

**Metod för kvalitetssäkring av energidata i  
472 flerbostadshus i en tvärvetenskaplig  
studie om hälsomässigt hållbara hus i  
Stockholm (3HE-studien)**

Redaktörer:

Karin Engvall, Uppsala Universitet

Per Wickman, ATON Teknikkonsult





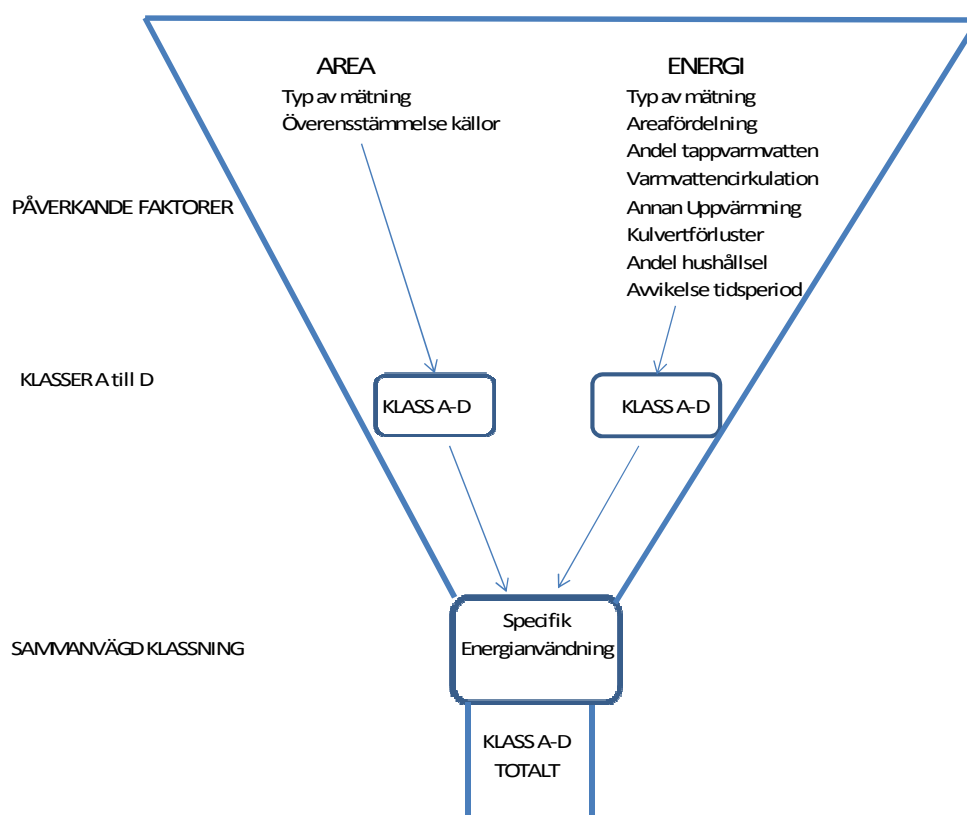
UPPSALA  
UNIVERSITET

## Metod för kvalitetssäkring av energidata i 472 flerbostadshus i en tvärvetenskaplig studie om hälsomässigt hållbara hus i Stockholm (3HE-studien)

Redaktör:

Karin Engvall, Uppsala Universitet

Per Wickman, ATON Teknikkonsult





## Förord

I projektet ”Energianvändning i flerbostadshus och dess samverkan med byggnadsdesign, fastighetsskötsel och brukarnas beteende och dess effekter på upplevd inomhusmiljö och hälsa” här förkortat till ”3H Energi”, ska sambandsanalyser grunda sig på data om husen och dess brukare från många olika discipliner. Det är nyinsamlade data och data från befintliga register som rör allt från energiteknik, bygg- och förvaltning, beteendevetenskap, medicin och kemi. Dessa data ska kommuniceras och analyseras med hjälp av statistik och informationsteknik. Resultaten ska sedan kommuniceras mellan representanter från olika sektorer i samhället som t ex energibolag, fastighetsägarna, Stockholms kommunala bostadsbolag och tekniska förvaltningar samt myndigheter som Boverket och Energimyndigheten.

I arbetet med att ta fram ett jämförande mått på energianvändning, en viktig utgångspunkt i de kommande analyserna, har det snabbt visat sig att uppgifter om fastighetsbeteckningar, areor, adresser, anläggningsnummer inte stämmer överens mellan olika källor till en omfattning som inte kunde förutspås när 3H Energi påbörjades. Behovet av att kvalitetsgranska olika databasers överensstämmelser med avseende på definitioner, begrepp och innehåll har tydliggjorts .

I denna rapport dokumenteras tillvägagångssättet för att kvalitetssäkra energidata i 472 flerbostadshus där boende i 7 554 lägenheter har beskrivit sitt inomhusklimat. Resultatet av kvalitetssäkringen har gjort det möjligt att värdera de uppgifter som finns om de olika husen och därefter klassa hus efter den sammanlagda tillförlitligheten i energidata. Genom detta kan husen grupperas i olika kvalitetsklasser på energidata kompletterat med nivån på brukarenkätens svarsprocent. Resultatet från olika analyser gjorda på hus från de olika kvalitetsklasserna kan sedan jämföras för att studera betydelsen av kvaliteten på energidata.

Projektets tvärvetenskapliga ansats kräver en god dialog med respekt för deltagarnas olika kompetenser. För att uppnådda samband ska uppfattas som trovärdiga, krävs också förståelse för de olika processer där resultaten ska kommuniceras och implementeras. Mot bakgrund av detta har Uppsala universitet funnit projektets upplägg och arbete intressant att studera ur ett teknik- och vetenskapshistoriskt perspektiv inom utbildningen på Civilingenjörs programmet System i teknik och samhälle, STS.

De energiexperter som har kvalitetsgranskat energi data, tagit fram den modell som används samt dokumenterat detta arbete är Per Wickman, ATON Teknikkonsult, Per Levin, Projektengagemang, och Egil Öfverholm, Stockholms stad/Energimyndigheten. Databasens uppbyggnad har skett i samarbete med IT konsulterna Jan- Anders Jönsson och Daniel Enström, Åke AB samt statistiker Erik Lampa, Arbets- och Miljömedicin, Uppsala.

Ett särskilt tack för all hjälp med förtydligande och kompletterande data riktas till energiexperterna Helena Ulfspärre, Familjebostäder, Yngve Green, Svenska Bostäder samt Gunnar Wiberg, Stockholmshem.

Uppsala mars 2011

Karin Engvall  
forskningsansvarig  
Institutionen för medicinska vetenskaper  
Arbets- och miljömedicin  
Uppsala Universitet

Egil Öfverholm  
implementeringsansvarig  
Energimyndigheten fd Energicentrum  
Stockholms stad

<b>Innehållsförteckning</b>	<b>sid</b>
<b>Förord</b>	<b>3</b>
<b>Sammanfattning</b>	<b>5</b>
<b>1. Bakgrund</b>	<b>8</b>
<b>2. Syfte</b>	<b>9</b>
<b>3. Problemställning</b>	<b>9</b>
<b>4. Beskrivning av ingående data från olika källor</b>	<b>10</b>
4.1 3H Boendeenkät	10
4.2 3H Fastighetsägarenkät och Fastighetsregistret	10
4.3 3H Fältstudien	11
4.4 Fortums mätningar av värm - och hushållsel	11
4.5 Boverkets data från Energideklarationer	11
<b>5. Hantering av data</b>	<b>12</b>
<b>6. Kvalitetsklassning av data</b>	<b>14</b>
6.1 Kvalitetsklasser A till D	14
6.2 Klassning av byggnadernas area	16
6.3 Klassning av byggnadernas energianvändning	17
6.3.1 Areafördelning	18
6.3.2 Uppvärmning av tappvarmvatten	19
6.3.3 Distributionsförluster och övrig uppvärmning	23
6.3.4 Påverkan av internt värmetillskott från hushållsel	24
6.3.5 Avvikande tidsperioder	25
<b>7. Klassningens resultat applicerat på databasen</b>	<b>27</b>
<b>8. Diskussion och sammanfattande erfarenheter</b>	<b>28</b>
<b>9. Databasens användning</b>	<b>30</b>
<b>Bilaga 1 Antal hus, lägenheter och boendeenkäter i databasen</b>	<b>31</b>
<b>Bilaga 2 Databasens uppbyggnad och struktur</b>	<b>33</b>

## Sammanfattning

Projektet ”Energianvändning i flerbostadshus och dess samverkan med byggnadsdesign, fastighetsskötsel och brukarnas beteende och dess effekter på upplevd inomhusmiljö och hälsa” här förkortat till ”3H Energi”, har tidigare fått forskningsstöd från Formas BIC 7. Detta projekt tar sin utgångspunkt i det datamaterial som samlades in i samband med det så kallade 3H projektet från 2005 med svar från 472 flerbostadshus och 7 554 lägenheter<sup>1</sup>.

Huvudsyftet med detta kvalitetssäkringsprojekt är att ta fram en modell och tillämpning för rationell hantering och kvalitetssäkring av data i projektet ”3H Energi” baserat på tillämpliga standarder. Delsyftet är att därefter kunna gruppera datamaterialet i olika kvalitetsklasser som kan väljas beroende på de analyser som ska göras för energidata.

I 3H Energi -projektet har det snabbt visat sig att uppgifter om fastighetsbeteckningar, areor, adresser, anläggningsnummer inte stämmer överens mellan olika källor till en omfattning som inte kunde förutspås när projektet började. För att kunna integrera data från olika databaser 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.<sup>2</sup>

De data som tillsammans ska ligga till grund för att analysera samband mellan byggnadens design, förvaltning, energianvändning och brukarnas beteende och upplevelse av inomhusmiljö och hälsa, finns idag i flera olika databaser hos såväl myndigheter, bygg och fastighetsbolag som universitet och högskolor. Dessa har olika innehåll och byggnaderna identifieras olika. Dessutom finns vissa data bara som enskilda värden för en hel grupp av byggnader.

Data som läggs in i 3H Energiprojektets databas (3HE databasen) kommer från 6 olika databaser samt vissa kompletteringar från Stockholms kommunala bostadsbolag som tillsammans har upp emot en tredjedel av husen i studien.

- 3H data Boendeenkät, inkl. socioekonomiska registerdata från SCB
- 3H data Fastighetsägarenkät och fastighetsdata från Fastighetsregistret.
- 3H Fältstudie mätdata temperatur, luftflöde och luftfuktighet
- Fortums debiterings mätningar av värme och hushållsel
- Boverkets data från inlämnade Energideklarationer

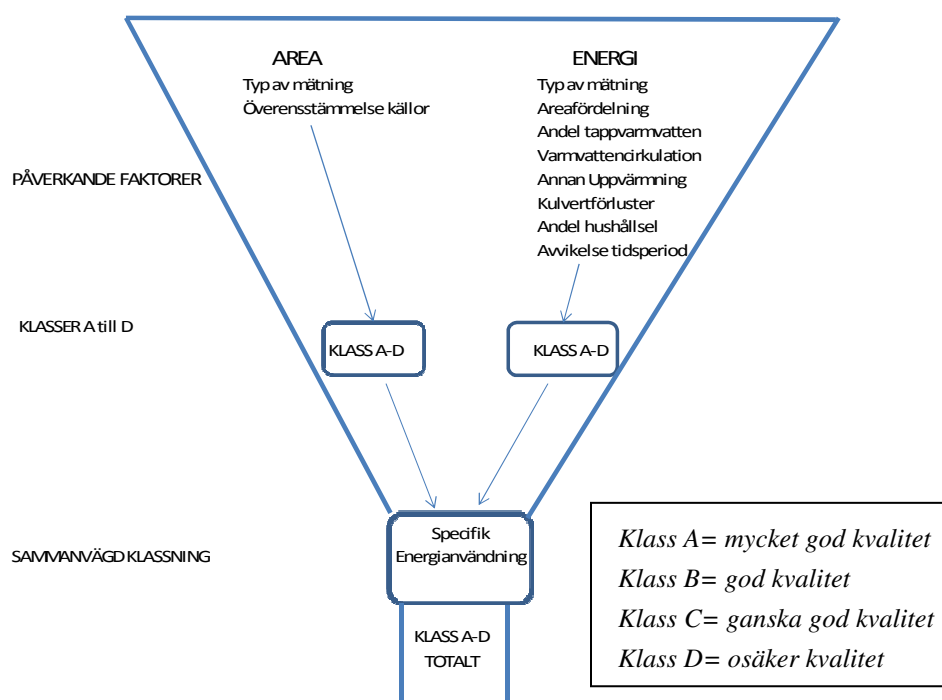
Figuren nedan visar principen för klassning av data för area och energianvändning. Genom att sortera data i kvalitetsklasser på ett definierat sätt kan analysresultaten jämföras beroende på underlagets kvalitet utan att grunddata ändras eller påverkas i sig. Tillförd energi (kWh) och byggnadens area (m<sup>2</sup> Atemp) 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 från A till D efter kvalitet på data för de ingående parametrarna.

---

<sup>1</sup> Hälsomässigt Hållbara Hus-3H; [www.ammuppsala.se/3H](http://www.ammuppsala.se/3H)

<sup>2</sup> [www.fi2.se](http://www.fi2.se)



Figuren visar principen för klassning av data för area och energianvändning

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 s.k. 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 värmetillförsel behövs för uppvärmning av byggnaden. Resultatet har blivit att i genomsnitt 43 % av den tillförda energin utgörs av varmvatten och förluster. Detta kan jämföras med schablonberäknade data från energideklarationen på 27 % i de hus som ingår i projektet.

