggnadsägaren, då den kommer att innehålla förslag till åtgärder som kan förbättra byggnadens energiprestanda. Fastighetsägaren bestämmer själv om han vill genomföra åtgärderna eller inte.
- EnergideklARATIONEN ger dessutom referensvärden som gör det lättare att jämföra byggnader över hela Sverige. Samtidigt kommer deklARATIONEN att göras med hänsyn till utomhusklimat och lokala förhållanden.
- På en Europeisk nivå finns stora vinster att hämta: genom att minska energianvändningen kommer EU:s beroende av importerad energi att minska.
- DeklARATIONEN bidrar till ett hållbart samhälle genom att motverka växthuseffekten.

De flesta av dessa punkter förutsätter att förbrukningen av energi kommer att minska till följd av deklARATIONERNA. Det är långt ifrån självklart, men deklARATIONEN leder i alla fall till att frågorna aktualiseras kring byggnaders energianvändning. De boende får insikt i vad deras byggnad förbrukar och fastighetsägaren får (förhoppningsvis) goda förslag på energieffektiviseringsåtgärder. Det kommer säkert att leda till en viss minskning av energiförbrukningen, men kanske inte i den utsträckningen som det var tänkt. De boende har inget egentligt incitament att minska sin egen förbrukning så länge de inte direkt betalar för sitt eget varmvatten och uppvärmning (förutom av miljöskäl). Fastighetsägaren däremot borde vara villig att införa en del åtgärder som är kostnadseffektiva. Det bästa sättet att få ner förbrukningen av energi i flerbostadshus skulle vara att införa individuell mätning av varmvatten- och värmeförbrukningen. Värme och varmvatten står idag för ungefär en tredjedel av hyran.

Under examensarbetets gång har olika metoder för att undersöka en byggnads energieffektivitet testats, så som termografering, täthetsprovning, temperaturloggning och simulering i simuleringsprogram. Slutsatsen är att dessa är för tidskrävande och har för stor felprocent för att det ska vara värt att lägga tid (och pengar) på dessa. För vissa byggnader kan det dock vara lönt att testa en mer krävande metod för att komma fram till energieffektiviseringsåtgärder, vilket deklARATIONEN ger frihet till. Det vore dumt med ett krav på att alla byggnader skall simuleras i ett simuleringsprogram. Detta skulle medföra stora kostnader och resultaten skulle i många fall vara oanvändbara. I de hus som har störst nytta av en simulering är det också förmodligen svårast att ta fram användbara invärden till programmet. Nyare hus har alltid kända U-värden på olika byggnadsdelar medan det på äldre hus kan vara betydligt svårare att uppskatta dessa. Boverkets metod för energideklARATIONER är bra då den inte är särskilt tidskrävande att utföra. Det är upp till fastighetsägaren om han vill ha utförliga och genomarbetade förslag till lönsamma åtgärder eller inte.

11 Metod för att finna förslag till lönsamma åtgärder

För att energideklarationen skall vara meningsfull i fallet äldre flerbostadshus borde förslag till lönsamma åtgärder utgöra en stor del av deklARATIONEN. Det övriga arbetet med deklARATIONEN består mest av att ta fram information om byggnaden som fastighetsägaren med lätthet borde kunna ta fram. Den enda uppgiften som kan kräva en del arbete att ta fram är A_{temp} . Den fås genom att addera BOA, BIA, ÖVA, tidigare frändragen area för tjocka väggar och area för mellanväggar mellan lägenheter och subtrahera med ej klimatiserad area samt area för garage (se kapitel 5).

Isolera vindsbjälklaget

För att finna förslag till lönsamma åtgärder är ett besök av byggnaden att rekommendera. Vindsbjälklaget är ofta otillräckligt isolerat i ett äldre hus. Denna del är i allmänhet lättast att tilläggsisolera. Man bör tänka på att detaljritningarna inte alltid visar hur det verkligen ser ut i nuläget. Ett besök på vinden är ett måste för att ta reda på hur det står till med isoleringen. I fallet med fastigheten på Lidingö¹⁷ var isoleringen på vinden kraftigt hoptryckt av det ovanliggande lagret med krossade lättklinkerskulor. Om inte vindsutrymmet används till något är det en billig åtgärd att spruta på lösfallnadsisolering. Används utrymmet till vindsförråd eller liknande bör man göra en kalkyl på vad det kostar att höja golvet en aning för att ge plats för isolering.

Byte av fönster

Byte av fönster är en dyr åtgärd, ofta för dyr för att det skall vara en lönsam åtgärd ur energihänseende. Det är först när andra faktorer vägs in i bedömningen som det kan vara lönsamt, till exempel att bullret minskar, värdet på huset stiger, förbättrad funktionalitet på fönstret och en ökad boendekomfort som erhålls på grund av minskat kallras från fönstren. Ett gammalt fönster kan ha ett så dåligt U-värde som $3,0 \text{ W/m}^2\text{K}$. Dagens 3-glasfönster har U-värden från 0,9 till $1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$. För att byta ut fönstren i ett flerbostadshus kan fastighetsägaren räkna på ett pris på mellan 5 000 – 6 000 kronor per kvadratmeter fönster.

Isolera yttervägg

Väggar i äldre flerbostadshus är vanligen dåligt isolerade. Detaljritningarna bör avslöja hur väggen är uppbyggd. Det är inte alltid som detaljritningar finns att tillgå. Väggens tjocklek är en enkel sak att mäta, vad den består av kan vara en svårare uppgift att ta reda på. Det går på ett enkelt sätt att leta i litteraturen efter konstruktionslösningar som användes vid tiden för byggnadens uppförande. Även om väggen har isolering kan det vara värt att räkna på vad en tilläggsisolering kan bidra med. Dagens nybyggnadskrav gällande värmegenomgångskoefficienten (U-värdet) för väggar är $0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$, vilket väggarna i äldre flerbostadshus ofta ligger långt ifrån. Att isolera väggens utsida är att föredra då det inte påverkar boarean. Ibland är detta inte tillåtet då det anses förändra husets ursprungliga utseende.

Installation av frånluftsvärmepump

Att installera en frånluftsvärmepump är ofta en lönsam åtgärd. När besiktningsmannen besöker fastigheten är det viktigt att han undersöker möjligheter för en sådan installation. Det gäller t ex val av placering av själva värmepumpen och vart eventuella rördragningar kan komma att dras (hisschakt, sopnedkast eller genom borrade hål i bjälklagen). Frånluftskanalerna kan behöva tätas och isoleras för att frånluftsvärmepumpen skall få en bra

¹⁷ Huset som energideklarerades i kapitel 13

verkningsgrad. Ofta är rördragning, tätning och isolering dyrare än själva värmepumpen. Finns det utrymme bör han även undersöka möjligheten till att installera en bergvärmepump som ett komplement till frånluftsvärmepumpen. Detta för att ytterligare öka effekten. Rördragningar i trapphus är ett relativt enkelt sätt att lösa var ledningarna skall dras. Nackdelen är att det inte alltid är så snyggt. Det är ett beslut fastighetsägaren får ta i samspråk med hyresgästerna.

Översikt av fastighetselen

En översikt av fastighetselen borde vara en självklar sak att titta närmare på. I äldre fastigheter saknas det vanligen närvaroreglering av trapphusbelysningen. Varför det i vissa hus förekommer att belysningen är tänd dygnet runt. Den befintliga belysningen som vanligen består av glödlampor bör bytas till lågenergilampor. Experten som utför besiktningen bör också inventera övriga installationer som frånluftsfläktar och tvättmaskiner med mera. Är de gamla och slitna kan det vara lönt att byta ut dessa till nya och mer energisnåla.

Det är bra att se över driftsscheman för ventilationen. Har förutsättningarna för fastigheten förändrats kan det göra stor skillnad med en justering. Det kan vara tidigare reoveringar som lett till att fastigheten inte har samma behov som före upprustningen.

Individuell mätning av värme och varmvatten

I äldre flerbostadshus med hög energiförbrukning kan det vara lönt med individuell mätning av värme och varmvatten. Den största driftskostnaden för fastighetsägaren är uppvärmningen. Ett sätt att sänka denna kostnad är att låta hyresgästerna bidra till hushållningen och ge dem incitament för detta genom att införa individuell mätning av värme och varmvatten. Införandet av lägenhetsvis mätning för förbrukningen av värme eller tappvarmvatten minskar erfarenhetsmässigt energianvändningen.

Värmedistribution

Vid en eventuell besiktning bör energiexperten som utför energideklarationen se över värmesystemet. Han ska ta reda på när senaste injustering av värmesystemet utfördes, och om det är väl injusterat. Den bedömningen kan göras utifrån fastighetsägarens lärdomar via eventuella klagomål från hyresgästerna. Värmesystemen i äldre flerbostadshus är i många fall inte lika energieffektiva som de i nya hus. Han bör kontrollera att framledningstemperatur och utomhusgivare överensstämmer med aktuellt inställd reglerkurva och utomhustemperatur. Vid eventuella avvikelser i reglercentralen görs en felsökning där bland annat styrventilens reglerande funktion kontrolleras. Finns det pumpstopp skall inställningen för aktiveringen också kontrolleras. Pumpstopp används i värmesystem där cirkulationspumpen som pumpar ut det varma vattnet till fastighetens värmesystem bara behöver vara i drift under den period då värmebehovet finns. Då det inte finns något värmebehov ska inte heller onödig energi gå åt till att pumpa runt vatten i systemet. På detta sätt minskas energianvändningen motsvarande den elenergi som pumpen förbrukar, samt att värmebehovet minskas genom att värme inte matas ut t ex kalla sommarnätter. Schablonvärden¹⁸ på besparingen varierar mellan 5 % för pumpar med variabeltrycksreglering till besparing på 25 % för pumpar med konstant varvtal. Värmeinjusteringen skall också inkludera att varje lägenhet får för den boende önskad innetemperatur. Fel injustering kan leda till klagomål som i sin tur åtgärdas med en höjd framledningstemperatur. Detta leder i sin tur till höjd temperatur i hela fastigheten med ökade förluster via transmission och ventilation som följd. Det här ska man tänka på då åtgärder på fastigheten har utförts för att minska husets värmeförluster. De nya

¹⁸ www.energiradgivarna.com

dimensioneringsförutsättningarna ska leda till att man kan sänka framledningstemperaturen med bibehållen komfort, samtidigt som energi sparas.

12 Invändningar mot Boverkets föreskrifter

Den ekonomiska nyttan med energideklarationer måste vara större än kostnaden i form av arbete och avgifter. För att systemet skall bli kostnadseffektivt bör endast byggnader med sämre energiprestanda besiktigas. En idé är att deklARATIONEN ska ske i steg. I den första delen fyller experten i en basdeklaration. Om byggnaden har dålig energiprestanda ska en besiktning ske och i en tillägsblankett skall alla uppgifter deklareraras.

Man bör ta bort omotiverat och onödigt uppgiftslämnande så som A_{temp} , OVK, Radon och luftkonditioneringssystem. Fastighetsbranschen har sedan länge använt begreppen BOA (boarea) och LOA (lokalarea). I den blankett som Boverket tagit fram för deklARATIONERNA blir det obligatoriskt att uppge A_{temp} medan LOA och BOA är frivilliga uppgifter. Det kommer att innebära ett mycket omfattande arbete för Sveriges fastighetsägare om de tvingas att mäta om alla byggnader enligt det nya areamåttet A_{temp} . Fastighetsägarna Sverige bedömer att den totala kostnaden hamnar i storleksordningen 500 miljoner kronor.

Fördelarna med att koppla förbrukningen till A_{temp} istället för summan av BOA och LOA är för liten för att det ska vara värt arbetsinsatsen. I Boverkets blankett finns exempelvis inte takhöjden med. Om man har en takhöjd på 2 eller 5 meter spelar alltså ingen roll enligt Boverket. Boverket borde ha haft större fokus på vilka uppgifter som är lätta att ta fram för fastighetsägaren när de utformade deklARATIONSBLETTEN.

Kritik har förekommit i att man hamnar i ett slags moment 22 när man försöker tolka föreskrifterna.

- Besiktning skall genomföras om åtgärdsförslag skall lämnas
- Åtgärdsförslag skall lämnas om det finns kostnadseffektiva sätt att förbättra byggnadens energiprestanda.
- Det skall kunna hävdas att det krävs besiktning för att säkert avgöra om det finns kostnadseffektiva sätt att förbättra byggnadens energiprestanda.

