

Artikelförfattare **EGIL ÖFVERHOLM**
Företag **Tidigare
Energimyndigheten**
Kontakt **egil.ofverholm@
gmail.com**

PER WICKMAN
Aton Teknikkonsult
per.wickman@aton.se

PER LEVIN
Projektengagemang
**per.levin@
projektengagemang.se**

KARIN ENGVALL
Uppsala Universitet
**karin.engvall@
medsci.uu.se**

Kan man lita på kWh och kvm?

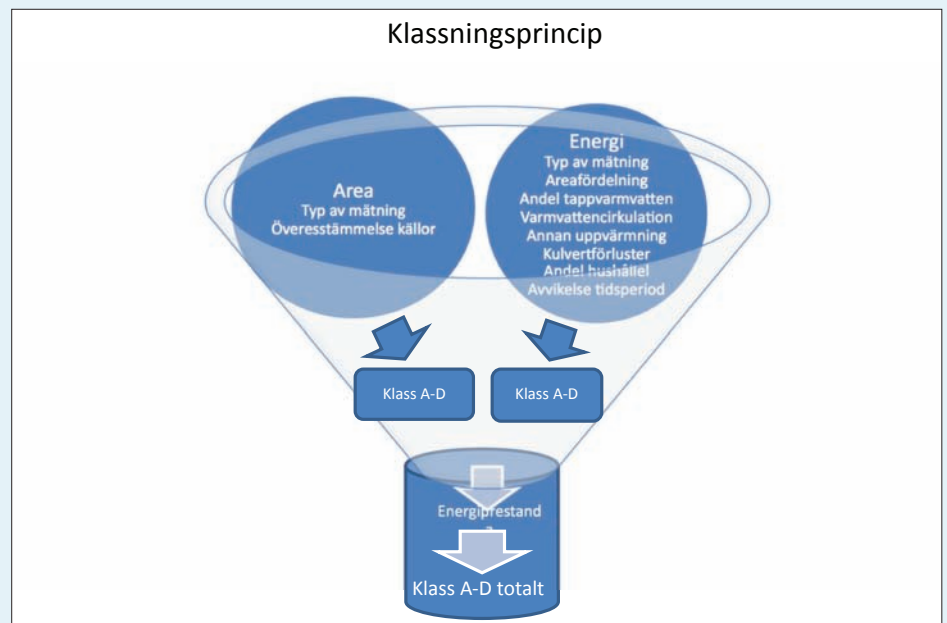
**Metod
för att
kvalitets-
säkra
data**

Kan man lita på angivelserna av energianvändning och yta? Det enkla svaret är att om värme och varmvatten mäts separat till en byggnad och arean har mätts, så ja. Men hur ofta är det fallet? Och finns det annat som påverkar tillförlitligheten?

I **ENERGIDEKLARATIONEN FÖR** byggnader är enheten för energiprestanda, kWh/kvm, grundläggande. Men hur stor är osäkerheten? För kWh behövs ibland omräkning från fjärrvärmens leveranspunkt till den enskilda byggnaden. Hur hanteras distributionsförlusterna, hur mycket kan tappvarmvattnet variera mellan olika byggnader, etcetera? Sanningen är att A_{temp} sällan mäts, utan räknas om med hjälp av schabloner.

I 3H Energiprojektet, som är en fortsättning av 3H (Hälsomässigt Hållbara Hus i Stockholm), har vi med utgångspunkt från 472 flerbostadshus tagit fram en metod för värdering av kWh/kvm. I samband med att vi i detta projekt relaterar inneklimat till energianvändning har det snabbt visat sig att uppgifter om fastighetsbeteckningar, areor, adresser och anläggningsnummer inte stämmer överens mellan olika källor. En bidragande orsak är att de data som läggs in i 3H Energiprojektets databas kommer från flera olika databaser. Därtill har vissa kompletteringsdata från Stockholms kommunala bostadsbolag lagts in. Följande datakällor har använts:

- ▶ 3H data Fastighetsägarenkät och fastighetsdata från Fastighetsregistret
- ▶ 3H Fältstudie mätdata temperatur, luftflöde och luftfuktighet
- ▶ Fortums debiteringsmätningar av värme och hushållsel
- ▶ Boverkets data från inlämnade Energideklarationer, Gripen.