Kvalitetsklassningen har medfört att endast 11 % av byggnaderna uppfyllde kraven i kvalitetsklass A, medan 61% 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 helhet bedöms metoden med kvalitetsklassning fungera bra. Det krävs dock ganska stora insatser och specialistkompetenser inom områdena byggnadsteknik, värmebalanser, statistik, Fi2, fastighetsdrift och energibesiktning, för att få med alla avvägningar 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 datats 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. Exempelvis att användningen avser en väl definierad byggnad och inte fastighet, där fler byggnader kan försörjas med samma mätning.

- Att beskriva påverkande faktorer som exempelvis hur lång kulvert som ingår i värdena, samt en uppfattning om tappvarmvattenanvändningens storlek.
- Att den nya databas som skapas måste kvalitetsäkras i sig med avseende på ändringar, kompletteringar, tillgänglighet mm.
- 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  $A_{Temp}$ , i nödfall räknas om från BOA och LOA

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



## 1. Bakgrund

Projektet ”Energianvändning i flerbostadshus och dess samverkan med byggnadsdesign, fastighetsskötsel och brukarnas beteende och dess effekter på upplevd inomhusmiljö och hälsa” här förkortat till ”3H Energi”, har tidigare fått forskningsstöd från Formas BIC 7 (Dnr: 244-2008-80). Detta projekt tar sin utgångspunkt i det datamaterial som samlades in i samband med det s.k. 3H projektet från 2005 med svar från 472 flerbostadshus och 7 554 lägenheter.

I ovanstående projekt har det snabbt visat sig att uppgifter om fastighetsbeteckningar, areor, adresser, anläggningsnummer inte stämmer överens mellan olika källor till en omfattning som inte kunde förutspås när 3H Energi projektet började.

En snabb utveckling pågår generellt inom området informationshantering. I byggbranschen har utvecklingen av digital informationshantering inom CAD-området varit ledande beroende på uppenbara vinster i tid och kvalitet. Grundförutsättningen för att kommunicera data är att det finns fastställda regler för att överföra data, processen för hur och var information sparas, överförs och kvalitetssäkras måste dokumenteras.

Behovet av att säkerställa olika databaser överensstämmer avseende definitioner, begrepp och innehåll har tydliggjorts inom 3H Energi projektet i det arbete som bedrivits under 2009/2010.

För att kunna integrera databaserna har gränssnittet Fi2 använts så långt som möjligt. Fi2 är en standard framtagen av Föreningen för förvaltningsinformation, för att hantera alla former av information som rör fastigheter och dess förvaltning.<sup>3</sup> Fi2 har valts eftersom det dels uppfyller projektets behov, dels för att Gripen, Boverkets databas över alla energideklarerade byggnader, använder det. Det är dock inte helt oproblematiskt att integrera olika registerdata, det gäller olika former av data och olika dataspråk vid leverans av data.

Det finns också ett behov av att kvalitetsgranska definitioner och begrepp. Samma begrepp hanteras olika beroende på ändamålet för registret för respektive registerhållare. I tvärvetenskapliga/tvärfackliga studier finns en specifik problematik då olika aktörer måste känna tillit till data som används. Definitioner blir då av särskild vikt.

Det finns ett behov av ett enkelt och relevant mått på energianvändningen i byggnaden för att använda i sambandsanalyser, i detta fall används kWh/m<sup>2</sup>. Både kWh (ex.vis skall både uppvärmning, kyla, varmvatten, fastighetsel och hushållsel ingå i byggnadens energibalans) och area måste definieras. kWh kan tyckas relativt väldefinierat, men mätnoggrannhet, tappade data, normalårskorrigerings, mätpunktens placering etc. medför en rad tolkningsproblem. Arean definieras i dag oftast som A<sub>Temp</sub> eller BOA och LOA. A<sub>Temp</sub> beskriver i stora drag den totala arean innanför byggnadens ytterväggar som uppvärms mer än +10 °C. BOA och LOA motsvarar uthyrbar yta, dvs. yta utan kommunikationsutrymmen. Oftast anges BOA men i Gripen skall A<sub>Temp</sub> anges, vilken kan mätas eller beräknas utifrån BOA. Använda schabloner för omräkningen från BOA till A<sub>Temp</sub> medför dock osäkerheter.<sup>4 5</sup>

---

<sup>3</sup> [www.fi2.se](http://www.fi2.se)

<sup>4</sup> BFS 2007:4

<sup>5</sup> Anders Göransson och Agneta Persson; ”Definitioner för bättre energistatistik underlag – Förslag-Diskussioner vid workshop.” Rapport till Energimyndigheten 2004-06-29

$A_{Temp}$  innehåller en faktor som medför att schablonomräknad  $A_{Temp}$  egentligen blir mindre än mätt  $A_{Temp}$ . Syftet har varit att stimulera fastighetsägare till att mäta byggnaden. BOA och LOA innehåller definitionsmässigt större osäkerheter än  $A_{Temp}$ .

Som ett komplement till kWh/m<sup>2</sup> kommer också ett underlag tas fram för beräkning av kWh/person, både för boende i huset totalt eller i de olika lägenheterna. En jämförelse mellan dessa båda mått kan senare provas i huvudprojektet. Varmvattenanvändning påverkas t.ex. mer av antalet boende i en lägenhet än antalet m<sup>2</sup>.

## 2. Syfte

Huvudsyftet med detta kvalitetssäkringsprojekt är att ta fram en modell och tillämpning för rationell hantering och kvalitetssäkring av data i projektet ”3H Energi” baserat på tillämpliga standarder. Delsyftet är att därefter kunna gruppera datamaterialet i olika kvalitetsklasser som kan väljas beroende på analyser som ska göras.

Syftet med det övergripande 3HEnergi projektet är att söka samband mellan hur en byggnads energianvändning påverkar brukaren när det gäller upplevd komfort, luftkvalitet och hälsa. Även sambandet mellan byggnadsdesign, fastighetsskötsel och brukarbeteende och energianvändning kommer att kunna studeras. Det ideala är förstås att ha fullständig kontroll på alla parametrar som påverkar energianvändning och byggnadens energibalans, vilket skulle kräva mycket stora resurser. Det alternativ som använts i denna studie är att utnyttja den stora mängd information som finns tillgänglig i olika befintliga databaser.

## 3. Problemställning

De data som tillsammans ska ligga till grund för att analysera samband mellan byggnadens design, förvaltning, energianvändning och brukarnas beteende och upplevelse av inomhusmiljö och hälsa, finns idag i flera olika databaser. Dessa har olika innehåll och byggnaderna identifieras olika. Dessutom finns vissa data bara som enskilda värden för en hel grupp av byggnader. Ett exempel på detta är mätpunkter för fjärrvärme, vilka kan vara kopplade till en undercentral som betjänar ett större område med många adresser. Undercentralen kan dessutom finnas i en byggnad som inte ingår i studien. I denna studie har vi grupperat underlaget i kvalitetsklasser baserat på innehåll och kvalitet.

För att dessa jämförelser ska vara relevanta måste naturligtvis uppgifter från brukaren och dennes bostad stämma överens med data från de andra källorna. En rad faktorer måste fastställas och kvalitetssäkras för att analyser av samband ska vara möjliga. Omfattningen av denna insats har underskattats då man i ett tidigt skede antog att data från olika källor i stort sett kunde användas direkt. Denna rapport beskriver tillvägagångssätt för arbetet med denna kvalitetssäkring.

I det ideala fallet levererar energibolaget el och värme till en avgränsad byggnad med enbart bostäder. En energideklaration har genomförts för just denna byggnad. Förluster från distributionssystemen är försumbara, varmvatten mäts separat. Användningen av hushållsel är normal, det finns ingen värmning via varmvattencirkulation (vvc). Av de totalt 472 byggnader som ingår i studien finns ett fåtal objekt som uppfyller de kriterier som nämnts ovan.

## 4. Beskrivning av ingående data från olika källor

De data som läggs in i 3H Energiprojektets databas (3HE databasen) kommer från 6 olika databaser samt vissa kompletteringar från Stockholms kommunala bostadsbolag som tillsammans har upp emot en tredjedel av husen med i studien.

- 3H data Boendeenkät, inkl. socioekonomiska registerdata från SCB
- 3H data Fastighetsägarenkät och fastighetsdata från Fastighetsregistret.
- 3H Fältstudie mätdata temperatur, luftflöde och luftfuktighet
- Fortums mätningar av värme och hushållsel
- Boverkets data från inlämnade Energideklarationer

Nedan beskrivs typer av uppgifter från de olika databaserna som kan tänkas ha ett samband med analysen mellan brukarens komfortupplevelse och hälsa och energianvändning.

### 4.1 Data från 3H Boendeenkät

Stockholms stad genomförde 2005 en omfattande kartläggning av inomhusmiljön i Stockholms flerbostadshus. Projektet går under namnet ”Hälsomässigt Hållbara hus -3H”<sup>6</sup>. Projektets basstudie består av en standardiserad boendeenkät, Stockholms inomhusenkät, till över 10 000 hushåll. (se bilaga 1). Samtliga data från boendeenkäten är nu inlagda i 3HE-databasen, och innehåller bland annat följande:

*Befolkningsstruktur:* hushållstyp (barnfamilj, pensionärshushåll, äldre hushåll, ensamboende, parboende), socioekonomisk bakgrund, invandrarbakgrund, personbakgrund (kön, ålder, allergiker, rökare) .

*Brukarvanor:* vistelsetid i bostaden, vädringsvanor, möjlighet att påverka ventilation och värme, rökning inomhus.

*Upplevd komfort:* komfort värme som helhet, kallt i något rum, upplevt drag, typ av drag, kalla golv, kalla väggar.

*Upplevd luftkvalitet:* luftkvalitet som helhet, torr/fuktig, ren/dammig, unken/frisk, besvär med torr luft, instängd luft, unken luft

*Upplevd solinstrålning:* direkt sol under vinter respektive sommarhalvår

*Husets skötsel:* Nöjd/missnöjd med husets skötsel, svårighet nå fastighetsskötare

### 4.2 Data från 3H Fastighetsägarenkät och Fastighetsregistret

För att kunna dra ett representativt slumpmässigt urval av hus och för att få kunskap om husen inhämtades registerdata från Fastighetsregistret(Lantmäteriets). För att få en fördjupad kunskap om husets byggnadsdesign, såväl byggnadskonstruktion, installationer som drift och underhåll gick en särskild fastighetsägarenkät ut till samtliga fastighetsägare som fanns representerade i studien. Registerdata och samtliga data från fastighetsägareenkäten är nu inlagda i 3HE-databasen och innehåller bland annat följande:

#### *Utdrag ur Fastighetsregistret*

*Bakgrundsdata fastigheten:* Byggnadsår/byggperiod, större ombyggnad= nytt ”värdeår”, upplåtelseform (2004), BRA yta, typ av fastighetsägare (stor/liten, allmännyttan/privat)

#### *Fastighetsägarenkät*

*Bakgrundsdata:* upplåtelseform (2005),

---

<sup>6</sup> Stockholms väg mot Hälsomässigt Hållbara Hus -3H ; 2009; Miljöförvaltningen i Sthlm; ISBN 978-91-885125-37-1

*Byggnadsutformning:* antal våningsplan, hustyp (loftgångshus, punkthus, annat), rumshöjd

*Byggnadsteknik:* typ av bjälklag (betong, annat),

*Installationsteknik:* typ av ventilation (S, SF, F, FT), värmesystem (el, fjärrvärme, egen panna, annat), tillförsel av värme(fjärrvärme, annat), golvvärme (hall o/el, badrum), värmeåtervinning,

*Drift och skötsel:* tid från värmejustering, temperatur uppmätt (endast 47 hus), driftentreprenad, drift närhet (tillgänglig personal i området), driftpersonaltäthet (person/kvm), genomförd OVK

*Komplettering Stockholms bostadsbolag:* kulvertlängd, VVC-värme (handdukstork)

*Antal personer/kvm:* Med hjälp av FoB 85 och Stockholms ny- och ombyggnadsregistret KIR har även antal personer/kvm i huset beräknats.

### 4.3 Data från 3H Fältstudie

Inom 3H projektet genomfördes också en fältstudie i 47 hus där medelvärden över 14 dagars mätningar samt inspektioner av inomhusmiljön gjordes i fyra lägenheter totalt 174 lägenheter. I fältstudien genomfördes omfattande fysikaliska och kemiska mätningar samt besiktningar efter standardiserat formulär. Exempel på användbara data som kan komma att läggas in i 3HE databasen är:

*Temperatur:* lufttemperatur inomhus (var 30 min över 14 dagar) samt utomhustemperatur

*Luftkvalitet:* luftomsättning (medelvärde över 14 dagar för bostadens totala flöde (specifikt flöde) luftfuktighet (relativ fuktighet (rh) och absolut luftfuktighet

### 4.4 Data från Fortums mätningar av värme och hushållsel

Från energileverantören Fortum har övergripande metadata som rör informationen om energi för värme, fastighetsel och hushållsel har inhämtats för de fastigheter som ingår i studien.

