CIT Energy Management AB
A Chalmers Industriteknik Company

Normalårskorrigering av energistatistik

Beställd av:
Energimyndigheten
Dag Lundblad
D.nr. 17-10-3491

Genomförd av:
Catrin Heincke, CIT Energy Management
Lennart Jagemar, CIT Energy Management
Per-Erik Nilsson, CIT Energy Management

Göteborg april 2011

Postadress:
CIT Energy Management AB
SE-412 96 Göteborg

Besöksadress
Chalmers/Vera Sandbergs allé 5B

Telefon:
031-772 40 20
Fax:
031-772 49 00

www.energy-management.se

VAT-number
SE556329134201

Innehållsförteckning

Övergripande sammanfattning 7

1 Inledning 9

1.1 Bakgrund 9

1.2 Syfte och mål 9

1.3 Avgränsningar 9

1.4 Metod 9

1.5 Disposition 9

2 Varför normalårskorrigera? 12

2.1 Energieffektivisering 12

2.2 Effektiviseringsprojekt 13

2.3 Driftbudgetunderlag 13

2.4 Jämförelse med projekterade värden 13

3 Metoder för normalårskorrigering 14

3.1 Illustrering av normalårskorrigering 14

3.2 Graddagsmetoden 16

3.2.1 Normalårskorrigera med graddagsmetoden 16

3.3 EnergiIndex 17

3.4 Energisignatur 17

3.4.1 Normalårskorrigera med E-signaturen 18

3.5 Korrigering för olika avläsningsperioder 19

3.5.1 Korrigering med hänsyn till felande dagar 20

3.5.2 Korrigering med hänsyn till avvikande utetemperatur 20

3.5.3 Avläsningskorrigera och normalårskorrigera 20

3.6 För och nackdelar med normalårskorrigeringsmetoderna 20

3.6.1 Marknadshinder och utvecklingsmöjligheter 20

3.6.2 Graddagsmetoden 25

3.6.3 EnergiIndex 26

3.6.4 Energisignatur 27

4 Telefonintervjuer 28

4.1 Sammanställning av intervjusvar 29

4.1.1 Allmän hantering 29

4.1.2 Rutiner för avläsning och tappvarmvatten 29

4.1.3 Normalårskorrigeringens överrensstämmelse 29

4.1.4 Övriga synpunkter och svar 30

4.1.5 Mjukvaruleverantörer 30

5 Diskussion och förslag för framtiden 31

5.1 Avläsningskorrigering 31
5.1.1 Förslag om vidare undersökningar 32

5.2 Hanteringen av tappvarmvatten 32
5.2.1 Förslag om vidare undersökningar 32

5.3 Användarvänliga program 33
5.3.1 Förslag om vidare undersökningar 33

5.4 Övrigt 33

6 Metoder för normalårskorrigering i svensk statistik 36

6.1 Allmänt 36
6.1.1 Energimyndigheten 36
6.1.2 Statistiska Centralbyrån – SCB 38
6.1.3 Statisticon 42
6.1.4 Naturvårdsverket via SMED – Svenska MiljöEmmissionsData 42

7 Metod för normalårskorrigering i europeisk statistik 44

7.1 EuroStats metod 44

7.2 Jämförelse mellan svenska och internationella metoder 50

8 Diskussion och förslag för framtiden 51

8.1 Inledning 51

8.2 Energimyndighetens Prognoser 52

8.3 Energistatistik för bebyggelsen 55

Referenser 58

Bilaga 1 61

9 Något om svenska myndigheters användning av normalårskorrigering 61

9.1 Energimyndigheten 61

9.2 Boverket 62

Bilaga 2 63

10 Metoder för normalårskorrigering 63

10.1 Graddagsmetoden 63
10.1.2 Normalårskorrigera med graddagsmetoden 65
10.1.3 Tappvarmvatten 66

10.2 EnergiIndex 68
10.2.1 Byggnadsmodell i ENLOSS 69

10.2.2 Tappvarmvatten och normalårsperiod 69

10.3 Energisignatur 70

10.3.2 Normalårskorrigera med E-signaturen 71

10.4 Korrigering för olika avläsningsperioder 72

10.4.1 Korrigering med hänsyn till felande dagar 72

10.4.2 Korrigering med hänsyn till avvikande utetemperatur 72

10.4.3 Avläsningskorrigera och normalårskorrigera 74

Bilaga 3 75

11 Exempel på metoder för normalårskorrigering – historik och internationell utblick 75

11.1 Inledning 75

11.2 Graddagsmetoden 75

11.2.1 Allmänt 75

11.2.2 Sverige 77

11.2.3 Norge, Danmark, Finland och Tyskland 79

11.2.4 Storbritannien och Nordamerika 83

11.3 EnergiIndexmetoden 84

11.4 Climate Severity Index – CSI 85

11.5 E-signaturmetoden (effekt- eller energisignatur) 85

Övergripande sammanfattning

Föreliggande rapport är delad i två avsnitt, dels ett som behandlar normalårskorrigering av energistatistik ur den enskilde fastighetsägarens perspektiv, dels ett som behandlar normalårskorrigering av energistatistik ur ett nationellt perspektiv. Respektive avsnitt innefattar *Diskussioner och förslag för framtiden*, vilka kan ses som utvecklade sammanfattningar. Avsikten med denna övergripande sammanfattning är att samtidigt ge en komprimerad bild av en frågeställning som är gemensam för båda avsnitten. För mera detaljerade beskrivningar och bakgrunder hänvisas till respektive avsnitt.

Som en del av studien har funnits att ta ställning till om en och samma metod kan rekommenderas såväl för användning av enskilda fastighetsägare, som för nationella ändamål. Vår slutsats är att det inte är lämpligt att sträva efter användning av samma metod. De tre metoder för normalårskorrigering av byggnaders energianvändning som diskuteras i rapporten, är till sin karaktär olika. Den traditionella graddagsmetoden utgår i egentlig mening från en orts utetemperatur och har endast en ytterst svag koppling till den verkliga byggnaden och dess verksamhet. EnergiIndex har tagit ett steg närmare byggnaden genom att utgå från en teoretisk byggnad som beräknas i en simuleringsmodell och inbegriper dessutom andra klimatparametrar som kan påverka byggnadens energianvändning utöver utetemperaturen. Energisignatur (E-signatur) utgår ifrån den aktuella byggnaden och dess verksamhet. Regressionslinjen för den sistnämnda metoden blir, bildligt uttryckt, ett ”fingeravtryck” för den enskilda byggnaden.

Om en metod skall rekommenderas fastighetsägare som genom statistikhantering vill bygga upp en grundlig förståelse för energianvändningen hos byggnaderna i det egna beståndet, så blir det E-signatur. Ifall en fastighetsägare använder graddagsmetoden och är tveksam till att ta steget till E-signatur på grund av kostnader, ökad komplexitet etc., är steget till EnergiIndex en tydlig förbättring. Särskilt efter att fler typbyggnader har tagits fram för EnergiIndex, som föreslaget av SMHI.

För nationell statistik kan däremot E-signatur inte rekommenderas. E-signatur relateras till den enskilda byggnaden och det skulle därför vara ogörligt att hantera landets byggnader med denna metod. Idag används i hög utsträckning graddagar för normalårskorrigering av den nationella statistiken. Metoden är ytterst trubbig och kan ifrågasättas gällande många byggnadskategorier (de flesta kategorier utom äldre flerbostadshus). För hantering av den nationella statistiken rekommenderas en övergång till EnergiIndex. En sådan övergång, med en utveckling av de typbyggnader som finns att tillgå, skulle ge en betydligt korrektare spegling av verkliga förhållanden vid normalårskorrigeringar.

Både för den enskilde fastighetsägarens hantering av energistatistik och för den nationella hanteringen, innebär en övergång från en befintlig till en ny metod att statistiken gör ett ”hack” vid övergången. Sådana ”hack” bör undvikas så långt det är möjligt eftersom långa dataserier som hanteras på likartat vis är att föredra ur en rent

statistisk synvinkel. Det syns dock nödvändigt att ta detta ”hack” ifall den metod man övergår till ger ett mera precist och verklighetsbaserat underlag. Vid jämförelser mellan olika nationers metoder för normalårskorrigering kan konstateras att graddagar är dominerande. Men vid en närmare blick på de nationella metoderna visar det sig att de kan vara inbördes relativt olika. Här kan bastemperatur och eldningsgränser skilja; i vissa länder används inte eldningsgräns över huvud taget. Användning av graddagar innebär således inte att man utan vidare kan jämföra statistik från olika länder och hävda att man använt ”samma metod”.

1 Inledning

1.1 Bakgrund

I oktober 2010 fick CIT Energy Management i uppdrag av Energimyndigheten att genomföra en studie avseende metoder för normalårskorrigering av energistatistik, med leveransdatum 1 mars 2011. Det är vanligt att normalårskorrigering kallas för klimatkorrigering, temperaturkorrigering eller väderkorrigering och man syftar oftast till samma sak. Men det kan i en del sammanhang ha olika betydelser och för att inte skapa osäkerhet har vi valt att genomgående benämna det normalårskorrigering.

1.2 Syfte och mål

Uppdraget är tvåfalt. Dels ingår att utreda förutsättningar för jämförelser och uppföljning av energieffektiviseringsarbete på bygg- och fastighetsmarknaden, dels ingår att värdera modeller som används för normalårskorrigering av nationell statistik. För båda områdena skall använda metoders lämplighet kommenteras och rekommendationer ges angående eventuella behov av förändringar/förbättringar.

1.3 Avgränsningar

Uppdraget berör enbart värmeanvändning och tar inte upp komfortkyla.

1.4 Metod

I uppdraget har även ingått att genomföra en hearing (genomfördes i Stockholm 1 februari). Dessutom har ett urval representanter för olika fastighetsägare intervjuats för att utröna vilka metoder de använder för normalårskorrigering och vilka förbättringar de skulle ha nytta av. I många fall används mjukvara av fastighetsägare för att hantera energistatistiken och normalårskorrigeringen sker automatiskt i mjukvaran. Därför har också representanter för mjukvaruleverantörer intervjuats.

1.5 Disposition

Samtidigt som uppdraget övergripande avser att ta ett samlat grepp om normalårskorrigering av energistatistik för bebyggelsen, är det som tidigare nämnt tydligt uppdelat i två separata delar. Av den anledningen har rapporten delats på samma vis där ett första avsnitt hanterar normalårskorrigering av energistatistik som direkt berör fastighetsägare, medan ett andra avsnitt hanterar normalårskorrigering av den nationella energistatistiken. I Bilaga 1 återfinns en kort beskrivning av hur Energimyndigheten och Boverket använder sig av normalårskorrigering. Bilaga 2 omfattar en mera detaljerad beskrivning av uppbyggnaden av olika metoder för normalårskorrigering. Bilaga 3 beskriver normalårskorrigeringsmetoderna mer generellt och jämförelser görs med andra länder, främst i Norden. Alla avsnitten är medvetet skrivna så att de kan läsas separat, vilket innebär att viss information återfinns på fler än ett ställe.

Del 1

Normalårskorrigering på byggnadsnivå

Kapitel 2-5

2 Varför normalårskorrigera?

För att veta hur mycket energi en byggnad använder måste man på ett lämpligt sätt mäta energianvändningen. Det är de uppmätta värdena som används för att jämföra energianvändningen, dels mot andra liknande byggnader, dels mellan olika år för en given byggnad.

Är energianvändningen högre ett år än ett annat, kan det bero på att det aktuella året varit kallare än föregående, men det kan även bero på en verksamhetsförändring som resulterat i en högre energianvändning. Motsvarande resonemang gäller givetvis för en lägre energianvändning. Normalårskorrigering av energianvändningen görs för att frigöra sig från klimatets variationer mellan olika år (i klimatet ingår här främst utetemperaturen men i vissa fall även solinstrålning och vind) [1].

Att normalårskorrigera energistatistik kommer aldrig att leda till några exakta svar, men normalårskorrigering är en nödvändighet för att kunna bygga och förvalta en fastighet och följa dess energianvändning på ett ändamålsenligt sätt. Det här gäller särskilt om fastighetens behov av energi till stor del består av uppvärmning.

Nedan ges fyra exempel på när man bör normalårskorrigera sin energianvändning och vad denna korrigering används till.

2.1 Energieffektivisering

Om fastigheten genomgått en eller flera energieffektiviserande åtgärder, behöver energianvändningen före och efter åtgärd kunna jämföras på ett tillförlitligt sätt. För att göra detta möjligt måste den uppmätta energianvändningen göras oberoende av klimatet. På så sätt kan man jämföra en tidsperiod med en motsvarande ett annat år och urskilja effekten av åtgärden/åtgärderna.

Många jämför hela fastighetsbeståndet på årsbasis för att se hur energianvändningen totalt sett förändras i fastighetsbeståndet. Eftersom ett år kan vara ovanligt varmt och ett annat ovanligt kallt måste en normalårskorrigering göras för att jämförelsen skall bli rättvis.

Om en fastighetsägare inte skulle normalårskorrigera sin energianvändning skulle fastighetsägaren inte kunna urskilja vad de åtgärder som genomförts fått för inverkan på byggnadens energianvändning. Vet en fastighetsägare inte vilka åtgärder som genererar en besparing kan fastighetsägaren inte heller ta beslut om vilka åtgärder som är lämpliga att genomföra för att spara energi och därmed pengar.

Idag sker normalårskorrigeringen i olika utsträckning hos olika fastighetsföretag och det finns ingen allmän metod som används för alla Sveriges byggnader. Detta orsakar olika resultat och siffror som redovisas kan i vissa fall vara missvisande.

2.2 Effektiviseringsprojekt

Idag är det vanligt med energieffektiviseringsprojekt där fastighetsägare anlitar entreprenörer eller konsulter för att ta fram energieffektiva åtgärdsförslag. Ofta kommer entreprenör och fastighetsägare överens om en viss energibesparing som entreprenören åtar sig att uppfylla. Dessa projekt kallas EPC-projekt, Energy Performance Contracting. Idén med EPC-projekt är att de framtida energibesparingarna används för att finansiera de åtgärder som genomförs i fastigheten. Ett gemensamt överenskommet år sätts som referens, med vilket energianvändningen jämförs, för att avgöra huruvida besparingskravet uppfyllts eller inte. EPC-projekt är en del av de energitjänster som erbjuds på marknaden idag. Val av energitjänst skiljer sig från fastighetsägare till fastighetsägare och det finns flera tillvägagångssätt för energieffektiviseringar av fastigheter.

Gemensamt för alla energitjänster är behovet att normalårskorrigera energistatistiken för att veta hur stor besparingen är. Om detta inte gjordes så skulle kund och entreprenör garanterat ha olika syn på vilket resultat som har uppnåtts. Detta kan leda till utdragna tvister som i värsta fall behöver lösas med juridisk hjälp.

2.3 Driftbudgetunderlag

Många fastighetsägare upprättar en driftbudget för sina fastigheter. Kostnader för energi utgår från att året kommer att bli ”normalt”. För att under året ha möjlighet att bedöma hur driftbudgeten följs, är det nödvändigt att normalårskorrigera det aktuella årets energianvändning.

2.4 Jämförelse med projekterade värden

Projekterade värden för en byggnad bottnar i att kraven i BBR uppfylls för aktuell klimatzon. De krav på energiprestanda som finns i BBR gäller för normalårskorrigerade värden. Många fastighetsägare använder normalårskorrigering för att se hur väl de projekterade värdena från byggentreprenören stämmer överens med den verkliga uppmätta energianvändningen. För att kunna göra denna jämförelse måste energianvändningen göras oberoende av klimatet.

På samma sätt som för effektiviseringsprojekt köper kunden ett paket som entreprenörer åtar sig att uppfylla. Skulle dessa krav inte bli uppfyllda skulle det i värsta fall kunna leda till att kunden inte behöver betala eller åtminstone kan komma att betala ett lägre belopp än det ursprungligt avtalade. Det är alltid viktigt att så detaljerat som möjligt specificera de krav som finns och inte lämna något åt slumpen, eftersom det alltid är då problem uppstår. Som ett led i detta har SVEBY tagit fram kravspecifikationer som reglerar detta. SVEBYs kravspecifikationer kan återfinnas genom Fastighetsägarna Sveriges hemsida (www.fastighetsagarna.se/). Kravspecifikationer med koppling till detta kan även återfinnas hos BELOK (www.belok.se).

3 Metoder för normalårskorrigering

För att mellan olika år kunna göra jämförelser av energianvändningen i en byggnad använder man sig av så kallad normalårskorrigering. Det finns idag två övergripande typer av korrigeringsmetoder, graddagsmetoden och energisignatur, där graddagsmetoden är den vanligast förekommande. Det finns en variant av graddagsmetoden som kallas EnergiIndex och denna metod levererar så kallade ekvivalenta graddagar. Båda metoderna bygger på att den uppmätta energianvändningen under en period omräknas med hjälp av en korrigeringsfaktor för att motsvara energianvändningen under motsvarande period ett normalt klimatår. Ett normalt klimatår baseras på en medeltemperatur som sträcker sig över en viss tidsperiod, ofta trettio år.

I graddagsmetoden motsvarar korrigeringsfaktorn förhållandet mellan normalt antal graddagar under perioden och verkligt antal graddagar under perioden. På så sätt erhåller man det aktuella antalet graddagar på en viss ort tillsammans med antalet graddagar för ett normalår. Antalet graddagar för en ort är oberoende av byggnad och verksamhet, dvs. man använder samma antal graddagar för att normalårskorrigera alla typer av byggnader på samma ort. Den variant av graddagsmetod som benämns EnergiIndex innefattar utöver korrigering avseende utetemperatur, en korrigering som även tar hänsyn till solinstrålning och vindpåverkan. Här används begreppet ekvivalenta graddagar.

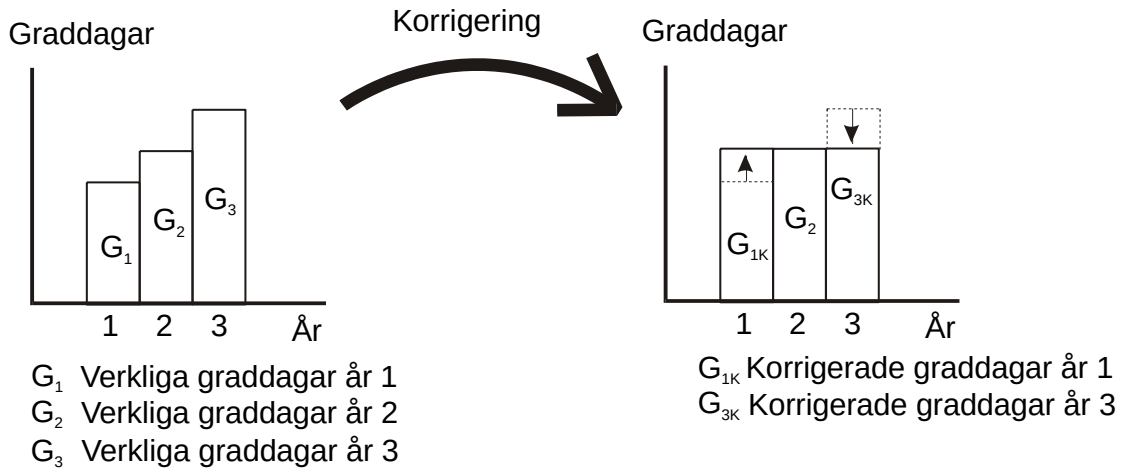
Det finns även en helt annan metod, Energisignatur eller E-signatur, som utgår från varje specifik byggnad, där en avbildning av byggnadens effektbehov som funktion av utomhustemperaturen upprättas för den enskilda byggnaden.