Figur 1: Principen för klassning av data för area och energianvändning.

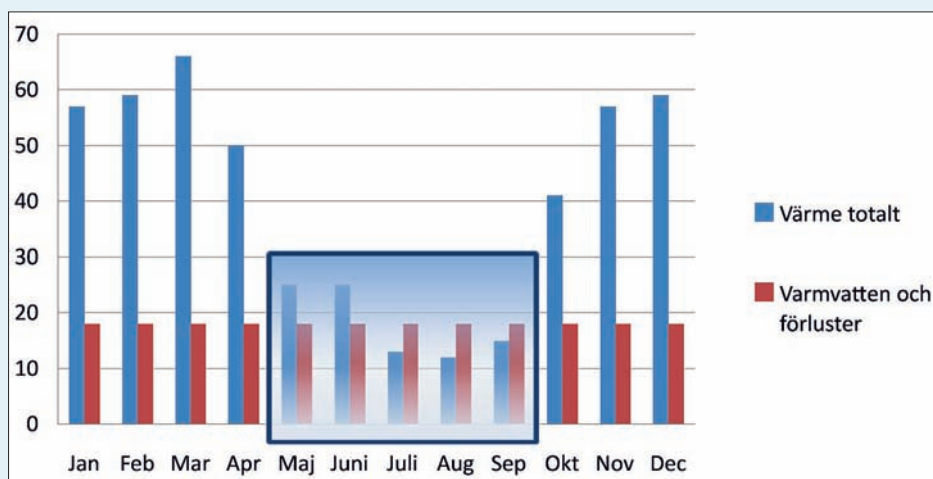
För att kunna integrera data från de olika databaserna har standarden Fi2 använts så långt som möjligt. Fi2 är framtagen av Föreningen för förvaltningsinformation, för att hantera alla former av information som rör fastigheter [1].

Klassning

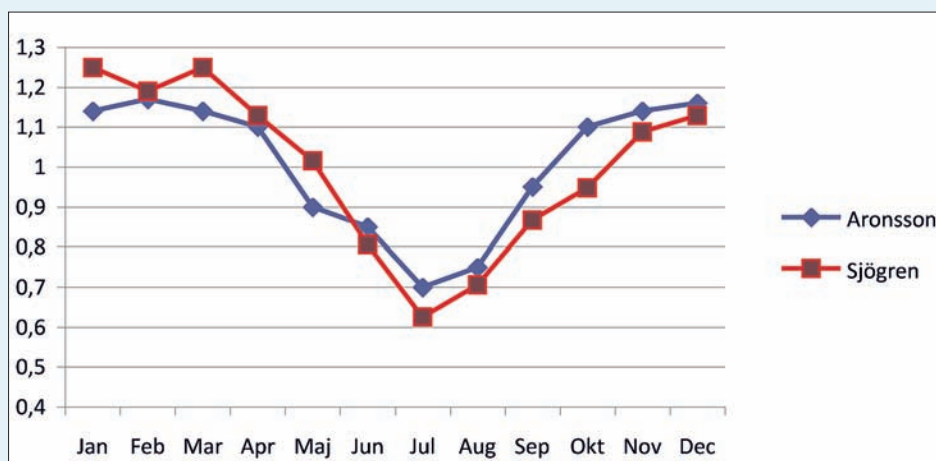
Figur 1 visar principen för klassning av data för area och energianvändning. Genom att sortera data i kvalitetsklasser på ett defi-

nierat sätt kan analysresultaten jämföras beroende på underlagets kvalitet utan att grunddata ändras eller påverkas i sig. Tillförd energi (kWh) och byggnadens area (kvm A_{temp}) klassas var för sig.