Denna information gäller såväl leveransen/meddelandet som datum, identitet, status, namnuppgift etc. Exempel på data som ingår i 3HE databasen är:

*Generell information om mätdata:* fastighetsbeteckning, objekt (byggnad, lägenhet), koordinater (för byggnaden), mätar-id, mätartyp (klass, onoggrannhet, omvandlingsfaktorer), avläsningsdatum och tid, enhet (kWh, MWh, m<sup>2</sup> etc.), mätvärde (mätarställning)

*Fjärrvärme per fastighet:* Månadsvärden för åren 2005,2006,2007,2008,2009 för – Energi (kWh); Flöde/Volym (m<sup>3</sup>); DeltaT, temperaturskillnad fram- och returledning (°C); maxeffekt (kW)

*Fastighetsel per fastighet:* kWh/månad för åren 2005,2006, 2007, 2008, 2009 för Energi (kWh) Effekt (kW (maxeffekt); Säkringsstorlek (A)

*Hushållsel per fastighet:* kWh/månad för åren 2005,2006, 2007, 2008, 2009

*Hushållsel per fastighet:* kWh/månad för åren 2005,2006, 2007, 2008, 2009 för Energi (kWh);

### 4.4 Boverkets data från inlämnade Energideklarationer

Enligt lag ska flerbostadshus vara energideklarerade. Energideklarationerna lagras i Boverkets databas Gripen varifrån alla ingående uppgifter för de utvalda husen lagts in i 3HE databasen.

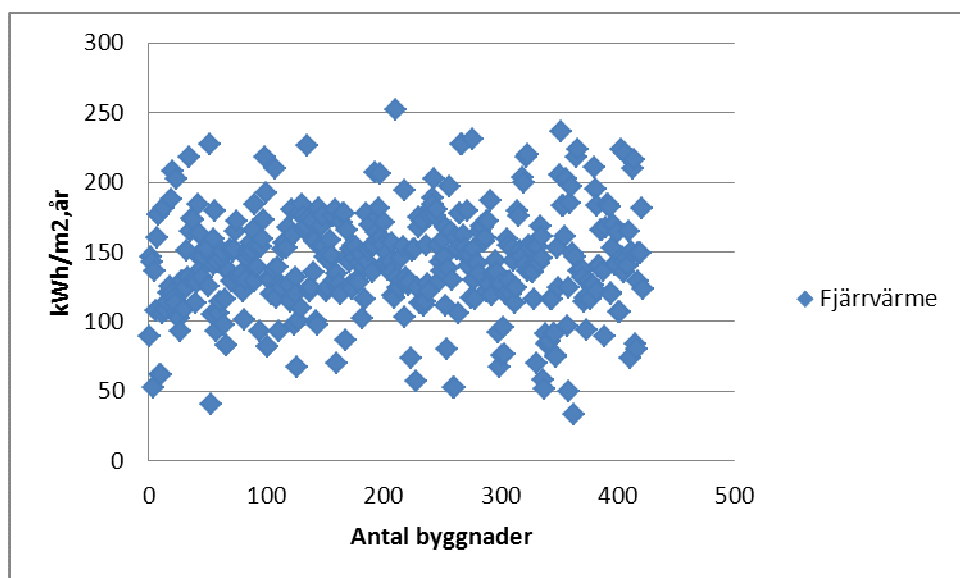
Exempel på data visas i figur 4.1 nedan. Förutom generella uppgifter för identifiering av byggnaden ingår uppgifter om antal våningsplan, byggnadens area ( $A_{\text{Temp}}$ ) och om arean mätts eller beräknats med hjälp av schabloner.

*Energiprestanda:* ( $\text{kWh}/\text{m}^2, \text{år } 2008/2009$ ) Innefattar värme, uppvärmning av tappvarmvatten och fastighetsel för byggnaden.

*Tillförd fjärrvärme;* ( $\text{kWh}/\text{m}^2, \text{år } 2008/2009$ ) Innefattar värme och uppvärmning av tappvarmvatten.

*Uppvärmning av tappvarmvatten;* ( $\text{kWh}/\text{m}^2, \text{år } 2008/2009$ ) Baseras huvudsakligen på uppgifter baserat på fördelning av det totalt tillförd värme.

*Fastighetsel:* ( $\text{kWh}/\text{m}^2, \text{år } 2008/2009$ ) Baseras på uppgifter från elleverantören.



Figur 4.1 Tillförd fjärrvärme från energideklaration för 423 av de totalt 472 byggnaderna enligt genomförda energideklarationer för åren 2008 och 2009. Värden i figuren är inte normalårskorrigerade.

## 5. Hantering av data

Datat i projektet har i databasen delats upp i objekt, källor, fält och fältvärden. Fyra olika typer av objekt har använts: fastigheter, byggnader, trapphus (adresser) och lägenheter. Alla objekt har identifierats via vanliga nycklar, i tur och ordning fastighetsbeteckning, byggnads-id (från Lantmäteriet), gatuadress och lägenhetsnummer. För det sistnämnda har ett internt löpnummer använts som har skapats i projektet. Data från de olika källorna har data sparats i alla fält per objekt, för att underlätta korsvisa jämförelser av fältvärden från olika källor.

Grunden i datahanteringen har varit en lista med de byggnader som ingår i 3H studien. I totalt 473 av 481 byggnader finns en besvarad fastighetsägarenkät (98%) Byggnader har identifierats med fastighetsbeteckning, adress och med det kommunala byggnads-id som skapats av Stockholms kommun, kallat kom\_bid. Byggnaderna har via adress och fastighetsbeteckning matchats mot lantmäteriets byggnads-id, som består av ett prefix och ett id. Vid denna matchning missades ett tiotal byggnader som inte kunde matchas automatiskt. Alla dessa kunde dock matchas vid en manuell genomgång.

Via kom\_bid har enkätdata från fastighetsägarenkät och boendeenkät kopplats till byggnaden. I de 473 hus med fastighetsägarenkät besvarade 73% enkäten (en vuxen / lägenhet). I ett av husen var fastighetsenkäten inte fullständigt ifyllt och har därför tagits bort från urvalet, liksom tillhörande boendeenkäter. I databasen finns 398 fastigheter, 472 byggnader och 7544 lägenheter/boendeenkäter, fördelade på 1207 adresser.

Byggnads-id har varit nyckeln i kopplingen till energideklarationsdata från Gripen-databasen. Data från energideklarationer har levererats i fyra omgångar. I dessa data har det funnits dubletter som har sorterats bort så att datat med det senaste datumet, eller vid samma datum, det högsta löpnumret, har tagits bort. Vid matchningen av deklarationer mot listan med byggnader påträffades ett antal avvikelser, men samtliga berodde på felaktiga stavningar av fastighetsbeteckningar. I databasen finns energideklarationer för 423 byggnader.

Eldata har summerats per fastighetsbeteckning och kund. Icke namngivna kunder har antagits vara privatkunder, andra har specificerats med kundnamn. Kunderna har fördelats manuellt i kategorierna privatkund (bostad), verksamhet och fastighet. För varje fastighet och kundgrupp har förbrukningen summerats och resultatet har lästs in som källa "Eldata". Eldata från Fortum finns för 390 fastigheter. I vissa fall ingår flera byggnader i fastigheten vilket hanteras i klassningen. Elanvändning för fastighetsel per byggnad finns även dokumenterat i energideklarationen.

Fjärrvärmemätningar har erhållits från Fortum i form av månadsförbrukningar för perioderna 2004-05 – 2005-04 och 2008-01 – 2008-12 samt perioderna däremellan.. Mätvärdena har matchats på fastighetsbeteckning, och lästs in i sin helhet. Både verkliga och normalårskorrigerade värden har lästs in. I flera fall har fastighetsbeteckningar korrigerats i fjärrvärmedata för att matchningen ska kunna göras. Fjärrvärmedata från 2004–2005 finns för 226 fastigheter, från 2008 för 228 fastigheter. 216 fastigheter har fjärrvärmedata för båda perioder.

*Inga graddagskorrigerade värden används när jämförelser för objekten görs för samma tidsperiod.*

Från de större fastighetsägarna har vissa kompletteringar efterfrågats. Underlaget till dessa inmatningsfiler har producerats från databasen, och de ifyllda listorna har lästs tillbaka som en egen källa. 116 byggnader har fått kompletterande data på detta sätt.

I de 472 byggnader som ingår i studien har energideklarationer genomförts i 423 byggnader under perioden 2008-2010. Energiexperten har i samband med deklarationen mätt eller fördelad energiprestanda för den enskilda byggnaden inklusive uppvärmning av tappvarmvatten baserat på data från energileverantören. I energideklarationen finns däremot sällan uppgifter om hushållsel som indirekt påverkar uppvärmningsbehovet. Dessa uppgifter har därför hämtats direkt från elleverantören.

En förutsättning för att hantera stora data mängder från olika källor är möjligheten att kommunicera mellan olika databaser. Detta kan göras på olika sätt. Om gränssnitten för kommunikation är olika måste beskrivningen av varje objekt, eller **entitet**<sup>7</sup> specificeras och

---

<sup>7</sup> Inom datavetenskapen används begreppet entitet för att beteckna ett objekt som har en varaktig identitet utöver dess attribut

översättas, exempelvis byggnadens area. Själva uppgiften om areans storlek, dess **attribut**<sup>8</sup>, måste vara kopplat till denna specifikation. Man måste också ange typ för attributet (heltal, textsträng till exempel). Ett vanligt problem är att man använder olika begrepp som dessutom kallas för olika saker. En byggnads area kan exempelvis vara  $A_{Temp}$ , bruksarea - BRA eller bostadsarea – BOA.

För att göra det möjligt att hantera stora datamängder från olika källor har standarden Fi2 xml använts så långt som möjligt som gemensamt språk för 3HE databasen. I detta projekt är det endast Boverkets databas Gripen där denna standard tillämpades initialt, men Fortum arbetar med en anpassning till denna standard. Standarden används dessutom i olika fastighetssystem. Data från enkätundersökningarna fanns i excelformat, som tidigare anpassats till olika statistiska analysprogram som SAS, STATA och R.. Nu anpassas även dessa data till standarden i 3HE databasens format Fi2 xml.

Modellen som tagits fram (se bilaga 2) bygger på standardiserade beskrivningar av fastigheterna med dess byggnader och olika utrymmen. Modellen är en förutsättning för leveranser och kontroller av data och har reducerat det manuella arbetet för kvalitetssäkringen. Underlag från de olika databaserna har förts samman i en gemensam struktur, därefter har en kvalitetsgranskning av såväl begrepp och regler som rimlighetsbedömning av inlästa data utförts. Efter granskningen har statistiken för energianvändning i Stockholms flerbostadshus ställts samman som underlag för sambandsanalyser.

## 6. Kvalitetsklassning av data

Som underlag för analyser används i första hand byggnadens specifika energianvändning med enheten  $\text{kWh/m}^2, \text{år}$ ,  $A_{Temp}$  som definieras enligt:

$$\text{Specifik energianvändning (kWh/m}^2, A_{Temp} \text{ år)} = \frac{\text{Tillförd energi kWh}}{\text{Byggnadens area i m}^2 (A_{Temp})}$$

Genom att sortera data i kvalitetsklasser på ett definierat sätt i olika klasser kan analysresultaten jämföras beroende på underlagets kvalitet utan att grunddata ändras eller påverkas i sig. Tillförd energi (kWh) och byggnadens area ( $\text{m}^2$ ) klassas för sig. Syftet med kvalitetsklassningen är att kunna bedöma underlagets kvalitet och hur detta påverkar analysresultaten.

### 6.1 Kvalitetsklasser A till D

Utifrån olika dokumenterade kvalitetskriterier har varje parameter värderats med hjälp av en kvalitetsfaktor var för sig och har därefter vägts samman i kvalitetsklasserna A, B, C och D enligt:

Klass A= mycket god kvalitet på data för ingående parametrar

Klass B= god kvalitet på data för ingående parametrar

Klass C= ganska god kvalitet på data för ingående parametrar

Klass D= osäker kvalitet på data för ingående parametrar

---

<sup>8</sup> Ett attribut är en variabel eller konstant som beskriver en egenskap hos ett objekt

Kvalitetsklassningen görs genom att:

- Kontrollera identitetsmatchningen, det vill säga att uppgifter från olika källor gäller samma byggnad/objekt
- Jämföra mätvärden från olika källor som beskriver samma sak
- Bedöma mätvärdenas individuella kvalitet exempelvis mätningens onoggrannhet
- Med kvalitetsfaktorer numeriskt definiera och beskriva hur exempelvis kulvertförluster och andel hushållsel påverkar datats kvalitet

Kvalitetsfaktorerna baseras på:

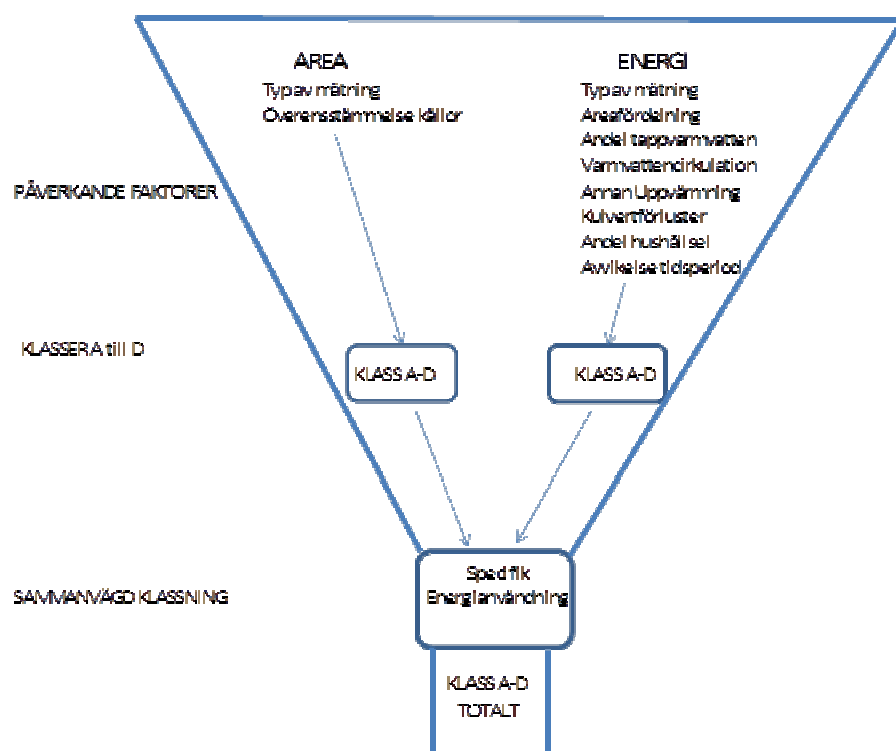
- Källdatats trovärdighet baseras på mätmetod, spårbarhet och uppgiftslämnarens kvalitetssystem.
- Påverkande faktorer som exempelvis dåligt isolerade kulvertssystem, stora andelar hushållsel eller uppvärmning via varmvattencirkulation.
- Avvikelsen/överensstämmelsen mellan värden från olika källor beräknat som standardavvikelse.