Det är mycket viktigt att fastställa oberoendet hos dem som utför energideklARATIONERNA. Det får inte bli så att certifierade experter som är fristående konsulter tar emot bonusar eller liknande. Det företaget där experterna är anställda får inte ha egenintressen i att sälja varor eller liknande till fastighetsägaren. Det finns även en risk för att kapitalstarka företag erbjuder billiga energideklARATIONER där åtgärdsförslagen gynnar företagens egen verksamhet. För att minimera denna risk bör Boverket föreskriva att insyn och tillsyn sker av de ackrediterade företagen som sköter deklARATIONERNA.

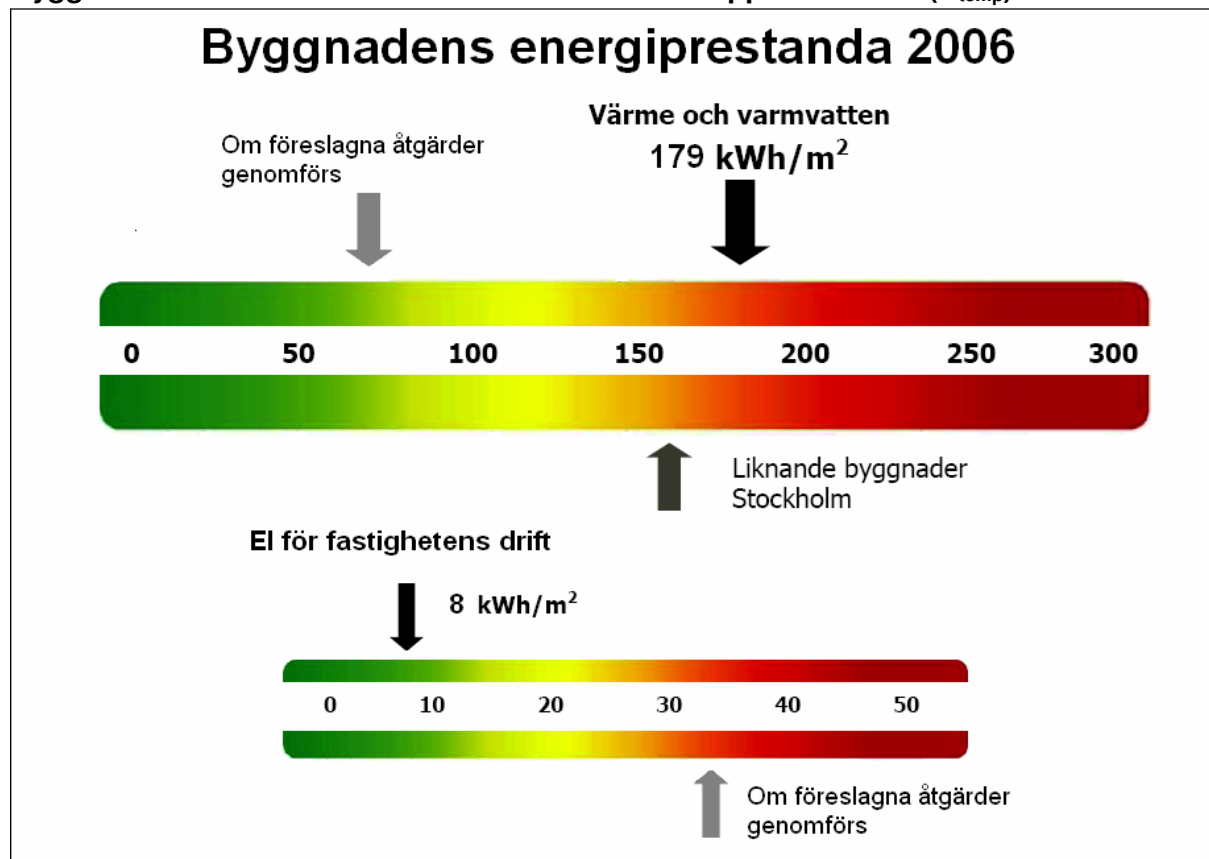
13 Energideklaration

Nedan följer en energideklaration som utfördes våren 2007 på ett flerbostadshus på Lidingö. Energideklarationen är utförd enligt *Boverkets föreskrifter och allmänna råd om energideklaration för byggnader*, se Bilaga 1.

ENERGIDEKLARATION

Byggnadens adress: Bodalsvägen 21
Ägare: Närlivs i Stockholm AB
Byggår: 1955

Byggnadskategori: Flerbostadshus
Fastighetsbeteckning: Regattan 4
Uppvärmningsarea (A_{temp}): 3096 m²



Levererad energi	År 2006 normalårskorrigerad	Om föreslagna åtgärder genomförs
Fjärrvärme	179 kWh/m ²	71 kWh/m ²
EI	8 kWh/m ²	32,7 kWh/m ²

Värme och ventilationssystem
 Fjärrvärme
 Frånluftsventilation

OVK-besiktning genomförd
 Radonmätning inte genomförd

- Förslag till lönsamma åtgärder**
1. Tilläggsisolera yttervägg
 2. Täta lägenhetsdörrarna
 3. Snålspolande munstycken
 4. Översikt av fastighetselen
 5. Tilläggsisolera vindsbjälklaget
 6. Installation av frånluftsvärmepump

Ansvarig expert: Christoffer Rydström, Mikael Theander
 Datum: 2007-03-05
 Deklarationstyp: "Normal"

13.1 Allmänna uppgifter

Huset Regattan 4 uppfördes 1955 och är ett friliggande flerbostadshus i tre plan. Ägare är Närlivs i Stockholm AB. Byggnaden har fem trapphus och består av 51 lägenheter. I huset finns det en gemensam tvättstuga med torkrum, uppvärmda cykelrum samt ouppvärmda förråd. Den uppvärmda arean, A_{temp} är 3096 m².

Klimatskal

Ytterväggen består av 2,5 cm puts, 25 cm lättbetong (lecablock) samt 2,5 cm puts på insidan. U-värdet för ytterväggarna¹⁹ är 0,5 W/m²K. Fönstren är av tvåglastyp med ett U-värde på 3,0 W/m²K.

Vindsbjälklaget består till två femtedelar av tom råvind. Den är uppbyggd av 16 cm armerad betong, 3 cm mineralull och 10 cm krossade lättklinkerkulor. U-värdet för denna del av vindsbjälklaget är 0,57 W/m²K. De återstående tre femtedelarna av vindsbjälklaget består av 16 cm armerad betong, 5 cm mineralull och 10 cm betong. U-värdet är 0,62 W/m²K. Det viktade U-värdet för hela vindsbjälklaget blir 0,6 W/m²K.

Källarplanet består till två tredjedelar av bostäder. Vid bostäderna är källarbjälklaget uppbyggt av berg, 16 cm armerad betong, 10 cm sand och 3 cm parkett. Den resterande tredjedelen av källarplanet består av tvättstugor, uppvärmda och ouppvärmda förråd. Här är källarbjälklaget uppbyggt av berg och armerad betong på fyllning av sand. Det viktade U-värdet för hela källarbjälklaget blir 0,54 W/m²K

Värmesystem

Byggnaden är ansluten till kommunens fjärrvärmesystem. I källaren sitter en ny värmeväxlare som är utbytt år 2005. Den avger värme till byggnadens radiatorsystem och till tappvarmvattensystemet.

Ventilation

Byggnaden är frånluftsventilerad, på vinden sitter det två frånluftsfläktar. Godkänd OVK är utförd 2003-09-26.

Radonmätning

Det har inte utförts någon radonmätning i fastigheten.

¹⁹ Se kapitlet om U-värdesberäkningarna.

13.2 Beräkningsmetoder

För beräkningar på byggnadens energiprestanda har programmet Consolis använts. Det är ett Excelbaserat beräkningsprogram som utför beräkningar enligt ISO 13790 samt en dynamisk metod. Programmet arbetar med två zoner. Dessa har använts för att jämföra effekter efter ändringar i konstruktion, ventilation och köldbryggor. Programmet behöver invärden så som dimensioner, väggareor, fönsterareor och U-värden. Beräkningar av U-värden beskrivs i ett senare kapitel i deklARATIONEN. De värden som presenteras i deklARATIONENS förstasida är verkliga förbrukningssiffror från år 2006. Med el avses endast fastighetselen, dvs. el till frånluftsfläktar, tvättstuga och belysning i trappuppgångar.

Förbrukning 2006

Diagram 13:1 visar levererad energi 2006 för uppvärmning²⁰ och varmvatten. Varmvattenförbrukningen har beräknats efter samma schablon som programmet Consolis använder.

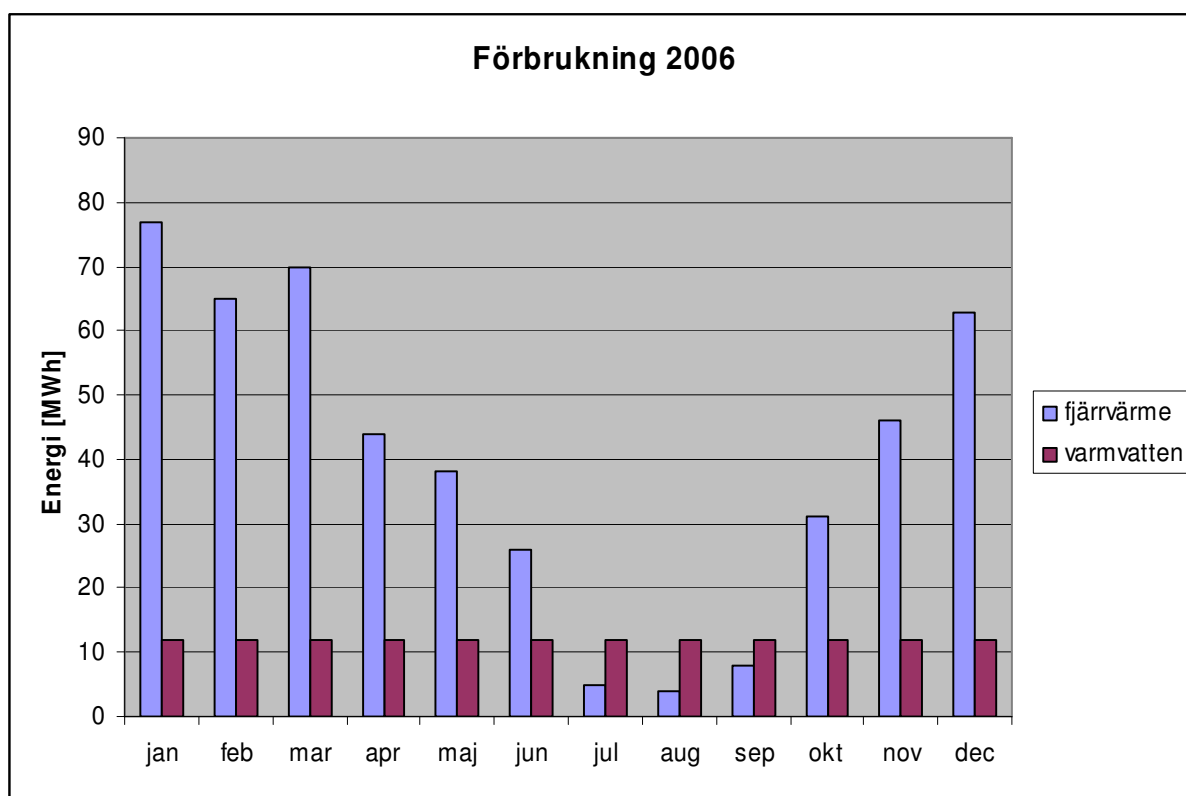


Diagram 13:1

Nybyggnadskraven för en liknande byggnad i Stockholm är 110 kWh/m² och år.

²⁰ 2006 års räkningar

Fastighetsel

Diagram 13:2 visar levererad fastighetsel för 2006.