Många klimatdata är i Sverige inte fritt tillgängliga. Om fastighetsägaren inte har en egen väderstation behöver dessa data i regel köpas från SMHI. Data för EnergiIndex är dyrare än data för graddagsmetoden på grund av att dessa kräver merarbete från SMHI.

Nedan ges en kortare beskrivning av de olika normalårskorrigeringsmetoderna. För en mer detaljerad beskrivning hänvisas till Bilaga 2.

3.1 Illustrering av normalårskorrigering

Själva normalårskorrigeringen kan något förenklat illustreras enligt figur 3.1. Under en period av tre år har år 2 varit ”normalvarmt” och energianvändningen under det året behöver inte normalårskorrigeras. År 1 har varit något varmare än ett normalår och år 3 något kallare. För att neutralisera den utetemperaturpåverkade delen av energianvändningen görs en ”korrigering” av de två åren som avviker från normalåret. För år 1 korrigeras användningen uppåt med en faktor större än 1, och för år 3 med en faktor mindre än 1.



Figur 3.1 Normalårskorrigering

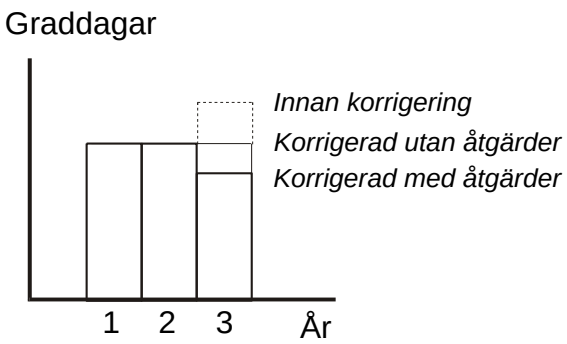
Faktorn består av kvoten mellan normalårets graddagar, $G_{normalår}$, och det aktuella årets graddagar, $G_{aktuellt}$. I praktiken görs korrigeringen hos fastighetsägare varje månad och inte en gång per år.

$$F = \frac{GD_{normal\ år}}{GD_{aktuellt}}$$

Vanligen känner fastighetsägaren den totalt använda mängden värme, Q_{tot}, i vilken värme för uppvärmning av tappvarmvatten, Q_{vv} ingår. När så är fallet behöver värme till tappvarmvatten, som brukar betraktas som oberoende av utetemperaturen, särskiljas från det utetemperaturberoende värmebehovet. Det normalårskorrigerade värmebehovet, $Q_{korrigerad}$, kan då skrivas:

$$Q_{korrigerad} = Q_{vv} + (Q_{tot} - Q_{vv}) \cdot F$$

Efter korrigering för avvikelse i utetemperatur från normalåret, så har alla tre åren samma energianvändning för uppvärmning. Med utgångspunkt i de normalårskorrigerade värdena blir det nu möjligt att identifiera skillnader i värmeanvändning mellan olika år, vilken inte är beroende av om året varit kallare eller varmare än normalt. I figur 3.2 illustreras inverkan av energieffektiviserande åtgärder under år 3, ”rensade” från klimatpåverkan.



Figur 3.2 Åtgärder i klimatkorrigerad energianvändning.

3.2 Graddagsmetoden

Graddagsmetoden baseras på att man har en förutbestämd inomhustemperatur och (i Sverige) någon form av eldningsgräns, dvs vid utetemperaturer större än den sk eldningsgränsen stängs värmetillförseln till byggnaden.

Internvärme är den värme som tillförs byggnaden genom solinstrålning, personvärme, apparater etc. Den temperatur som skulle erhållas i byggnaden utan tillskott av internvärme benämns bastemperatur och brukar vanligen sättas till 17 °C.

Tabell 3.1 redovisar eldningsgränser använda i den svenska graddagsmetoden. Anledningen till att gränserna är lägre vår, sommar och höst, är att solinstrålningen har en större påverkan under dessa delar av året och därför bidrar mer till uppvärmningen av byggnader.

Tabell 3.1 SMHI:s använda eldningsgränser [1]

Månad	Eldningsgräns [°C] (dygnsmedeltemperatur utomhus)
maj, juni, juli	10
augusti	11
april, september	12
oktober	13
övrig tid	17

3.2.1 Normalårskorrigera med graddagsmetoden

När man normalårskorrigerar energianvändningen med graddagar [2a] [2b] skall enbart den utetemperaturberoende energianvändningen korrigeras.

$$Q_{korrigerad} = Q_{ko} + (Q_{tot} - Q_{ko}) \cdot \frac{GD_{normal\ \ år}}{GD_{aktuellt}} \qquad \text{[kWh]}$$

där

$Q_{korrigerad}$ = normalårskorrigerad värmeanvändning [kWh]
Q_{ko}= utetemperaturoberoende del värmeanvändning [kWh]
Q_{tot}= den totala värmeanvändningen [kWh]
$GD_{normalår}$= antal graddagar ett normalår [°C·dagar]
$GD_{aktuellt}$= antal graddagar under aktuellt år [°C·dagar]

Den utetemperaturoberoende delen av energianvändningen utgörs oftast av tappvarmvattenuppvärmning och värmeförluster vid varmvattencirkulation.

Ibland väljer fastighetsägare ett alternativt sätt att normalårskorrigera energianvändningen:

$$Q_{korrigerad} = \left(\frac{GD_{normal\ \ år} + GD_{ko}}{GD_{aktuell} + GD_{ko}}\right) \cdot Q_{tot} \qquad \text{[kWh]}$$

där
GD_{ko}= antalet graddagar för klimatoberoende energianvändning

Med det alternativa sättet anges tappvarmvattenanvändningen som graddagar. Genom att addera i både täljare och nämnare åstadkoms en större påverkan under månader då antalet graddagar för uppvärmning är litet, dvs under vår, sommar och höst. I viss mån kompenserar detta för de fel som ofta uppkommer vid normalårskorrigering med graddagar, under de perioder när antalet graddagar är litet (se även avsnitt 3.6.2 Graddagsmetoden).

Normalåret för graddagsmetoden baseras på perioden 1970-2000.

3.3 EnergiIndex

Med metoden EnergiIndex används inte graddagar på samma sätt som med graddagsmetoden. EnergiIndex jämför visserligen också antalet graddagar för den aktuella perioden med motsvarande antal graddagar för ett normalår. Jämfört med den traditionella graddagsmetoden finns dock två avgörande skillnader.

Dels baseras EnergiIndex på omfattande beräkningar av värmebalansen för en byggnad, medan graddagsmetoden relateras till utetemperaturen för en ort och tar endast ytterst schabloniserat hänsyn till intern värmegenerering och solinstrålning. Dels tar EnergiIndex, förutom till utetemperaturen, även hänsyn till inverkan av solinstrålning, annan intern värmegenerering, vindpåverkan och byggnadens värmetröghet. För att markera skillnaden mot den traditionella graddagsmetoden används för EnergiIndex sk ekvivalenta graddagar. Eftersom EnergiIndex efterliknar den verkliga värmebalansen för en byggnad behövs inga schabloniserade eldningsgränser såsom för den traditionella graddagsmetoden. De som tidigare använt den traditionella graddagsmetoden kan relativt enkelt ändra till EnergiIndex och istället för graddagar arbeta vidare med ekvivalenta graddagar.

EnergiIndex är utvecklat av SMHI och använder en mjukvara, ENLOSS, för att göra de värmebalansberäkningar som ligger till grund för de ekvivalenta graddagarna. ENLOSS, även det utvecklat av SMHI, baseras på etablerade fysikaliska samband och har utvecklats sedan mitten av 1980-talet.[16]

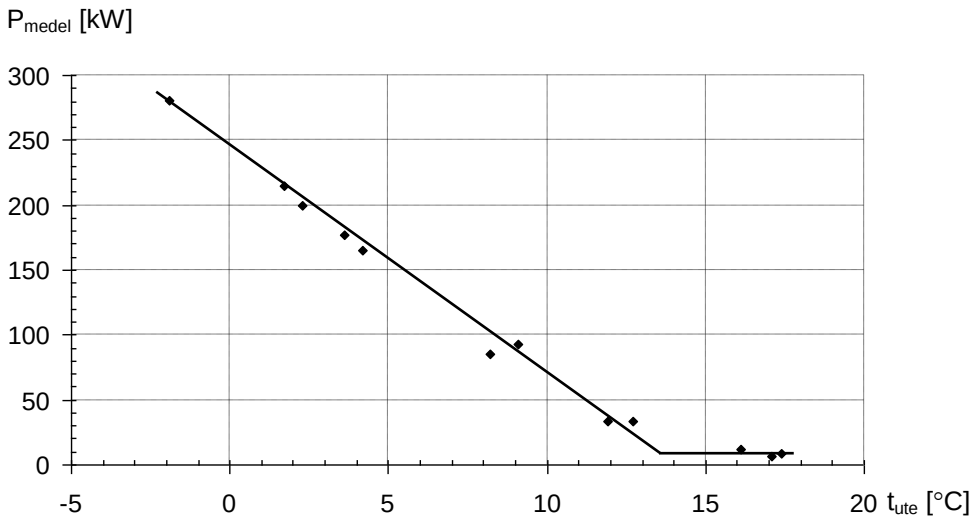
Normalåret för EnergiIndex baseras på perioden 1965-1995.

3.4 Energisignatur

Energisignatur (E-signatur) är relaterad till den specifika byggnaden för vilken energistatistiken skall normalårskorrigeras. För att kunna använda sig av denna metod vid normalårskorrigering måste man ha tillgång till historiska data för den aktuella byggnaden. Metoden bygger på att man plottar byggnadens medeleffekt per månad som funktion av månadens medelutetemperatur.

Det är med E-signatur inte nödvändigt att separera den temperaturoberoende delen från den beroende i den totala energianvändningen, innan värdena sätts in i diagrammet.

I figur 3.3 visas ett exempel på E-signatur för en lokalbyggnad.



Figur 3.3 Exempel på E-signatur för en lokalbyggnad [3]

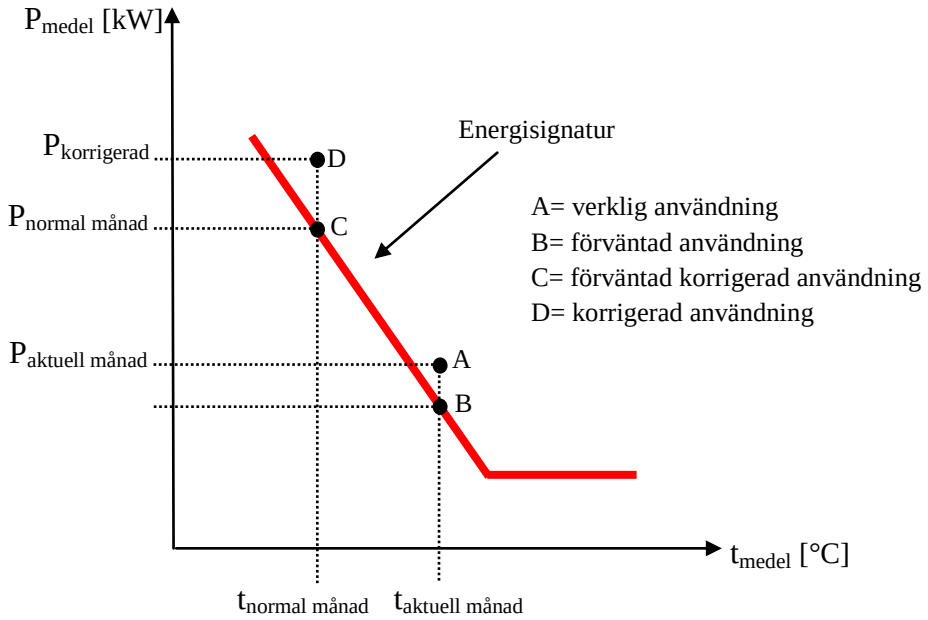
I figur 3.3 kan man se att energibehovet för uppvärmning ökar proportionellt med minskad utomhustemperatur, förutsatt att inomhustemperaturen hålls konstant. På samma sätt som för graddagsmetoden finns det en bastemperatur (=balanstemperatur), i detta exempel ligger den på cirka 13,5°C. I praktiken innebär det att det vid 13,5°C inte finns något energibehov för uppvärmning.

3.4.1 Normalårskorrigera med E-signaturen

När man vill använda E-signatur för att normalårskorrigera energianvändningen behövs energisignaturen från ett eller flera föregående år. Vilken energisignatur som väljs som referens beror på hur man själv väljer att redovisa den. Om statistik för energianvändningen finns för flera föregående år kan det vara en fördel att använda dessa som bas för att bilda den regressionslinje som senare representerar energisignaturen.

Efter förändringar av verksamheten eller efter genomförande av åtgärder som minskar energianvändningen, kan det vara lämpligt att ta fram en ny regressionslinje att jämföra den aktuella energianvändningen med.

I figur 3.4 visas ett exempel på hur normalårskorrigering med hjälp av E-signatur går till.



Figur 3.4 Normalårskorrigera med E-signatur

A= Avläst medeleffekt under aktuell månad. Värdet fås från den avlästa energianvändningen som divideras med antalet timmar för den aktuella månaden.

B=Punkt B motsvarar den förväntade energianvändningen/effektbehovet för månaden.

C= Det normala effektbehovet/energianvändningen för månaden.

D= Normalårskorrigerad medeleffekt, där aktuell månad i det här fallet varit varmare än normalt.

Om den verkliga medeleffekten (punkt A) är 10 % högre än den förväntade medeleffekten (punkt B) blir den korrigerade medeleffekten (punkt D) 10 % högre än den förväntade medeleffekten (punkt C).

$$P_{korrigerad} = D = \frac{A}{B} \cdot C \qquad [kW]$$

3.5 Korrigering för olika avläsningsperioder

Det är inte alltid avläsningen sker den sista dagen varje månad, vilket kan orsaka stora fel i normalårskorrigeringen [2a]. För att ta hänsyn till detta kan man korrigera för avläsningarna på två olika sätt. Se även bilaga 2 för en något fördjupad ytterligare diskussion.

3.5.1 Korrigering med hänsyn till felande dagar

Det ena sättet innebär att man korrigerar månadsanvändningen av energi med hänsyn till antalet dagar mellan avläsning i början och i slutet av månaden:

$$Q_{månad} = Q_{avläst} \cdot \frac{(Antal\ \ dagar\ \ i\ månaden\ )}{(Antal\ \ dagar\ mellan\ \ avläsningar\ \ i\ början\ \ \&\ slutet\ \ av\ månaden\ )} \text{ [kWh]}$$

Om denna metod väljs bör det säkerställas att de felande dagarna temperaturmässigt inte skiljer sig nämnvärt från övriga dagar, det vill säga att dygnsmedeltemperaturen ute är ungefär samma de avvikande dygnen som månadsmedeltemperaturen. Om det skulle vara så att de felande dagarna avviker mycket från de andra dagarna i avläsningsperioden kommer denna metod ge ett stort fel.

3.5.2 Korrigering med hänsyn till avvikande utetemperatur

Det andra sättet tar hänsyn till tidskorrigeringen från slutet av den föregående månaden genom att denna läggs till eller dras ifrån den aktuella avlästa månadsanvändningen innan korrektionen sker:

$$Q_{månad} = (Q_{avläst} - Q_{korrigerad\ föreg\ månad}) \cdot \frac{(Antal\ dagar\ i\ månaden)}{(Antal\ dagar\ från\ föreg\ månadsskifte)} \text{ [kWh]}$$

För varje felande dygn beräknas energianvändningen utifrån dygnsmedeltemperaturen och den motsvarande energianvändningen vilken erhålles exempelvis ur energisignaturen när sådan används. Efter det läggs energianvändningen till eller dras ifrån den avlästa energianvändningen beroende på om avläsningen skett före eller efter månadsskiftet:

$$Q_{månad} = Q_{avläst} \pm Q_{korrigering\ månadsbörjan} \pm Q_{korrigering\ månadsslut} \quad \text{[kWh]}$$

3.5.3 Avläsningskorrigera och normalårskorrigera

Avläsningskorrigering och normalårskorrigering används för två olika ändamål och är helt oberoende av varandra. Om en korrigering för avläsningsperiod skall göras, är det däremot viktigt att avläsningskorrigera innan normalårskorrigering görs, då detta annars skulle orsaka fel resultat i normalårskorrigeringen [2a].

Korrigeringen för fel avläsningsperiod är ofta en inbyggd funktion i de energiuppföljningsprogram som idag används.

3.6 För och nackdelar med normalårskorrigeringsmetoderna

3.6.1 Marknadshinder och utvecklingsmöjligheter

I detta avsnitt diskuteras något hur de olika metoderna för normalårskorrigering används idag, inkluderande marknadshinder och utvecklingsmöjligheter.

Mjukvaror

Nästan alla fastighetsägare samlar in energidata via olika typer av fastighetsmjukvaror. Exempel på idag använda generella fastighetsmjukvaror är Summarum, Momentum PM eller Hogia Fastighetsprogram. Mer energiinriktade mjukvaror är Webbess, Ess200, E4, Energireda eller Momentum RC. De förstnämnda innehåller en mängd hjälpmedel för bl.a:

- Ekonomisk förvaltning
- Marknad och uthyrning, inkl. hyresgästförteckningar, hyresavier etc.
- Teknisk förvaltning, inkl. planering av yttre och inre underhållsåtgärder, underhållsbudget och underhållsorder etc.
- Ärendehantering inkl. felanmälan, besiktningar etc.

I mjukvarorna inriktade mot energistatistik återfinns i regel följande funktioner:

- Datainsamling, manuell eller automatisk, från mätare av olika media (elenergi, fjärrvärme, vatten, gaser etc.)
- Analys av mätdata inkl. normalårskorrigering
- Fördelning av energianvändning och energikostnader per exempelvis golvarea eller per hyresgäst, framtagande av nyckeltal etc.
- Kontroll av energikostnader och energifakturor
- Energibudget, utformning och uppföljning
- Förslag till energieffektiviseringsåtgärder
- Uppföljning av energieffektiviseringsåtgärder

För att de olika metoderna för normalårkorrigering skall komma till praktisk användning krävs alltså att de ingår som en naturlig del i olika mjukvaror som används för fastighetsdrift.