För att få flexibilitet vid hanteringen av data har kvaliteten uttryckts i faktorer mellan 0 och 1. Då data inte bedöms påverkas på något avgörande sätt ansätts kvalitetsfaktorn 1 exempelvis om byggnadens area är uppmätt på plats eller på ritning.

Stor påverkan	0,85	Ex lång dåligt isolerad kulvert
Medelstor påverkan	0,90	Ex stor andel hushålls el
Liten påverkan	0,95	Ex schablonberäkning varmvatten
Överensstämmelse källor	0-1	Ex Energideklaration - energileverantör
Standardavvikelse -1		

De olika kvalitetsfaktorerna har sedan multiplicerats för att få ett sammanvägt resultat som underlag till klassning enligt uppsatta gränser som redovisas i tabeller nedan. På detta sätt har alla uppgifter från samtliga byggnader kvalitetsgranskats. Detta har flera fördelar, till exempel att det går att jobba med vägningar om det blir aktuellt, risken att man justerar nivåerna för att passa skalan minskar, och det är lätt att göra en sammanvägning av flera kvalitetsvärden genom att multiplicera värdena. Principen för kvalitetsklassningen redovisas i figur 6.1 nedan:





Figur 6.1. Principen för klassning av byggnadens area och energianvändning.

## 6.2. Klassning av byggnadernas area

I studien har vi valt att använda  $A_{Temp}$  som areabegrepp som även används i de genomförda energideklarationerna.  $A_{Temp}$  är den golvyta i temperaturreglerade utrymmen som är avsedd att värmas till mer än +10 °C och som är begränsad av klimatskärmens insida. Den energiexpert som genomfört energideklarationen har på plats eller med uppgifter från fastighetsägaren tagit fram byggnadens  $A_{Temp}$ . I bästa fall har arean uppmätts i samband med deklarationen, vilket i så fall anges i energideklarationen. I databasen finns uppgifter om både  $A_{Temp}$ , BOA och LOA

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 area uppgifter från energileverantören inte använts i studien.

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 baserat på byggnadens bostadsarea (BOA) och lokalarea (LOA). Detta medför en osäkerhet som tagits hänsyn till genom att ange kvalitetsfaktor 0,95 för de objekt där  $A_{Temp}$  baseras på schablonberäkning. Avvikelse mellan uppmätt  $A_{Temp}$  och schablonberäknad  $A_{Temp}$  kan vara avsevärd.

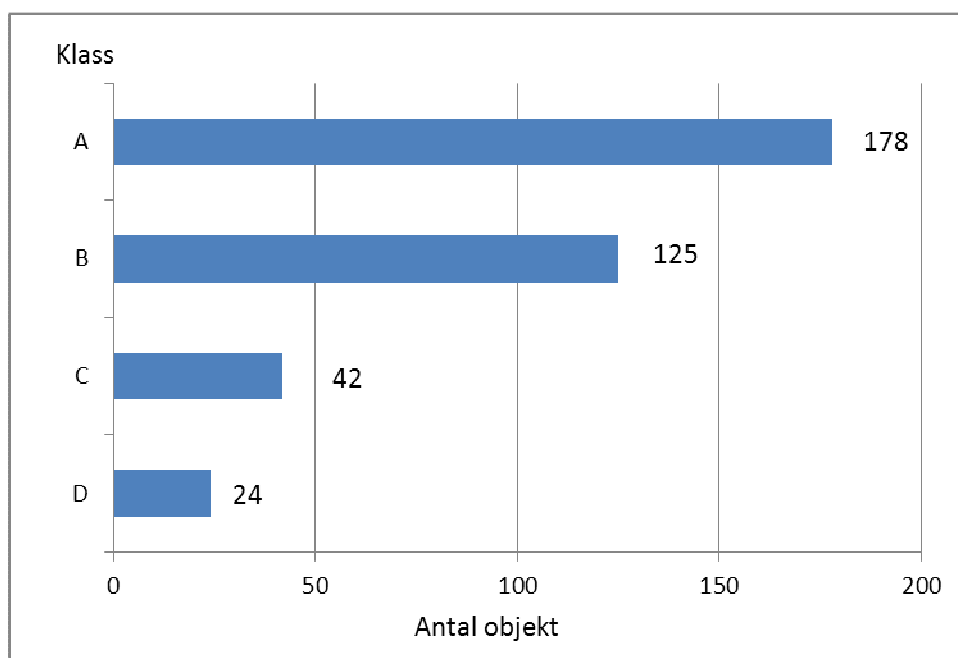
Uppgifter om areor har hämtats från energideklarationen och sedan jämförts med digitala kartor ända ner på kvarters- och husnivå i Kartago, databasen för Stockholms digitala kartor. Byggnadens area på mark har mätts via Kartagos webbgränssnitt där aktuell skala anges. Med uppgifter om area per plan och 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.

Tabell 6.1 nedanvisar en sammanställning av kvalitetsfaktorer för klassning av uppgifter om byggnadernas areor.

Tabell 6.1. Sammanställning av kvalitetsfaktorer för area-klassning.

Areor	Faktor	Antal	Medel
Angivet som uppmätt i energideklaration	1,00	127	
Fördelat från BOA/LOA i energideklaration	0,95	295	
Saknade data (ingen energideklaration redovisad)		50	
Överensstämmelse energideklaration-Kartago Standardavvikelse -1	0-1		0,79

Resultatet från kvalitetsgranskningen visar att  $A_{Temp}$  är angiven som uppmätt enligt energideklarationen i 127 byggnader (27 %). För 295 byggnader baseras  $A_{Temp}$  på BOA/LOA. 50 objekt saknar uppgift på grund av utebliven energideklaration.



Figur 6.2. Resultat av klassning av areor.

Figur 6.2 visar en sammanställning av areauppgifternas kvalitetsklassningen av för samtliga 472 byggnader. 36 objekt, dvs. 7,6 procent, har underskridit lägsta kvalitetskriteriet 0,55 motsvarande klass D.

### 6.3 Klassning av byggnadernas energianvändning

Energi för enbart uppvärmning mäts inte separat i någon byggnad. 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 temperatur, varierande temperatur etc. I många fall, särskilt i äldre byggnader som betjänas av centrala försörjningssystem förloras värme på vägen till själva bostaden. Då uppgifter om energianvändning för enbart uppvärmning är den enskilt viktigaste parametern för att studera sambanden mellan energi och brukarsynpunkter måste särskild omsorg läggas på bedömningen av dess kvalitet.

Det finns en rad faktorer som påverkar värmebehovet för byggnaden. Byggnaden i sig med dess klimatskärm med isolering, luftläckning, köldbryggor etc. Installationslösningar för värme och ventilation, liksom distributionssystem med olika kulvertlösningar. Dessa bakomliggande faktorer för värmebehov kopplat till energianvändningen påverkar också den upplevda inomhusmiljön. Alla välisolerade byggnader måste också ha en normenlig ventilation för att inte öka risken för att skapa hälsobesvär.

Utöver faktorer kopplade till byggnadsdesign måste hänsyn tas till hur energin uppmätts och överensstämmelse mellan mätpunkten/leveranspunkten och det objektet som betjänas i det här fallet i byggnaden. Det betjänade objektet definieras som byggnadens area enligt ovan.

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.

Uppgifter om fastighetsel finns i databasen ingår inte som underlag för klassningen, men kommer att hanteras i den fortsatta analysen.

I samtliga fall används mätdata från energileverantörens så kallade debiteringsmätare för värme och elanvändning. Dessa mätare har ett specificerat krav på onoggrannhet som måste vara dokumenterat och kontrollerat enligt särskilt program för kvalitetssäkring. Energileverantören måste dessutom ha ett övergripande system för kvalitetssäkring. Källdatats trovärdighet i sig och mätningens kvalitet baserat på mätmetod och spårbarhet bedöms därför som god och kvalitetsfaktorn ansätts generellt till 1,0.

Mätdata för värme från energileverantören är en form av bruttomätning som förutom värme till byggnaden innefattar tappvarmvatten och olika omvandlings- och distributionsförluster som inte alltid kommer de boende tillgodo som värme i bostaden. Fördelning mellan värme, tappvarmvatten och olika förluster behandlas senare.

### **6.3.1 Areafördelning**

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 i kan bestå av flera byggnader. Osäkerheten ökar ju mindre andel av den totala arean som själva mätobjektet utgör.

Tabell 6.2 visar en sammanställning av kvalitetsfaktorer för totalt tillförd värme inklusive värme till tappvarmvatten och distributionsförluster.

Tabell 6.2 Sammanställning av kvalitetsfaktorer för värme-klassning.

<b>Energi – areafördelning</b>	<b>Faktor</b>	<b>Antal</b>
<b>Totalt tillförd värme inklusive tappvarmvatten och förluster</b>		
Totalt uppmätt värme per byggnad där mätobjektet utgör mer än 90 % av totalt uppmätt värme för hela fastigheten	1,00	49
Fördelning av uppmätt värme där mätobjektet utgör mellan 50 % och 90 % av totalt uppmätt värme för hela fastigheten	0,90	78
Fördelning av uppmätt värme där mät objektet utgör lika med eller mindre än 50 % av totalt uppmätt värme för hela fastigheten eller där data saknas för jämförelser.	0,85	323

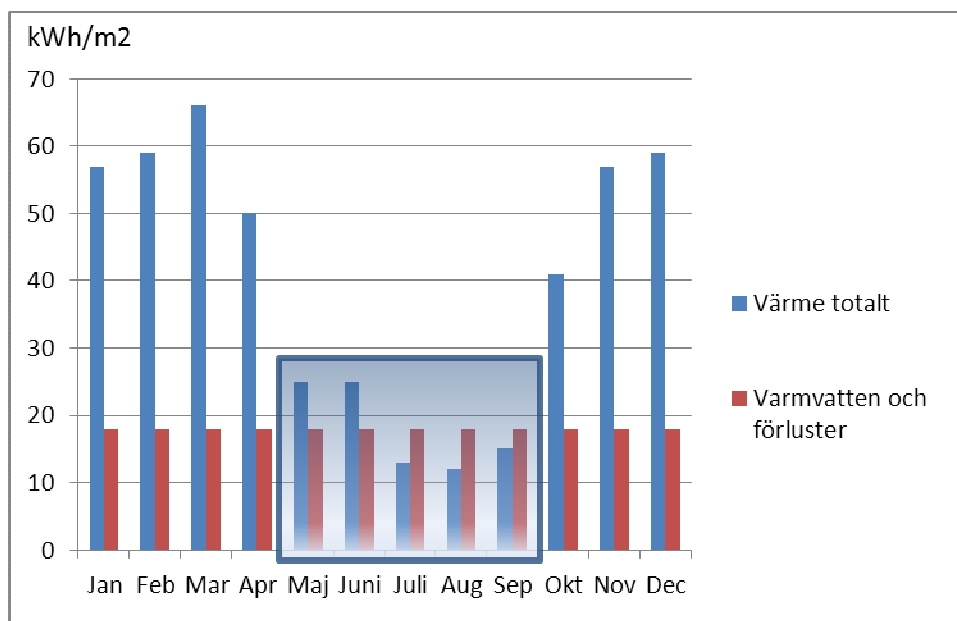
I endast 10 procent av underlaget utgör mätobjektets area mer än 90 % av arean för totalt uppmätt värme för hela fastigheten. För 232 byggnader saknas areauppgifter för jämförelser varav 50 på grund av saknade energideklarationer.

### 6.3.2 Uppvärmning av tappvarmvatten

För att jämföra värmekomfort och beteendefrågor måste andelen värme som faktiskt används till uppvärmning av bostaden särskiljas så långt som möjligt från uppvärmning av tappvarmvatten och olika förluster som inte kommer bostaden tillgodo som värme. I endast 6 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.