Påverkande faktorer har definierats numeriskt som en kvalitetsfaktor. Kvalitetsfaktorerna baseras på källdatats trovärdighet, en bedömning av påverkans storlek och överensstämmelsen mellan olika källor. Kvalitetsklasserna definieras >>>



Figur 2: Princip för beräkning av tappvarmvatten och förluster enligt 5/12-metoden, det vill säga andel av totalt tillförd värme baserat på medelvärdet under maj–september. Exemplet visar kv Annandagen 1.



Figur 3: Månadsvis fördelning av tappvarmvattenflöde, baserat på mätningar i 35 byggnader i Göteborg (Aronsson 1996) i jämförelse med fördelning av energi för tappvarmvatten (Sjögren 2007).

från A till D efter kvalitet på data för de ingående parametrarna.

I 3HE-studien behöver uppvärmning separeras från varmvatten och olika förluster som inte kommer byggnaden/bostaden tillgodo. Det är dock sällan som varmvatten och energi för uppvärmning mäts separat. För att särskilja dessa har den så kallade 5/12-metoden använts, vilken innebär att tappvarmvatten och förluster har beräknats baserat på energileverantörens månadsdata för maj, juni, juli, augusti och september då endast en liten del av hela årets värmeförsörjning behövs för uppvärmning av byggnaden. Resultatet har blivit att i genomsnitt 43 procent av den tillförda energin utgörs av varmvatten och förluster. Detta kan jämföras med schablonberäknade data från energideklarationen på 27 procent i de hus som ingår i projektet.

Area

Areauppgifter från energileverantören baseras på underlag från olika källor som inte alltid kan verifieras. Då dessa uppgifter dessutom kan innefatta flera oidentifierade byggnader som inte kan kopplas

till enkätundersökningen har areauppgifter från energileverantören inte använts i studien.

Uppgifter om areor har därför hämtats från energideklarationen. Ett problem är att det i 3HE-databasen endast är 127 av 472 byggnader som enligt energideklarationen angivits som uppmätt area enligt A_{temp} -begreppet. 297 byggnader har uppgifter om A_{temp} som bygger på en schablonberäkning baserad på byggnadens bostadsarea (BOA) och lokalarea (LOA). Detta medför en osäkerhet som tagits hänsyn till genom att ange olika kvalitetsfaktorer. Avvikelse mellan uppmätt och schablonberäknad area kan vara avsevärd. 50 objekt saknar uppgift på grund av utebliven energideklaration.

Uppgifter från energideklarationen har sedan jämförts med digitala kartor ända ner på kvarters- och husnivå i Kartago, databasen för Stockholms digitala kartor. Byggnadens area på mark har mätts via Kartagos webbgränssnitt där aktuell skala anges. Med uppgifter om area per plan och antal plan kan byggnadens area beräknas som underlag för kontroll av uppgifter i energideklarationen. Överensstämmelse

mellan uppgifter i energideklaration och kontrollmätning i Kartago anges som standardavvikelse.

Energi

Energi för enbart uppvärmning mäts inte separat i någon byggnad i denna studie. Det är egentligen bara den värme som används för direkt uppvärmning som är relevant i studien av värmekomfort och kopplingen till olika besvär som hög/låg inomhustemperatur, ojämn temperatur orsakad av växlande utetemperaturer, etcetera. I många fall, särskilt i äldre byggnader som betjänas av centrala försörjningssystem, förloras värme på vägen till själva bostaden.

Hänsyn måste också tas till hur data bearbetats med fördelningar, schabloner och eventuella korrigeringar. I denna studie jämförs energianvändningen mellan de olika byggnaderna för en gemensam period 2004/2005 och behöver därför inte korrigeras för klimatskillnader mellan olika år.

Energidata som relateras till byggnadens area innefattar värme, uppvärmning av tappvarmvatten och distributionsförluster från bland annat kulvertsystem. Dessa data klassificeras baserat på uppgifter om andel tappvarmvatten, distributionsförluster, varmvattencirkulation och hushållsel.

Areafördelning av uppmätt energi för värme och tappvarmvatten kommer att påverka kvaliteten på mätdata där mätobjektets andel av den totala arean kan ha stor betydelse. I vissa fall utförs en fördelning av uppmätt energi för en hel fastighet som kan bestå av flera byggnader. Osäkerheten ökar ju mindre andel av den totala arean som själva mätobjektet utgör.