Många fastighetsägares kunskap om olika normalårskorrigeringsmetoder kommer ofta från deras användning av den mjukvara som används för att hantera energistatistik. I mjukvaran beskrivs de olika metodernas grundläggande antaganden mer eller mindre väl, varför fastighetsägaren inte alltid är medveten om vilka antaganden som görs.

Idag återfinns i de större mjukvarorna på marknaden som hanterar energistatistik den traditionella graddagsmetoden och ofta även EnergiIndex. E-signatur finns i flera mjukvaror.

Klimatdata

I Sverige är relativt få väderdata offentligt tillgängliga. I motsats till många andra länder måste exempelvis ”officiella” graddagsdata köpas från SMHI. Detta förfarande är resultatet av regeringsbeslut från början av 1980-talet då det beslöts att delar av SMHI:s verksamhet skulle vara kommersiell. Före denna tidpunkt publicerades graddagsdata i dåvarande *VVS-tidningen*, nuvarande *Energi och Miljö*. Detta görs fortfarande i många europeiska VVS-tidningar.

Idag finns vissa väderdata på månads- eller årsbasis fritt tillgängliga via SMHI:s hemsida sedan man i februari 2011 lagt ner den prenumererade tidskriften *Väder & Vatten*. Exempelvis finns såväl månadsvisa normalårstemperaturer som uppmätta månadstemperaturer att hämta för 651 mätstationer i landet.

SMHI har vissa tankar på att låta *årsvärden* på graddagar vara offentligt tillgängliga. Detta motiveras av att efterfrågan från privatpersoner och mindre fastighetsägare är tämligen stor på dessa data (jämför Energimyndighetens publikationer rörande bebyggelsens energianvändning) och att den intäkt SMHI har från dessa data ät begränsad. Emellertid kräver en sådan förändring att SMHI får en extra ststlig finansiering som motsvarar den minskade intäkten.

Flera kommuner har idag miljöövervakningsverksamhet från vilka bl.a. väderdata på timbasis kan hämtas gratis. Exempel är *Miljö & Hälsa i Göteborg* eller *Stockholm och Uppsala Läns Luftvårdsförbund*. Det är något oklart hur väl placerade och kalibrerade dessa utrustningar är, men man kan anta att acceptabla utetemperaturgivare används med genomtänkt placering, regelbunden kalibrering etc. Det samma gäller solinstrålnings- och vindgivare. Det finns även hemsidor med uppmätta utetemperaturer som främst bygger på privatpersoners väderstationer där data är av mer svårbedömd kvalitet.

Vid användande av EnergiIndex behöver fastighetsägare idag prenumerera på data från SMHI. Eftersom EnergiIndex kräver mer arbete från SMHI:s sida är dessa data dyrare än graddagsdata. Även vid användning av normalårskorrigering med traditionella graddagar är det absolut vanligaste förfarandet att prenumerera på graddagar från SMHI.

Fastighetsägare kan givetvis själv ta fram graddagar på samma sätt som SMHI, om data loggas med lämpligt placerade egna utetemperaturgivare. Det är dock viktigt att om så görs se till att temperaturgivarna mäter temperaturen korrekt. I annat fall blir korrigeringen av energianvändningen med graddagar snabbt direkt missvisande. Vid användning av den traditionella graddagsmetoden eller av EnergiIndex rekommenderas fastighetsägaren att prenumerera på statistiken från SMHI, ifall man inte internt kan upprätthålla rutiner som säkerställer att egna temperaturgivare mäter korrekt.

Som nämnts finns idag också möjlighet att hämta gratis väderdata från olika kommunala eller landstingsstyrda miljöövervakningskontor. Från dessa timdata kan också uppmätta graddagar beräknas på samma sätt som SMHI. SMHI tillhandahåller också aktuella månadsmedeltemperaturer som kan hämtas från hemsidan strax efter att aktuell månad avslutats. Även från dagspress kan vid månadsskiften information hämtas om föregående månads väder, där månadens medeltemperatur redovisas.

Också för E-signatur krävs data för månader inom en normalårsperiod. Dessutom krävs tillgång till den aktuella månadens medeltemperatur. Temperaturdata hämtas på sätt som beskrivits ovan.

Eftersom metoder för normalårskorrigering normalt återfinns som en integrerad del av mjukvaror som används för att hantera energistatistik, är det ofta mjukvaruleverantören som tillhandahåller de indata som respektive metod kräver, exempelvis graddagar.

Typ av byggnad

Den traditionella graddagsmetoden förutsätter en bastemperatur på 17°C och olika eldningsgränser under månaderna mars till oktober. Bastemperaturen och de olika eldningsgränserna används för att ta hänsyn till dels internvärme via brukare, dels solinstrålningen genom fönster. Dessa förutsättningar kan stämma hyfsat på äldre flerbostadshus, medan de kan bli helt missvisande för lokalbyggnader, särskilt nyare sådana. Även för moderna lågenergibyggnader är bastemperatur och eldningsgränser missvisande. Något förenklat kan sägas att graddagar i egentlig mening inte tar hänsyn till vilken byggnad som avses, utan är baserade på var byggnaden är geografiskt placerad.

Vid användning av EnergiIndex utgår SMHI ifrån en typbyggnad, för vilken ekvivalenta graddagar beräknas för den aktuella månaden med energiprogrammet ENLOSS. Beräkningen kräver för SMHI:s del indata till ENLOSS-modellen för olika typbyggnader samt klimatet för en viss ort (utetemperatur, solinstrålning och vind). Idag används en typbyggnad som anses representera en blandad bebyggelse. Denna byggnad motsvarar ett äldre flerbostadshus med mekanisk frånluftsventilation och med rumstemperaturen 21°C. Byggnadens tidskonstant är 24 timmar. Byggnaden antas också tillföras internvärme från brukare enligt schablon. Klimatdata som används i ENLOSS är, som nämnts tidigare timvärden för, utetemperatur, solinstrålning och vindpåverkan.

En naturlig utveckling av ENLOSS syns vara att erbjuda några olika typbyggnader där användaren kan välja den som bäst efterliknar verksamheten i den aktuella byggnaden. Här avses inte att erbjuda typbyggnader inom andra kategorier än flerbostadshus, utan även att erbjuda typbyggnader som bättre efterliknar byggnads- och installationstekniskt mer utvecklade flerbostadshus. Den fråga som inställer sig är hur många typbyggnader av olika kategorier som är rimligt att erbjuda. Svaret är ingalunda självklart. Ett problem som eventuellt kan uppstå med alltför många typbyggnader att välja mellan är att fastighetsägaren kan få problem med att veta vilken av typbyggnaderna som motsvarar den aktuella byggnaden. Med EnergiIndex har man tagit ett stort steg närmare den verkliga byggnaden jämfört med den traditionella graddagsmetoden. En utveckling av antalet typbyggnader skulle innebära att man ytterligare närmar sig den enskilda byggnaden och dess verkliga användning. Med motsvarande resonemang som för graddagsmetoden kan således EnergiIndex sägas representera en teoretisk modell av den verkliga byggnaden och dess verksamhet. Precisionen är således betydligt högre vid användning för normalårskorrigering än vad som kan åstadkommas med graddagsmetoden.

Vid användning av E-signatur har steget tagits fullt ut och den aktuella byggnaden med dess verkliga användning används som utgångspunkt för normalårskorrigering.

Verklig rumstemperatur

Oavsett metod för normalårskorrigering förutsätts att den verkliga byggnaden tämligen väl överensstämmer med de antaganden som används i metoden. Om rumstemperaturen är 25°C, jämfört med förutsatt 21°C, använder byggnaden mer värmeenergi än vad som ”normalt” skulle behövas. Ingen av de tre metoderna kan förutsäga vad den normala förbrukningen borde vara om rumstemperaturen kunde hållas vid 21 °C. Graddagarna, eller de ekvivalenta graddagarna, förutsätter att rumstemperaturen är kring 21°C och effektkurvan i energisignaturen motsvarar den verkliga temperaturdifferensen mellan rumstemperaturen och utetemperaturens månadsmedelvärde.

Däremot är det möjligt att med ENLOSS-modellen kopplad till EnergiIndex, precis som med andra simuleringsprogram för byggnaders energianvändning, beräkna vilken den normala energianvändningen för byggnaden borde vara om rumstemperaturen hålls vid 21 °C.

Som redovisas under kapitel 11.5 i Bilaga 3 finns en utveckling av energisignaturen, kallad H-m metoden, där hänsyn tas till solinstrålningens inverkan. För att kunna använda H-m metoden måste dock nationella indata utvecklas, främst utnyttjningsfaktorn för solinstrålningen för olika typer av främst lågenergibyggnader. Sådana indata finns i vissa europeiska länder men inte för Sverige.

Egentligen krävs mätning av en representativ inomhustemperatur i varje byggnad för att kunna bedöma hur pass väl denna del av byggnadens förutsättningar stämmer överens med metodens antaganden. Många större fastighetsägare utvecklar sina styr- och övervakningssystem så att representativa inomhustemperaturer mäts kontinuerligt. Därmed börjar denna typ av data att finnas tillgängliga men i dagsläget är de långt ifrån att kunna används kontinuerligt.

Samhällsekonomisk kostnad vid val av en enda metod på byggnads- respektive nationell nivå - diskussion

Vid tillämpning av en enda rekommenderad metod för normalårskorrigering av energianvändningen på byggnadsnivå uppstår kostnader hos såväl myndigheter som marknadsaktörer. Särskilt kan kostnaderna för fastighetsägare och mjukvaruutvecklare bli betydande.

I dagsläget är användningen av graddagsmetoden den vanligast förekommande. Därefter kommer användningen av EnergiIndex. Allra minst används E-signatur. Om graddagsmetoden skulle vara den enda metod som användes skulle därför endast marginella kostnader förknippas med detta. Den absoluta merparten av användare skulle framgent fortsätta på samma sätt som de agerar idag. En total övergång till EnergiIndex skulle hanteringsmässigt inte innebära några egentliga skillnader jämfört med att använda graddagar. Merkostnader skulle uppstå för fastighetsägaren om ett antal fler typbyggnader finns att välja mellan än idag och samtliga byggnader i fastighetsägarens bestånd behöver gås igenom och hänföras till korrekt typbyggnad. Denna kostnad bedöms dock vara liten och genomgången behöver endast genomföras vid ett tillfälle.

En ökad kostnad kan emotses i form av prenumeration av ekvivalenta graddagar istället för prenumeration på traditionella graddagar.

En fullständig övergång till E-signatur skulle bli betydligt mera omfattande för fastighetsägarna. Dels skulle man behöva bekanta sig med och förstå en ny metod, vilket kräver en inte obetydlig insats. Dels skulle det kräva att leverantörer av mjukvara för energistatistik implementerar denna möjlighet (om den inte redan finns tillgänglig). Här kan man således förutse en utvecklingskostnad för mjukvara. Om fastighetsägaren använder en mjukvara där E-signatur inte finns implementerad får det tidsmässiga konsekvenser om byte görs till ny mjukvara.

Alltså kan konstateras att större delen av kostnaderna vid byte av metod oavsett till vad kommer att drabba fastighetsägarna och mjuvaruleverantörerna. De samhälls-ekonomiska kostnaderna i form av kostnader för myndigheter bedöms bli tämligen överkomliga, se kapitel 5.

3.6.2 Graddagsmetoden

Graddagsmetoden är enkel att förstå och man behöver inte ha särskilt mycket indata för att kunna beräkna det normalårskorrigerade värdet. Däremot har den en inbyggd synnerligen förenklad återgivning av påverkan från intern värmegenerering och solinstrålning genom val av bastemperatur och eldningsgräns. I grunden är graddagsmetoden baserad på klimatet (utetemperaturen) för en ort och inte på en given byggnads förutsättningar. För vissa byggnader, som äldre flerbostadshus och lokalbyggnader som kan liknas vid dessa, kan ansatta förenklingar spegla verkligheten relativt väl. För många andra byggnader, som moderna lokalbyggnader med stor intern värmegenerering, kan användning av graddagar ge alltför felaktiga korrigeringar av uppmätt energi.

Utöver de ovan nämnda parametrarna så måste hänsyn även tas till den utetemperaturoberoende delen i energianvändningen innan korrigeringen kan göras. Många fastighetsägare har ingen separat mätning av varmvatten och avläsning sker manuellt på inkommande kallvatten, vilket i sig ger en stor osäkerhet i hur mycket varmvatten som används. Varmvattenandelen behöver uppskattas och hanteras i energistatistiken. Kallvattentemperaturen varierar över året. Hur mycket beror på flera parametrar såsom vilken typ av vattentäkt som används, hur långa markförlagda vattenledningar som finns fram till byggnaden, etc. Kallvattentemperaturens variation är dock till amplitud mycket mindre än utetemperaturens och kallvattentemperaturen är även förskjuten i tid relativt utetemperaturens pendlingar med maximal temperatur i augusti/september mot juli för utetemperaturen.

En nackdel med graddagsmetoden är att den ibland fungerar mindre bra på månadsbasis. Om en månad skiljer sig mycket från normalmånaden blir korrigeringsfaktorn väldigt stor/liten vilket kan skapa stora fel i korrigeringen. För att visa detta ges ett exempel på en extremt varm vårmånad och en extremt kall höstmånad.

Maj 2000 Göteborg[1]:

$GD_{aktuellt} = 0$
$GD_{normalmånad} = 109$

Detta innebär att maj 2000 var en mycket varmare månad än normalt. De två metoder som presenterades i avsnitt 3.1.1 ger olika resultat och för den första metoden skulle F divideras med 0, vilket i teorin innebär att F blir oändligt stort - metoden blir därmed omöjlig att använda.

För den andra metoden måste GD_{ko} tas fram för att kunna räkna ut det korrigerade värdet. Om antalet GD_{ko} skulle sättas till 45, vilket är en vanlig använd schablon, skulle faktorn bli 3,4. Detta innebär att den korrigerade energianvändningen skulle varit 3,4 gånger större än den avlästa, vilket är orimligt att anta.

För den första metoden kunde faktorn F blivit 109 om den aktuella månaden haft 1 graddag. Metoden med klimatoberoende graddagar för tappvarmvatten dämpar därmed effekten en aning, men resultatet är fortfarande helt missvisande.

September 1996 Säve [1]:

$GD_{aktuellt} = 204$
$GD_{normalmånad} = 90$

Detta innebär att september 1996 var en mycket kallare månad än normalt. Här blir korrigeringsfaktorn F= 0,44, vilket skulle ge en normalårskorrigerad energianvändning på nära hälften av det avlästa beroende på hur tappvarmvattnets andel uppskattas. För den andra metoden skulle faktorn bli 0,54, om GD_{ko} sattes till 45. Det innebär att den korrigerade energianvändningen även för denna metod skulle vara drygt hälften av $Q_{avläst}$.

En metod fastighetsägare använder sig av är att ta det faktiskt uppmätta värdet för månader där normalårskorrigeringen blir ”konstig”, och använder det som värde för den aktuella månaden.

3.6.3 EnergiIndex

Den korrektionsfaktor som erhålls med EnergiIndex utgår ifrån den aktuella månadens ekvivalenta graddagar och jämför dessa med motsvarande ekvivalenta graddagar för ett normalår. I de ekvivalenta graddagarna ingår, utöver utetemperatur, även vindpåverkan, solinstrålning och byggnads värmetröghet. EnergiIndex baseras på en teoretisk byggnad simulerad i ett egenutvecklat energiberäkningsprogram, ENLOSS. För användare är det i dagsläget inte tydligt vilka indataparametrar som ligger bakom resultaten, utan det som tillhandahålls är ett antal ekvivalenta graddagar för en viss typbyggnad och ort.

SMHI planerar förbättringar för användare av EnergiIndex, vilka innebär att tillhandahålla användare ökad insyn i och förståelse hur EnergiIndex är uppbyggt. För

användare av metoden som önskar få en djupare förståelse kommer detta givetvis att upplevas positivt [1].

Antalet valbara typbyggnader i EnergiIndex är idag begränsat. Ett utökat urval av typbyggnader ökar kraven på fastighetsägaren, han eller hon måste ha en ingående kännedom om sitt bestånd ner på nivån enskilda fastigheter och vilken av typbyggnaderna som passar bäst in på aktuell fastighet. Med ett ökat urval av typbyggnader ökar samtidigt möjligheten att komma närmare sin egen konstruktion och verksamhet vilket i förlängningen ger ett bättre resultat på normalårskorrigeringen.

Den typbyggnad som idag finns i EnergiIndex representerar ett flerbostadshus. Det är därför osäkert att använda EnergiIndex för andra byggnader än för äldre bostäder. Redan idag är det dock möjligt att, tillsammans med SMHI, ta fram en typbyggnad som bättre efterliknar den enskilda byggnaden.

3.6.4 Energisignatur

Energisignatur skiljer sig från de andra två ovan beskrivna metoderna. Metoden utgår från varje verklig enskild byggnad som jämförs endast med sig själv mellan olika år.

Eftersom E-signatur är så olik de andra två metoderna skulle ett byte till denna sannolikt innebära att historiken inte längre skulle vara jämförbar med dagens statistik. För att rent praktiskt bilda sig en uppfattning om hur stora skillnaderna kan bli skulle det vara lämpligt att för två till tre års historisk statistik jämföra korrigeringsfaktor som erhålls med E-signatur, med motsvarande korrigeringsfaktorer från tidigare använd metod, dvs graddagar eller EnergiIndex.

En fördel med E-signatur är att hänsyn till temperaturoberoende energianvändning inte behöver göras, vilket tydligt framgår i figur 3.3. Fastighetsägaren behöver således inte särskilja på värme och tappvarmvatten i sin statistik. En nackdel är att historisk statistik måste finnas för att kunna använda metoden, dvs. det går alltså inte att omedelbart använda E-signaturen för ett nybyggt hus. En annan nackdel är att själva grafen är framtagen genom linjär regression, vilket innebär att en del avvikelser från verkligheten kan förekomma. Samtidigt är det, oavsett metod, i princip omöjligt att spegla verkligheten fullständigt vid normalårskorrigering. För en ytterligare diskussion om E-signatur hänvisas till Bilaga 3.

E-signatur bygger i grunden på medeleffekter som plottas som funktion av utetemperaturen. När den används för energiuppföljning används månadsmedeleffekten som plottas mot månadsmedeltemperaturen. Månadsmedeleffekten bestäms genom kvoten mellan energianvändningen under månaden och antalet timmar för månaden. Drifttekniker är normalt vana vid att praktiskt använda metoder liknande E-signatur, men då i styr- och övervakningssystem. Här används betydligt kortare tidssteg (exempelvis en timme) och olika parametrar kan vara kopplade till utetemperaturen. I detta fall kan olika larmsignaler kopplas till avvikelser från börvärden.