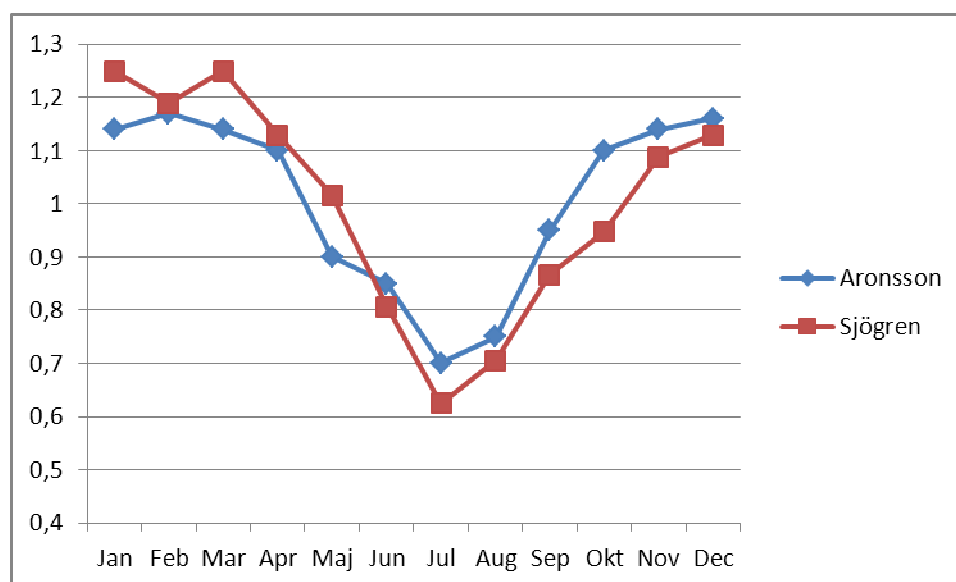
För 215 byggnader finns tillgång till månadsvärden från energileverantören vilket gjort det möjligt att kontrollera fördelningen av tillförd värme under årets månader. Uppvärmning av tappvarmvatten och förluster har beräknats baserat på energileverantörens månadsdata för maj, juni, juli, augusti och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

Medelvärde för dessa fem månader har beräknats och extrapolerats för varje byggnad som basanvändning av värme för tappvarmvatten och förluster under hela året, se figur 6.3. Värme för direkt uppvärmning utgör då skillnaden mellan totalt uppmätt värme från energileverantören och beräknad uppvärmning av tappvarmvatten och förluster enligt ovan.



Figur 6.3 Princip för tappvarmvatten och förluster enligt 5/12 metoden, dvs. andel av totalt tillförd värme baserat på medelvärdet under maj t.o.m. september. Exemplet visar kv Annandagen 1.

I exemplet ovan utgör uppvärmning av tappvarmvatten och förlusten 47 procent av totalt tillförd värme under perioden maj 2004 till 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 flödet varierar över året, se figur 6.4 (Aronsson 1996)<sup>9</sup>. Med utgångspunkt från denna studie skulle värme för tappvarmvatten uppgå till drygt 50 % av totalt tillförd värme.

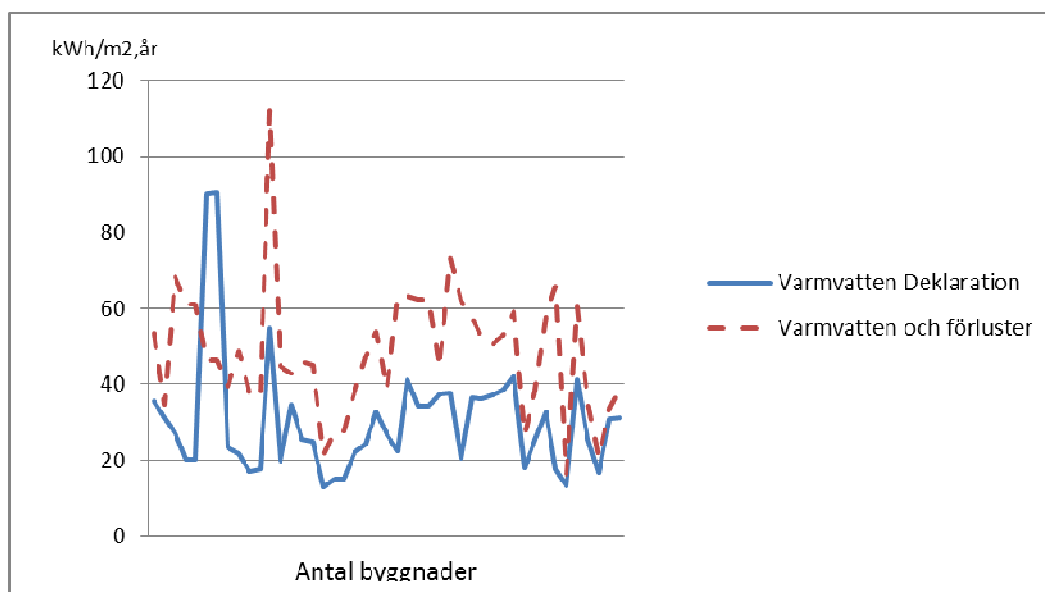


<sup>9</sup> Aronsson, S. "Fjärrvärmekunders värme- och effektbehov", doktorsavhandling Inst. för Installationsteknik, Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg 1996,

*Figur 6.4 Månadsvis fördelning av tappvarmvattenflöde, baserat på mätningar i 35 byggnader i Göteborg (Aronsson 1996) i jämförelse med fördelning av energi för tappvarmvatten (Sjögren 2007).*

Det är mycket sällan som uppvärmning av tappvarmvatten mäts separat vilket naturligtvis skulle vara att föredra som en del av underlaget för analyserna. Hänsyn har inte tagits till skillnader i temperatur för inkommande kallvatten.

Jämförelse med andelen uppvärmning av tappvarmvatten och förluster enligt ovan och schablonberäknad energi för varmvatten enligt energideklarationen redovisas i figur 6.5 nedan. Skillnaden beror bland annat på olika distributionsförluster.

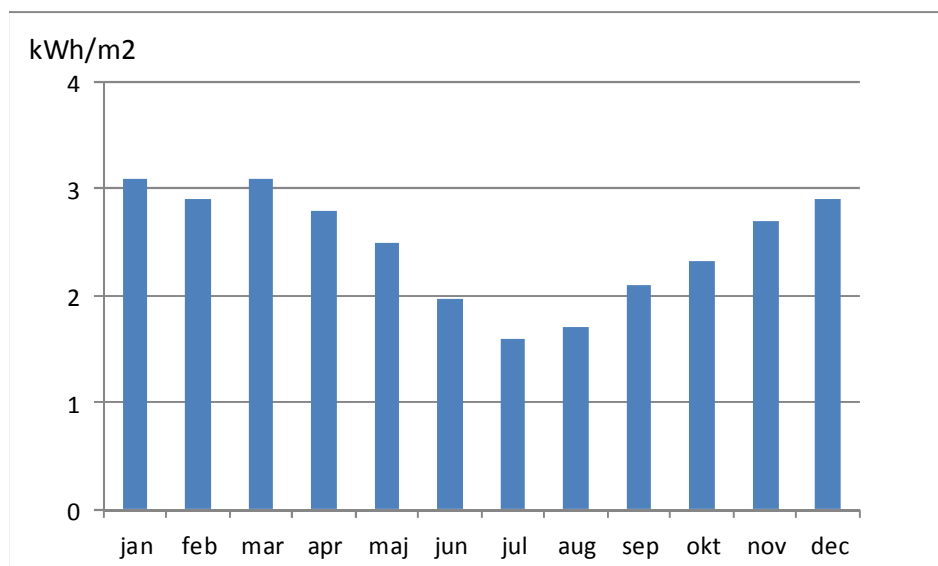


*Figur 6.5 Uppvärmning av tappvarmvatten och förluster som jämförelse mellan schablonberäkning av energianvändning för tappvarmvatten enligt energideklarationen och beräknad uppvärmning av tappvarmvatten och förluster baserat på uppmätta månadsdata för maj t.o.m. september.*

Sammantaget uppgår beräknad basvärme baserat på uppmätta månadsdata för maj tom september till 48 kWh/m<sup>2</sup> och år jämfört med 32 kWh/m<sup>2</sup> och år enligt energideklarationen motsvarande 43 % respektive 27 % av den totalt tillförda värmen.

Användning av kall- och varmvatten i flerbostadshus har också studerats av Jan-Ulric Sjögren.<sup>10</sup> Mätdata från ca 100 000 m<sup>2</sup> visar att den genomsnittliga energianvändningen för tappvarmvatten upp går till ca 30 kWh/m<sup>2</sup>.

<sup>10</sup> Sjögren, J-U., 2007, Användning av kall- och varmvatten i flerbostadshus. Energi & miljö, nr 11 2007, Stockholm



Figur 6.6. Fördelning över året av energi för tappvarmvatten (Sjögren 2007)

Om uppvärmning av tappvarmvatten mätts separat ansätts kvalitetsfaktor 1.0. Om andelen uppvärmning av tappvarmvatten och förluster som beräknats enligt ovan och understiger 40 procent av den totala energianvändningen för uppvärmning ansätts kvalitetsfaktor 0,95. Överstiger det beräknade värdet 40 procent ansätts kvalitetsfaktor 0,90 då osäkerheten kring det verkliga behovet av uppvärmning av bostaden ökar. Om månadsdata från energileverantören saknas används data schablonberäknade data från energideklaration med kvalitetsfaktor 0,85.

I vissa uppvärmningssystem används varmvattencirkulationen för uppvärmning, främst som handdukstork eller liknande. Detta medför större värmeanvändning då värmning sker året om. Finns denna lösning ansätts kvalitetsfaktor 0,95.

Tabell 6.3 visar en sammanställning av kvalitetsfaktorer relaterade till uppvärmning av tappvarmvatten och som påverkar kvaliteten av mätdata

Tabell 6.3 Sammanställning av kvalitetsfaktorer för tappvarmvatten.

Energi- tappvarmvatten	Faktor	Antal
<b>Uppvärmning av tappvarmvatten samt förluster</b>		
Uppmätt tappvarmvatten	1,00	6
< 40 % av tappvarmvatten och förluster (uppvärmning av tappvarmvatten och förluster) av totalt uppmätt tillförd värmeenergi	0,95	68
≥ 40 % Tappvarmvatten och förluster (basvärme) av totalt uppmätt tillförd värmeenergi	0,90	166
Enbart schablonberäkning av tappvarmvatten beräknat enligt deklaration	0,85	175
Varmvattencirkulation kopplat för uppvärmning av exempelvis handdukstork i våtutrymme	0,95	35

### 6.3.3. Distributionsförluster och övrig uppvärmning

#### *Uppvärmda sekundärutrymmen*

Uppvärmda sekundärutrymmen som källare, garage etc (enligt deklARATION) ökar värmebehovet totalt sett utan att tillgodogöras i själva bostaden. Finns sådana uppvärmda utrymmen angivna i energideklARATIONEN ansätts kvalitetsfaktor 0,95.

#### *Kulvertförluster*

Värmeförluster från kulvertledningar 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. För kulvert kortare än 50 m ansätts kvalitetsfaktor 0,95 och för kulvert längre än 50 m ansätts kvalitetsfaktor 0,90.

#### *Isolerstandard kulvert*

Om kulvertens isolerstandard dessutom är dålig ansätts kvalitetsfaktor 0,95. Uppgifter om isolerstandard har hämtats från fastighetsägaren med hjälp av kompletteringar från Stockholms kommunala bostadsbolag. Tabellen nedan visar en sammanställning av kvalitetsfaktorer för övrig uppvärmning och distributionsförluster.

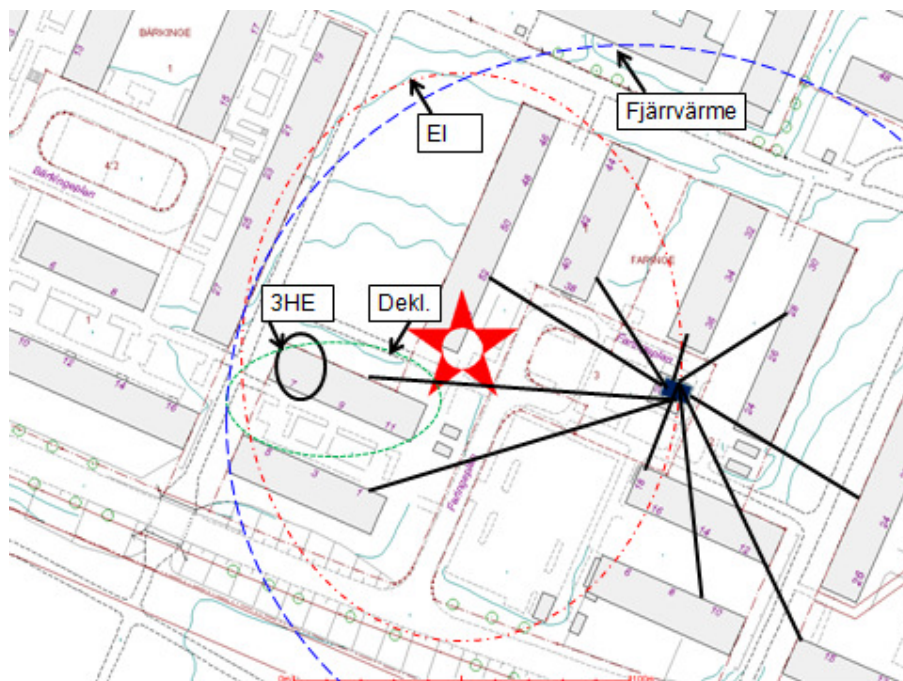
*Tabell 6.4 Sammanställning av kvalitetsfaktorer för övrig uppvärmning och distributionsförluster.*

<b>Distributionsförluster och övrig uppvärmning</b>	<b>Faktor</b>	<b>Antal</b>
Uppvärmd källare, garage, förråd etc enligt energideklARATION	0,95	272
Kulvert kortare eller lika med 50 m förlagd i mark	0,95	13
Kulvert längre än 50 m förlagd i mark	0,90	19
Dålig isolerstandard för kulvert	0,95	28

Samtliga 19 objekt med kulvertlängder över 50 m har dessutom dålig isolerstandard enligt uppgifter från fastighetsägaren. Utöver detta har energianvändningen för dessa objekt baserat på fördelning av areor för fastigheter med flera byggnader enligt ovan. Exempelvis Kv Faringe 1 och kv Trondheim 1 och 2. Av dessa objekt ingår 7 stycken i klass D och resten saknar klassning men kommer ändå att ingå i analyserna med hänvisning till aktuell klassning.