Uppvärmning av tappvarmvatten

I endast sex objekt mäts tappvarmvatten separat. För övriga objekt används uppgifter från energideklarationen som har beräknats av besiktningsmannen. Beräkningen baseras då på byggnadens månadsvärden för sommarperioden, schablonvärden och besiktningsmannens bedömning.

För 215 byggnader finns tillgång till månadsvärden från energileverantören vilket gjort det möjligt att kontrollera fördelningen av tillförd värme under årets månader. Uppvärmning av tappvarmvatten och förluster har som nämnts tidigare beräknats baserat på energileverantörens månadsdata för maj, juni, juli, augusti och september då endast en liten del av hela årets värmeförsörjning behövs.

Medelvärdet för dessa fem månader har beräknats och extrapolerats för varje byggnad som basanvändning av värme för tappvarmvatten och förluster under hela året, se figur 2. Värme för direkt uppvärmning utgör då skillnaden mellan totalt uppmätt värme från energileverantören och beräk-

nad uppvärmning av tappvarmvatten och förluster.

I exemplet utgör uppvärmning av tappvarmvatten och förlusten 47 procent av totalt tillförd värme under perioden maj 2004–april 2005. Om enbart sommarmånaderna juni, juli och augusti omräknas till årsanvändning uppgår andelen till 40 procent.

En studie med uppmätta tappvarmvattenflöden i 35 byggnader i Göteborg visar hur vattenflödet varierar över året, se figur 3 (Aronsson 1996) [2].

Användning av kall- och varmvatten i flerbostadshus har också studerats av Jan-Ulric Sjögren [3]. Mätdata från cirka 100 000 kvm visar att den genomsnittliga energianvändningen för tappvarmvatten uppgår till cirka 30 kWh/kvm. Se figur 3.

Sammantaget uppgår beräknad värmeanvändning till varmvatten och förluster baserad på uppmätta månadsdata för maj till och med september till 48 kWh/kvm och år jämfört med 32 kWh/kvm och år enligt energideklarationens beräkning av enbart tappvarmvatten. Skillnaden beror bland annat på olika distributionsförluster.

Övriga värmeförluster

Uppvärmda sekundärutrymmen som källare, garage och liknande (enligt deklARATION) ökar värmebehovet totalt sett utan att tillgodogöras i själva bostaden. Värmeförluster från kulvertledningarna kan vara avsevärda och måste i allmänhet betraktas som rena förluster som inte kan tillgodogöras alls då kulvertar ofta är förlagda i mark mellan byggnader.

Om man ska dra slutsatser av uppgifter om tillförd värme måste man också ta hänsyn till all tillförd energi, där andelen hushållsel kan vara betydande och dessutom har en ökande trend. Hushållselen bidrar till uppvärmningen, men det är ofta svårt att bedöma hur stor del som tillgodogörs. Det verkar dessutom finnas ett »