En väsentlig skillnad mellan E-signatur och graddagsmetoden respektive EnergiIndex, är att regressionslinjen för E-signatur med jämna mellanrum kan behöva uppdateras. Efter exempelvis större förändringar i verksamheten, eller efter att effektiviserande åtgärder genomförts, så behöver byggnadens normala energianvändning uppdateras. Den normala energianvändningen är inte längre densamma som den var tidigare, utan den normala är nu lägre än tidigare. Därför behöver normalårskorrigeringen göras relativt den uppdaterade byggnadens prestanda. Det kan synas naturligt att uppdatera byggnadens prestanda på detta vis. Om man så vill bör det vara möjligt att genomföra en liknande operation med EnergiIndex. Med fler typbyggnader är det möjligt att byta typbyggnad, alternativt är det möjligt att ”skräddarsy” byggnaden med hjälp av ENLOSS.

4 Telefonintervjuer

Som en del i uppdraget har ett antal telefonintervjuer genomförts där 7 fastighetsbolag kontaktats. Fyra av dessa finns på lokalsidan och tre av dem finns på bostadssidan. Dessa bolag har valts därför att alla utom en är medlemmar i BELOK eller BEBO, vilket understryker kompetensen inom och intresset för energifrågor kopplade till byggnader. De utvalda personerna anses representativa för större fastighetsägare med intresse för energifrågor. De utvalda bolagen använder normalårskorrigering för alla beskrivna ändamål i kapitel 2.

Utöver representanter för fastighetsägare har även två företag intervjuats som tillhandahåller mjukvara för hanterings av energistatistik.

Urvalet av fastighetsägare har gjorts för att få en kvalitativ inblick i hur dessa hanterar energistatistik, särskilt med avseende på normalårskorrigering. Urvalet har inte gjorts för att få en statistiskt säkerställd andel av fastighetsägare i Sverige. Ett val av enligt den senare metoden ligger inte inom ramarna för denna studie, vare sig tids- eller kostnadsmässigt. I Sverige finns inte många leverantörer av mjukvara för det ändamål som diskuteras i denna rapport. För att få en inblick i hur man som utvecklare och leverantör av mjukvara resonerar valdes att intervjua två av de större.

Frågor som har diskuterats har framför allt handlat om bolagens syn på normalårskorrigering, deras val av metod och hur de upplever normalårskorrigeringens resultat. Tappvarmvattenhanteringen har varit en central fråga och så har även deras inställning till normalårskorrigering över lag varit.

Medverkande i telefonintervjuer:

1. Lars Pellmark, Diligentia
2. Håkan Larsson, Västfastigheter
3. Peter Karlsson, Akademiska hus

4. Nina Wahlberg, Sisab
5. Kjell Berndtsson, Riksbyggen
6. Mattias Wester, Poseidon
7. Urban Holm, Fastighets AB Förvaltaren
8. Olov Sandberg, VITEC
9. Bengt Östling, Momentum

4.1 Sammanställning av intervjusvar

4.1.1 Allmän hantering

Alla intervjuade fastighetsföretag svarade att de sköter sin hantering av energistatistiken internt. En av de tillfrågade använde även externa konsulter för att säkerställa hanteringen av sin energistatistik. Mjukvaran för hantering av statistiken varierade från bolag till bolag. Graddagsmetoden är den metod som majoriteten använder, men några använder EnergiIndex. Det finns en variant av E-signaturmetoden som används tillsammans med styr- och övervakningssystemet som några uppgav att de använder. Denna effektsignatur används till mätning av effekter, för att om dessa avviker markant från börvärde larma via styr-och övervakningssystemet. På så sätt får fastighetsskötare en snabbare indikering på troliga fel i fastigheterna.

4.1.2 Rutiner för avläsning och tappvarmvatten

Majoriteten har manuell avläsning med undantag av elanvändningen som läses automatiskt. Några har även automatisk avläsning på fjärrvärmen. Två av de tillfrågade angav att avläsningen av kallvatten sker per automatik. Detta leder vidare in på hanteringen av tappvarmvatten. Av de två som hade automatisk avläsning på vatten svarade en att de anger andelen tappvarmvatten till 32,5 % av totala vattenanvändningen, detta gäller för bostäder. Några angav att de lägger till 45 graddagar/månad för tappvarmvatten och några kunde inte svara på hur de gjorde. En person från lokalsidan berättade att de tog fram varmvattenanvändningen för sommarmånaderna och sedan använde den energimängd som detta motsvarade för resten året, då användningen av varmvatten antogs vara konstant.

4.1.3 Normalårskorrigeringens överrensstämmelse

På frågan om korrigeringen fungerar olika bra under olika årstider är svaren varierande. Några anser att de extrema höst- och vårmånaderna ger upphov till fel i normalårskorrigeringen. Andra säger att extrema vinter- och sommardagar bidrar till felaktigeter i korrigeringen. Många påpekar att de upplever att normalårskorrigeringen inte stämmer när den jämförs månad för månad, men om man använder det till att jämföra år till år, så ger korrigeringen ett riktigare resultat.

Några som använt EnergiIndex för normalårskorrigering har uppgett att denna metod inte fungerar när väggarna är tjocka på grund av att vinden inte påverkar dessa byggnader såsom modellen visar.

4.1.4 Övriga synpunkter och svar

I graddagsmetoden tas inte någon hänsyn till vindens påverkan. Detta var de flesta väl medvetna om. Någon menade att vinden är svår att ta med på grund av dess variation från ett ställe till ett annat. Man menade alltså att vindens variation på en och samma gata kunde skapa stora fel oavsett om hänsyn togs till denna eller inte. Någon svarade även att tid inte fanns att analysera vidare vilka parametrar som orsakade vilka fel och att tiden för att jämföra olika parametrar inte fanns.

Det verkar även vara vanligt att företag med byggnader på samma ort korrigeras utifrån en och samma väderstation, oberoende av om en del av byggnaderna ligger närmre en annan station.

En av de som svarade använde sig av EnergiIndex till fastigheter som inte är bostäder. Personen ansåg att EnergiIndex inte alls fungerar bra eftersom detta är gjort för bostäder och inte lokaler. Man efterfrågar fler typbyggnader med inriktning på lokaler istället för bostäder.

4.1.5 Mjukvaruleverantörer

Båda leverantörerna har graddagsmetoden som förstahandsval. Båda har dessutom möjlighet att använda EnergiIndex. En av leverantörerna ger utöver detta även E-signatur som möjlighet.

Vad gäller uppskattning av värme till tappvarmvatten har man något olika angreppssätt. En av leverantörerna använder genomsnittet av uppmätt värmeanvändning i maj respektive augusti och ansätter detta värde som värme till tappvarmvatten för samtliga månader. Tappvarmvattenanvändningen tas bort från totala värmeanvändningen innan normalårskorrigeringen görs.

Den andra leverantören utgår ifrån graddagar för tappvarmvatten, där fastighetsägaren själv kan ange hur många graddagar tappvarmvattnet motsvarar. Vid normalårskorrigeringen ingår graddagarna för tappvarmvatten för att reducera risken för över- eller underkompensering vid månader med få graddagar. Hos samma leverantör kan fastighetsägaren som alternativt sätt använda ett helårsvärde som automatiskt fördelas över året.

Om kunden efterfrågar ett förfinat sätt att arbeta med energistatistik, dvs om kunden vill utveckla hanteringen av sina energidata, hänvisar ena leverantören till E-signatur. Ingen av leverantörerna har idag en intern vidareutveckling av metoderna för normalårskorrigering, utan tycker i grunden att man kommit så långt det är möjligt med

de befintliga metoderna. Om metoderna utvecklas externt kommer man givetvis att följa den utvecklingen och bedöma om kompletteringar behöver göras i deras mjukvaror.

5 Diskussion och förslag för framtiden

De tre metoder för normalårskorrigering av byggnaders energianvändning som diskuterats, är till sin karaktär olika. Den traditionella graddagsmetoden utgår i egentlig mening från en orts utetemperatur och har endast en mycket svag koppling till den verkliga byggnaden och dess verksamhet. EnergiIndex har tagit ett steg närmare byggnaden och inbegriper dessutom andra klimatparametrar som kan påverka byggnadens energianvändning utöver utetemperaturen, genom att utgå från en teoretisk byggnad som beräknas i en egenutvecklad simuleringsmodell. E-signatur utgår ifrån den aktuella byggnaden och dess verksamhet. Regressionslinjen blir, bildligt uttryckt, ett ”fingeravtryck” för den enskilda byggnaden. Om man som fastighetsägare i sin hantering av energistatistik vill komma nära varje enskild byggnad och dess användning av energi, förordas E-signatur. E-signatur kräver att den som hanterar och använder statistiken, ofta drifttekniker eller driftingenjörer, har en förståelse bland annat för när regressionslinjen behöver uppdateras. De osäkerheter som uppstår om man som fastighetsägare inte mäter tappvarmvatten separat, kan i stort kringgås vid användning av Energisignatur.

Värme till tappvarmvatten kommer framgent att andelsmässigt få en större betydelse särskilt i bostadshus. Anledningen är att nya byggnader använder allt mindre värme till uppvärmning av byggnaden. Om andelen värme till tappvarmvatten ökar, ökar i motsvarande grad vikten av att hantera tappvarmvatten korrekt vid normalårskorrigering. Man kan se framför sig att det blir allt vanligare med separat mätning av tappvarmvatten vilket kommer att underlätta hanteringen. Samtidigt minskar behovet av normalårskorrigering med ökande andel tappvarmvatten. Om man tidigare hade en fördelning mellan uppvärmning och tappvarmvatten där uppvärmning stod för 80% av totalt värmebehov medan tappvarmvattnet stod för 20%, så är tendensen i nya lågenergihus den motsatta. Andelen uppvärmning kan komma att stå för 20% av totalt värmebehov medan tappvarmvatten står för 80%. Hur långt behöver man komma i fördelningen för att normalårskorrigering skall bli ointressant? Det är en intressant frågeställning att arbeta vidare med i framtida studier.

5.1 Avläsningskorrigering

I avsnitt 3.4 visades tydligt hur hantering av avläsningskorrigering är viktig för att få fram ett korrekt resultat på energianvändningen, i synnerhet när det gäller månadsvärden. I de program som används för energistatistikuppföljning tas normalt hänsyn till fel avläsningsdag. Den automatiska korrigering som görs tar normalt hänsyn till antal felande dagar och inte till om värmeanvändningen dessa dagar har varit avvikande från resten av månaden. Detta kan orsaka betydande fel i både den okorrigerade och den korrigerade energianvändningen.

5.1.1 Förslag om vidare undersökningar

Manuell avläsning av värmeanvändningen är fortfarande den dominerande metod som används. För att undvika fel som beror av fel avläsningsdag är givetvis en bred övergång till fjärravläsning att föredra på sikt. Detta är sannolikt inte möjligt att realisera inom en nära framtid, utan hanteringen av energistatistik behöver vara anpassad även för manuell avläsning. För att säkerställa korrekt hantering av avläsningskorrigering, bör använda energistatistikprogram kunna hantera stora skillnader i utetemperatur mellan början och slut av en månad (se avsnitt 3.4.2). För att kunna göra detta krävs kännedom om utetemperaturen på dygnsbasis vid månadsskiften.

Det bör undersökas vidare i vad mån det är möjligt att lägga in denna typ av korrigeringsrutin i använda energistatistikprogram.

5.2 Hanteringen av tappvarmvatten

Det är uppenbart att hanteringen av tappvarmvatten är besvärlig vid normalårskorrigering av energianvändningen, när tappvarmvatten inte mäts separat. Dels används helt olika mängder varmvatten i olika byggnadskategorier, vilket inte alltid uppmärksammas. Dels utgör andelen tappvarmvatten extremt olika stora andelar av totala värmeanvändningen i olika byggnader, exempelvis passivhus kontra äldre bostadshus, men ändå används ofta just måttet andel för att separera tappvarmvattenanvändningen från resterande värmeanvändning. För vissa byggnader kan det till och med vara så att varmvattenandelen utgör en så stor del att en normalårskorrigering inte behöver göras. I vissa fall har såväl varmvattenanvändningen som varmvattenenergin en betydande variation över året (exempelvis som en följd av varierande kallvattentemperatur över året), vilket gör att ett konstant påslag varje månad kan bli rejält missvisande. Till detta kommer varierande beteendemönster hos hyresgäster beroende på årstider och stora helger.

För de som framgent fortsatt kommer att använda graddagsmetoden för normalårskorrigering skulle givetvis det bästa vara att installera separata mätare för tappvarmvatten. På så vis skulle osäkerheten och uppskattningarna kunna undvikas. Det är troligtvis även så att krav kommer att ställas på separat mätning av tappvarmvatten i kommande byggregler. Sannolikt kommer kraven att ställas lägenhetsvis, vilket skulle innebära att VVC fortfarande behöver hanteras separat.

5.2.1 Förslag om vidare undersökningar

Det bör undersökas ytterligare vilka schabloner som bör användas för olika typer av byggnader och olika typer av verksamheter. Innan ytterligare arbete påbörjas bör dock det i skrivande stund pågående uppdraget K-Konsult genomför för Energimyndigheten inväntas, för att utröna hur långt man når vad gäller efterfrågade schabloner.

En vidare undersökning rekommenderas vad gäller byggnader för vilka normalårskorrigering över huvud taget inte behövs. En utgångspunkt för en sådan studie skulle lämpligen vara att utgå ifrån hur stor andel av totala värmeanvändningen som är utetemperaturberoende i relation till den andel som inte är det. Ett näraliggande exempel är byggnader med mycket låg energianvändning.

5.3 Användarvänliga program

Från de intervjuer som genomförts och från den Workshop som hållits som del av uppdraget, har det visat sig att de energistatistikprogram som används inte alltid är så användarvänliga som man skulle önska. Ofta är det problem med hantering av mätarstukturer och fel uppkommer på grund av att undermätare inte enkelt kan särskiljas från huvudmätare. Detta ger i sig fel resultat på den normalårskorrigerade energistatistiken.

5.3.1 Förslag om vidare undersökningar

I samverkan med leverantörer av energistatistikprogram skulle en bredare studie göras där behoven hos användare kommer i fokus och där även möjligheterna att i programmen arbeta med E-signatur belysas.

5.4 Övrigt

Det finns ett antal större mjukvaror för uppföljning av energistatistik. I dessa mjukvaror finns normalårskorrigering tillgänglig som en del i mjukvaran. Fram till för några år sedan var det i stort sett endast graddagskorrigering som fanns tillgänglig. På senare år har EnergiIndex och E-signatur utvecklats och några av mjukvaruleverantörerna har som ett led i detta gjort även dessa normalårskorrigeringsmetoder tillgängliga för användaren.

Den mjukvara som används hos fastighetsägare är ofta en som funnits med under lång tid hos fastighetsägare. Byte av mjukvara innebär otvivelaktigt en arbetsinsats i samband med bytet, samtidigt som igångkörningsproblem kan förutses (på samma sätt som igångkörningsproblem återfinns vid snart sagt byte av all utrustning och mjukvara). Nu finns det dock ett antal olika mjukvaror att tillgå på marknaden samtidigt som fastighetsägare blir mera medvetna om sina behov – energifrågorna har kommit i fokus på ett helt annat sätt än tidigare. Man är därför öppen för att byta mjukvara för att hitta den som passar de egna behoven bäst. Från att ha varit mycket trogna den mjukvara man haft under längre tid, vilken kan ha sina brister som man dock haft överseende med, är man således för närvarande mycket öppen för byte till den mjukvara som bäst uppfyller de interna behoven.

Det syns lämpligt att marknaden för denna typ av mjukvara lämnas kommersiellt öppen och att inga försök görs av myndigheter att ta fram en nationell mjukvara. Däremot kan

det finnas anledning att från centralt håll ha en klar uppfattning om vilken/vilka metoder för normalårskorrigering som rekommenderas.

En rekommendation är därför att ta fram en handbok som ur ett användarperspektiv tydliggör hantering av energistatistik, inkluderande för- och nackdelar med olika sätt att normalårskorrigera.

Den föreslagna handboken utvecklas lämpligen som ett projekt inom SVEBY. Därmed finns en intresserad grundorganisation driven av Fastighetsägarna med exempelvis styrelse, referensgruppsmedlemmar etc. att tillgå. Emellertid krävs offentlig finansiering för ett sådant utvecklingsarbete, exempelvis från Energimyndigheten.

En kompletterande handbok skulle också behöva tas fram som stöder företag, kommuner och landsting när de handlar upp så kallade EPC-uppdrag. I dessa fall är normalårskorrigeringen helt avgörande för exempelvis det ekonomiska utfallet i uppdraget. Här ingår parametrar som förändring av verksamheten under kontraktets löptid, val av referensår, etc. Det syns olämpligt att lägga samman en handbok av denna typ med den först nämnda, eftersom syftet med de båda är olika. Målgruppen för de båda kan dock i viss mån överlappa, men syftet med den senare är att finnas med som stöd vid upphandling och tecknande av kontrakt.

Del 2

Normalårskorrigering på nationell nivå

Kapitel 6-8

6 Metoder för normalårskorrigering i svensk statistik

6.1 Allmänt

I Sverige har flera myndigheter och liknande behov av att normalårskorrigera olika typer av statistik. Exempel är:

- Energimyndigheten
- SCB – Statistiska Centralbyrån
- Statisticon AB
- Naturvårdsverket via SMED – Svenska MiljöEmmissionsData

Vanligen avser denna normalårskorrigering hela bestånd av byggnader, normalt hela Sveriges bebyggelse.

6.1.1 Energimyndigheten

Energimyndigheten använder normalårskorrigering av statistik i tre nationella sammanhang:

- Energistatistik för bebyggelsen: flerbostadshus respektive lokaler.
- Långtidsprognoser baserade på rikets årliga energibalanser.
- Kortsiktsprognoser baserade på rikets energibalanser för kvartalen.

Till detta kommer normalårkorrigering av enskilda byggnader i databasen eNyckeln vilket behandlats i del 1 av denna rapport.

Rörande **Energistatiken för bebyggelsen** är detta en del av Energimyndighetens ansvar för den officiella statistiken om energi. Detta har Energimyndigheten haft sedan 1998. Energistatistiken för bebyggelsen har tagits fram sedan 1976. Mellan 1998 och 2009 togs den fram av Statistiska Centralbyrån – SCB på uppdrag av Energimyndigheten. Sedan år 2010 köper Energimyndigheten statistiken från Statisticon AB.

Energistatistiken för bebyggelsen görs genom urvalsundersökningar av tre olika typer av byggnader samt av den totala bebyggelsen:

- Småhus
- Flerbostadshus
- Lokaler
- Småhus, flerbostadshus och lokaler

I de tre sistnämnda normalårskorrigeras delar av värmeenergianvändningen. Energianvändningen för *småhus* har hittills inte normalårskorrigerats.