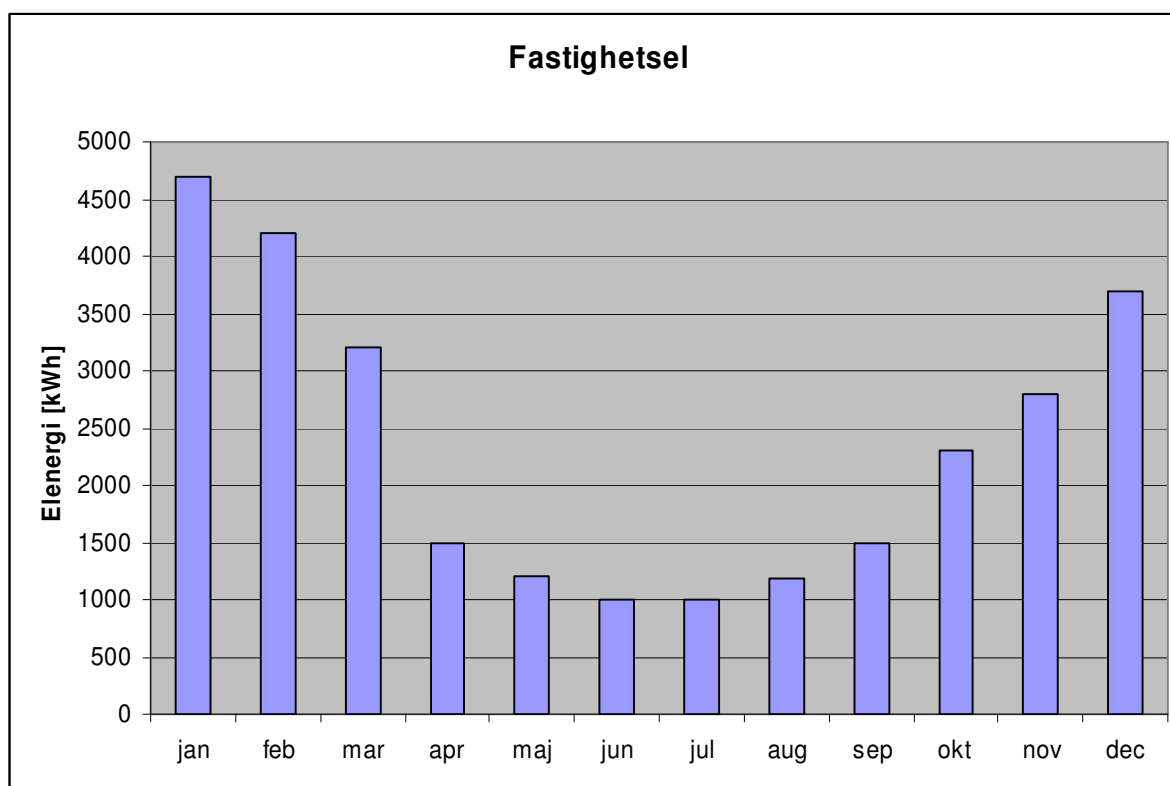


Diagram 13:2

Tabell 13:1

Energibalans	Uppmätta värden	Uppmätta värden	Beräknade värden ²¹	Efter åtgärd
enhet	kWh/år	kWh/m ² år	kWh/m ² år	kWh/m ² år
Köpt fjärrvärme	554 000	179	167	71
Varav varmvatten ²²	148 000	48	48	48
Köpt el	28 400	9	9	32,7

Tabell 13:1 visar köpt fjärrvärme samt köpt fastighetsel till Regattan 4. De uppmätta värdena kommer från fastighetsägaren och de beräknade från Consolis.

Nybyggnadskraven för en liknande byggnad i Stockholm är 110 kWh/m² och år.

²¹ Enligt Consolis

²² Enligt schablon

13.3 Förslag till lönsamma åtgärder

Tilläggsisolera yttervägg

Som förslag till lönsam åtgärd är att vid nästa fasadrenovering lägga till ett lager på 7 cm frigolit på utsidan av huset. Man kan sätta upp den i samband med en fasadrenovering för att hålla kostnaderna nere. Grannhuset som är byggt på exakt samma sätt gjorde detta för ett par år sedan. Frigoliten kostar 76 kr per m² vilket ger en materialkostnad på 129 000 kr. En uppskattad arbetskostnad på 100 000 kr ger en total kostnad på 229 000 kr. Beräkningar i Consolis visar att denna åtgärd skulle minska fjärrvärmekostnaden med 34 %. Med dagens energipriser skulle pay-off tiden för investeringen bli 2 år. Uppskattad kostnad per sparad kWh/m² och år blir 1,48 kr. Inga negativa konsekvenser för boendemiljön kan tänkas uppkomma vid denna åtgärd.

Snålspolande munstycken

För att minska varmvattenförbrukningen kan det vara idé att montera snålspolande munstycken, så kallade lågflödesstrålsamlare. Besparingen skulle kunna uppgå till 20-25 % vilket medför att man sparar 12 kWh/m² och år. Kostnaden är mindre än 200 kr per blandare. Varje lägenhet har tre blandare. 51 lägenheter ger en kostnad på 30 600 kr för blandarna. En uppskattad arbetskostnad på 15 000 kr ger en total kostnad på 45 600 kr. Kostnaden per sparad kWh/m² och år blir 1,23 kr. Pay-off tiden för denna investering blir 1,7 år.

Översikt av fastighetselen

För att sänka förbrukningen av fastighetselen borde man byta ut glödlamporna i trapphusen till lågenergilampor samt installera ljus och närvaroreglering av belysningen. Den befintliga närvaroregleringen verkar vara ur funktion och i ett trapphus står belysningen på dygnet runt. Att åtgärda detta skulle spara uppskattningsvis 5 000 kWh per år eller 1,61 kWh/m²,år. Kostnaden blir ca 7 100 kr. Detta ger en pay-off tid på 1,42 år och kostnaden per sparad kWh/m² och år blir 1,42 kr.

Tilläggsisolera vindsbjälklaget

Vindsbjälklaget är dåligt isolerat i en stor del av huset. Isoleringen på två femtedelar av vindsbjälklaget består av 16 cm armerad betong, 10 cm sand och 3 cm mineralull. Sanden ligger ovanpå mineralullen vilket har gjort att den har tryckts ihop med tiden. En billig åtgärd skulle vara att spruta på lösfallnadsisolering ovanpå sanden. Utrymmet i dessa delar av huset används inte till något. I andra delar av huset används utrymmet till vindsförråd, där det är svårare att tilläggsisolera. Consolis visar att U-värdet skulle bli 0,35 om två femtedelar av vindsbjälklaget skulle tilläggsisoleras med 20 cm mineralull. Kostnaden för detta skulle uppskattningsvis bli 30 000 kr. Besparingen skulle bli 11,8 kWh/m² och år. Pay-off tiden blir 1,12 år och kostnaden per sparad kWh/m² och år blir 0,82 kr.

Byte till treglasfönster

Ett ytterligare förslag är att byta ut alla fönster till treglasfönster med U-värde 1,3 W/m²K. I dagsläget har huset tvåglasfönster av äldre typ med U-värde 3,0 W/m²K. Consolis visar att bytet skulle minska uppvärmningskostnaden med 26,5 %. En ytterligare vinst med detta är att treglasfönstren står emot buller betydligt bättre än vad tvåglasfönster gör. Fastigheten ligger ca 200 meter ifrån en kraftigt trafikerad väg. Några av de boende har beklagat sig över buller. Kostnaden för bytet skulle bli ca tre miljoner kr. Men dagens energipriser skulle pay-off tiden

för denna investering bli 34 år. Uppskattad kostnad per sparad kWh/m² och år blir 25 kr. Det är alltså inte lönsamt att byta ut alla fönster i fastigheten.

Installera frånluftsvärmepump

En tänkbar åtgärd skulle vara att installera en frånluftsvärmepump. Systemet ”tar” värme ifrån frånluften och tillför den till varmvatten och värmesystemet i huset. För att göra en sådan installation behöver vissa rördragningar utföras, frånluftskanalerna behöver tätas och isoleras. Företaget IVT²³ har installerat ett värmepumpssystem i en fastighet som är mycket lik Regattan 4. Den installationen kostade 700 000 kr. Priset för en installation beror till största del hur mycket arbete som behöver läggas på rördragningar och isolering av frånluftskanaler. Besparingen uppgick till ca 143 000 kr per år. Det ger en rak pay-off tid på ca 5 år. Kostnaden per sparad kWh/m² och år blir 3,52 kr. Elförbrukningen ökar med 26,3 kWh/m² och år. En kommentar till detta är att minst 80 % av fjärrvärmen är förnyelsebar energi. Frånluftsvärmepumpen minskar förbrukningen av fjärrvärme och ökar elförbrukningen. Minskningen av fjärrvärme är betydligt större än ökningen av elförbrukningen, men eftersom fjärrvärmen är förnyelsebar kan det sammantagna koldioxidutsläppet öka till följd av installationen.

Lister runt lägenhetsdörrarna

Alla lister runt lägenhetsdörrarna borde ses över. I den lägenhet vi hade tillgång till saknades lister helt. Det är troligt att en stor del av lägenhetens ventilationsluft sugts in denna väg.

Tabell 13:2

Åtgärd	Isolera delar av vindshjäklaget	Översikt av fastighetselen	Snålspolande munstycken	Tilläggsisolera yttervägg	Frånluftsvärmepump	Byte till treglasfönster
Kostnad [kr]	30 000	7100	45 600	229 000	700 000	3 000 000
Besparing kWh/m ² , år	11,8	1,61	12	49,9	64	38,8
Kostnad per sparad kWh/m ² , år [kr]	0,82	1,42	1,23	1,48	3,52	25
Pay-off tid [år]	1,12	1,42	1,7	2,0	5	34

²³ IVT INDUSTRIER AB

13.4 Husets specifikationer

13.4.1 Fönster

Alla fönster i byggnaden är av äldre tvåglastyp med träkarm. U-värdet är uppskattat till 3,0 W/m²K. Huset har totalt 587,3 m² fönster. Fördelningen i de olika vädersträcken återfinns i tabell 13:3.

Tabell 13:3

Vädersträck	Syd	Väst	Nord	Öst
Yta [m ²]	64,7	288,4	15,3	218,9

13.4.2 Beräkning av U-värde

Allmän formel för värmemotståndet:

$$R_{tot} = R_{se} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \frac{d_3}{\lambda_3} + R_{si} \quad (1)$$

Allmän formel för värmegenomgångskoefficienten:

$$U = 1/R \quad (2)$$

13.4.3 Yttervägg

Ytterväggen består av material med dimensioner och λ -värden enligt tabell 13:4.

Tabell 13:4

	d [m]	λ [W/mK]
Puts	0,025	1,2
Lättbetong	0,25	0,14
Puts	0,025	1,2

(1) och (2) ger:

$$R_{vägg} = 0,04 + \frac{0,025}{1,2} + \frac{0,25}{0,14} + \frac{0,025}{1,2} + 0,13 = 2,0 m^2 K / W$$

$$U_{vägg} = 1/R_{vägg} = 1/2,0 = \underline{0,5 W / m^2 K}$$

13.4.4 Vindsbjälklag

Vindsbjälklaget består till två femtedelar av tom råvind (vindsbjälklag 1). Den består av 16 cm armerad betong, 3 cm mineralull och 10 cm krossade lättklinkerkulor. De återstående tre femtedelarna av vindsbjälklaget (vindsbjälklag 2) består av 16 cm armerad betong, 5 cm mineralull och 10 cm betong

13.4.5 Vindsbjälklag 1

Vindsbjälklag 1 består av material med dimensioner och λ -värden enligt tabell 13:5.

Tabell 13:5

	d [m]	λ [W/mK]
Armerad betong	0,16	1,7
Mineralull	0,03	0,039
Lättklinkerkulor	0,10	0,14

Ekvation (1) och (2) ger:

$$R_{vindsbjälklag1} = 0,04 + \frac{0,16}{1,7} + \frac{0,03}{0,039} + \frac{0,1}{0,14} + 0,13 = 1,75 m^2 K / W$$

$$U_{vindsbjälklag1} = 1 / R_{vindsbjälklag1} = 1 / 1,75 = \underline{0,57 W / m^2 K}$$

13.4.6 Vindsbjälklag 2

Vindsbjälklag 2 består av material med dimensioner och λ -värden enligt tabell 13:5.

Tabell 13:5

	d [m]	λ [W/mK]
Armerad betong	0,16	1,7
Mineralull	0,05	0,039
Betong	0,10	1,7

(1) och (2) ger:

$$R_{vindsbjälklag2} = 0,04 + \frac{0,16}{1,7} + \frac{0,05}{0,039} + \frac{0,1}{1,7} + 0,13 = 1,6 m^2 K / W$$

$$U_{vindsbjälklag2} = 1 / R_{vindsbjälklag2} = 1 / 1,6 = \underline{0,62 W / m^2 K}$$

13.4.7 Resultande U-värde för vindsbjälklag

För att vikta de båda U-värdena görs följande beräkning.

$$0,57 * \frac{2}{5} + 0,62 * \frac{3}{5} = \underline{0,6 W / m^2 K}$$

13.5 Källarbjälklag

Källarplanet består till två tredjedelar av bostäder. Där är källarbjälklaget uppbyggt av berg, 16 cm armerad betong, 10 cm sand och 3 cm parkett (källarbjälklag 1). Den resterande tredjedelen av källarplanet (källarbjälklag 2) består av tvättstugor, uppvärmda och ouppvärmda förråd. Här är källarbjälklaget uppbyggt av berg och armerad betong på fyllning av sand.