Figuren nedan visar exempel på en första viktig kontroll av energidata för att säkerställa att erhållna energidata verkligen gällde en enskild byggnad som ingår i studien. Det visade sig då att för energileverantörens uppgifter avseende fjärrvärme inkluderades ett större antal byggnader (den streckade blå linjen) men uppgifterna avseende fastighetsel avser ett mindre antal byggnader (den streckade prickade röda linjen). Uppgifter från energideklARATIONEN avser oftast men inte alltid en enskild byggnad (den prickade gröna linjen). För uppgifter från 3H's enkätdata kunde ibland endast en trapphusadress representerat alla trapphus (den svarta linjen). Figuren visar också schematiskt inlagda kulvertar för leverans av fjärrvärme till enskilda hus.

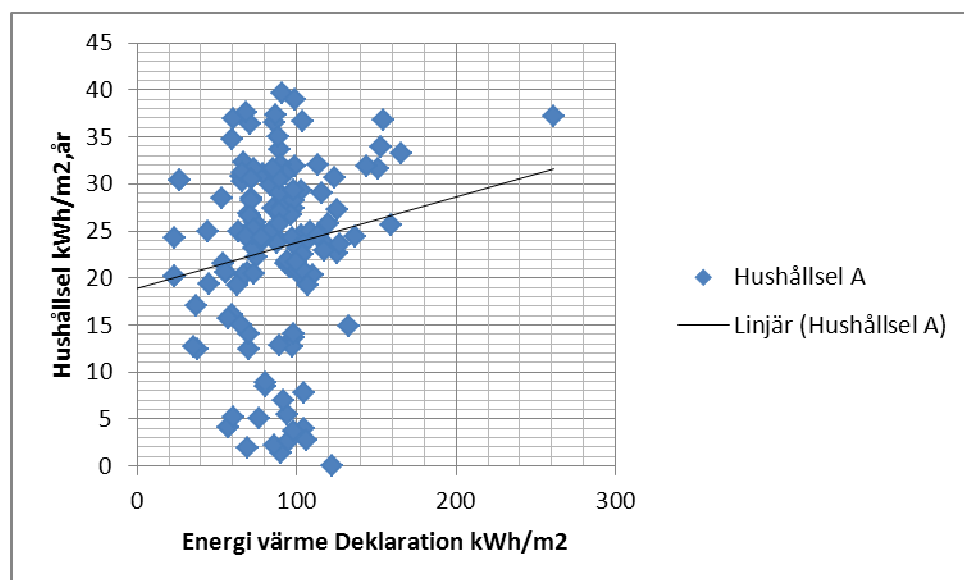




Figur 6.7 Olika uppgiftslämnare använder olika areor för sina uppgifter, exempel från kv. Faringe 1. Kulvertar för fjärrvärme är schematiskt inlagd

### 6.3.4 Påverkan av internt värmetillskott från hushållsel

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 finnas ett samband mellan hushållselens storlek och uppvärmningsbehov för flerbostadshus (Levin 2010)<sup>11</sup>.



Figur 6.8 Hushållsel i jämförelse med värme med värden för hushållsel upp till 40 kWh/m<sup>2</sup> och år. Energi värme är exklusive tappvarmvatten enligt 5/12-metoden.

<sup>11</sup> Per Levin, 2010, Energieffektiva byggnader. Kretsloppsrådets översikt.

Man kan i detta urval inte dra någon direkt slutsats av hur andelen hushållsel påverkar byggnadens totala energianvändning då spridningen är stor i detta material, förutom en tendens till en ökning av tillförd värme med ökad användning av hushållsel. För de 200 objekt som har en användning över 40 kWh/m<sup>2</sup>, år finns ingen tendens till samband. Detta beror bland annat på osäkra uppgifter avseende matchning byggnad och fastighet.

Tabell 6.5 visar en sammanställning av kvalitetsfaktorer för hushållselens påverkan på användningen av värme.

Tabell 6.5 Sammanställning av kvalitetsfaktorer för hushållsel.

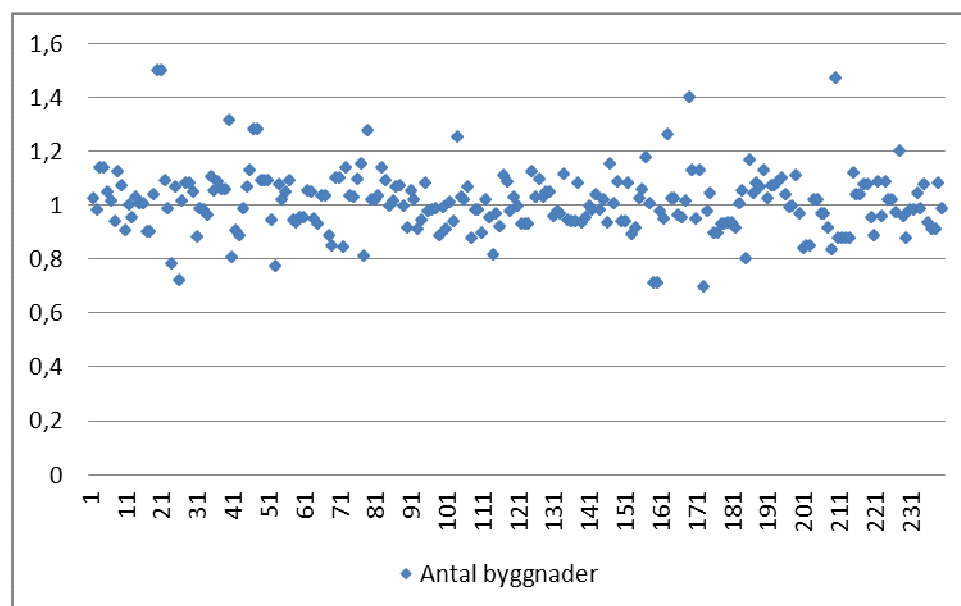
Hushållsel	Faktor	Antal
Hushållsel understiger eller är lika med 40 kWh/m <sup>2</sup> och år	1,00	223
Hushållsel överstiger 40 kWh/m <sup>2</sup> och år	0,95	200
Saknade data		50

### 6.3.5 Avvikande tidsperioder

Då enkäten genomförts under perioden 2004-2005 och data från energideklarationerna genomförts 2008/2009 har avvikelser mellan åren studerats för de 215 objekt där data funnits tillgängliga för de bägge perioderna, se tabell 6.6 och figur 6.6. Då data inte funnits tillgängliga har ingen kontroll genomförts. Kvoten mellan uppmätta energidata för perioderna 2004/2005 och 2008, visar att den genomsnittliga avvikelserna för de 215 är 1,0097 med en på Standardavvikelse 0,116. Detta pekar på att sambandsanalyserna mellan upplevd inomhusmiljö och energianvändning inte bör påverkas nämnvärt av denna skillnad i mätperioder.

Tabell 6.6 Kontroll av avvikande tidsperiod.

Kontroll avvikande tidsperiod	Faktor	Antal
Utfört	1,00	215
Ej utfört	0,95	208



Figur 6.9 Kvoten mellan uppmätta energidata för perioderna 2004/2005 och 2008. Ej normalårskorrigerade värden.

Tabell 6.7 Sammanställning av klassningsfaktorer.

Areor	Faktor	Klass			
		A	B	C	D
Uppmätt på plats (deklaration)	1,00				
Fördelat från BOA/LOA i energideklaration	0,95				
Mätning Kartago	0,90				
Överensstämmelse energideklaration-Kartago Standardavvikelse -1	0-1				
<b>Sammanvägt värde areor</b>		>0,85	>0,75	>0,65	>0,55
<b>Energi</b>					
<b>Värme</b>					
<b>Källans kvalitet</b>					
Kvalitetssäkrad mätning (debiteringsmätare)	1,00				
<b>Värme plus varmvatten</b>					
Kvalitetssäkrad mätning (debiteringsmätare)	1,00				
Värme uppmätt per byggnad					
> 90 % av totalt uppmätt energi för hela fastigheten	1,00				
> 50% av totalt uppmätt energi för hela fastigheten	0,90				
< 50% av totalt uppmätt energi för hela fastigheten	0,85				
<b>Varmvatten</b>					
Uppmätt tappvarmvatten	1,00				
< 40 % Tappvarmvatten och förluster av total värmeenergi	0,95				
≥ 40 % Tappvarmvatten och förluster	0,90				
Varmvatten beräknat enligt deklaration	0,85				
<b>Distributionsförluster</b>					
VVC för uppvärmning	0,95				
Uppvärmad källare etc enligt deklaration	0,95				
Kulvert kortare än 50 m	0,95				
Kulvert längre än 50 m	0,90				
Dålig isolerstandard	0,95				
<b>Avvikelse tidsperiod</b>					
Kontrollerad	1,00				
Ej kontrollerad	0,95				
<b>Hushållsel</b>					
Understiger/lika med 40 kWh/m <sup>2</sup>	1,00				
Överstiger 40 kWh/m <sup>2</sup>	0,95				
<b>Sammanvägt värde energi</b>		>0,85	>0,75	>0,65	>0,55
<b>Sammanvägt värde TOTALT</b>		>0,70	>0,50	>0,4	>0,3
<b>Fastighetsel Ingår ej i kvalitetssäkring</b>					
Motorvärmare		Nej			
Ingår elvärme hänggrännor, stuprör		Nej			
Ingår tvättstuga i fastighetsel		Nej			

## 7. Klassningens resultat applicerat på databasen

Ett övergripande syftet med kvalitetsklassning av energidata är att få en god jämförbarhet mellan de data för de 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 energi värme, till att studera hur t ex hushållstyp och brukarvanor påverkar åtgång för energi värme eller hushållsel.

Kvalitetsklassningen av data är därför gjord dels totalt för huset när det gäller beräkningen av specifik energianvändning, dels för energidata och area data var för sig. I tabell 7.1 nedan redovisas en sammanställning av resultatet av klassningen.

*Tabell 7.1 Antal och andel hus, lägenheter och lägenhetssvar i de olika kvalitetsklasserna.*

Kvalitetsklass	A		B		C		D		Total	
	abs	%	abs	%	abs	%	abs	%	abs	%
<b>Antal hus</b>										
Kvalitetsklass Energi	36	9	58	14	238	58	80	19	412	100
Kvalitetsklass Area	178	48	125	34	42	11	24	7	369	100
<b>Total klass för specifik energianvändning</b>	<b>43</b>	<b>11</b>	<b>234</b>	<b>61</b>	<b>93</b>	<b>24</b>	<b>17</b>	<b>4</b>	<b>387</b>	100
<b>Antal lägenheter</b>										
Kvalitetsklass Energi	2210	11	3528	18	10577	54	3453	17	19768	100
Kvalitetsklass Area	9555	52	6043	33	1774	10	1080	6	18452	100
<b>Total klass för specifik energianvändning</b>	<b>2869</b>	<b>15</b>	<b>10945</b>	<b>57</b>	<b>4710</b>	<b>25</b>	<b>578</b>	<b>3</b>	<b>19102</b>	100
<b>Antal lägenhetssvar</b>										
Kvalitetsklass Energi	661	10	1090	19	3713	57	1099	17	6563	100
Kvalitetsklass Area	2794	48	1948	33	737	13	396	7	5875	100
<b>Total klass för specifik energianvändning</b>	<b>745</b>	<b>12</b>	<b>3648</b>	<b>59</b>	<b>1505</b>	<b>24</b>	<b>258</b>	<b>4</b>	<b>6156</b>	100

I sambandsanalyser som syftar till att bedöma de enskilda husen utifrån husets specifika energianvändning och de boendes bedömning av inomhusmiljö i det enskilda huset bör en motsvarande kvalitetsklassning av antal boende och andelen lägenhetssvar i huset göras. Resultaten visar att endast 9 % av antalet byggnader får klass A med avseende på energi jämfört 48 % för byggnadens area. Detta beror i huvudsak på att fler faktorer påverkar energidata.