SCB:s metodik för normalårskorrigering redovisas under SCB nedan. Hittills har den metodik för normalårskorrigering som Statisticon använt helt överensstämt med SCB:s

metodik. Under januari och februari 2011 har *Energistatistik för småhus 2009* , *Energistatistik för flerbostadshus 2009* och *Energistatistik för lokaler 2009* publicerats .

I Energimyndighetens **prognoser** används populationsviktade graddagar för normalårs-korrigeringen för tio orter i hela landet. Dessa orter framgår av Tabell 6.1. Graddagarna för dessa tio orter hämtas från den fullständiga graddagslistan (ca 300 orter) som Energimyndigheten köper från SMHI för att tidigare använda i bl.a. databasen eNyckeln. I februari 2011 tog Energimyndigheten dock beslut om att gradvis avveckla eNyckeln.

Tabell 6.1 Energimyndighetens graddagsorter samt dessas populationsvikter

Ort	**Populationsvikt**	**Motsvarande population den 1 januari 2010**
Jokkmokk	0,02	186 800
Luleå flygplats	0,04	373 600
Frösön	0,02	186 800
Härnösand	0,05	467 000
Falun	0,07	653 900
Karlstad flygplats	0,10	934 100
Stockholm Bromma	0,30	2 802 300
Jönköping flygplats	0,12	1 120 900
Göteborg A	0,11	1 027 500
Malmö A	0,17	1 588 000
Summa	**1,00**	**9 341 000**

För varje enskild månad multipliceras de uppmätta graddagarna för varje ort med ortens populationsvikt. Summeras produkten för alla tio orterna fås ett värde för populationsviktade graddagar för hela landet.

Detta ”uppmätta” graddagstal för varje år för hela landet jämförs med ett populations-viktat graddagstal för SMHI:s normalår 1970 till 2000.

Energimyndigheten normalårskorrigerar inte hela värmeanvändningen för bebyggelsen utan endast 60 % av den levererade energin korrigeras. Detta är ett tämligen konservativt antagande.

För bostäder i allmänhet är ett bättre antagande ca 70 % och för lokaler ofta högre (80 % till 85 %). För lokaler varierar tappvarmvattenenergin mycket med lokaltyp, exempelvis mellan sjukhus och kontorshus. Den andel som inte normalårskorrigeras består av tappvarmvattenvärmning inklusive varmvattencirkulation. Tyvärr är det ännu dåligt med dokumentation över hur stor varmvattenanvändningen är i större populationer av byggnader.

Emellertid är det måhända bättre att behålla detta konservativa antagande, viket innebär en mindre inverkan av normalårskorrigeringen. Det är i alla fall något högre än antagandet i energistatistiken för flerbostadshus och lokaler.

Det är osäkert hur pass bra och uppdaterad populationsvikterna är. Populationstalen är inte dokumenterade men är från ungefär 1995 till 2005. Exakt vilka kommuner och därmed populationer varje graddagsort representerar finns inte heller dokumenterat.

Ett antagande i prognoserna är att användningen av all tillförd energi i bebyggelsen, som används för uppvärmningsändamål, kan normalårskorrigeras med ett populations-viktat graddagstal för hela landet. Detta beror på att statistiken endast avser hela riket. Hänsyn tas alltså inte till att naturgas endast finns i södra och västra Sverige eller att användningen av biobränslen kan variera över landet. Därigenom överskattas exempelvis den normalårskorrigerade naturgasanvändningen eftersom graddagstalet för riket är högre än för södra eller västra Sverige.

6.1.2 Statistiska Centralbyrån – SCB

SCB har tagit fram energistatistik för bebyggelsen från 1976 till 2009, d.v.s. från oljekriserna på 1970-talet. Från 1998 skede detta på uppdrag av Energimyndigheten. Från 2010 köper Energimyndigheten denna statistik från Statisticon AB. Energistatistiken bygger på en årlig urvalsundersökning av 8 000 till 10 000 byggnader per kategori där fastighetsägaren får svara på en enkät.

SCB använde i grunden SMHI:s graddagar för normalårskorrigering av energistatistiken för bebyggelsen, men tillämpade metoden tämligen speciellt. Normalårskorrigeringen utgår från varje enskild utvald byggnad (objekt) och det län den är placerad i.

SCB normalårskorrigerar energianvändningen för energistatistikserierna omfattande flerbostadshus respektive lokaler. Likaså normalårskorrigeras energianvändningen för den totala bebyggelsen, d.v.s. småhus, flerbostadshus och lokaler. I denna samman-slagna publikation används de graddagar som har räknats fram med hjälp av urvalet av flerbostadshus.

Däremot har energianvändningen för energistatistikserien för småhus ***inte*** normalårs-korrigerats.

Normalårskorrigeringen sker för varje utvald byggnad utifrån det län den ligger i. SCB har gjort den regionala indelningen för normalårskorrigering så att de 21 länen har fördelats på 14 väderstationer. I första hand har stationer med lång tidsserie och bäst representativitet för länet valts. Tabell 6.2 redovisar dessa 14 orter och vilka län varje graddagsort representerar.

Tabell 6.2 SCB:s 14 väderstationer och de 21 länen som dessa representerar.

Graddagsort	Län
Stockholm	Stockholm, Uppsala, Södermanland
Jönköpings flygplats	Östergötland, Jönköping, Kronoberg, Kalmar
Visby flygplats	Gotland
Malmö	Skåne och Blekinge
Varberg	Halland
Vänersborg	Västra Götaland
Karlstad	Värmland
Örebro	Örebro och Västmanland
Falun	Dalarna
Gävle	Gästrikland
Härnösand	Västernorrland
Frösön	Jämtland
Umeå flygplats	Västerbotten
Luleå flygplats	Norrbotten

SCB tillämpade en schablonmässig korrigeringsmetod där energianvändningen (levererad energi) korrigerades med 50 % av graddagstalets relativa avvikelse från ett normalår. I jämförelse med andra korrigeringsmetoder som förekommer är detta en relativt försiktig korrigering.

Den normalårskorrigerade energianvändningen beräknas som:

$$E(korrigerad) = E(uppmätt) \cdot \frac{1}{1 + 0{,}5 \cdot \frac{GD_{Å} - GD_{NÅ}}{GD_{NÅ}}} \quad [\text{kWh/år}]$$

där
E = genomsnittlig årlig energianvändning (levererad energi) [kWh/år]
$GD_{Å}$ = antal graddagar för aktuellt år [°C·dagar/år]
$GD_{NÅ}$ = antal graddagar för normalåret [°C·dagar/år]

Från och med 2003 har SMHI ändrat normalår från att omfatta åren 1961 till 1979 (18 år) till att i stället omfatta åren 1970 till 2000 (30 år). Denna ändring har inneburit att normalåret har blivit varmare än tidigare. Detta är en korrigering där hänsyn endast tas till utetemperatur, inte till vind och solinstrålning.

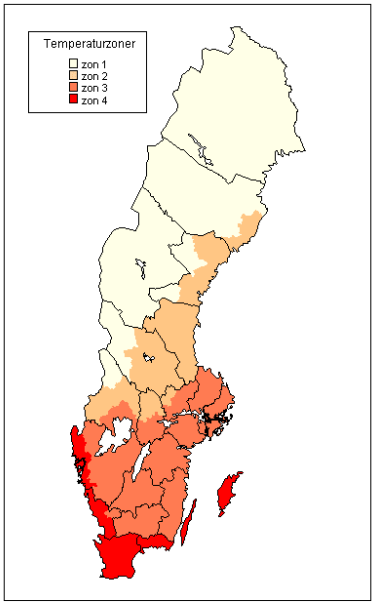
Normaltemperaturen är olika för varje månad. Ett genomsnitt av graddagar för åren 1970 till 2000 har gett ett normalår som från och med 2003 används för att värdera det aktuella årets energianvändning.

Av förmodligen presentationstekniska skäl har SCB också valt att presentera golvarea-vägda graddagar för hela riket samt för fyra temperaturzoner. Antalet graddagar per

temperaturzon beräknas som ett vägt medelvärde där varje utvalt objekts antal graddagar vägs med objektets area. Genom att de utvalda populationerna av flerbostadshus och lokaler är olika varje år kommer graddagarna för varje zon också att bli olika för flerbostadshus respektive lokaler för samma år. Som nämnts ovan sker normalårskorrigeringen årligen av varje utvald byggnad utifrån det län byggnaden ligger i.

Energimyndigheten har märkt en ganska stor efterfrågan på dessa av SCB lätt modifierade graddagar då graddagsvärden annars måste köpas.

SCB har indelat Sverige i fyra temperaturzoner, vilka hämtas från den gamla Svensk Byggnorm (SBN) från 1977. Temperaturzonindelningen har gjorts efter den kommunala indelningen den 1 januari 1981 och följer kommungränserna. Nytillkomna kommuner har lagts till eftersom zonindelningen bygger på årsmedeltemperatur för de olika kommunerna och är densamma som dåvarande Statens Planverk använde vid bestämmande av isoleringsstandard för byggnader i SBN 77. Temperaturzonerna redovisas i Figur 6.1.



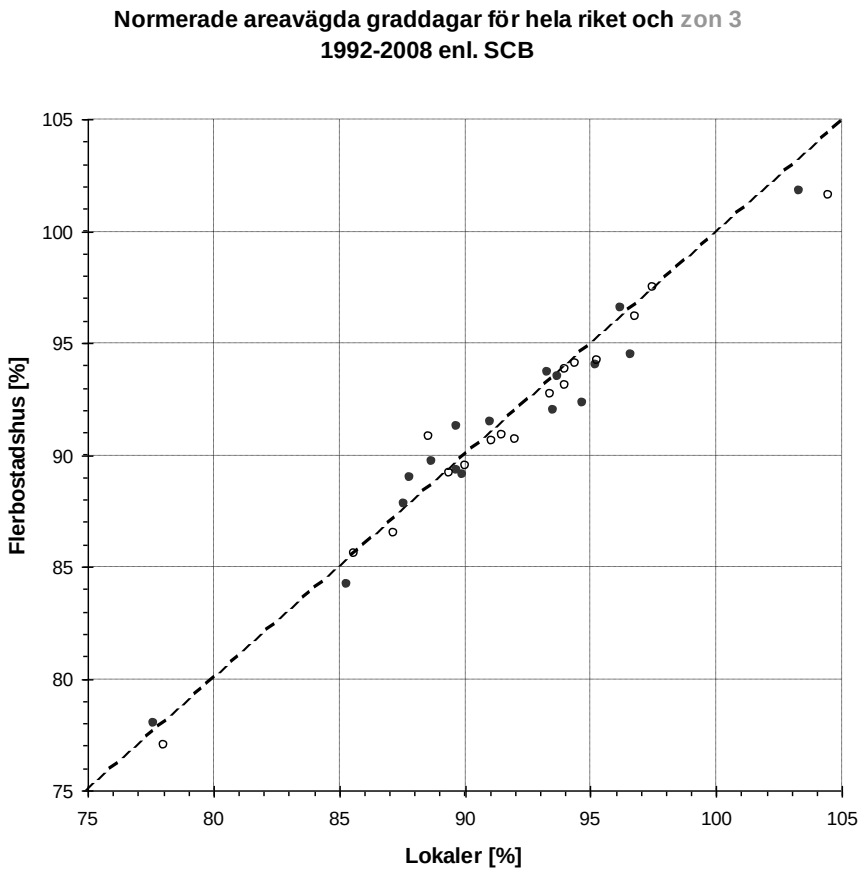
Figur 6.1 Temperaturzoner enligt SCB:s normalårskorrigering, ursprungligen från SBN 77.

Dessa fyra temperaturzoner stämmer inte helt överens med de tre klimatzoner (I till III) som numera används i Boverkets Byggregler – BBR (där temperaturzon 3 och 4 i stort sammanfaller med klimatzon III). De två norra klimatzonerna I respektive II följer länsgränserna år 2009 i norra Svealand, respektive i Norrland, och skiljer sig därmed från de gamla temperaturzonerna 1 och 2.

Eftersom urvalet av byggnader för flerbostadshus respektive lokaler är olika kommer även de golvareaviktade graddagarna att bli olika för de två urvalen. Dessutom varierar urvalen år från år vilket innebär att graddagarna för flerbostadshus respektive lokaler belägna i samma temperaturzon kommer att förhålla sig olika varje år. Figur 6.2 visar

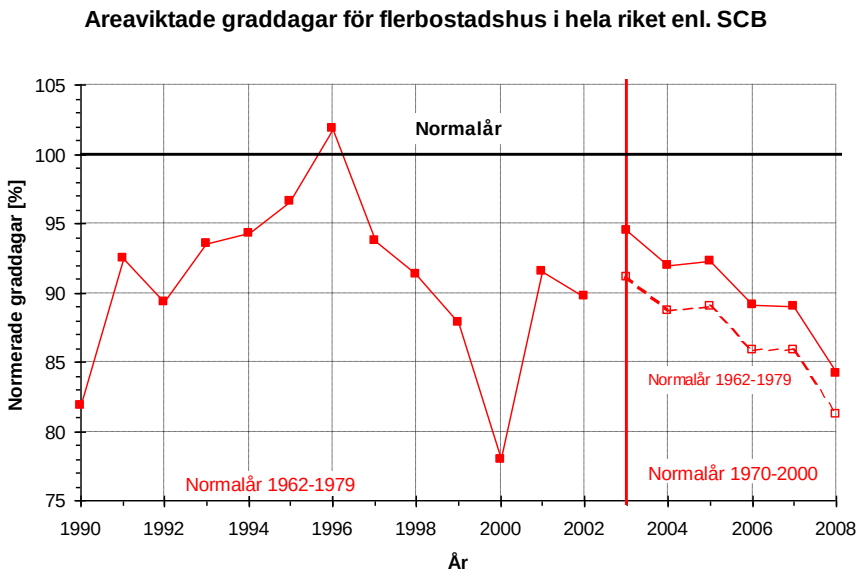
förhållandet mellan normerade golvareavägda graddagar för lokaler respektive flerbostadshus för hela riket åren 1992 till 2008 enligt SCB.

Om de golvareaväga graddagstalen vore lika för flerbostadshus respektive lokaler varje år skulle alla markeringarna fall på den räta linjen. Nu skiljer det ibland för enskilda år upp till flera procentenheter mellan de två byggnadskategorierna, exempelvis visar ett värde 89 % av normalåret för lokaler men 92 % för flerbostadshus. Det kalla året (1996) högst upp till höger visar en motsatt tendens för byggnadskategorierna samt en liten skillnad mellan hela riket respektive temperaturzon 3.



Figur 6.2 Jämförelse mellan normerade golvareavägda graddagar för lokaler respektive flerbostadshus för hela riket (•) och temperaturzon 3 (o) för åren 1992 till 2008 enligt SCB.

Figur 6.3 visar hur de normerade areavägda graddagarna för flerbostadshus i hela riket varierar för åren 1990 till 2008. SMHI bytte normalår år 2003 vilket medförde att SCB samtidigt också byte normalår. Det nya normalåret (1970 till 2000) är ca 7 % varmare än det gamla (1962 till 1979).



Figur 6.3 Golvareaviktade graddagar för flerbostadshus i hela riket enligt SCB.

Ett värde över 100 %, som exempelvis år 1996, visar att året var kallare än normalt, medan ett lågt värde, som för år 2000, indikerar att året var betydligt varmare än normalt.

Figur 6.3 ovan kan jämföras med figur 6.4 nedan vilken redovisar normerat populationsviktat Klimatindex för åren 1990 till 2008. Här används normalåret 1965 till 1995.

6.1.3 Statisticon

Sedan år 2010 har konsultbolaget Statisticon handlats upp av Energimyndigheten för att ta fram energistatistiken för bebyggelsen. *Energistatistik för småhus 2009* publicerad i januari 2011 var den första publikationen i denna serie. I februari 2011 publicerades även *Energistatistik för flerbostadshus 2009* och *Energistatistik för lokaler 2009.*

Precis som tidigare SCB gjorde Statisticon ingen normalårkorrigering för småhusen. För såväl flerbostadshus och lokaler finns tämligen omfattande *Beskrivning av statistiken* där bl.a. normalårkorrigeringen beskrivs översiktligt. För år 2009 använde Statisticon samma metodik som tidigare SCB.

6.1.4 Naturvårdsverket via SMED – Svenska MiljöEmmissionsData

Naturvårdverket är värdmyndighet för SMED som har tagit fram statistik för olika typer av miljöemissioner från Sverige sedan 2001. Naturvårdsverket har Miljödepartementets uppdrag att årligen ta fram underlag för Sveriges internationella rapportering till Klimatkonventionen – UNIFCCC avseende utsläpp av klimatgaser. SMED är ett konsortium mellan IVL, SCB, SLU och SMHI. Naturvårdsverket har i sin tur gett SMED uppdraget rörande miljemissionrapporteringen.

Här används främst nomalårskorrigering av koldioxidutsläppen från förbränning i bebyggelsen. Data har tagits fram för perioden 1990 till och med 2008. Data för åren 2009 och 2010 bearbetas i skrivande sund. Normalårskorrigerade värden tagits fram som projekt vid några olika tillfällen. En första rapport [5a] från 2004 redovisar värden för åren 1990 till 2002 och en rapport [5b] från 2009 värden för åren 1990 till. 2007. En sista rapport [5c] från 2009 redovisar uppdateringar fram till 2008. I skrivande stund pågår bearbetningar av åren 2009 och 2010.

SMED använder populationsviktade EnergiIndex. Populationsviktningen har skett genom att populationen kring varje ort med EnergiIndex har beräknats med utifrån ett finmaskigt geografiskt rutnät. EnergiIndex för alla 242 orterna används för att ta fram populationsviktade värden per län och för hela riket. Den geografiska fördelningen av uppvärmda fastigheter antas vara proportionell mot befolkningsfördelningen. Befolkningsvärdena uppdateras vart tredje till femte år.

De populationsviktade EnergiIndexen har tagits fram av SMHI, vilket har bytt interpolationsmetod mellan orterna mellan rapporterna. Detta har medfört att år 2009 genomfördes fullständiga och konsistenta omräkning av interpolationerna från år 1990 och framåt.