13.5.1 Källarbjälklag 1

Källarbjälklag 1 består av material med dimensioner och λ -värden enligt tabell 13:6.

Tabell 13:6

	d [m]	λ [W/mK]
Berg		3,5 ²⁴
Armerad betong	0,16	1,7
Sand	0,10	2,3
Trä	0,03	0,13

Ekvation (1) och (2) ger:

$$R_{källarbjälklag1} = 0,04 + 1,4 + \frac{0,16}{1,7} + \frac{0,1}{2,3} + \frac{0,03}{0,13} + 0,13 = 1,94 m^2 K / W$$

$$U_{källarbjälklag1} = 1 / R_{källarbjälklag1} = 1 / 1,94 = \underline{0,52 W / m^2 K}$$

13.5.2 Källarbjälklag 2

Källarbjälklag 2 består av material med dimensioner och λ -värden enligt tabell 13:7.

Tabell 13:7

	d [m]	λ [W/mK]
Berg		3,5 ²⁵
Sand	0,10	2,3
Armerad betong	0,16	1,7

Ekvation (1) och (2) ger:

$$R_{källarbjälklag2} = 0,04 + 1,4 + \frac{0,1}{2,3} + \frac{0,16}{1,7} + 0,13 = 1,7 m^2 K / W$$

$$U_{källarbjälklag2} = 1 / R_{källarbjälklag2} = 1 / 1,7 = \underline{0,58 W / m^2 K}$$

²⁴ Praktiskt tillämpbart värmemotstånd $R_p = 1,4 m^2 K / W$, Kenneth Sandin Lund 1988

²⁵ Praktiskt tillämpbart värmemotstånd $R_p = 1,4 m^2 K / W$, Kenneth Sandin Lund 1988

13.5.3 Resulterande U-värde för källarbjälklag

För att vikta U-värdena för källarbjälklag 1 och källarbjälklag 2 görs följande beräkning.

$$0,52 * \frac{2}{3} + 0,58 * \frac{1}{3} = \underline{0,54W / m^2 K}$$

13.5.4 U-värde fönster

Alla fönster i byggnaden är av tvåglastyp med träkarm. Uppskattat U-värde är 3,0 W/m²K. Fönsterlisterna i fastigheten är nyligen utbytta²⁶. Portdörrarna består till största delen av englasfönster.

13.5.5 Beräkning av varmvatten och hushållselsförbrukning

För att beräkna varmvatten och hushållselsförbrukningen har följande schabloner används:

$$\begin{aligned} \text{Elkonsumtionen} &= (2200 \text{ kWh} * \text{antal lägenheter} + 22 \text{ kWh} * A_{temp}) / A_{temp} = 58 \text{ kWh/m}^2, \text{ år} \\ \text{Varmvattenförbrukningen} &= (1800 \text{ kWh} * \text{antal lägenheter} + 18 \text{ kWh} * A_{temp}) / A_{temp} = 48 \\ &\text{kWh/m}^2, \text{ år} \end{aligned}$$

13.6 Köldbryggor

Linjeköldbryggor

Tabell 13:8 visar byggnadens linjeköldbryggor.

Tabell 13:8

Detalj	Köldbryggans längd [m]	Ψ-värde [W/mK]
Balkonginfästningar	126	1,20
Fönsteranslutning	1304	0,4
Yttervägg - tak	172	0,8
Yttervägg mellan bjälklag	516	1,0
Yttervägg - bottenplatta	172	1,2
Yttervägg vertikalt	60	0,8

Köldbryggor står för en relativt stor del av värmeförlusterna²⁷. Balkonginfästningarna är husets största köldbryggor. Balkongplattan som är av betong leder på ett effektivt sätt ut värme ur huset. Alla fönsteranslutningar är dåligt isolerade och bidrar också till stora förluster. Vi har tittat på huset med värmekamera, där alla köldbryggor syns mycket tydligt.

²⁶ År 2002

²⁷ Utan köldbryggor skulle uppvärmningsbehovet sjunka med 44 % enligt beräkningsprogrammet Consolis

14 Slutsats

Detta arbete har visat att energideklarationerna bör göras på ett relativt enkelt sätt. Boverkets metod för energideklarationer är bra då den inte är särskilt tidskrävande att utföra. Det är upp till fastighetsägaren om han vill ha utförliga och genomarbetade förslag till lönsamma åtgärder eller inte. Det vore dumt om Boverket föreskrev att alla byggnader skall besiktigas med en speciell metod, det skulle medföra stora kostnader och resultaten skulle i många fall vara missvisande. Det är först vid framtagandet av kostnadseffektiva åtgärder som de metoder som undersöks i detta arbete kan komma till nytta.

Temperaturloggning är en bra metod för att undersöka temperaturvariationer över tiden i en fastighet. Detta arbete visade att värmesystemet i fastigheten Regattan 4 överreagerade på yttre temperaturvariationer.

Värmekameran kan vara till nytta för att finna köldbryggor i klimatskalet, men man får inte överskatta värmekamerans förmåga. Värmekameran visar endast yttemperaturen på det som undersöks.

Provtryckning visar hur tät en byggnad är. Det är svårt att se att kostnaden av en provtryckning skulle vara motiverad vid en besiktning. Det är först i samband med termografering som det kan vara motiverat.

Det finns en risk för att kapitalstarka företag erbjuder billiga energideklarationer där åtgärdsförslagen gynnar företagens egen verksamhet. För att det inte skall vara någon risk att detta sker bör Boverket föreskriva att insyn och tillsyn sker av de ackrediterade företagen som sköter deklARATIONERNA.

15 Referenser

Tryckta källor

Boverket (2006), *Boverkets byggregler, BBR, BFS 1993:57 med ändringar till och med 2006:12*, Boverket, Karlskrona

Brosenius H. (1975), *Byggteknik del 1*, Kungliga tekniska högskolan, 1975, Stockholm

Brosenius H. (1975), *Byggteknik del 2*, Kungliga tekniska högskolan, 1975, Stockholm

Brosenius H. (1975), *Byggteknik del 4*, Kungliga tekniska högskolan, 1975, Stockholm

Gehlin S. (2007), *Energi & Miljö, nr 2*, Förlags AB VVS, 2007, Stockholm

Hagentoft C-E. (2002), *Vandrande fukt Strålande värme*, Chalmers tekniska högskola, 2002, Göteborg

Jóhannesson G. (1996), *Guidelines for the Calculation of Thermal Bridges*, Inst. för Bygghälsa, Kungliga tekniska högskolan

Jóhannesson G. (1999), *Lectures on Building Physics*, Inst. för Bygghälsa, Kungliga tekniska högskolan, 1999, Stockholm

Nevander L-E. & Elmarsson B. (1994), *Fukthandbok*, AB Svensk Byggtjänst, 1994, Solna

Sandin K. (1988), *Värme Luftströmning Fukt*, Avdelningen för byggnadsfysik Lunds tekniska högskola, 1988, Lund

Statens Offentliga Utredningar 2004:109, *Energideklarering av byggnader – för effektivare energianvändning*.

Statens Offentliga Utredningar 2005:67, *Energideklarationer – Metoder, utformning, register och expertkompetens*.

Elektroniska källor

Boverket (2007), *Boverkets föreskrifter och allmänna råd om energideklaration av byggnader*
<http://webtjanst.boverket.se/Boverket/RattsinfoWeb/vault/BED/PDF/BFS2007-4BED1.pdf>
dat 2007-03-15

Boverket (2007), *Funktionskontroll av ventilationssystem – energieffektivisering*
http://www.boverket.se/upload/publicerat/bifogade%20filer/2007/Funktionskontroll_av_ventilationssystem_energieffektivisering.pdf dat 2007-04-03

Energimyndigheten. (2007), *Allt eller inget – Systemgränser för byggnaders uppvärmning*

[http://www.energimyndigheten.se/WEB/STEMFe01e.nsf/V_Media00/C12570D10037720FC12570BB00647C71/\\$file/Systemgransrapport.pdf](http://www.energimyndigheten.se/WEB/STEMFe01e.nsf/V_Media00/C12570D10037720FC12570BB00647C71/$file/Systemgransrapport.pdf) dat 2007-04-01

Energimyndigheten. (2007), *Energianvändningen idag – Bostäder och lokaler*
http://www.energimyndigheten.se/WEB/STEMEx01Swe.nsf/F_PreGen01?ReadForm&MenuSelect=538229A9EC354001C1256DD500532C1A dat 2007-03-19

Hemsida: Elitfönster AB,
<http://www.elitfonster.se/>, dat 2007-02-20

Hemsida: Energirådgivarna,
http://www.energiradgivarna.com/siteadmin/upload/pdfarkiv/delrapport_varmesystem.pdf,
dat 2007-04-23

Hemsida: Flir Systems,
<http://www.flirthermography.com/sweden/>, dat 2007-02-15

Hemsida: Paroc,
<http://www.paroc.se/channels/se/>, dat 2007-04-12

Hemsida: Riksdagen,
<http://www.riksdagen.se>

Hemsida: SLB Analys,
<http://www.slb.nu>

Hemsida: SMHI,
www.smhi.se

Hemsida: Sveriges Tekniska Forskningsinstitut,
www.sp.se

SCB (2006), *Energistatistik för småhus, flerbostadshus och lokaler 2005*
http://www.scb.se/statistik/EN/EN0112/2005A01/EN0112_2005A01_SM_EN16SM0604.pdf
dat 2007-04-01

SFS 2006:1592 (2006), *Förordning om energideklaration för byggnader*
<http://62.95.69.3/SFSdoc/06/061592.PDF> dat 2007-02-26

SFS 2006:985 (2006), *Lag om energideklaration*
<http://62.95.69.3/sfsdoc/06/060985.pdf> dat 2007-02-26

Muntliga källor

Ek Carl-Göran, 2007-03-23, SABO – de allmännyttiga bostadsföretagens organisation

Norén Liselotte, 2007-02-13, SMHI Företag - Media

Näsström Johan, Våren 2007, Fastighetsägare, Närlivs i Stockholm AB

Persson Jan, 2007-03-20, Ansvarig för större fastigheter IVT Värmepumpar

16 Bilagor

Bilaga 1, Boverkets föreskrifter och allmänna råd om energideklaration för byggnader, samt vissa luftkonditioneringssystem. Februari 2007

Bilaga 2, Lag om energideklaration för byggnader; utfärdad den 21 juni 2006.

Bilaga 1

**Boverkets föreskrifter och allmänna råd om energideklara-
tion för byggnader, samt vissa luftkonditioneringsystem**

Utkom från trycket
den XX 2007

beslutade den XX februari 2007.

Med stöd av 5, 6, 7, 8, 9, 11 och 12 §§ förordningen (2006:1592) om energideklara-
tioner för byggnader föreskriver Boverket följande:

Inledning

1 § Denna författning innehåller föreskrifter och allmänna råd till *förordningen (SFS 2006:1592) om energideklara-
tion för byggnader*.

De allmänna råden innehåller rekommendationer och exempel beträffande till-
ämpningen av föreskrifterna i denna författning och i förordningen. De allmänna
råden föregås av texten *Allmänt råd* och är tryckta med mindre typsnitt och indra-
gen text omedelbart efter den föreskrift som de hänför sig till.

Termer som inte särskilt förklaras i lagen (2006:985) om energideklara-
tion för byggnader, förordningen (2006:1592) eller i denna författning, har den betydelse
som anges i Tekniska Nomenklaturcentralens publikation *Plan- och byggtermer
1994*, TNC 95.

Definitioner

2 § I denna författning avses med:

A_{temp}

Den golvarea i temperaturreglerade utrymmen som är
avsedd till att värmas till mer än 10°C och som är
begränsade av klimatskärmens insida.

A_{temp} skall anges i m²

Byggnaders energianvändning

Den energi som vid normalt brukande under ett nor-
malår behöver levereras till en byggnad (oftast be-
nämnd köpt energi) för uppvärmning, komfortkyla,
tappvarmvatten samt drift av byggnadens installatio-
ner (pumpar, fläktar eller dylikt) och övrig fastighet-
sel. [kWh/år]

Komfortkyla

Den kyla som används för att sänka byggnadens in-
omhustemperatur för människors komfort.