Tabell 1 Sammanställning av klassningsfaktorer

Areor	Källans kvalitetsfaktor	Klass				Antal byggnader
		A	B	C	D	
Uppmätt på plats (deklaration)	1,00					127
Fördelat från BOA/LOA i energideklaration	0,95					297
Mätning Kartago	0,90					
Överensstämmelse energideklaration–Kartago						
Standardavvikelse -1	0-1					
Sammanvägt värde areor		>0,85	>0,75	>0,65	>0,55	
Energi, värme						
Källans kvalitet						
Kvalitetssäkrad mätning (debiteringsmätare)	1,00					
Värme plus varmvatten						
Kvalitetssäkrad mätning (debiteringsmätare)	1,00					
Värme uppmätt per byggnad						
> 90 % av totalt uppmätt energi för hela fastigheten	1,00					49
> 50 % av totalt uppmätt energi för hela fastigheten	0,90					78
< 50 % av totalt uppmätt energi för hela fastigheten	0,85					323
Varmvatten						
Uppmätt tappvarmvatten	1,00					6
< 40 % Tappvarmvatten och förluster av total värmeenergi	0,95					68
≥ 40 % Tappvarmvatten och förluster	0,90					166
Varmvatten beräknat enligt deklARATION	0,85					175
Distributionsförluster						
VVC för uppvärmning	0,95					
Uppvärmd källare etc enligt deklARATION	0,95					272
Kulvert kortare än 50 m	0,95					13
Kulvert längre än 50 m	0,90					19
Dålig isolerstandard	0,95					28
Avvikelse tidsperiod						
Kontrollerad	1,00					
Ej kontrollerad	0,95					
Energi, hushållsel						
Understiger/lika med 40 kWh/kvm	1,00					223
Överstiger 40 kWh/kvm	0,95					200
Saknade data						50
Sammanvägt värde energi		>0,85	>0,75	>0,65	>0,55	
Sammanvägt värde totalt		>0,70	>0,50	>0,40	>0,30	

Fakta

3H

Stockholms stad genomförde 2005 en omfattande kartläggning av upplevd inomhusmiljö och hälsa i Stockholms flerbostadshus. Kartläggningen ingår i projektet "Hälsomässigt Hållbara hus -3H", ett tvärvetenskapligt samarbetsprojekt som inkluderar både forskning och implementering. Projektets basstudie består av en standardiserad boendekenkät, "Stockholms inomhusmiljöenkät", som gick ut till över 10 000 hushåll i ett stratifierat slumpmässigt urval av 481 flerbostadshus, byggda under olika byggperioder [5, 6]. Frågor ställdes om

byggnadsdesign, installationer och fastighetsskötsel till de fastighetsägare vars hus ingick i studien. I en fältstudie av 47 hus genomfördes besiktningar och fysikaliska och kemiska mätningar. Socioekonomiska data har hämtats från SCB.

3HE

Projektet utgår från 3H-resultaten och syftar till att komplettera informationen med energianvändningen i respektive hus. Analysen görs sedan av energianvändningens betydelse för upplevd inomhusmiljö och hälsa kopplat till personliga faktorer, hushållsfak-

torer, livsstilsfaktorer och byggnadens utformning, upplåtelseform och fastighetsskötsel.

Fi2

Fi2 är en standard för att hantera alla former av information som rör fastigheter. Fi2 är "språket" som gör att olika system inom fastighetssektorn kan samverka. Fi2 ägs och förvaltas av Föreningen för Förvaltningsinformation (FFI). Föreningen har drygt 70 medlemsföretag (fastighetsägare, kommuner, landsting, systemleverantörer, konsulter, myndigheter med flera)

Fi2xml är det gemensamma språket – gränssnittet – som gör det möjligt att läsa information från olika databaser. xml (eXtensible Markup Language) är en uppsättning standarder för att utbyta och publicera information på ett strukturerat sätt. Den information som ligger i visst informationssystem, till exempel cad-system, tekniska system, ekonomi, administration, omvandlas alltså med informationsplattformen till xml-språk och gör informationen läsbar i övriga system. Mer information på www.fi2.se

Tabell 2

Andel byggnader i procent som uppfyller kvalitetskraven A–D.

Kvalitetsklass	A	B	C	D
Energi	9	14	58	19
Area	48	34	11	7
Totalt	11	61	24	4

samband mellan hushållselens storlek och uppvärmningsbehov för flerbostadshus (Levin 2010) [4].

Utfallet av klassningen

Ett övergripande syfte med kvalitetsklassning av energidata är att få en god jämförbarhet mellan data för hus som ingår i de sambandsanalyser som kan bli aktuella. Delsyftet är att kunna gruppera datamaterialet i olika kvalitetsklasser som kan väljas beroende på vilka sambandsanalyser som ska göras. Dessa kan variera från att gälla samband mellan komfortupplevelse och åtgång för värmeenergi, till att studera hur till exempel hushållstyp och brukarvanor påverkar energiåtgång för värme eller hushållsel.