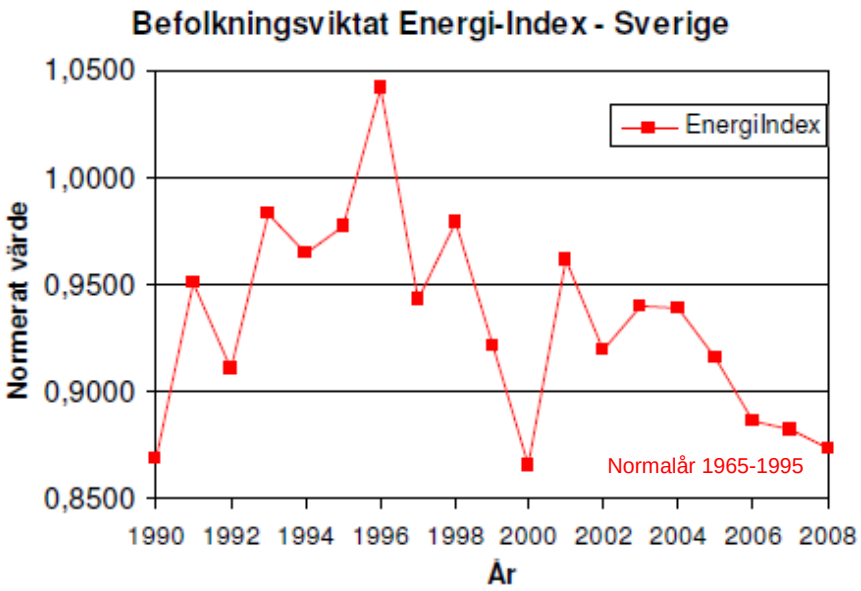
Det EnergiIndex som används av SMED gäller för en ”standardfastighet” med följande egenskaper:

- Representerar ”blandad bebyggelse”.
- Mekanisk frånluftsventilation.
- Värmebehovet för varmvatten inkluderas *inte*.
- Värme från personer i byggnaden, belysning, elektrisk utrustning och dylikt har schablonmässigt räknats bort från värmebehovet.
- Byggnadens tidskonstant är 24 timmar. Denna beskriver värmelagringen i byggnaden.

Statistiken för de olika bränslena normalårskorrigeras länsvis. SMED antar samma utetemperaturberoende andel oberoende av bränsle och län. (600 ekvivalenta graddagar enligt 5a). Denna temperaturoberoende andel överensstämmer inte med Energimyndighetens metod för sina prognoser där 40 % av graddagarna antas utetemperaturoberoende.
600 ekivalenta graddagar motsvarar ca 12 % av det totala uppvärmningsbehovet ett normalår för Mälardalen. För fjärrvärmen har PROFU [5d] via erfarenhetsvärden från fjärrvärmeföretagen tagit fram ett bättre underlag länsvis. Här varierar den temperaturoberoende energidelen mellan ca 21 % i Skåne län, via ca 19 % i Mälardalen till ca 15 % i Jämtlands, Västerbottens och Norrbottens län.

Normalperioden för EnergiIndex är 30-årsperioden 1965 till 1995.

Under perioden 1990 till 2008 är endast år 1996 kallare än normalåret när det gäller befolkningsviktat EnergiIndex för hela riket. Detta framgår av figur 6.4.



Figur 6.4 Befolkningsviktat normerat nationellt EnergiIndex för Sverige för perioden 1990-2008. Normalåret är 1965 till 1995.

Figur 6.4 kan med lite god vilja jämföras med Figur 6.3 ovan vilken visar normerade graddagar för flerbostadshus i hela riket enligt SCB. Här är normalåren 1962 till 1979 och 1970 till 2000. Variationen i EnergiIndex är lägre än för graddagarna, men detta kan delvis bero på att tre olika normalårperioder används för normeringen! Alltså är jämförelsen ingalunda självklar.

7 Metod för normalårskorrigering i europeisk statistik

7.1 EuroStats metod

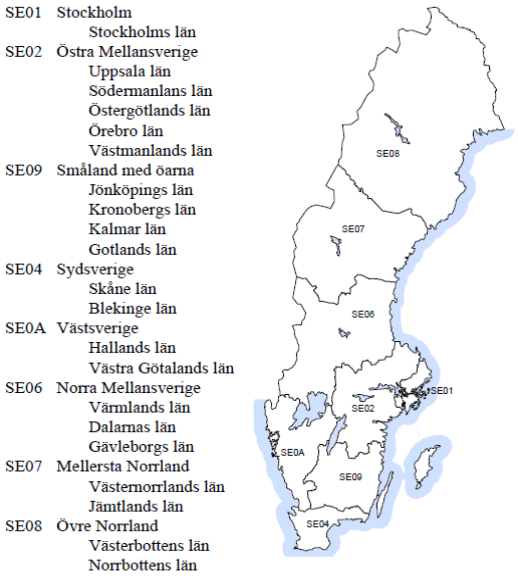
Relativt nyligen (2007) publicerade den europeiska statistikbyrån (EuroStat) graddagar för alla EU25-länderna, uppdelade i mindre regioner [5e]. Graddagarna togs fram av Europeiska Joint Research Centre (JRC). Graddagarna är i första hand avsedda för normalårskorrigering av den ”slutliga energianvändningen” d.v.s. den levererade energin, till ”bostäder och lokalbyggnader” (households and services) vid redovisning av EU:s energistatistik.

Graddagarna har tagits fram för olika nivåer av de europeiska NUTS-regionerna (Nomenclature des unités territoriales statistiques eller Nomenclature of territorial units for statistics). Dessa regioner avser den regionala indelning av medlemsstaterna vilken används för statistikredovisning inom EU.

Nivån NUTS 1 avsåg fram till år 2008 vanligen hela medlemsstaten, i Sveriges fall hela riket. Efter 1 januari 2008 avser istället NUTS 0 hela staten. Nivån NUTS 2 avser en

uppdelning av medlemslandet i lämpligt stora regioner. Sverige är indelat i åtta NUTS 2 regioner enligt Figur 7.1. Dessa ”riksområden” är i regel större än länen. Nivån NUTS 3 överensstämmer i Sverige med länsindelningen.

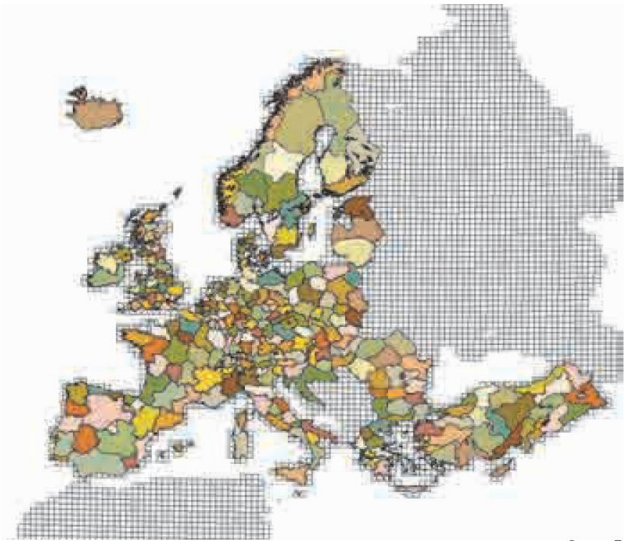
Sedan 1 januari 2008 är Sverige indelat i tre NUTS 1 regioner: Östra Sverige, Västra Sverige och Norra Sverige. Samtidigt ändrades förkortningarna av NUTS 2 regionerna. På liknande sätt som Sverige är de flesta EU-länder uppdelad i flera NUTS 1 regioner efter 2008.



Figur 7.1 De åtta NUTS-regionerna i Sverige. Förkortningar fram till 2008.

Utgångspunkten för JRC/Eurostats framtagande av graddagarna var att först samla in utetemperaturdata för 1 500 väderstationer från alla EU-länderna inklusive EES och kandidatländerna. Sedan lades ett relativt finmaskigt 50·50 km nät över Europa. På detta nät lade JRC en meteorologisk modell för att fastställa en uppsättning väderstationer för interpolering av temperaturdata på regional nivå (NUTS 2). Figur 7.2 redovisar NUTS 2 regioner i Europa och det ovan nämnda 50·50 km nätet.

När väl denna stationsuppsättning bestämts bestod interpolationen av enkel medelvärdesbildning, med hänsyn tagen till väderstationernas höjd över havet.



Figur 7.2 NUTS 2 regioner inom EU (inkl EES och kandidatländerna) med det överlagda 50·50 km nät som används för interpolation av temperaturmätningar från 1 500 väderstationer.

Efter beräkning av representativa dagliga temperaturdata (maximum, minimum och medelvärde) för varje cell i nätet, beräknades dagliga temperaturdata för alla NUTS regionerna för att erhålla areaviktade temperaturmedelvärden. En ytterligare förfining gjordes sedan med populationsviktade medelvärden genom att använda de populationsdata som finns inom Eurostat.

Beräkningarnas resultat består av uppmätta graddagar på månads- respektive årsbasis för aggregerade medlemsstater. Dessa graddagar är baserade på dels hur stor areal varje väderstation representerar, dels på hur stor population som finns inom varje stations areal. Alltså är resultatet areaviktade graddagar samt area- och populationsviktade graddagar för NUTS 2 regioner samt hela staten. Graddagarna är framtagna för varje månad och varje år under en längre tidsperiod (25 år). Slutligen normeras de framtagna graddagarna jämfört med denna normalårsperiod.

Normalårsperioden (referensperioden) avser tjugofemårsperioden 1980 till 2005. En relativt lång normalårsperiod önskas för att jämna ut inflytandet från kortvariga förändringar i utetemperaturens medelvärde.

Den årliga energianvändningen (per energislag och sektor) för varje medlemsland korrigeras enligt följande samband:

$$E_{nt} = \frac{E_t}{b \cdot d_t + 1 - b} = \frac{E_t}{1 + b(d_t - 1)}$$

där

E_{nt} = temperaturkorrigerad (normalårskorrigerad) energianvändning (levererad energi) [kWh/år]

E_t = uppmätt energianvändning (levererad energi) [kWh/år]

b = värmeandel (utetemperaturberoende del) av den levererade energin, per energislag och sektor, *framtaget av varje medlemsstat*.

d_t = De relativa graddagarna definieras som förhållandet mellan de uppmätta graddagarna och ett långsiktig medelvärde av graddagar för åren 1980 till 2005 (2008).

Den utetemperaturberoende värmeandelen b tas för varje medlemsstat fram per sektor (bostäder, service, industri) fördelat på energislag. För Sverige var år 2005 värmeandelen för bostäder 51 % och för service 47 % av total levererad energi. För sektorn bostäder var värmeandelen för biobränslen 67 % och för elektricitet 38 %. För sektorn service var värmeandelen för fjärrvärmen 85 % och för elektricitet 18 %. Jämförs dessa bränsleandelar för total levererad energi, för sektorerna bostäder och service, överensstämmer de tämligen väl med SCB:s traditionella antagande om 50 %. Detta är inte oväntat då SCB har levererat värmeandelen per energislag och sektor för Sverige. Däremot blir skillnaderna mot 50 % SCB:s antagande för enskilda energislag för varje sektor tämligen stora.

Graddagarna beräknas enligt följande metod:

- $(18°C - t_m) \cdot d$ om t_m understiger eller motsvarar 15°C.
- 0 om t_m överstiger 15°C.

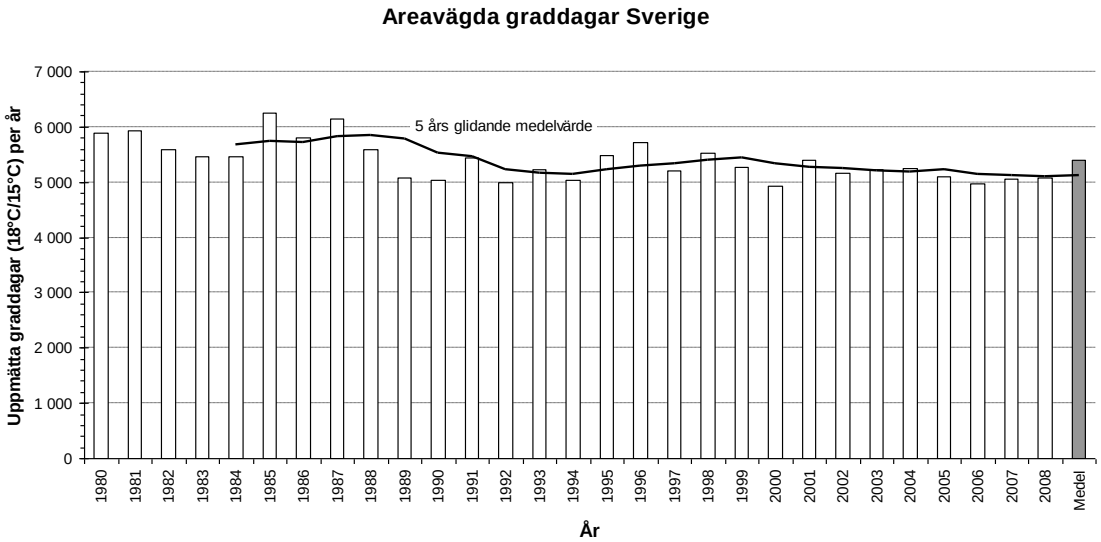
där

15°C= eldningsgräns för utetemperaturens dygnsmedelvärde.

$t_m = \frac{t_{max} + t_{min}}{2}$ utetemperaturens dygnsmedelvärde under d dygn.

Således antas balanstemperaturen (inomhustemperaturen) vara 18°C och eldningsgränsen vara 15°C.

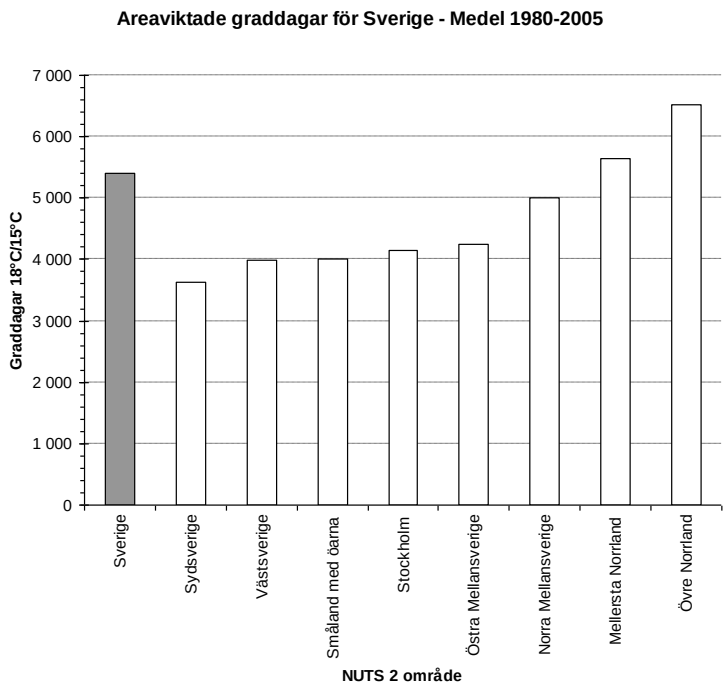
Figur 7.3 redovisar areaviktade graddagar (NUTS 2 regioner) för Sverige beräknade enligt Eurostats metod för åren 1980 till 2008. Areaviktningen tar hänsyn till hur stor areal en enskild väderstation täcker. Figuren visar också ett 5 års glidande medelvärde samt medelvärdet för hela 28-årsperioden. Av figuren framgår att det var några kalla år under sista halvan av 1980-talet. Även året 1996 var tämligen kallt. Sedan år 2001 har åren varit varmare än medelvärdet för perioden 1980 till 2008.



Figur 7.3 Areaviktade graddagar (väderstationer i NUTS 2 regioner) för Sverige under åren 1980 till 2008, enligt Eurostats beräkningssätt: 18°C rumstemperatur och 15°C eldningsgränsdygnsmedelvärden).

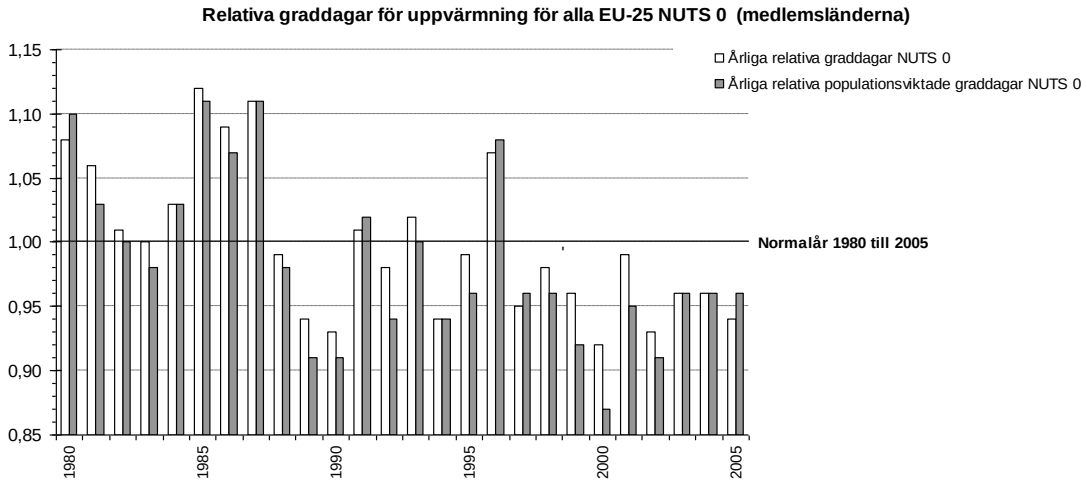
Figur 7.4 redovisar areaviktade graddagar för Sveriges åtta NUTS 2 regioner beräknade enligt Eurostats metod som medelvärde åren 1980 till 2005.

Sydsverige har klart lägst graddagstal. Däremot är skillnaden mellan de fyra NUTS 2 regioner som täcker resten av Götaland och större delen av Svealand tämligen liten. För Övre Mellansverige och Norrland ökar graddagstalet tydligt med breddgraden. Eftersom de två Norrländska NUTS 2 regionerna motsvarar nästan halva landets areal blir Sveriges graddagstal strax över Norra Mellansveriges. Detta innebär att enbart areaviktade graddagstal för Sverige blir missvisande, eftersom ca 80 % av befolkningen återfinns söder om Uppsala och 90 % söder om Sundsvall [6]. Alltså återfinns bara drygt 10 % av landets befolkning de två nordligaste NUTS 2 områdena.