Luftkonditioneringsystem

En kombination av alla komponenter som krävs för
att åstadkomma en form av luftbehandling som inne-
bär att temperaturen kan regleras, i detta fall sänkas.

Normalårskorrigerig

Omräkningsfaktor som tar hänsyn till det aktuella
uppvärmningsårets utomhusklimat i förhållande till
det normala utomhusklimatet. Beräknas enl. bilaga 2.

Remissversion

Besiktning av befintliga byggnader

3 § Omfattning av besiktning, enligt förordning (2006:1592) om energideklaration för byggnader, skall anpassas till i vilken mån besiktningen kan leda till rekommendationer om kostnadseffektiva åtgärder utan negativa konsekvenser för inomhusmiljön, byggnadens kulturvärden och andra väsentliga egenskapskrav.

Behovet av besiktning i övrigt skall bedömas utifrån om de uppgifter som byggnadens ägare överlämnat utgör ett tillräckligt underlag.

Allmänt råd:

I bedömningen av kostnadseffektivitet bör även kostnaden för besiktningen vägas in. Ju högre energianvändning per m² och år desto större utrymme för besiktning och därmed rekommendationer till kostnadseffektiva åtgärder kan finnas.

Uppgifter som avses i andra stycket ovan är till exempel, byggnadens energianvändning och areor, obligatorisk funktionskontroll av ventilations-systemet och radonmätning samt övriga uppgifter som skall anges i energideklarationen.

Byggnaders energiprestanda

4 § Byggnaders energiprestanda, uttryckt i kWh/m² och år, skall anges som, den normalårskorrigerade uppmätta energianvändningen i byggnaden, fördelad per A_{temp} exklusive eventuell area för varmgarage i byggnaden, om inte varmgaraget är en egen byggnad.

Byggnader där uppgifter om uppmätt energianvändning saknas, får istället deklarerat genom att energiprestandan beräknas med relevant beräkningsprogram.

Allmänt råd:

Då en- eller tvåbostadshus energideklarerat kan den oberoende experten med hjälp av byggnadens ägare och/eller brukare, kommunicera uppgifter som är nödvändiga för att kunna urskilja de för byggnadens tekniska egenskaper från övrig energianvändning.

Om byggnadens energianvändning har utgångspunkt i en gemensam mät punkt för flera byggnader bör energianvändningen fördelas på de ingående byggnaderna genom en uppskattning av respektive byggnads energianvändning.

Sammanbyggda byggnader med enhetliga byggnadstekniska förutsättningar, gemensamt inomhusklimat och gemensamt tekniskt försörjningssystem, kan vid upprättande av energideklarationer deklarerat i samma deklara tion.

För energislag som måste omvandlas till kWh, t.ex. olja och biobränsle, kan uppmätta volymer av bränslet omräknas till kWh med hjälp av bränsle typernas värmevärde. Exempel på olika bränsleslags energivärden finns i Energimyndighetens årliga skrift Energiläget.

Vid nybyggnad motsvaras byggnaders energiprestanda, av byggnaders specifika energianvändning i Boverkets byggregler (BFS 1993:57, i dess lydelse genom BFS 2006:12)

Krav på mätsystem för mätning av specifik energianvändning i nya byggnader finns i Boverkets byggregler (BFS 1993:57)

När en energideklaration senast skall vara upprättad för nya byggnader

5 § Nya byggnader skall deklarerars senast två år efter det att byggnaden tagits i bruk, dock ej senare än två år efter slutbevis utfärdats.

Allmänt råd:

Om byggnaden säljs inom tvåårsperioden kan den beräkning som ligger till grund för verifieringen av energianvändningen enligt Boverkets byggregler (BFS 1993:57 i dess lydelse genom BFS 2006:12) utgöra underlag för beräkning av energiprestandauppgiften. Detta bör då anges i deklARATIONEN. Vid senare verifiering genom mätning efter andra uppvärmningssäsongen kan energideklarationen justeras av den oberoende experten med avseende på denna uppgift.

Referensvärde

6 § Som referensvärde skall anges, dels de krav på specifik energianvändning i nya byggnader som gäller enligt Boverkets byggregler (BFS 1993:57), $EP_{ref,nyb}$, dels ett för byggnadskategorin typiskt intervall för energiprestanda EP_{ref} . Typiska intervall för olika byggnadskategoriernas referensvärden skall beräknas enligt bilaga 1.

Övriga uppgifter som skall anges i energideklarationen.

7 § I deklARATIONEN skall utöver de uppgifter som följer av 9 och 10 §§ i lagen om energideklARATIONER för byggnader och 7 § i förordningen om energideklARATION för byggnader, även anges de uppgifter som följer av 8-15 och 23 §§ i denna föreskrift.

Allmänt råd:

I deklARATIONEN kan också redovisas annat arbete med anknytning till hälsa, energi och miljö som utförts på byggnaden. Även åtgärdsförslag som rör de delar av elanvändningen som inte innefattas i energiprestandavärdet kan anges, exempelvis verksamhetsbelysning.

Allmänna uppgifter om byggnaden

8 § För alla byggnader skall anges uppgifter om;

1. byggnadens ägare,
2. byggnadens identitet,
3. byggår,
4. byggnaden är friliggande eller är sammanbyggd med andra byggnader,
5. byggnadens energianvändning är fördelad med utgångspunkt från en mät-punkt omfattande flera byggnader,
6. A_{temp} , samt,
7. vilka föreslagna åtgärder i föregående energideklARATION/besiktning som utförts sedan dess.

9 § För flerbostadshus skall dessutom anges uppgifter om;

1. antalet våningsplan,
2. antal trapphus,
3. antal lägenheter,

10 § För de lokalbyggnader som avses i 5 § lagen om energideklaration för byggnader skall dessutom anges uppgifter om;

1. typ av verksamhet,
2. genomsnittligt uteluftsflöde under uppvärmningssäsongen.

Uppgifter om byggnadens installationer:

11 § I deklARATIONEN skall dessutom anges uppgifter om;

1. mängd energi till uppvärmning, tappvarmvatten, kyla, drift av installationer och övrig fastighetsel
2. typ av uppvärmningssystem, samt
3. vilken typ eller vilka typer av ventilationssystem som finns i byggnaden,

Uppgifter relaterade till rekommendationer om kostnadseffektiva åtgärder

12 § Om rekommendationer om kostnadseffektiva åtgärder enligt 9§ 4 lagen om energideklaration för byggnader ges, skall dessa innehålla uppgift om;

1. typ av åtgärder,
2. åtgärdernas antagna påverkan på energianvändningen, [kWh/m², år]
3. hur eventuella negativa konsekvenser på byggnadens inomhusmiljö, kulturvärden och andra väsentliga egenskapskrav kan förebyggas.

Ifall åtgärdernas kostnadseffektivitet är beräknad på enskilda åtgärder eller som en del i ett åtgärdepaket skall detta anges.

Allmänt råd:

Kategorisering av rekommendationer om kostnadseffektiva åtgärder bör ges i kategorierna; byggnadsteknisk åtgärd, installationsteknisk åtgärd samt styr- och reglerteknisk åtgärd.

Uppgifter relaterade till kostnadseffektivitet

13 § Som underlag för bedömning av kostnadseffektivitet skall uppskattad kostnad per sparad kWh/m² och år anges.

Allmänt råd:

Faktorer som kan inverka på bedömningen av kostnadseffektiviteten är bl.a.:

1. åtgärdernas inverkan på energianvändningen,
2. investeringens livslängd,
3. antagen energiprisutveckling,
4. antagen kalkylränta.

Kostnadseffektiviteten kan förändras om andra åtgärder på byggnaden görs samtidigt, till exempel om fönstren behöver bytas ut av andra skäl bör endast merkostnaderna för att välja energieffektiva fönster ingå i kostnadseffektivitetskalkylen.

Uppgifter relaterade till obligatorisk funktionskontroll av ventilationssystem

14 § Om besiktningen enligt förordning (1991:1273) om funktionskontroll av ventilationssystem har föranlett anmärkningar skall andelen ventilationssystem utan anmärkningar anges.

Allmänt råd:

De energieffektiviseringsförslag och övriga uppgifter som ges i samband med 5 § sista stycket och 6 § p2 i förordningen om funktionskontroll av ventilationssystem, kan användas vid upprättandet av energideklarationen.

Uppgifter relaterade till radonmätningar

15 § Om en radonmätning har utförts skall datum för upprättande av senaste mätprotokoll, byggnadens genomsnittliga radongashalt och mätmetod anges.

Allmänt råd:

Uppmätt radongashalt kan antingen jämföras med Socialstyrelsens *Riktvärde för bedömning av "Olägenhet för människors hälsa"*, Arbetsmiljöverkets *Nivågränsvärden* eller med Boverkets *Gränsvärden* för nya byggnader, om de är beräknade som "Årsmedelvärde" med utgångspunkt i en långtidsmätning, enligt Statens Strålskyddsinstituts *Metodbeskrivningar för mätningar av radon i bostäder*, respektive *Metodbeskrivning för mätning av radon på arbetsplatser*.

Omfattning av besiktning av luftkonditioneringsystem i vissa fall

16 § De luftkonditioneringsystem som skall besiktigas enligt 11 § lagen om energideklaration för byggnader skall besiktigas i den omfattning som krävs dels för att systemets effektivitet skall kunna bedömas dels för att jämförelse skall kunna göras mellan systemets kyleffekt och storleken på byggnadens kyleffektbehov.

Allmänt råd:

Effektivitet hos kylsystem kan bedömas med hjälp av uppgifter om systemets storlek, byggnadens kylbehov samt dess drift, reglering och skötsel.

Storlek på kylsystem kan anges som nominell kyleffekt, typ och mängd av köldmedium. Nominell kyleffekt kan beräknas enligt SS-EN 14 511-2.

Storleken på en byggnads kyleffektbehov kan anges som det projekterade kyleffektbehovet under förutsättning av verksamheten i byggnaden är densamma som vid projekteringen. I annat fall bör detta värde korrigeras eller beräknas på nytt.

Kylbehovet i byggnader kan begränsas genom bland annat solavskärmning, effektiv belysning och utrustning för att minska byggnadens interna värmelaster samt alternativa kylmetoder i form av nattkyla, kylackumulering i byggnadsstommen eller dylikt kylsystem som ej kräver tillskott av energi.

Åtgärdsförslag bör ange hur kyleffekten kan bibehållas med lägre elanvändning alternativt minskas till byggnadens faktiska kylbehov. Vägledning för framtagande av dessa åtgärdsförslag finns i *prEN 152 40 "Ventilation for buildings - Energy Performance of Buildings - Guidelines for inspection of air-conditioning systems"* och *Svensk kylnorm* från Kylbranschens samarbetsstiftelse, KYS.

Intervall för besiktning av luftkonditioneringsystem

17 § Intervallen för besiktning av luftkonditioneringsystemen får högst vara tio år i de fall besiktningsprotokoll skall upprättas enligt 11 § lagen om energideklaration för byggnader.

Allmänt råd:

Luftkonditioneringsystem kan även omfattas av andra kontroller, till exempel, funktionskontroll enligt *förordning om funktionskontroll av ventilationssystem* eller kontroll enligt föreskrifter från Statens naturvårdsverk.

Om anläggningen omfattas av någon av dessa kan samordning ske t.ex. med vart femte funktionskontroll av ventilationssystemet då ventilationskontrollintervallet är två år eller var tredje då intervallet är tre år etc.

Remissversion

Uppgifter för besiktningsprotokoll för luftkonditioneringssystem med mer än 12 kW kyleffekt.

18 § I besiktningsprotokoll skall utöver de uppgifter som följer av 10 § lagen om energideklaration för byggnader skall även uppgifter enligt 8 § pkt 1, 2, 3, 6 och 7 i denna föreskrift anges.

Oberoende expert

19 § Oberoende skall styrkas genom ackreditering som kontrollorgan A, B eller C enligt SWEDACs föreskrifter.

20 § Kompetensen hos kontrollorganet skall styrkas genom att minst en person i arbetsledande ställning är certifierad enligt BFS (2007:OXE)

Allmänt råd:

Kompetensen hos kontrollorganet indelas i normal art, kvalificerad art eller för besiktning av luftkonditioneringssystem.

Oberoende expert från land inom Europeiska unionen eller i Europeiska samarbetsområdet skall genom anmälan till Boverket styrka att experten är kvalificerad eller auktoriserad för uppgiften i ett annat land, inom Europeiska unionen eller i Europeiska samarbetsområdet, enligt de bestämmelser som gäller i det landet.