## 8. Diskussion och sammanfattande erfarenheter

I dagsläget finns för databaser flera olika dataformat och system som kan vara uppbyggda på olika sätt, där det finns en tröskel att anpassa de olika systemen till gemensamma standarder. Detta kan medföra betydande merarbete för datahantering. Det är därför viktigt att användare av information från olika källor ställer tydliga krav på de system som ska användas och formatet på den informationen som ska hanteras. En gemensam standard för hantering av data är viktigt för att underlätta kvalitetsarbete och jämförelser. Den databas som tagits fram inom detta projekt bygger på standarden Fi2 och utgör en grund för fortsatt hantering och kvalitetssäkring av data.

Data från de olika databaserna som använts i detta projekt innehåller i vissa fall osäkra och felaktiga data. Dessutom används olika definitioner för samma typ av parameter, t.ex. area. Behovet av en kvalitetsgranskning av olika databasers överensstämmelse med avseende på definitioner, begrepp och innehåll har således klart tydliggjorts inom 3H Energi projektet.

De problem vi stött på är både angivna ytor och energileverans. Angiven area kommer från tre olika källor; energideklarationerna, USK (Utrednings och Statistikkontoret, Stockholm) och egna mätningar från Kartago (Stockholms stads databas för digitala kartor). Skillnaderna kan vara ganska stora. Arealen i energideklarationerna har valts som kvalitetsklass A. Men även här föreligger osäkerheter eftersom omräkning från BOA och LOA oftast har gjorts.

För energi innebär omräkning från ett område dit fjärrvärmeleverans skett till det aktuella huset en osäkerhet, både när det gäller fördelning av energi mellan byggnaderna och storleken av kulvertförlusterna. Eftersom denna typ av fjärrvärmeleveranser är vanligare i miljonprogramsområden kan det utgöra ett strukturellt problem. Även normalårsrelatering och omräkning av levererad energi till varmvatten och uppvärmning utgör osäkerheter.

Genom att strukturera datahanteringen och göra olika rimlighetskontroller av data i den sammanslagna databasen, har datakvaliteten i projektet ökat. Den modell för kvalitetsklassning av data, A, B, C, D som nu tagits fram kan, användas både för framtida uppföljningar och för andra forsknings- och utvecklingsprojekt. Nackdelen med metoden är naturligtvis att urvalet blir mindre.

Det är viktigt att arbetet med kvalitetssäkring sker fortlöpande i ett projekt, särskilt med data från flera källor och från olika perioder. Det är först när data börjar analyseras som hela kedjan av avvikelser och rena fel kan kontrolleras fullt ut. I detta projekt har valts att klassificera data utgående från resultat från de olika kontroller som tidigare beskrivits i texten. Fortsatt användning och sambandsanalyser av databasen avser att visa datakvalitetens betydelse för resultaten.

Kontroller har utförts automatiskt som jämförelse eller beräkningar med olika parametrar som grund. Manuella kontroller är endast realistiska i speciella fall med ett litet underlag. Vissa fel kan bara upptäckas vid kontroller i själva byggnaderna, vilket faller utanför ramen för detta projekt.

Schablonen som används för varmvatten i energideklarationerna behöver ses över. Vi fann, att enligt vår beräkning med fem-tolv metoden (beräkning utifrån energileverans maj – september), att varmvattnets och värmeförlusternas del av levererad energi var 43%. Detta överstiger klart energideklarationens värde på 27 %.

Kvalitetsklassningen har medfört att endast 11 % av byggnaderna uppfyllde kraven i kvalitetsklass A, medan 61% 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 kulvertssystem, som påverkar kvaliteten mest.

Som helhet bedöms metoden med kvalitetsklassning fungera bra. Det krävs dock ganska stora insatser och specialistkompetenser inom områdena byggnadsteknik, värmebalanser, statistik, Fi2, fastighetsdrift och energibesiktning, för att få med alla avvägningar som behöver göras. I sammanhang där energidata ska användas bör dock åtminstone följande kontroller 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 datats 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. Exempelvis att användningen avser en väl definierad byggnad och inte fastighet, där fler byggnader kan försörjas med samma mätning.
- Att beskriva påverkande faktorer som exempelvis hur lång kulvert som ingår i värdena, samt en uppfattning om tappvarmvattenanvändningens storlek.
- Att den nya databas som skapas måste kvalitetssäkras i sig med avseende på ändringar, kompletteringar, tillgänglighet mm.
- 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  $A_{Temp}$ , i nödfall räknas om från BOA och LOA

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

Slutligen kan man också fundera över vilket ansvar ägare av information har av innehållets kvalitet? Är det tillräckligt att energileverantören använder uppgifter om exempelvis areor från fastighetsägaren, som kanske endast beskriver en hel fastighet med flera byggnader? Är det tillräckligt att göra schablonmässiga beräkningar av areor? Vem ansvarar för uppenbara fel i underlagsdata? Är det tillräckligt med specifik energianvändning utan information om ägarbyten, ny verksamhet, om – och tillbyggnader osv.? Detta är frågor som bör lyftas fram i det fortsatta arbetet med att få ett grepp om energianvändningen i den byggda miljön, antingen den sker via energideklarationen eller i andra sammanhang.

## 9. Databasens användning

Huvudprojektet, som initierat 3HE databasen, har till syfte att studera olika samband mellan energianvändning i flerbostadshus och brukarnas beteende, upplevelse av sin inomhusmiljö och hälsa. Projektets mål är dels att få bättre kunskap om vilka faktorer kopplade till byggnadens befolkningsstruktur och brukarnas beteende som påverkar energianvändningen i huset, dels att se vilken effekt olika installationstekniska lösningar har på upplevd komfort och hälsa i hus byggda under olika byggperioder. I bedömningarna ska även faktorer kopplade till byggnadens utformning och fastighetens skötsel analyseras.

I och med 3HE databasen har Stockholms stad fått ett slumpmässigt stratifierat urval av hus vars resultat kan viktas upp till Stockholms stads flerbostadshus totalt. Detta gör det möjligt att följa flerbostadshusen utveckling på olika sätt. De kommunala bostadsbolagen kan t ex. tillsammans eller var för sig följa tillståndet i ett genomsnitt av sina hus eller i enskilda hus. Fokus kan antingen ligga på husens energianvändning före och efter ombyggnad eller genomförda energisparåtgärder, och/eller på de boendes uppfattning om sin inomhusmiljö.

Huvudstudiens resultat bör även kunna ge möjlighet att utveckla mer precisa verktyg för energiberäkningar vid projektering bl. a. genom att studera vädringsvanornas omfattning och betydelse för energianvändningen. Ett ökat krav på energieffektivisering har medfört ett ökat intresse av ventilation av typen från- och tilluftssystem med värmeåtervinning (FTX). Genom databasen finns nu möjlighet att studera såväl gamla som nya (fram till 2003) FTX- lösningar och dess effekt på energianvändning, brukarbeteende och upplevd komfort och hälsa.

Inte bara Stockholms stad kan ha glädje av 3HE databasen, resultaten kan även jämföras mot kartläggningar på riksnivå som i t ex Boverkets BETSI studie (Bebyggelsens Energianvändning Tekniska Status och Innomhusmiljö) eller mot statistik från SCB. Men den kan också ge möjlighet för andra enskilda energiprojekt att jämföra sig med.

I arbetet med 3HE-energidatabas har många nya tillämpningar och ändamål av databasen kommit upp. Nedan följer några exempel:

- Jämföra alla de bästa husen och de sämsta husen med specifik energianvändning kWh/m<sup>2</sup>Atemp och kWh/antal boende i huset
- Hur ägandeformen påverkar energianvändningen kan studeras för de hus som ändrat ägande form och energi värden för 2004/2005 och 2008/2009
- Databasen ger möjlighet till referensvärden till ett pågående Sveby-projekt, där olika klimatkorrigeringsmetoder studeras.
- Hålla databasen "levande" genom att lägga till nya data av till husen. Stockholms stad har sagt sig se det två stora kartläggningar av upplevd inomhusmiljö och hälsa, som gjorts 91/92 och 2005, som ett nyckeltal för hur inomhusmiljön utvecklas i stadens flerbostadshus ,varför en ny sådan kanske kan väntas år 2015.

Databasen kommer till att börja med att ligga på en server på Arbets- och Miljömedicinska kliniken (AMM Uppsala) som även är knutet till Uppsala universitet, där ansvaret för forskningsprojektet ligger. Det är också på deras hemsida [www.ammuppsala.se/3H](http://www.ammuppsala.se/3H) som forskningsresultat kommer att presenteras. Tanken är att databasen så småningom ska kunna nyttiggöras av andra aktörer, men det kommer att ske i olika steg. Först bör databasen publicera sina rön i någon form, för att göra den känd och något man kan hänvisa till. Därefter kommer användningen att villkoras mot lösenord efter vilket ändamål och typ av data man vill arbeta med. Beroende på intresse får formerna för att använda 3HE databasen utvecklas med tiden.



## Bilaga 1. Antal hus, lägenheter och boendeenkäter i databasen.

När samband mellan energianvändning och den upplevda inomhusmiljön ska studeras är det inte bara energidata som bör kvalitetsgranskas utan även bedömningsunderlaget från de boende. Kvalitet på upplevd inomhusmiljö i varje enskilt hus ökar ju fler boende i huset som gör sin bedömning. Studeras sambandet mellan energianvändning och upplevd inomhusmiljö på individnivå för boende i samtliga hus som ingår i databasen är det andelen svar totalt som har betydelse. Men om sambandet ska studeras för varje enskilt hus är andelen svarande som representerar huset som är viktig. Hur hus och enkätsvaren samlats in redovisas nedan.

Ursprungliga enkätadatamaterialet från 3H studien samlades in februari - april 2005. Ett stratifierat slumpmässigt urval av 501 hus av totalt 14 465 (3,5 %) flerbostadshus i Stockholm låg till grund för datainsamlingen. Särskilda hus för äldreboende och hus med studentlägenheter exkluderades. Urvalet stratifierades efter byggnadens ålder för att få tillräckligt stort slumpmässigt urval av hus från varje byggnadsperiod. För att kunna analysera upplevd inomhusmiljö i enskilda hus baserades urvalet huvudsakligen på flerbostadshus med minst 15 lägenheter, men med tillräckligt antal hus med färre lägenheter för att kunna vikta upp svaren till att representera boende i Stockholms stad totalt. Data om byggnadens ålder och ägandeform togs från fastighetsregistret.

Efter bortsortering av hus med särskilda boenden ingick 481 hus med 11 160 lägenheter i studien från vilka en slumpmässigt vald vuxen ( $\geq 18$  år) ifrån varje lägenhet ombads besvara Stockholms Innomhusmiljöenkät<sup>12</sup>. Totalt besvarades enkäten av 7 640 av 10 506 boende (73 %). En fastighetsägarenkät med frågor om byggnadskonstruktion, design och förvaltning, gick ut till fastighetsägare i de utvalda husen. Fastighetsägarenkäten besvarades av fastighetsägare för 473 hus (98 %), var av ett hus har för dåliga indata för att studera dess energianvändning.

Utgångspunkten för 3H Energistudien är således 472 hus med 7 554 lägenhetssvar, där även fastighetsdata från fastighetsägaren finns. Resultaten från de båda enkäterna har lagts in i 3HE databasen tillsammans med data för energianvändningen. De data som lagts in i databasen har visat sig vara av olika kvalitet och en sortering har gjorts på de uppgifter som ligger till grund för det mått på kilowattimmar per kvm ( $\text{kWh/m}^2$ ) som ska användas i sambandsanalyserna. Efter denna genomgång har energianvändningen i 387 hus av 473 (82 %) kunnat klassificeras överhuvudtaget. Detta har i sin tur medfört att antalet lägenhetssvar, som kan användas i sambandsanalyser där energianvändningen ingår, är 6156 av 7560 lägenhetssvar (81 %).

Skälet till att 85 hus inte kunnat klassas beror på att ingen energideklaration har lämnats in till Boverkets databas Gripen (50 hus). Det kan också saknas area uppgifter för beräkning av  $\text{kWh/m}^2$ , eller att kvaliteten på uppgiften om arean underskridit lägsta kvalitetskriteriet (54 hus). Med hjälp av Stockholms digitala kartor i databasen Kartago, har area för 28 av husen kunnat beräknas, kvar blir 26 hus utan uppgift om area. Av bortfallet på 85 hus återstår 9 hus som inte kunnat klassas på grund av annan datalucka.

Ett övergripande syftet med kvalitetsklassning av energidata är att få en god jämförbarhet mellan de data för de 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

---

<sup>12</sup> Engvall K, Sandstedt E, Norrby C. "The Stockholm Indoor Environment Questionnaire (SIEQ: A Sociologically based tool for assessment of indoor environment and health in dwellings," Indoor Air 2004; 14:23-33



komfortupplevelse och åtgång för energi värme, till att studera hur t ex hushållstyp och brukarvanor påverkar åtgång för energi värme eller hushållsel.

Kvalitetsklassningen av data är därför gjord dels totalt för huset när det gäller beräkningen av energi värme, dels för energidata och area data var för sig. Ett komplement till kWh/ m<sup>2</sup> som kommer att prövas i detta projekt är kWh/ person. I nedanstående tabell redovisas antal och andel hus och lägenheter som ingår i de olika kvalitetsgrupperna.