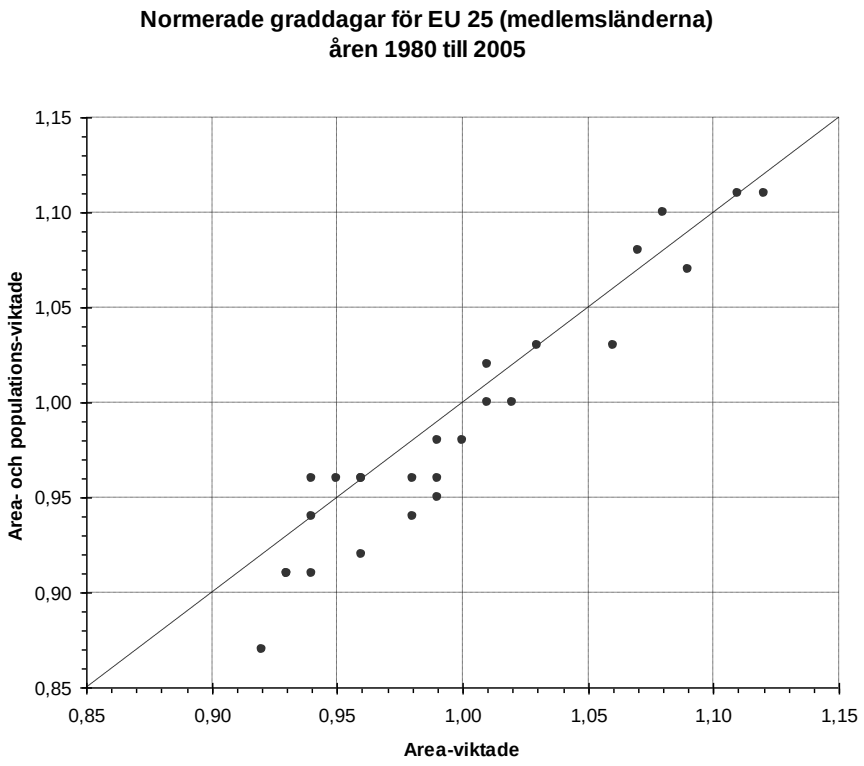
Figur 7.4 **Areavägda graddagar för Sveriges åtta NUTS 2 regioner samt hela riket. Graddagarna för Sverige är areaviktade utifrån varje väderstations areal i varje NUTS 2 region. Medelvärden för perioden 1980 till 2005. Graddagar enligt Eurostats beräkningssätt: 18°C rumstemperatur och 15°C eldningsgräns (dygnsmedelvärden).**

Figur 7.5 redovisar för alla EU-25 medlemsländerna areaviktade respektive area- och populationsviktade årliga relativa graddagar för åren 1980 till 2005. För fyra år blir graddagarna lika oavsett viktningsmetod. Vanligen blir de area- och populationsviktade graddagarna något lägre än de enbart areaviktade graddagarna vilket redovisas i figur 7.6.



Figur 7.5 **Jämförelse mellan normerade areaviktade graddagar (NUTS 2) respektive area- och populationsviktade graddagar för alla EU-25 medlemsländerna åren 1980 till 2005.**

Graddagar enligt Eurostats beräkningssätt:
18°C rumstemperatur och 15°C eldningsgräns (dygnsmedelvärden).



Figur 7.6 **Jämförelse mellan normerade areaviktade graddagar (NUTS 2) respektive area- och populationsviktade graddagar för alla EU-25 medlemsländerna åren 1980 till 2005. Graddagar enligt Eurostats beräkningssätt: 18°C rumstemperatur och 15°C eldningsgräns (dygnsmedelvärden).**

7.2 Jämförelse mellan svenska och internationella metoder

Översikten i kapitel 11 i Bilaga 3 visar att den mest använda normalårkorrigerings-metoden i Europa är en traditionell graddagsmetod som endast tar hänsyn till utetemperaturen. Olika bastemperatur används i olika länder men den återfinns vanligen i intervallet 17°C till 19°C, där 17°C används i Sverige. I många länder används inga eldningsgränser utan uppvärmningsbehov antas upp till bastemperaturen. I några länder används en enda eldningsgräns eller en på våren och en på hösten. Sverige har den mest komplicerade användningen av eldningsgränser när det gäller graddagar. Trots att graddagsmetoden är den mest använda inom Europa medför olika nationella definitioner att normalårskorrigerad energistatistik inte är jämförbar mellan länderna.

EnergiIndex är en unik svensk metod, utvecklad av SMHI på 1980-talet. Detta är både en för- och nackdel. Förutsatt att metoden är bättre än exempelvis den traditionella graddagsmetoden kan EnergiIndex exporteras till andra länder. En nackdel är att om Sverige är det enda land som använder EnergiIndex så blir detta en helt unik metod för normalårskorrigering vilken därmed kan vara svår att jämföra med energidata från andra länder normalårskorrigerade med andra metoder, främst graddagsmetoden. Å andra

sidan är den svenska graddagsmetoden också internationellt unik och försvårar därmed internationella jämförelser av energistatistik.

Användning av E-signatur finns översiktligt beskriven i standarden SS-EN 15603:2008. Emellertid är beskrivningen långt ifrån fullständig.

Energisignatur går också bara att använda på enskilda byggnader och därmed inte på större byggnadsbestånd på nationell nivå.

För jämförelser inom EU kan den graddagsmetod som utvecklats av Eurostat användas. Den har fördelen att normalårskorrigerad energistatistik är jämförbar mellan olika EU-länder. Nackdelen är att energistatistiken förmodligen tar för lång tid att sammanställa för att kunna användas ”aktivt” i Sverige.

8 Diskussion och förslag för framtiden

8.1 Inledning

Allmänt kan konstateras att i olika publikationer från Energimyndigheten används varianter av graddagsmetoden för normalårskorrigering. Rimligen bör Energimyndigheten framöver eftersträva att använda samma metod, så långt det är möjligt.

I det följande behandlas separat Energimyndighetens *Korttidsprognoser* och *Långtidsprognoser* samt *Energistatistiken för bebyggelsen.* Den sistnämnda upphandlas numera av Energimyndigheten från Statisticon.

För båda uppgifterna innebär en ändring av metoderna ett brott i tidsserierna vilket alltid är en nackdel för statistiken. Detta är ett tämligen starkt motiv för att behålla metoderna såsom de alltid har använts.

Generellt för båda arbetsuppgifterna är svårigheten att bestämma hur stor den klimatoberoende andelen är av den totala levererade energin per energislag. När det gäller energislag som nästan enbart används för uppvärmning och varmvatten är den temperaturoberoende delen främst varmvatten, varmvattencirkulation samt förluster i värmedistributionssystemet.

Här krävs mer eller mindre välgrundade antaganden om hur stor varmvattenandelen är. *Idag är kunskapen tämligen dålig om hur stor varmvattenandelen är*. Vanliga schabloner för bostadshus är 20 % till 30 % av den totala levererade värmeenergin. För lokaler är normalt varmvattenandelen lägre, men skillnaden mellan olika typer av lokalbyggnader är stor. För ett kontorshus eller en samlingslokal är varmvattenandelen ofta mellan 5 % till 15 % medan för ett sjukhus med storkök eller för en skola med storkök och gymnastiksalar är andelen ibland över 30 %.

Den utetemperaturoberoende andelen av den totalt levererade energin kommer att öka framöver i och med kraven på allt energieffektivare nybyggnader och ombyggnader. I de ”nära-nollenergihus” som måste byggas efter år 2020, kommer behovet av värmeenergi nästan fullständigt att utgöras av uppvärmning av tappvarmvatten. Hur snabbt byggnadsbeståndet som helhet kommer att påverkas bestäms till stor del av de energieffektiviseringskrav samhället ställer på större ombyggnader.

För energislaget totalt levererad elenergi tillkommer som utetemperaturoberoende andel elenergi för hushållsel, hyresgästel, brukarel och s.k. driftel (fastighetsel), d.v.s. el för drift av fastighetens installationer som pumpar, fläktar, allmän belysning (t.ex. i trapphus) och kylmaskiner. El för kylmaskinerna är utetemperaturberoende genom att den normalt ökar med ökande utetemperatur.

För delvis elvärmda byggnader har SCB och Statisticon utvecklat metoder att kunna hantera den utetemperaturoberoende delen av den totala levererade elen när det gäller *Energistatistik för bebyggelsen*. Här är det främst småhusen som berörs.

8.2 Energimyndighetens Prognoser

Energimyndigheten måste använda normalårskorrigering vid prognoser eftersom ett rimligt antagande som kan göras om framtidens väder är att det skall motsvara ett normalår. Vid jämförelser bakåt måste alltså de historiska perioderna normalårskorrigeras.

Första frågan är vilken normalårskorrigeringsmetod som skall användas. För Sverige finns statistik för såväl graddagar som EnergiIndex, vilken uppdateras varje månad. Både graddagar och EnergiIndex har i detta sammanhang för- och nackdelar. Båda metoderna har tydliga brister och behöver utvecklas för att fungera bättre än idag.

Fördelen med graddagar är att de avser utetemperaturen för en viss ort, men nackdelarna är att den bastemperatur (17°C), och de eldningsgränserna (10°C till 13°C), som används främst är avpassade för ett äldre flerbostadshus. Graddagarna ger ofta fel normalårsjusteringar för vår- och höstmånader. Då endast en liten andel av den totala värmeenergin används under vår- och höstmånaderna blir påverkan på årsenergin i regel försumbar. Vår- och höstpåverkan kan vara ett litet problem för korttidsprognoserna, men är antagligen försumbar. Troligen är påverkan mycket liten jämfört med hur stor andel av energin som antas vara utetemperaturberoende. Alltså kan konstateras att om årsvärden på graddagar används för normalårskorrigeringen så spelar felen för höst och vårmånader ingen roll.

Internationellt används graddagar som den mest vanliga metoden för normalårs-korrigering, men den metod som används i Sverige är inte jämförbar med andra länder.

Graddagar är dock den normalårskorrigeringsmetod som har lägst precision när det gäller ett större byggnadsbestånd på nationell nivå. Energisignatur är en metod som ger

en bättre normalårskorrigering men kräver månadsdata för varje enskild byggnad. Därmed är den inte användbar för större byggnadsbestånd.

Den metod för befolkningsviktning som Energimyndigheten använder för graddagarna är i behov av uppdatering. Troligen är det kostbarare att utveckla befolkningsviktningen med graddagarna än att gå över till den befolkningsviktning som används av Naturvårdsverket – SMED. Det är då troligen enklare att byta till samma normalårskorrigeringsmetod som SMED använder (EnergiIndex) istället för att utgå från befolkningsdatabasen och befolkningsvikta graddagarna. Detta måste diskuteras med i första hand Naurvårdsverket och SMHI.

Därmed återstår för större byggnadsbestånd på nationell nivå metoden EnergiIndex. Denna avser nomalårskorrigering för en modellerad typbyggnad.

Fördelen med EnergiIndex är att normalårskorrigeringen för vår- och höstmånaderna blir mer korrekt än vid användning av graddagar, eftersom rumstemperaturen antas till 21°C och inga eldningsgränser används. Nackdelen med EnergiIndex är att SMHI idag normalt bara tillhandahåller ett ”ortsindex” som bygger på en modell av ett äldre flerbostadshus med mekanisk frånluftsventilation. Denna byggnad antas representera blandad bebyggelse. Dessutom kan antas att Energimyndigheten får en högre årlig kostnad för att köpa EnergiIndexdata istället för graddagsdata från SMHI.

SMHI har föreslagit en utveckling av dagens EnergiIndex där dels en populationsviktning kan ske på samma sätt som görs för Naturvårdsverket - SMED, dels att fler typbyggnader används, exempelvis tre, fyra stycken. Därmed finns för varje län ett antal orter med EnergiIndex som i sin tur är framtagna för ett antal olika typbyggnader. För mindre orter kan interpolering används för att ta fram ortsindex. Från detta kan populationsviktade ortsindex tas fram på olika nivåer, från kommun till hela riket.

Förmodligen är den totala kostnaden för Energimyndigheten och SMHI lägre för att utveckla populationsviktade ortsindex med EnergiIndex än att utveckla en förändrad metod för att populationsviktade graddagar, särskilt som underlaget redan idag tas fram av Naturvårdsverket, via SMED. Detta görs idag bara för en typbyggnad och fler behövs för en bättre normalårskorrigering av hela byggnadsbeståndet.

Alltså kan konstateras att Energimyndigheten för i första hand sina prognoser bör byta till en utvecklad EnergiIndexmetod med populationsviktat EnergiIndex framtaget för några fler typbyggnader än idag, exempelvis tre, fyra stycken.

Såväl Energimyndigheten (graddagar) som Naturvårdsverket-SMED (EnergiIndex) tar fram ett populationsvägt mått för hela riket som kan används för normalårskorrigering. Dock används olika metoder för normalårskorrigering och olika noggrannhet för populationsvägningen. Båda metoderna förutsätter att de uppvärmda byggnadernas lokalisering väl följer befolkningens fördelning över landet. Enligt SMED:s rapporter normalårskorrigeras varje energislag baserat på den länsvisa energianvändningen. Detta

till skillnad från Energimyndighetens prognoser där hela rikets energianvändning används.

Idag representeras i Energimyndighetens metod hela riket av endast 10 väderstationer till vilka kopplas ett populationsindex för varje ort. Det använda populationsindexet och vilket år detta gäller är inte dokumenterat. Det av Energimyndigheten använda populationsindexet är en bristfällig populationsvägning jämfört med Naturvårdsverkets – SMED:s normalårskorrigering. SMED använder alla SMHI:s 242 väderstationer för EnergiIndex och ett finmaskigt populationsnätverk vilket innebär att för varje väder-station finns en väl definierad befolkning. SMED uppdaterar befolkningsnätverket var tredje till femte år. Dessutom används ett finmaskig nät för att interpolera fram ”lokala” ortsindex för orter som saknar väderstation.

Energimyndigheten prenumererar idag på graddagsstatistik från SMHI vilken används i bl.a. databasen eNyckeln för enskilda byggnader. Detta innebär data för 301 orter, varav 183 orter har en väderstation, för de övriga 118 orterna används interpolerade värden. Under 2011 kommer eNyckeln att gradvis avvecklas och därmed osäkert om Energimyndigheten fortsättningsvis kommer att prenumerera på graddagsstatistik.

Energimyndigheten rekommenderas i sina normalårskorrigeringar för prognoserna använda samma befolkningsnätverk som Naturvårdsverket - SMED gör i sina normalårskorrigeringar.

Detta innebär att man dels får ett aktuellt populationsindex, dels en bättre fördelning av befolkningen per väderstation än idag.

En annan möjlighet vore att använda samma metod för normalårskorrigering som Eurostat gör. Här används ett mindre finmaskigt 50·50 km populationsnät och väderdata från ca 1.500 orter i hela Europa inklusive EES-länderna och kandidatländerna.

En fördel med denna metod är att Sverige gör på samma sätt som EU:s statistikmyndighet. Emellertid överväger troligen dessa nackdelar:

- En graddagsdefinition som inte är välkänd i Sverige (18°C bastemperatur och 15°C eldningsgräns).
- Troligen ligger Eurostat tidsmässigt efter de behov Energimyndigheten har, särskilt för korttidsprognoserna som görs varje halvår. Detta omöjliggör i så fall användandet av Eurostats metod.

Alltså kan konstateras att en utveckling av den populationsviktade EnergiIndexmetod som Naturvårdsverket - SMED redan använder troligen är ett lämpligt angreppssätt.

Slutligen bör man utreda hur stor den utetemperaturberoende delen är av den levererade energin. Här kan en siffra runt 80 % som uteklimatberoende användas.

Emellertid kan det vara strategiskt viktigt att inte överbetona normalårkorrigeringens betydelse och vara mer konservativa. Därmed kan 60 % eller 70 % uteklimatberoende behållas.

Idag används siffran 60 % för hela bebyggelsen och för alla energislag i prognoserna. För energislag som används för uppvärmning inom bebyggelsen kan en högre andel användas.

För elenergi bör erfarenheter användas från *Energistatistik för bebyggelsen* så hänsyn kan tas till att en tämligen stor andel är utetemperaturoberoende såsom hushållsel, hyresgästel, driftel etc.

Den utetemperaturoberoende andelen (varmvatten etc.) av den levererade energi som används i Energimyndighetens prognoser behöver utredas ytterligare.

8.3 Energistatistik för bebyggelsen

I *Energistatistik för flerbostadshus* respektive *Energistatistik för lokaler* normalårskorrigeras en del av den levererade energin till varje objekt (byggnad) med hjälp av graddagar. Hittills har 50 % av den totala värmeenergin ansetts vara utetemperaturberoende.

SCB och Statisticon har låtit de tjugoen länen representeras av fjorton väderstationer. Varje objekt har normalårskorrigerats utifrån vilket län det varit placerat i.

På liknande sätt som för *Prognoserna* kan den befintliga metodiken förbättras genom att använda fler väderstationer. Energimyndigheten prenumererar på graddagsdata från SMHI men då eNyckeln kommer att avvecklas är denna prenumerations framtid osäker. Eftersom EnergiIndex ger en bättre normalårskorrigering än graddagar vore en övergång till samma metodik som i Energimyndighetens Prognoser att föredraga.

Ett förslag är att använda en av Naturvårdsverket-SMED utvecklad metod med EnergiIndex för ett finmaskigt nätverk av orter och utvecklad för flera typbyggnader. På samma sätt som idag normalårskorrigeras varje enskild byggnad med ovägt ortsindex eller med ett interpolerat ortsindex. Vid redovisning av aggregerade byggnader kan som idag EnergiIndex vägas efter golvarean för respektive typbyggnad eller enligt befolkningen i orten. Det sistnämnda passar förmodligen bäst för bostäder.

För att ange hur utetemperaturen har varit ett visst givet år har SCB, och senare Statisticon, valt att redovisa de golvareavägda graddagarna för hela riket samt för de fyra temperaturzoner som användes för krav på isoleringsstandard för nya byggnader i Svensk Byggnorm 1977. Dessa temperaturzoner är helt obsoleta sedan Nybyggnadsreglerna började gälla år 1989 då isoleringskraven blev desamma över hela landet.

Genom att urvalet är olika varje år för såväl flerbostadshus som lokaler kommer de golvareavägda graddagarna för såväl hela riket som de fyra temperaturzonerna att skilja sig något åt mellan flerbostadshus respektive lokaler för samma år.

Energimyndigheten har märkt en viss efterfrågan på dessa tabeller med golvareavägda graddagar eftersom annan graddagsstatistik sedan länge inte är kostnadsfritt offentligt åtkomlig i Sverige.

Energistatistiken för hela bebyggelsen (småhus, flerbostadshus och lokaler) normalårs-korrigeras också via graddagar. Då används de golvareavägda graddagarna från urvalsundersökningen för flerbostadshus. Därmed normalårskorrigeras varje objekt utifrån den temperaturzon det ligger i.

En uppdatering av dagens statistiken är att istället för hela riket och de fyra gamla temperaturzonerna använda hela riket och de tre klimatzoner (I, II och III) som numera används i Boverkets Byggregler (gäller sedan den 1 januari 2010). Istället graddagar används EnergiIndex (ekvivalenta graddagar) för några olika typbyggnader och vägda efter golvarea eller population. Därigenom kommer de publicerade data inte att vara desamma som säljs precis på samma sätt som dagens publicerade golvareavägda graddagsdata.

På samma sätt som för Energimyndighetens *Prognoser* kan den låga andelen utetemperaturberoende värmeenergi för *Energistatistiken för bebyggelsen* ifrågasättas.

För bostadshus är 50 % en för liten utetemperaturoberoende andel, ett lämpligt antagande är 70 % till 80 %. Vid användning av EnergiIndex bör det av Naturvårdsverket – SMED använda värdet om 600 ekvivalenta graddagar för varmvattnet utredas för varje vald typbyggnad.