Allmänt råd:

Boverket kan komma att konsultera SWEDAC vid bedömning av oberoende eller kompetens.

Tillgång till energideklarationerna.

21 § En ”Sammanfattning av energideklarationen” enligt Boverkets formulär skall om inte annat följer av 22 § alltid hållas tillgänglig. I de fall endast denna hålls tillgänglig, skall uppgift om var energideklarationen i sin helhet finns tillgänglig anges.

Allmänt råd:

En för allmänheten väl synlig och framträdande plats i byggnader enligt 5 § 1 lagen om energideklaration för byggnader kan vara i reception eller vid byggnadens mest frekventerade entré.

En väl synlig plats i byggnader enligt 5 § 2 lagen om energideklaration för byggnader kan vara i samband med de för byggnaden naturliga vägarna för in- och utgång.

Då intyg från funktionskontrollen av ventilationssystemet enligt förordning om funktionskontroll av ventilationssystem finns anslaget bör energideklarationen anslås i anslutning till detta intyg.

22 § Om det med hänsyn till byggnadens kulturvärden inte finns någon lämplig plats, i byggnaden, får sammanfattningen av energideklarationen anslås i nära anslutning till byggnaden eller tillhandahållas lätt tillgänglig på annat sätt.

Överlämnande av deklARATIONER och besiktningsprotokoll.

23 § EnergideklARATIONER respektive besiktningsprotokoll för luftkonditioneringsystem skall göras på av Boverket fastställt formulär. EnergideklARATION respektive besiktningsprotokoll skall undertecknas av för ändamålet behörig person.

För att få mata in uppgifter i Boverkets register över energideklARATIONER och besiktningsprotokoll, krävs behörighet. Sådan behörighet ges åt fysisk person som efter begäran av tekniskt ansvarig enligt ISO/IEC 17020 inom av SWEDAC för ändamålet ackrediterat kontrollorgan, eller anmälts till Boverket enligt 20 § andra stycket. Begäran om behörighet skall ske till Boverket och innehålla de uppgifter som framgår av bilaga 3. Behörigheten upphör vid den tidpunkt då kontrollorganet anmält att den inte längre är aktuell. Under den tid en person har behörighet att för ett kontrollorgans räkning mata in uppgifter, ansvarar kontrollorganet för riktigheten i de inmatade uppgifterna.

Föreligger särskilda skäl har Boverket upphäva behörighet att mata in uppgifter.

Denna författning träder ikraft den 1 mars 2007.

På Boverkets vägnar

INES UUSMANN

Hans-OK Hjorth
(Bygg- och förvaltningsenheten)

Remissversion

Referensvärden

Referensvärden och intervall erhålls automatiskt när uppgifter matas in i Boverkets register över energideklarationer och besiktningsprotokoll. Nedan beskrivs hur dessa referensvärden och intervall beräknas.

1 Krav i nya byggnader;

$EP_{ref, nyb} = f(\text{nybyggnadskategori, klimatzon, } q \text{ (om } q \text{ i lokaler } > 0,35 \text{ l/s, m}^2\text{))}$,
[kWh/m², år]

$q = \text{genomsnittligt uteluftsflöde under uppvärmningssäsongen [l/s, m}^2\text{]}$

Tabell 1 Nybyggnadsreferensvärde [kWh/m², år]

Nybyggnadskategori \ Klimatzon	Norr	Söder
En- och tvåbostadshus,		
– uppvärmda med direktverkande el	95	75
– övriga En- och tvåbostadshus	130	110
Flerbostadshus	130	110
Lokaler,	120	100
– tillägg för ventilationsenergi i lokaler*	90*(q-0,35)	70*(q-0,35)

*om genomsnittliga $q > 0,35 \text{ l/s, m}^2$

2 Typiska intervall;

De typiska intervallen bygger på statistiska data som utgår från en referensbyggnad placerad i Eskilstuna kommun, byggt efter 1975, friliggande, utan kylanvändning och med fjärrvärme som värmekälla. Korrektionsfaktorn för denna byggnad är 1,00. Referensvärden för byggnader under andra betingelser korrigeras med hänsyn till byggnadskategori, ålder, kommun, värmekälla, byggnadstyp och kylanvändning enligt nedanstående funktioner.

$EP_{ref} = f(\text{ålder, kommun, värmekälla, byggnadstyp}) \text{ [kWh/m}^2\text{, år]}$

$= (E_{uppv} * X_{\text{ålder}} * X_{\text{kommun}} * X_{\text{byggnadstyp}} + E_{vv}) * X_{\text{värmekälla}} + E_{\text{fästighetsel}} + E_{\text{kyla}}$

2.1 Intervall för referensvärden för en- och tvåbostadshus

För en- och tvåbostadshus gäller

Faktor	Parameter
$E_{uppv+vv}$	120 kWh/m ² (Eskilstuna)
$X_{\text{ålder}}$	Justering för ålder, se tabell 2
X_{kommun}	Justering för kommun, se tabell 4
$X_{\text{värmekälla}}$	Justering för värmekälla, se tabell 5
$X_{\text{byggnadstyp}}$	Justering för byggnadstyp, se tabell 6

Vid beräkning av aktuell byggnads energianvändning kan för en- och tvåbostadshus med normal användning följande förenklingar (schabloner) användas:

$E_{uppv} = E_{uppv+vv} * 0,75 = 90 \text{ kWh/m}^2$

$$E_{vv} = E_{uppv+vv} * 0,25 = 30 \text{ kWh/m}^2$$

$E_{fastighetsel}$ kan i en- och tvåbostadshus anses som försumbar, dvs. lika med 0 kWh/m².

Energi för kylproduktion beaktas ej i referensvärdet för En- och tvåbostadshus.

Intervall för småhus är EP_{ref} , +/- 10 %.

Intervall, EP_{ref} (småhus):

$$EP_{ref} = (90 * X_{\text{ålder}} * X_{\text{kommun}} * X_{\text{byggnadstyp}} + 30) * X_{\text{värmekälla}}$$

$$\text{Undre intervallgräns} = 0,9 * EP_{ref}$$

$$\text{Övre intervallgräns} = 1,10 * EP_{ref}$$

Allmänt råd

Vid beräkning av aktuell energiprestanda i eluppvärmda En- och tvåbostadshus kan följande förenklingar användas:

$$E_{uppv+vv} = E_{total} - E_{hushållsel}$$

$$E_{hushållsel} = (530 + A_{temp} * 12 + B * 690) * 1,25 \text{ [kWh/år]}$$

B= antal boende

2.2 Intervall för referensvärden för flerbostadshus

För flerbostadshus gäller;

Faktor	Parameter
$E_{uppv+vv}$	100 kWh/m ² (Eskilstuna)
$E_{fastighetsel}$	20 kWh/m ²
$X_{\text{ålder}}$	Justering för ålder, se tabell 3
X_{kommun}	Justering för kommun, se tabell 4
$X_{\text{värmekälla}}$	Justering för värmekälla, se tabell 5
$X_{\text{byggnadstyp}}$	Justering för byggnadstyp, se tabell 7

För ett flerbostadshus med normal användning kan följande förenklingar användas:

$$E_{uppv} = E_{uppv+vv} * 0,75$$

$$E_{vv} = E_{uppv+vv} * 0,25$$

Energi för kylproduktion beaktas ej i referensvärdet för flerbostadshus.

Intervall EP_{ref} (Flerbostadshus):

$$EP_{ref} = (75 * X_{\text{ålder}} * X_{\text{kommun}} * X_{\text{byggnadstyp}} + 25) * X_{\text{värmekälla}} + 20$$

$$\text{Undre intervallgräns} = 0,9 * EP_{ref}$$

$$\text{Övre intervallgräns} = 1,1 * EP_{ref}$$

Allmänt råd:

Vid beräkning av aktuell energiprestanda i eluppvärmda flerbostadshus som inte har separat mätning för respektive lägenhet kan följande förenklingar användas:

$$E_{\text{uppv+vv}} = E_{\text{total}} - E_{\text{hushållsel}} - E_{\text{fastighetsel}}$$

$$E_{\text{hushållsel}} = 1040 * n + 300 * m \text{ [kWh/år]}, \text{ (exklusive ventilationsfläktar, matförvaring och tvätt)}$$

n = antal lägenheter

m = antal personer

Schablonvärde för tvätt och tork: 160 kWh / person, år

Schablonvärde för matförvaring: 526-730 kWh /lägenhet, år (Det högre värdet för större hushåll och det lägre värdet för lägenheter med 1-2 rum och kök.)

Intervall för flerbostadshus ges av $EP_{\text{ref}} \pm 10\%$

2.3 Intervall för referensvärden för lokal- och specialbyggnader

För lokal- och specialbyggnader gäller;

$$EP_{\text{ref}} = f(\text{kategori, kommun, värmekälla, byggnadstyp}) \text{ [kWh/m}^2, \text{ år]}$$

$$= (E_{\text{uppv}} * X_{\text{kommun}} * X_{\text{byggnadstyp}} + E_{\text{vv}}) * X_{\text{värmekälla}} + E_{\text{fastighetsel}} + E_{\text{kyla}}$$

Faktor	Parameter
$E_{\text{uppv+vv}}$	Se tabell 8
$E_{\text{fastighetsel}}$	Se tabell 9
X_{kommun}	Justering för kommun, se tabell 4
$X_{\text{värmekälla}}$	Justering för värmekälla, se tabell 5
$X_{\text{byggnadstyp}}$	Justering för byggnadstyp, se tabell 7

Värdet för $E_{\text{fastighetsel}}$, tabell 9, har en större osäkerhet varför den oberoende expertens bedömning har stor betydelse.

Någon förenklad metod för fördelning av värmeenergin för uppvärmning respektive varmvattenproduktion kan inte ges utan det åligger den oberoende experten att göra denna fördelning.

Energi för kylproduktion i byggnaden eller köpt fjärrkyla beaktas i referensvärdet för lokalbyggnader och specialbyggnader. Referensvärdet räknas således upp med den elenergi som krävs för kylproduktionen alternativt den mängd fjärrkyla som köpts in. Det åligger den oberoende experten att göra denna beräkning.

Intervall EP_{ref} (lokaler):

$$EP_{\text{ref}} = (E_{\text{uppv}} * X_{\text{kommun}} * X_{\text{byggnadstyp}} + E_{\text{vv}}) * X_{\text{värmekälla}} + E_{\text{fastighetsel}} + E_{\text{kyla}}$$

Referensvärdesintervall ges av tabell 10.

3 Övriga tabeller:

Tabell 2 Justeringsfaktor ålder för En- och tvåbostadshus

Ålder	Justeringsfaktor ($X_{\text{ålder}}$)
<1975	1,3
≥1976	1,0

Tabell 3 Justeringsfaktor ålder för flerbostadshus

Ålder	Justeringsfaktor ($X_{\text{ålder}}$)
>1975	1,4
1975-2005	1,2
nya hus	1,0

Tabell 4 Justeringsfaktor kommun (D)

Län		Kommun		Justeringsfaktor (X_{kommun})
Nr	Namn	Nr	Namn	
10	Blekinge	80	Karlshamn	0,9
		81	Karlskrona	0,9
		82	Ronneby	0,9
		60	Olofström	0,9
		83	Sölvesborg	0,9
20	Dalarna	84	Avesta	1,1
		81	Borlänge	1,2
		80	Falun	1,2
		26	Gagnef	1,2
		83	Hedemora	1,1
		85	Ludvika	1,2
		29	Leksand	1,2
		23	Malung	1,2
		62	Mora	1,2
		34	Orsa	1,2
		31	Rättvik	1,2
		61	Smedjebacken	1,2
		82	Säter	1,1
		31	Vansbro	1,2
39	Älvdalen	1,3		
09	Gotland	80	Gotland	1,0
21	Gävleborg	83	Bollnäs	1,2
		80	Gävle	1,1
		4	Hofors	1,1
		84	Hudiksvall	1,2

		61	Ljusdal	1,2
		32	Nordanstig	1,2
		1	Ockelbo	1,1
		21	Ovanåker	1,2
		81	Sandviken	1,1
		82	Söderhamn	1,1
13	Halland	82	Falkenberg	1,0
		80	Halmstad	1,0
		15	Hylte	1,0
		84	Kungsbacka	1,0
		81	Laholm	0,9
		83	Varberg	1,0
23	Jämtland	26	Berg	1,3
		5	Bräcke	1,3
		61	Härjedalen (Sveg)	1,3
		9	Krokom	1,3
		3	Ragunda	1,3
		13	Strömsund	1,3
		21	Åre	1,4
		80	Östersund	1,3
6	Jönköping	4	Aneby	1,0
		86	Eksjö	1,0
		62	Gislaved	1,0
		17	Gnosjö	1,0
		43	Habo	1,0
		80	Jönköping	1,0
		42	Mullsjö	1,0
		82	Nässjö	1,0