**Tabell 1. Antal och andel hus som ingår i olika kvalitetsklasser på data**

Kvalitetsklass	A		B		C		D		Total	
	abs	%	abs	%	abs	%	abs	%	abs	%
<b>Antal hus</b>										
Kvalitetsklass Energi	36	9	58	14	238	58	80	19	412	100
Kvalitetsklass Area	178	48	125	34	42	11	24	7	369	100
<b>Total klass för specifik energianvändning</b>	<b>43</b>	<b>11</b>	<b>234</b>	<b>61</b>	<b>93</b>	<b>24</b>	<b>17</b>	<b>4</b>	<b>387</b>	100
<b>Antal lägenheter</b>										
Kvalitetsklass Energi	2210	11	3528	18	10577	54	3453	17	19768	100
Kvalitetsklass Area	9555	52	6043	33	1774	10	1080	6	18452	100
<b>Total klass för specifik energianvändning</b>	<b>2869</b>	<b>15</b>	<b>10945</b>	<b>57</b>	<b>4710</b>	<b>25</b>	<b>578</b>	<b>3</b>	<b>19102</b>	100
<b>Antal lägenhetssvar</b>										
Kvalitetsklass Energi	661	10	1090	19	3713	57	1099	17	6563	100
Kvalitetsklass Area	2794	48	1948	33	737	13	396	7	5875	100
<b>Total klass för specifik energianvändning</b>	<b>745</b>	<b>12</b>	<b>3648</b>	<b>59</b>	<b>1505</b>	<b>24</b>	<b>258</b>	<b>4</b>	<b>6156</b>	100

Klass A= mycket god kvalitet på data för ingående parametrar

Klass B= god kvalitet på data för ingående parametrar

Klass C= ganska god kvalitet på data för ingående parametrar

Klass D= dålig kvalitet på data för ingående parametrar

I sambandanalyser som syftar till att bedöma de enskilda husen utifrån husets energianvändning och de boendes bedömning av inomhusmiljö i det enskilda huset bör en motsvarande kvalitetsklassning av andelen lägenhetssvar i huset göras. Här kan t ex hus med en svarsprocent på  $\geq 80\%$  klassas som A, på  $< 80\% \geq 70\%$  som klass B, på  $< 70\% \geq 50\%$  som klass C och svarsprocent  $< 50\%$  som klass D. Med denna indelning visar resultaten att 25% av husen ligger i klass A, 21% i klass B och 45% i klass C och 10% i klass D.

## Bilaga 2. Databasens uppbyggnad och struktur

I databasen lagras så kallade rådata det vill säga uppgifter direkt från de olika databaserna . Beräkningar och analyser görs därefter i ett särskilt statistik- och analysprogram. Databasen gör det möjligt att organisera data på ett logiskt sätt. Man kan exempelvis dela upp data, söka vissa data, sortera data på olika sätt och kommunicera med andra databaser. Man kan dessutom specificera hur olika uppgifter förhåller sig till varandra som exempelvis värmeanvändning i förhållande till användning av hushållsel. Man kan specificera en mängd olika frågor som inte är möjligt i exempelvis Excel eller en textfil.

En av de viktigaste funktionerna med databasen i det här projektet är att ställa upp regler som garanterar att alla uppgifter är konsekventa när de läggs till, uppdateras och tas bort. I ett kalkylblad kan man i stort sätt lägga till och ändra hur man vill. I databasen kan användaren bara lägga till eller ta bort data i den förutbestämda strukturen, men man har ingen möjlighet att ändra i strukturen. Användaren kan också begränsas till åtkomst av vissa data exempelvis en särskilt fastighetsbolag som bara kan få data för egna byggnader.

Databasen säkerställer att varje byggnad finns med sitt unika ID. Så snart en ny uppgift om byggnaden ändras, läggs till eller tas bort kopplas detta till byggnadens ID. Till exempel kan man ange att en enkäts ID alltid är kopplat till en särskild adress och trapphus i en byggnad. Man kan också lägga till kontroller för att säkerställa att exempelvis alla frågor är besvarade i enkäten.

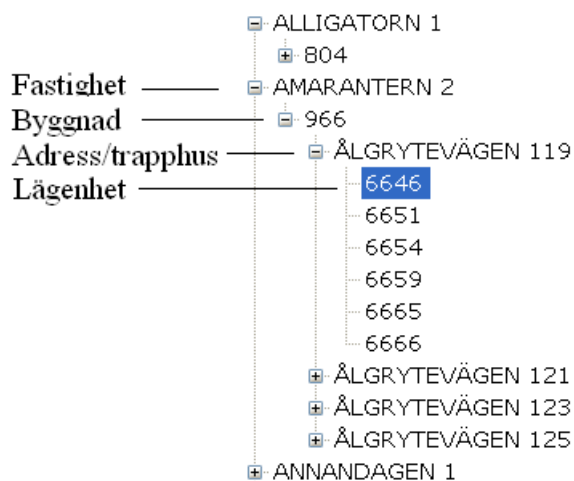
Det går också mycket lättare dela data när man använder databasen. Man kan dela data mellan ett antal användare på samma dator eller mellan användare på olika datorer sammankopplade via ett nätverk eller via internet. Det är möjligt därför databasen har en klart definierad struktur och med regler som skyddar uppgifterna. Flera personer kan få tillgång till databasen på samma gång och kan hantera samtida förändringar. Om man använde ett Excel-ark skulle detta snabbt kunna leda till riktig oordning. Om två personer gör en förändring samtidigt är det den som sist sparar kalkylbladet som gäller. Ändringarna sparas och skrivs över alla tidigare ändringar. Databaser gör det också enklare att dela data mellan olika system. Databasen kan rent fysiskt finnas på en särskild plats där man kan ha full kontroll med åtkomst via nätverk.

En annan viktig fördel är säkerhet som är särskilt viktigt i den här typen av projekt med olika integritetsaspekter. Med hjälp av hanteringssystemet för databasen kan man ha olika användare med olika nivåer av åtkomst. Innan man kommer åt data måste man logga in som en specifik användare. Varje användare kan ha olika rättigheter och gränser. En typ av användare har möjlighet att redigera data och ändra databasens struktur. Andra användare kan ha möjlighet att visa data men inte ändra något.

## Användargränssnitt för databasen

Som användargränssnitt finns applikationen ”3HE Viewer” som möjliggör åtkomst av databasen via internet och export av utvalda data till excel. En trädstruktur finns för att enkelt kunna hitta och hantera data enligt:

### Trädstruktur för användaren



Figuren visar uppbyggnaden av struktur för användaren. Exemplet visar fastigheten Amaranten 2 med en byggnad (966) med 6 lägenheter (6646, 6651,...) på Ålgrytevägen 119, en av byggnadens fyra adresser.

För varje fastighet finns data med olika typ av information från olika källor för fastighet, byggnad, trapphus, adress, lägenhet och tytrum i lägenheterna.

Nivå	Antal	Typ av information	Källa
Fastighet	472	Fastighetsel, Hushållsel, och verksamhetsel till lokaler och butiker	Fortum
Byggnad	423	Energideklaration och fastighetsenkäter med kompletterande tekniska uppgifter	Boverket och fastighetsägare
Adress/trapphus	1207	Antal lägenheter och adresser	Boendeenkät och Fastighetsägare
Lägenhet	7554	Storlek, antal rum, planlösning, hyresnivå etc	Boendeenkät
Rum		Termisk komfort i specifika rum, fukt i våtutrymmen etc	Boendeenkät

3HE Viewer

ALLIGATORN 1

AMARANTERN 2

966

ÅLGRYTEVÄGEN 119

ÅLGRYTEVÄGEN 121

ÅLGRYTEVÄGEN 123

ÅLGRYTEVÄGEN 125

ANNANDAGEN 1

APPLÅDEN 2

ASTRID 12

AUTOPILOTEN 7

BAKLYKTAN 33

BARETTEN 1

BARNBIDRAGET 2

BARNVÄGEN 1

BARNÄNGEN 4

BECKASINEN 15

BERGEN 1

BERGHOLMEN 1

BERGSGRUVAN STÖRRE 39

BIKUPAN 15

BIKUPAN 17

BJÖRKFANERET 3

BLEKINGEN 4

BLÅKRÅKAN 2

BONDEN STÖRRE 43

BONDESONEN STÖRRE 22

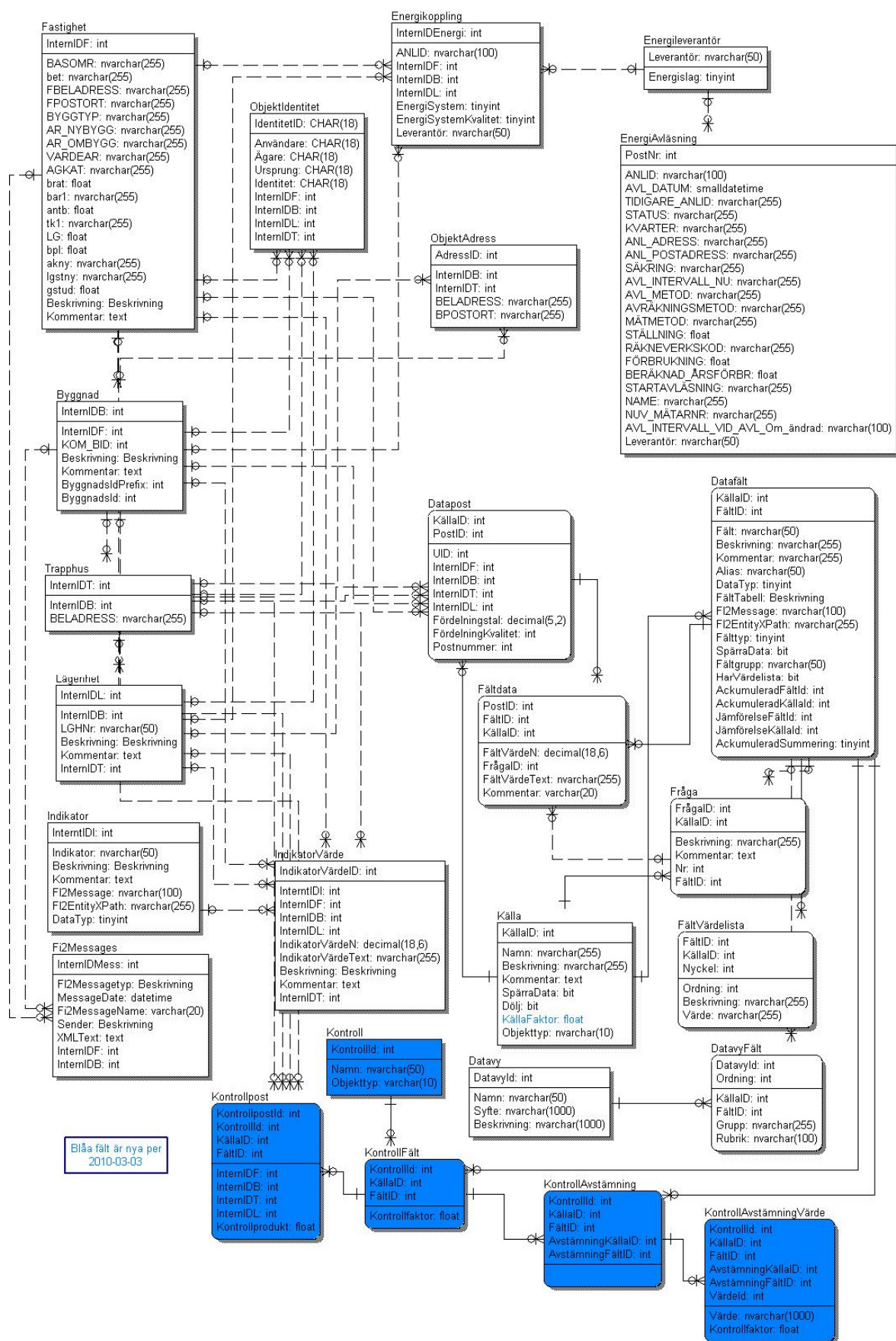
BONDETORPET 19

Egenskaper

Akkumulerade data

Egenskap	Värde
<b>Energideklaration</b>	
Antal bostadslägenheter	70
Beräknad förbrukning	
BOA, m2	5282
Bostäder, inkl biarea, %	98
BRA, m2	0
BTA, m2	5422
<b>Fastighetsenkät</b>	
Ägarkategori	49
Bygpperiod	2
antal tillfrågade hushåll i huset (urvalsfel och flyttade b...	30
beräknat antal hushåll i urvalet per strata	3780
antal svar i huset	21
antal lägenheter i urvalsramen per strata	47206
Antal byggnader i fastigheten	2
<b>Kompletteringar fastighetsägare</b>	
Ange datum för ev försäljning efter 2005	
Antal lägenheter för mätpunkten fastighetsel	Samma som lgh i byggnad...
Antal lägenheter för mätpunkten Värme	70
Finns mätning kall vatten (Ja=1 Nej =0)	Ja på ab-pkt Sthlm Vatten
Finns mätning varm-vatten (Ja=1 Nej =0)	Ja i UC
Finns VVC (Ja=1 Nej =0)	1

## Principbild 3H Energi Databas





Rapport från Arbets- och miljömedicin 1/2011

Metod för kvalitetssäkring av energidata i 472 flerbostadshus i en tvärvetenskaplig studie om hälsomässigt hållbara hus i Stockholm (3HE-studien)

Akademiska sjukhuset, Uppsala Universitet, 751 85 Uppsala, Tfn 018-611 36 42  
[www.ammuppsala.se](http://www.ammuppsala.se)