Kvalitetsklassningen av data är därför gjord dels totalt för huset när det gäller beräkningen av specifik energianvändning, dels för energidata och areadata var för sig. I *tabell 2* redovisas en sammanställning av resultatet av klassningen.

Kvalitetsklassningen har medfört att endast 11 procent av byggnaderna uppfyllde kraven i kvalitetsklass A, medan 61 procent klarade kvalitetsklass B. Det är huvudsakligen energidata, inte areadata, som är problemet i klass A, framför allt beroende på att det är fler parametrar som påverkar energianvändningen. Inom energidata är det kombinationen av flera byggnader för en gemensam mätpunkt och långa, ibland dåligt isolerade kulvertsystem, som påverkar kvaliteten mest.

Som framgår av *tabell 3* ges kvalitetsklass

Tabell 3

Medelvärde för Energi Värme, kWh/kvm i respektive kvalitetsklass av data.


	A	B	C	D
Värme, kWh/kvm	76	77	95	57

A och B någotsånär samstämmiga resultat för energianvändningen medan C och D ger tvivelaktiga resultat. I det fortsatta arbetet kommer vi därför att jämföra analysresultat gjorda på hela underlaget med analyser gjorda på data från kvalitetsklass A och B.

Som helhet bedöms metoden med kvalitetsklassning fungera bra. Det krävs dock ganska stora insatser och specialistkompetenser inom områdena byggnadsteknik, värmebalanser, statistik, fastighetsdrift och energibesiktning, för att få med alla avvägning som behöver göras.

I sammanhang där energidata ska användas bör man framför allt tänka på:

- ▶ Att ställa krav på källdatas kvalitet med avseende på feltolerans, spårbarhet och upplösning. Uppgifter om datans kvalitet måste vara väl dokumenterade
- ▶ Att alla objekt måste beskrivas på ett standardiserat sätt för att reducera risken för fel och för att undvika onödigt kontrollarbete. Att beskriva påverkande faktorer som exempelvis hur lång kulvert som ingår i värdena, samt ge en uppfattning om tappvarmvattenanvändningens storlek
- ▶ Att levererad energi i första hand bör vara till byggnaden och med separat mätning för tappvarmvatten. I nödfall till fastigheten eller flera likadana byggnader
- ▶ Att byggnadsarea i första hand mäts som Atemp, i nödfall räknas om från BOA och LOA
- ▶ Att den nya databas som skapas sedan kontinuerligt måste kvalitetssäkras med avseende på ändringar, kompletteringar, tillgänglighet, med mera.

Förutom syftet att få en tillförlitlig energidatabas för de hus som ingår i 3H Energi-projektet, finns möjligheten att pröva vilken betydelse kvalitén på energidata kan ha för att belysa olika samband mellan byggnadsdesign, fastighetsskötsel, och brukarbeteende och energianvändning. I våra första preliminära sambandsanalyser, verkar det statistiska säkerhetsintervallet (konfidensintervallet) mellan ett skattat värde och det sanna värdet, bli mindre. Detta påverkar i sin tur vilka faktorer som statistiskt kommer att utkrystallisera sig ha samband med till exempel energianvändningen i en byggnad. Dessa sambandsanalyser kommer att studeras mer utförligt i huvudprojektet. 

Referenser

- 1 www.fi2.se
- 2 Aronsson, S.; "Fjärrvärmekunders värme- och effektbehov", doktorsavhandling Inst för Installationsteknik, Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg 1996
- 3 Sjögren, J-U, 2007, Användning av kall- och varmvatten i flerbostadshus. Energi & Miljö, nr 11/2007, Stockholm
- 4 Per Levin, 2010, Energieffektiva byggnader. Kretsloppsrådets översikt
- 5 Stockholms väg mot Hälsomässigt Hållbara Hus -3H, 2009, Miljöförvaltningen i Stockholm, ISBN 978-91-885125-37-1
- 6 www.ammupsala.se/3H.



Vill ni ha solenergi ?

Vi levererar kompletta produkter för solenergi till VS och VV eller t.ex återladdning borrhåll. Beräkningar samt schemor.