		84	Sävsjö	1,0
		87	Tranås	1,0
		65	Vaggeryd	1,0
		85	Vetlanda	1,0
8	Kalmar	85	Borgholm	1,0
		62	Emmaboda	0,9
		60	Hultsfred	1,0
		21	Högsby	1,0
		80	Kalmar	0,9
		61	Mönsterås	1,0
		40	Mörbylånga	1,0
		81	Nybro	0,9
		82	Oskarshamn	1,0
		34	Torsås	0,9
		84	Vimmerby	1,0
		83	Västervik	1,0
		7	Kronoberg	64
61	Lessebo			1,0
81	Ljungby			1,0
67	Markaryd			0,9
60	Uppvidinge			1,0
83	Värnamo			1,0
80	Växjö			1,0
65	Älmhult			1,0
63	Tingsryd			0,9
25	Norrbotten	6	Arjeplog	1,5
		5	Arvidsjaur	1,5
		82	Boden	1,4

		23	Gällivare	1,6
		83	Haparanda	1,4
		10	Jokkmokk	1,5
		14	Kalix	1,4
		84	Kiruna	1,6
		80	Luleå	1,4
		21	Pajala	1,5
		81	Piteå	1,4
		60	Älvsbyn	1,4
		13	Överkalix	1,4
		18	Övertorneå	1,4
12	Skåne	60	Bjuv	0,9
		72	Bromölla	0,9
		31	Burlöv	0,9
		78	Båstad	0,9
		85	Eslöv	0,9
		83	Helsingborg	0,9
		93	Hässleholm	0,9
		84	Höganäs	0,9
		66	Hörby	0,9
		65	Höör	0,9
		76	Klippan	0,9
		90	Kristianstad	0,9
		61	Kävlinge	0,9
		82	Landskrona	0,9
		62	Lomma	0,9
		81	Lund	0,9
		80	Malmö	0,9

		73	Osby	1,0
		75	Perstorp	0,9
		91	Simrishamn	0,9
		65	Sjöbo	0,9
		64	Skurup	0,9
		30	Staffanstorp	0,9
		14	Svalöv	0,9
		63	Svedala	0,9
		70	Tomelilla	0,9
		87	Trelleborg	0,9
		33	Vellinge	0,9
		86	Ystad	0,9
		77	Åstorp	0,9
		92	Ängelholm	0,9
		57	Örkelljunga	0,9
		56	Ö. Göinge	1,0
1	Stockholm	27	Botkyrka	1,0
		62	Danderyd	1,0
		25	Ekerö	1,0
		36	Haninge	1,0
		26	Huddinge	1,0
		23	Järfälla	1,0
		86	Lidingö	1,0
		82	Nacka	1,0
		40	Nykvarn	1,0
		92	Nynäshamn	1,0
		28	Salem	1,0
		91	Sigtuna	1,0

		63	Sollentuna	1,0
		84	Solna (Sthlm-Bromma)	1,0
		80	Stockholm	1,0
		83	Sundbyberg (Sthlm-Bromma)	1,0
		81	Södertälje	1,0
		38	Tyresö	1,0
		60	Täby	1,0
		39	Upplands-Bro	1,0
		14	Uppl. Väsby	1,0
		15	Vallentuna	1,0
		87	Vaxholm	1,0
		20	Värmdö	1,0
		17	Österåker	1,0
4	Södermanland	83	Katrineholm	1,0
		84	Eskilstuna	1,0
		82	Flen	1,0
		61	Gnesta	1,0
		80	Nyköping	1,0
		81	Oxelösund	1,0
		86	Strängnäs	1,0
		88	Trosa	1,0
		28	Vingåker	1,0
3	Uppsala	81	Enköping	1,0
		31	Heby	1,1
		5	Håbo	1,0
		30	Knivsta	1,0
		88	Norrtälje	1,0
		60	Tierp	1,1

		80	Uppsala	1,0
		19	Älvkarleby	1,0
		82	Östhammar	1,1
17	Värmland	84	Arvika	1,1
		30	Eda	1,1
		82	Filipstad	1,1
		63	Forshaga	1,0
		64	Grums	1,0
		83	Hagfors	1,1
		61	Hammarö	1,0
		80	Karlstad	1,0
		15	Kil	1,0
		81	Kristinehamn	1,0
		62	Munkfors	1,1
		60	Storfors	1,1
		66	Sunne	1,1
		85	Säffle	1,0
		37	Torsby	1,1
65	Årjäng	1,0		
24	Västerbotten	3	Bjurholm	1,3
		25	Dorotea	1,4
		81	Lycksele	1,4
		18	Malå	1,5
		1	Nordmaling	1,3
		17	Norsjö	1,4
		9	Robertsfors	1,3
		82	Skellefteå	1,4
		22	Sorsele	1,5

		21	Storuman	1,5
		80	Umeå	1,3
		62	Vilhelmina	1,4
		4	Vindeln	1,4
		60	Vännäs	1,3
		63	Åsele	1,4
22	Västernorrland	80	Härnösand	1,2
		82	Kramfors	1,2
		83	Sollefteå	1,3
		62	Timrå	1,2
		60	Ånge	1,3
		84	Örnsköldsvik	1,3
19	Västmanland	84	Arboga	1,0
		82	Fagersta	1,1
		61	Hallstahammar	1,0
		60	Kungsör	1,0
		83	Köping	1,0
		62	Norberg	1,1
		81	Sala	1,1
		4	Skinnskatteberg	1,1
		7	Surahammar	1,1
		80	Västerås	1,0
14	Västra Götaland	40	Ale	0,9
		89	Alingsås	1,0
		60	Bengtsfors	1,0
		43	Bollebygd	1,0
		90	Borås	1,0
		38	Dals-Ed	1,0

45	Essunga	1,0
99	Falköping	1,0
39	Färgelanda	1,0
44	Grästorp	1,0
47	Gullspång	1,0
80	Göteborg	0,9
71	Götene	1,0
66	Herrljunga	1,0
97	Hjo	1,0
1	Härryda	0,9
46	Karlsborg	1,0
82	Kungälv	0,9
41	Lerum	1,0
94	Lidköping	1,0
62	Lilla Edet	0,9
84	Lysekil	1,0
93	Mariestad	1,0
63	Mark	1,0
61	Mellerud	1,0
30	Munkedal	1,0
81	Mölnadal	0,9
21	Orust	0,9
2	Partille	0,9
95	Skara	1,0
96	Skövde	1,0
27	Sotenäs	1,0
15	Stenungsund	0,9
86	Strömstad	1,0

		65	Svenljunga	1,0
		35	Tanum	1,0
		72	Tibro	1,0
		98	Tidaholm	1,0
		19	Tjörn	0,9
		52	Tranemo	1,0
		88	Trollhättan	1,0
		73	Töreboda	1,0
		85	Uddevalla	1,0
		91	Ulricehamn	1,0
		70	Vara	1,0
		42	Vårgårda	1,0
		87	Vänersborg	1,0
		92	Åmål	1,0
		7	Öckerö	0,9
18	Örebro	82	Askersund	1,0
		62	Degerfors	1,1
		61	Hallsberg	1,1
		63	Hällefors	1,1
		83	Karlskoga	1,1
		81	Kumla	1,0
		60	Laxå	1,0
		14	Lekeberg	1,1
		85	Lindesberg	1,1
		64	Ljusnarsberg	1,1
		84	Nora	1,1
		80	Örebro	1,1
5	Östergötland	60	Boxholm	1,0

	62	Finspång	1,0
	13	Kinda (Kisa)	1,0
	80	Linköping	1,0
	86	Mjölby	1,0
	83	Motala	1,0
	81	Norrköping	1,0
	82	Söderköping	1,0
	84	Vadstena	1,0
	63	Valdemarsvik	1,0
	12	Ydre	1,0
	61	Åtvidaberg	1,0
	9	Ödeshög	1,0

Tabell 5 Justering för värmekälla

Värmekälla	Justeringsfaktor ($X_{\text{värmekälla}}$)
Fjärrvärme	1
El	1
Olja	1,2
Biobränslepanna (ved, flis mm)	1,3
Pelletspanna	1,3
Gaspanna	1,1
Frånluftsvärmepump	0,6
Markvärmepump (berg, mark, sjö)	0,4
Uteluftsvärmepump (luft - vatten)	0,5
Uteluftsvärmepump (luft - luft)	0,7 (hänsyn är taget till att varmvatten inte produceras)

Tabell 6 Justering för byggnadstyp för en- och tvåbostadshus

Byggnadstyp	Justeringsfaktor ($X_{\text{byggnadstyp}}$)
Friliggande	1,0
Gavel	0,9
Mellanliggande	0,8

Tabell 7 Justering för byggnadstyp för flerbostadshus

Byggnadstyp	Justeringsfaktor ($X_{\text{byggnadstyp}}$)
Friliggande	1,0
Gavel	0,8
Mellanliggande	0,7

Tabell 8 Energi för uppvärmning och varmvatten för lokalbyggnader och specialbyggnader (Eskilstuna)

Kategori	$E_{\text{uppv+vv}}$ kWh/m ² (A_{temp}), år
Hotell, restaurang	140
Kontor och förvaltning	105
Butik/lager, livs	125
Butik/lager, övrigt	115
Vård, dygnet runt	150
Vård, dagtid	125
Skolor	130
Sport, idrott (ej simhall)	90
Teater, konsert, samling	120

Tabell 9 Uppskattad fastighetsel för lokalbyggnader och specialbyggnader

Kategori	$E_{\text{fastighetsel}}$ kWh/m ² (A_{temp}), år
Hotell, restaurang	40
Kontor och förvaltning	35
Butik/lager, livs	125
Butik/lager, övrigt	85
Vård, dygnet runt	35
Vård, dagtid	25
Skolor	20
Sport, idrott	15
Teater, konsert, samling	50

Tabell 10 Referensvärdesintervall för lokalbyggnader och specialbyggnader

Kategori	
Hotell, restaurang	$EP_{\text{ref}} \pm 10 \%$
Kontor och förvaltning	$EP_{\text{ref}} \pm 20 \%$
Butik/lager, livs	$EP_{\text{ref}} \pm 10 \%$
Butik/lager, övrigt	$EP_{\text{ref}} \pm 10 \%$
Vård, dygnet runt	$EP_{\text{ref}} \pm 10 \%$
Vård, dagtid	$EP_{\text{ref}} \pm 20 \%$
Skolor	$EP_{\text{ref}} \pm 20 \%$
Sport, idrott	$EP_{\text{ref}} \pm 20 \%$
Teater, konsert, samling	$EP_{\text{ref}} \pm 20 \%$

Bilaga 2

Normalårskorrigerig genom graddags- eller energiindexmetod.

Graddagsmetod.

Graddagar räknas ut som en summering av respektive orsts skillnad mellan ute-temperaturens dygnsmedelvärde och +17°C. Med inverkan av solinstrålning, in-ternlaster och personvärme antas att en inomhustemperatur på ca 20°C erhålls. Uppvärmningsbehovet antas vara noll vid en dygnsmedeltemperatur överstigande 13°C i oktober, 12°C i april och september, 11°C i augusti och 10°C i maj, juni och juli.

$$\text{Graddagar} = \sum(17 - T_{\text{ute}}) \text{ för dagar med uppvärmningsbehov}$$

En korrektionsfaktor beräknas genom att aktuell månads graddagar divideras med motsvarande månads graddagar under ett normalår.

Normalårskorrigeringen beräknas genom att energi för uppvärmning multipliceras med korrektionsfaktorn ovan. För att få byggnadens energianvändning som utgör underlag för energiprestanda ska energi för varmvatten och kylproduktion adderas.

T_{ute} = utetemperaturens dygnsmedelvärde på respektive ort i enlighet med SMHIs mätningar 1975-2004

Energiindexmetod.

Ekvivalenta graddagar (Ed_h) räknas ut som en summering av respektive orsts skillnad mellan en ekvivalent temperatur och innetemperaturen (21°C) för varje timme dividerat med antalet timmar per dygn då ett värmebehov föreligger

$$ED_h = \text{summa}(21 - T_e) , \text{ där } T_e \text{ är dygnsmedelvärdet av ekvivalent temperatur}$$

Energiindexet beräknas genom att aktuell månads ekvivalenta graddagar divideras med motsvarande månads ekvivalenta graddagar under ett normalår.

Normalårskorrigeringen beräknas genom att energi för uppvärmning multipliceras med energiindexet. För att få byggnadens energianvändning som utgör underlag för energiprestanda ska energi för varmvatten och kylproduktion adderas.

Bilaga 3

**Uppgifter för begäran om behörighet att mata in uppgifter avse-
ende energideklaration eller besiktningsprotokoll för luftkondi-
tioneringssystem i Boverkets register.**

I begäran om behörighet skall uppgifter enligt antingen alternativ 1 eller alternativ 2 finnas.

Alternativ 1: För ackrediterade kontrollorgan:

Ackrediterat kontrollorgan:

Organisationsnummer:

Ackrediterings nummer:

Firmatecknare:

Namn på behörig inmatare:

Personnummer behörig inmatare:

**Alternativ 2: För personer anmälda enligt § 20 stycke två i dessa föreskrif-
ter:**

Land 1 (Expertens hemvistland):

Expertens namn:

Organisations-/personnummer för experten:

Land 2 (kvalifikations-/ackrediteringsgrundande land):

Kvalificerings / Ackrediteringsgrund grund:

Namn på behörig inmatare:

Identifikation behörig inmatare:

Bilaga 2



Lag om energideklaration för byggnader;

utfärdad den 21 juni 2006.

Enligt riksdagens beslut¹ föreskrivs² följande.

Lagens syfte och tillämpningsområde

1 § Lagens syfte är att främja en effektiv energianvändning och en god inomhusmiljö i byggnader.

2 § Lagen skall tillämpas på byggnader för vilka energi används i syfte att påverka byggnadernas inomhusklimat.

Definitioner

3 § I denna lag avses med

energiprestanda: den mängd energi som behöver användas i en byggnad för att uppfylla de behov som är knutna till ett normalt bruk av byggnaden under ett år,

oberoende expert: en person som enligt denna lag och föreskrifter som meddelats med stöd av lagen är oberoende i förhållande till sin uppdragsgivare och har särskild sakkunskap om energianvändning och inomhusmiljö i byggnader, och

tillsynsmyndighet: den eller de kommunala nämnder som fullgör kommunens uppgifter inom plan- och byggväsendet.

Skyldighet att energideklarera byggnader

4 § Den som för egen räkning uppför eller låter uppföra en byggnad skall se till att det finns en energideklaration för byggnaden.

5 § Den som äger en byggnad skall se till att det för byggnaden alltid finns en energideklaration som inte är äldre än tio år

1. om byggnaden är indelad som specialbyggnad enligt 2 kap. 2 § fastighetstaxeringslagen (1979:1152) och har en total användbar golvyta som är större än 1 000 kvadratmeter, eller

¹ Prop. 2005/06:145, bet. 2005/06:BoU9, rskr. 2005/06:365.

² Jfr Europaparlamentets och rådets direktiv 2002/91/EG av den 16 december 2002 om byggnaders energiprestanda (EGT L 1, 4.1.2003, s. 65, Celex 32002L0091).

2. om byggnaden eller en del av byggnaden upplåts med nyttjanderätt.

6 § När en byggnad eller en andel i en byggnad säljs, skall den som äger byggnaden se till att det för byggnaden finns en energideklaration som vid försäljningstidpunkten inte är äldre än tio år.

Undantag från skyldigheten att energideklarera byggnader

7 § Regeringen eller den myndighet som regeringen bestämmer får meddela föreskrifter om undantag från skyldigheterna i 4–6 §§.

Besiktning av en befintlig byggnad

8 § Innan en energideklaration upprättas för en befintlig byggnad skall byggnadens ägare se till att byggnaden besiktigas, om det behövs för att en deklARATION skall kunna upprättas.

Regeringen eller den myndighet som regeringen bestämmer får meddela föreskrifter om besiktning.

Energideklarationens innehåll

9 § I en energideklaration skall det anges

1. en uppgift om byggnadens energiprestanda,
2. om obligatorisk funktionskontroll av ventilationssystemet har utförts i byggnaden,
3. om radonmätning har utförts i byggnaden,
4. om byggnadens energiprestanda kan förbättras med beaktande av en god inomhusmiljö och, om så är fallet, rekommendationer om kostnads-effektiva åtgärder för att förbättra byggnadens energiprestanda, och
5. referensvärden, som gör det möjligt för konsumenter att bedöma byggnadens energiprestanda och att jämföra byggnadens energiprestanda med andra byggnaders.

Regeringen eller den myndighet som regeringen bestämmer får meddela föreskrifter om hur en byggnads energiprestanda enligt första stycket 1 skall fastställas, vilka referensvärden som skall användas enligt första stycket 5 och vilka uppgifter som utöver första stycket 1–5 skall lämnas i en deklARATION.

10 § Om det i en byggnad finns ett luftkonditioneringssystem med en effekt som är högre än 12 kilowatt, som huvudsakligen drivs med elektricitet, skall det i en energideklaration anges

1. uppgifter om systemets energieffektivitet och systemets storlek i förhållande till behovet av kyla i byggnaden, och
2. om en effektivare energianvändning kan uppnås i det befintliga systemet eller genom att systemet ersätts med ett annat system eller en annan metod att kyla byggnaden.

Besiktning av luftkonditioneringsystem i vissa fall

11 § Om en byggnad inte skall energideklarerars enligt 5 eller 7 §, men det finns ett sådant luftkonditioneringsystem i byggnaden som anges i 10 §, skall byggnadens ägare se till att systemet regelbundet besiktigas på det sätt som behövs för de uppgifter som anges i 10 § 1 och 2 och att sådana uppgifter antecknas i ett besiktningsprotokoll.

Regeringen eller den myndighet som regeringen bestämmer får meddela närmare föreskrifter om besiktningsintervall och om besiktningens omfattning.

Oberoende expert

12 § Den som enligt 4, 5, 6 eller 11 § första stycket skall se till att det finns en energideklaration eller ett besiktningsprotokoll skall utse en oberoende expert, som gör en besiktning enligt 8 eller 11 § och upprättar en energideklaration eller ett besiktningsprotokoll.

Regeringen eller den myndighet som regeringen bestämmer får meddela föreskrifter om de krav i fråga om sakkunskap och oberoende som skall ställas på en oberoende expert.

Tillgång till energideklarationerna

13 § Den som äger en byggnad skall se till att den energideklaration som senast har upprättats för byggnaden är tillgänglig

1. på en för allmänheten väl synlig och framträdande plats i byggnaden, om den är en sådan byggnad som anges i 5 § 1, eller
2. på en väl synlig plats i byggnaden, om den är en sådan byggnad som anges i 5 § 2.

Regeringen eller den myndighet som regeringen bestämmer får meddela föreskrifter om att en energideklaration får placeras på en annan plats i en byggnad eller i anslutning till en byggnad.

14 § Har den som säljer en byggnad eller en andel i en byggnad, trots köparens begäran, underlåtit att fullgöra sin skyldighet enligt 6 § får köparen, senast sex månader efter sitt tillträde till byggnaden, låta upprätta en energideklaration på säljarens bekostnad.

Överlämnande av energideklarationer och besiktningsprotokoll till Boverket

15 § Den som enligt 4, 5, 6 eller 11 § första stycket skall se till att det finns en energideklaration eller ett besiktningsprotokoll eller den som enligt 14 § låter upprätta en energideklaration skall se till att ett exemplar av deklarationen eller protokollet lämnas till Boverket.

Regeringen eller den myndighet som regeringen bestämmer får meddela föreskrifter om elektronisk överföring av energideklarationer och besiktningsprotokoll.

Energideklarationsregister

16 § Boverket skall föra ett register över de energideklarationer och besiktningssprotokoll som lämnats till verket enligt 15 §.

17 § Boverket är personuppgiftsansvarigt för behandlingen av personuppgifter i energideklarationsregistret.

18 § Uppgifterna i energideklarationsregistret får behandlas för

1. framtagande av statistik,
2. forskning,
3. uppföljning och utvärdering av energianvändningen och inomhusmiljön i bebyggelsen,
4. tillsyn, och
5. annan allmän eller enskild verksamhet där information om byggnader och deras energiprestanda och inomhusmiljö utgör underlag för bedömningar och beslut.

19 § Regeringen får meddela föreskrifter om

1. vilka uppgifter som får registreras i energideklarationsregistret,
2. urval och bearbetningar av personuppgifter,
3. utlämnande på medium för automatiserad behandling, och
4. direktåtkomst till registret.

20 § Om personuppgifter behandlas i strid med denna lag eller i strid med föreskrifter som meddelats med stöd av lagen, tillämpas bestämmelserna om rättelse i personuppgiftslagen (1998:204).

Skadestånd

21 § Den som lider skada på grund av ett tekniskt fel i energideklarationsregistret har rätt till ersättning av staten.

Ersättningen skall sättas ned med skäligt belopp eller helt falla bort, om den skadelidande har medverkat till skadan genom att utan skälig anledning ha låtit bli att vidta åtgärder för att bevara sin rätt eller om den skadelidande på något annat sätt har medverkat till skadan genom eget vållande.

I ärenden om ersättning företräds staten av den myndighet som regeringen bestämmer.

22 § Utöver vad som följer av 21 § gäller bestämmelserna i personuppgiftslagen (1998:204) om skadestånd vid behandling av personuppgifter enligt denna lag eller de föreskrifter som har meddelats med stöd av lagen.

Alternativa energiförsörjningssystem

23 § Den som för egen räkning uppför eller låter uppföra en byggnad med en total användbar golvyta som är större än 1 000 kvadratmeter skall innan byggnadsarbetena påbörjas låta utreda alternativa energiförsörjningssystem för byggnaden och redovisa om sådana system är tekniskt, miljömässigt och

ekonomiskt genomförbara för byggnaden. Redovisningen skall lämnas till tillsynsmyndigheten.

SFS 2006:985

Tillsyn

24 § Den eller de kommunala nämnder som fullgör kommunens uppgifter inom plan- och byggväsendet skall utöva tillsyn över att den som äger en byggnad fullgör de skyldigheter som anges i 11 § första stycket och 13 §.

25 § Tillsynsmyndigheten får meddela de förelägganden som behövs för att ägaren till en byggnad skall fullgöra en sådan skyldighet som anges i 11 § första stycket eller 13 §. Ett föreläggande får förenas med vite.

Tillsynsmyndigheten skall på begäran, i den utsträckning det behövs för tillsynen, få tillträde till sådana byggnader som avses i 13 § samt utrymmen och områden som hör till sådana byggnader. Denna rätt omfattar inte bostäder.

Om byggnadens ägare inte ger tillsynsmyndigheten tillträde när myndigheten har rätt till det får Kronofogdemyndigheten, efter tillsynsmyndighetens ansökan, besluta om särskild handräckning. Bestämmelser om sådan handräckning finns i lagen (1990:746) om betalningsföreläggande och handräckning.

Överklagande

26 § En tillsynsmyndighets beslut om föreläggande som förenats med vite enligt 25 § första stycket och Boverkets beslut om rättelse enligt 20 § får överklagas hos allmän förvaltningsdomstol.

Prövningstillstånd krävs vid överklagande till kammarrätten.

-
1. Denna lag träder i kraft den 1 oktober 2006.
 2. Byggnader som vid lagens ikraftträdande omfattas av bestämmelsen i 5 § 1 skall vara energideklarerade senast den 31 december 2008.
 3. Byggnader som vid lagens ikraftträdande omfattas av bestämmelsen i 5 § 2 och som är flerbostadshus skall vara energideklarerade senast den 31 december 2008.
 4. I fråga om andra byggnader än flerbostadshus skall bestämmelsen i 5 § 2 tillämpas från och med den 1 januari 2009.
 5. Byggnader som avses i 4 eller 6 § skall energideklarerats första gången efter den 31 december 2008.
 6. Luftkonditioneringssystem som avses i 11 § första stycket skall besiktigas första gången efter den 31 december 2008.
 7. För byggnader under uppförande den 1 januari 2009 skall skyldigheten enligt 4 § inte gälla om bygganmälan gjorts före den 1 januari 2009.
 8. För byggnader under uppförande den 1 oktober 2006 skall skyldigheten enligt 23 § inte gälla om bygganmälan gjorts före den 1 oktober 2006.

SFS 2006:985

På regeringens vägnar

GÖRAN PERSSON

MONA SAHLIN
(Miljö- och samhälls-
byggnadsdepartementet)