En utveckling skulle kunna vara att låta den utetemperaturoberoende andelen variera med byggnadsår. För ett småhus kan av den totala levererade energin, för uppvärmning och tappvarmvatten, ca 5.000 kWh/år antas gå till varmvatten. Tabell 8.1 redovisar några exempel på uppskattad tappvarmvattenandel för småhus av olika ålder.

Tabell 8.1 Uppskattad tappvarmvattenandel för småhus baserat på data från åren 2008 och 2009.

Byggnadsår	Totalt levererad energi för uppvärmning och tappvarmvatten [kWh/år]	Andel för tappvarmvatten om denna antas vara 5.000 kWh/år
Före 1940	24.300 (2009)	21 %
t.o.m. 2008	15.100 (2009)	33 %
År 2007	10.000 till 13.000 (2008)	38 % till 50 %

Man kan alltså konstatera att tappvarmvattenandelen är lägst för de äldre småhusen, ca 20 % och närmar sig 50 % för de nyaste husen.

Vid normalårskorrigering av total leverad energi till småhus, exklusive hushållsel, bör undersökas om det är möjligt att låta den utetemperaturoberoende andelen variera med husens byggnadsår.

För lågenergihus, typ passivhus och ”nära nollenergihus”, utgörs den levererade energin för uppvärmning och tappvarmvatten så gott som enbart av tappvarmvatten. För denna typ av byggnader kan det ifrågasättas om det är meningsfullt att normalårskorrigera den lilla andel som är utetemperaturberoende.

På samma sätt som för småhus är ett förslag att varmvattenandelen är beroende av flerbostadshusets byggår och eventuellt ombyggnadsår.

Efterhand som värmepumparna ökar i antal, framförallt i småhusbeståndet, blir det svårare att ange hur stor andel av den levererade energin som utgörs av tappvarmvatten eftersom värmepumparna vanligen används så att tappvattenproduktionen prioriteras. Om värmepumparna inte är heltäckande täcks alltså en större andel av uppvärmningsenergin (exkl. varmvatten) av spetskällan jämfört med värmepumpen.

Andelen tappvarmvatten i lokalbyggnader varierar mycket med typen av lokal och är svår att uppskatta. Troligen ligger den utetemperaturberoende delen av den totala energin på ca 80 % men kan vara såväl högre som lägre.

En utveckling av metoden för lokaler är att låta tappvattenandelen vara beroende av byggår, ombyggnadsår och typ av lokal.

För lokaler bestäms uppvärmningsenergin till stor del av hur bra värmeåtervinning ventilationssystemet är utrustat med. Ombyggnationerna har sedan sent 1970-tal vanligen bestått i installation av värmeåtervinningssystem.

Även för energistatistik för bebyggelsen finns ett behov av att ytterligare utreda den utetemperaturoberoende andelen av den totala levererade energin (varmvatten).

Referenser

[1] SMHI
www.smhi.se
januari 2011

[2a] Schulz, Linda. 2003.
Normalårskorrigering av energianvändningen i byggnader – en jämförelse mellan två metoder.
Rapport Effektiv 2003:01. Centrum för Effektiv Energianvändning, c/o SP, Borås.

[2b] Schulz, Linda. 2003. ”Normalårskorrigering av energianvändningen i byggnader.” *Energi & Miljö*, nr 10 2003, sid 59-60, Förlags AB VVS, Stockholm.

[3] Aronsson, Stefan
Fjärrvärmekunders värme- och effektbehov. Analys baserad på mätresultat från femtio byggnader
Doktorsavhandling D35:1996
Chalmers tekniska högskola, Göteborg
Institutionen för installationsteknik

[4] Göteborg Energi
www.goteborgenergi.se
december 2010

[5a] Persson, Christer (2004). *Normalårskorrigering av Sveriges utsläpp av fossil CO2 från uppvärmning 1990-2002.*
SMHI. Rapportserie SMED och SMED/SLU nr 1, 2004.

[5b] Persson, Christer, Marina Verbova, Helena Rahn (2009), *Normalårskorrigering av fossil koldioxidemission från fastighetsuppvärmning och elproduktion 1990-2007, varav 2007 avser preliminära data.*
SMHI & SCB. Rapport SMED nr 29, 2009

[5c] Persson, Christer, Marina Verbova, Helena Rahn (2010), *Normalårskorrigering av fossil koldioxidemission från fastighetsuppvärmning och elproduktion 1990-2008, varav 2008 avser preliminära data.*
SMHI & SCB. Rapport SMED nr 40, 2010.

[5d] Rydén, Bo och Daniel Stridsman (2006). *Normalårskorrigering av fjärrvärmeproduktion – för Naturvårdsverkets projekt om normalårskorrigering av svenska koldioxidutsläpp.*
PROFU, slutrapport april 2006.

[5e] Eurostat, 2007
Panorama of Energy, Energy statistics to support EU policies and solutions – 3.3 Temperature correction of final energy consumption. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.

[6] Sveriges Nationalatlas, *Befolkningen*
www.sna.se/webbatlas/kartor/vilka.cgi?temaband=C&lang=SE&karta=tatbefolkade_omraden&vt1
Januari 2011

[7] *Värme, ventilation och sanitet, Del I.*
Andra upplagan, 1941.
Bokförlaget Natur och Kultur, Stockholm. Sid 15 och 60.

[8] *Meteorologi och klimatologi*
VVS 2000 – Tabeller och diagram.
Förlags AB VVS, 2003, Stockholm

[9] Svanäng, Anders
”Köp graddagsstatistik som visar det verkliga utfallet”
Energi & Miljö, nr 11 2003, sid 42,
Förlags AB VVS, Stockholm

[10] Aune, Bjørn
Energi gradtall (Heating degree days). Normaler 1961-1990. Normaler 1971-2000
Rapport Klima 23, 2002.
Meteorologisk institutt. Oslo, Norge

[11] Layberry, Russel L
“Improvements to the Metrological Office equations in the computation of degree days”
Building Services Engineering Research and Technology, 30, 4 (2009) pp 357-362

[12] Hitchins, E.R
“Degree-days in Britain”
Building Services Engineering Research and Technology, 1981, 2 pp 73-82.

Day, A.R. & T.G Karayiannis
“Degree-days: Comparison of calculation methods”
Building Services Engineering Research and Technology, 19, 1 (1998) pp 7-13

[13] ASHRAE.
Handbook Fundamentals 2009.
SI Edition. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Atlanta, GA, USA (CD version)

[14] Markus, T.A. 1982.
"Development of a Cold Climate Severity Index"
pp 277-283 (4). *Energy and Buildings*, Elsevier, the Netherlands

[15] Hjalmarsson, Christer. 1988.
Jämförelse mellan uppmätt och beräknad energiförbrukning i byggnader
Forskningsrapport TN:10
Statens institut för byggnadsforskning, Gävle

Hammarsten, Stig & Christer Hjalmarsson. 1988
Bestämning av byggnaders effektbehov genom mätningar
Forskningsrapport TN:7
Statens institut för byggnadsforskning, Gävle

[16] Sasic Kalagasidis, Angela 2006
Nord, Margitta; Andersson, Cari; Taesler, Roger; Gollvik, Lena
ENLOSS testing with HAM-Tools
Department of Civil and Environmental Engineering
Gothenburg, Sweden 2006
Report No. 2005:6, ISSN 1652-9162

Bilaga 1

9 Något om svenska myndigheters användning av normalårskorrigering

9.1 Energimyndigheten

Energimyndigheten använder SMHI:s graddagsmetod för normalårskorrigering för tre ändamål:

1. För enskilda byggnader i databasen eNyckeln.
2. Prognoser för landets framtida energianvändning, kortsikts- och långsiktsprognoser
3. Den officiella energistatistiken för landets bebyggelse

De två sista punkterna behandlas under kapitel 6. Här tas enbart data för enskilda byggnader i eNyckeln upp.

Databasen eNyckeln innehåller energianvändningsuppgifter för enskilda byggnader. Värdena läggs in i databasen av fastighetsägarna själva. Alla användningsuppgifter skall läggas in såsom de har uppmätts, d.v.s. utan normalårskorrigering. Därefter korrigeras inmatade utetemperaturberoende användningar automatiskt till normalår med hjälp av SMHI:s graddagar som Energimyndigheten prenumererar på. Databasen innehåller månadsvärden, såväl uppmätta som normalårsvärden, för alla 301 graddagsorterna.

När fastighetsägaren matar in varje byggnad väljer denne också vilken ort som graddagarna (såväl uppmätta som normalår) skall hämtas i från. Vanligen väljs samma ort som byggnaden ligger i men även andra orter kan väljas om dessa bedöms mer likna det lokala uteklimat som byggnaden ligger i. Fastighetsägaren lägger in den använda varmvattenenergin om denna energi är känd, annars används schabloner, exempelvis antas att 40 % av den rapporterade månatliga användningen av totalt kallvatten [m^3/månad] utgöras av tappvarmvatten inklusive varmvattencirkulation.

Under åren 2008, 2009 och 2010 har eNyckeln använts som redskap för att samla in dataunderlaget till urvalsundersökningarna för den nationella energistatistiken för flerbostadshus och lokalbyggnader.

<u>Observandum</u>: I februari 2011 tog Energimyndigheten beslut om att gradvis avveckla eNyckeln. Under 2011 kommer den att användas för datainsamlingen till energistatistiken. För år 2012 planeras ett annat digitalt verktyg att användas för datainsamlingen.

Fastighetsägare som har data liggande i databasen kan exportera dem från eNyckeln fram till den 31 augusti 2011.

9.2 Boverket

Boverket använder normalårskorrigering i databasen över Sveriges energideklarerade byggnader, Gripen. Korrigeringen avser här varje enskild byggnad.

I databasen Gripen matar energiexperten in den uppmätta levererade energin under en uppgiven period om 12 månader utan normalårskorrigering. Om värmeanvändningen för tappvattenanvändningen är uppmätt matas även denna in, i annat fall används en schablon. Varmvattnet antas härvid utgöra 25 % av den totala värmeanvändningen.

Boverket köper både EnergiIndex och graddagar från SMHI. Normalårskorrigering enligt båda dessa metoder redovisas i energideklarationen men normalårskorrigering enligt EnergiIndex är den energiprestandasiffra som används vid jämförelse med referensvärden.

Det EnergiIndex som Boverket köper är ett ”ortsindex” som passar för en blandad bebyggelse. Basen är därmed ett äldre flerbostadshus med mekanisk frånluftsventilation.

Bilaga 2

10 Metoder för normalårskorrigering

För att mellan olika år kunna göra jämförelser av energianvändningen i en byggnad använder man sig av så kallad normalårskorrigering. Det finns idag tre metoder för normalårskorrigering som används i Sverige; graddagskorrigering (mest använd), EnergiIndex (inte lika använd) och Energisignatur (minst använd).

Både graddagsmetoden och EnergiIndex på att den uppmätta energianvändningen under en period omräknas med hjälp av en korrigeringsfaktor för att motsvara energianvändningen under motsvarande period ett normalt klimatår. Ett normalt klimatår baseras på en medeltemperatur som sträcker sig över en viss tidsperiod, ofta trettio år. I dagsläget är tidsperioden mellan 1971-2000 för graddagar respektive 1965-1995 för EnergiIndex. SMHI arbetar i skrivande stund med att ta fram en ny normalårsperiod som skall vara densamma för båda metoderna [1].

I graddagsmetoden motsvarar korrigeringsfaktorn förhållandet mellan normalt antal graddagar under perioden och verkligt antal graddagar under perioden. I en alternativ graddagsmetod motsvaras korrigeringsfaktorn av samma förhållande som ovan, men med skillnaden att ett antal graddagar för tappvarmvatten läggs till i både täljare och nämnare. Graddagsdata kan man exempelvis prenumerera på från SMHI. På så sätt erhåller man det aktuella antalet graddagar på en viss ort tillsammans med antalet graddagar för ett normalår. Antalet graddagar för en ort är oberoende av byggnad och verksamhet, dvs. man använder samma antal graddagar för att normalårskorrigera alla typer av byggnader på samma ort. SMHI erbjuder dessutom en annan tjänst som baseras på ekvivalenta graddagar, kallad EnergiIndex. Metoden bygger på en värmebalansmodell som tar hänsyn till byggnadsstandard, användningssätt och läge. Metoden tar till skillnad från graddagsmetoden hänsyn till solens och vindens påverkan samt energitillskott från internvärme såsom belysning och personvärme.

Det finns även en helt annan metod, Energisignatur, som utgår från varje specifik byggnad, där en avbildning av byggnadens månadsmedeleffekt som funktion av utomhustemperaturen upprättas för varje enskild byggnad. Korrigeringsfaktorn för energisignaturmetoden motsvarar förhållandet mellan månadsmedeleffekten för ett normalår och den uppmätta månadsmedeleffekten. Metoden benämns ofta E-signatur, där E syftar till ordet energi, men i själva verket är det månadsmedeleffekt och inte energi som används.

10.1 Graddagsmetoden

Graddagsmetoden baseras på att man har en förutbestämd inomhustemperatur och någon form av eldningsgräns (eldningsgräns används ibland inte i andra länder).

Internvärmen är den energi som tillförs byggnaden genom solinstrålning, personvärme, apparater etc. Det är internvärmen som gör att man kan stänga av uppvärmningssystemet innan man uppnått den önskade inomhustemperaturen. Internvärmen motsvarar ett antal graddagar i uppvärmning som inte behöver tas om hand av byggnadens värmesystem. Bastemperaturen motsvarar den inomhustemperatur man skulle få utan internvärme (i Sverige används normalt 17°C som bastemperatur),

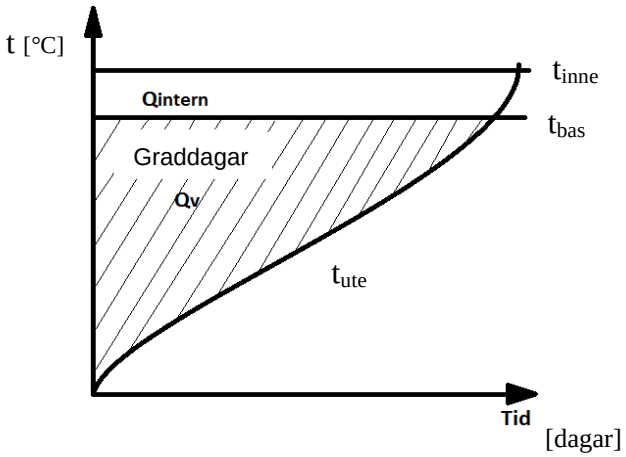
Antalet graddagar för uppvärmning beräknas som differensen mellan bastemperaturen t_{bas} och medeltemperaturen utomhus $t_{ute,i}$ för angivet dygn. Graddagarna summeras enligt:

$$GD = \sum_i (t_{bas} - t_{ute,i}) \qquad i = 1,2,\ldots,N \text{ dagar}$$

där

GD= Antalet graddagar	[GD]
t_{bas} = Bastemperaturen	[°C]
$t_{ute,\,i}$= Utomhustemperaturen dygn i	[°C]

I figur 10.1 åskådliggörs hur utomhustemperaturen varierar över året. Temperaturerna är sorterade i storleksordning efter timmedeltemperaturer, eller med andra ord efter utetemperaturens varaktighet.



Figur 10.1 Antal graddagar som funktion av basstemperatur, inom- och utomhustemperatur och tid.

$$Q_{tot} = Q_v + Q_{intern} \qquad \text{[kWh]}$$

där

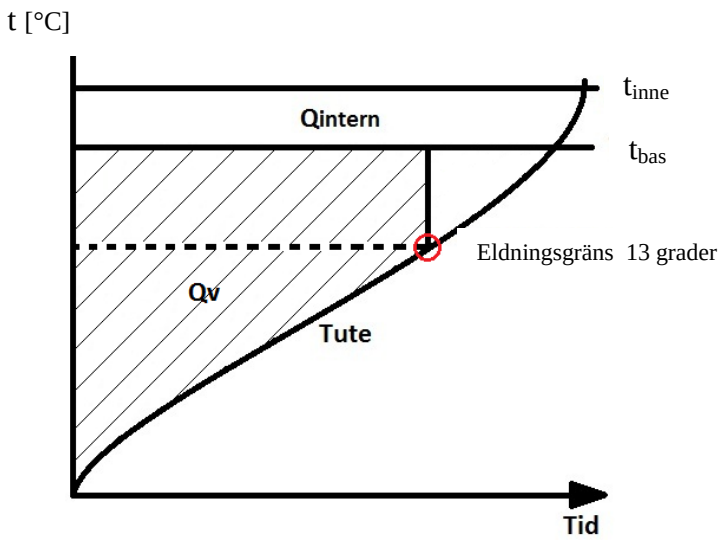
Q_{tot}= totala värmebehovet	[kWh]
Q_v= värmebehov från uppvärmningssystem	[kWh]
Q_{intern}= intern värmegenerering	[kWh]

Solinstrålningen är större under sommar, vår och höst än under vintern. Bidraget från detta tas hänsyn till med hjälp av sk eldningsgränser, vilka används i den svenska graddagsmetoden enligt tabell 10.1. Under månader med eldningsgräns lägre än 17°C, tas endast dygn med i graddagssumman där dygnsmedeltemperaturen är lägre än eldningsgränsen. För övriga månader ingår samtliga dygn där medeltemperaturen är lägre än 17°C.

Tabell 10.1 SMHI:s använda eldningsgränser [1]

Månad	Eldningsgräns [°C] (dygnsmedeltemperatur utomhus)
maj, juni, juli	10
augusti	11
april, september	12
oktober	13
övrig tid	17

I figur 10.2 ges ett exempel på en eldningsgräns motsvarande 13°C. Detta innebär att när utetemperaturen är större än 13°C stängs pumpar och värmesystem av.



Figur 10.2 Uppvärmningsbehovet för en eldningsgräns på 13° C. Den streckade ytan representerar årets graddagar enligt graddagsmodellen.

10.1.2 Normalårskorrigera med graddagsmetoden

När man normalårskorrigerar energianvändningen med graddagar [2a] [2b] skall enbart, som tidigare nämnts, den utetemperaturberoende energianvändningen korrigeras.

$$Q_{korrigerad} = Q_{ko} + (Q_{tot} - Q_{ko}) \cdot \frac{GD_{normal\ \ år}}{GD_{aktuellt}} \qquad [kWh]$$

där

$Q_{korrigerad}$ = normalårskorrigerad värmeanvändning	[kWh]
Q_{ko}= utetemperaturoberoende del värmeanvändning	[kWh]
Q_{tot}= den totala värmeanvändningen	[kWh]
$GD_{normalår}$= antal graddagar ett normalår	[°C·dagar]
$GD_{aktuellt}$= antal graddagar under aktuellt år	[°C·dagar]

För graddagsmetoden använder SMHI normalårsperioden 1971-2000[1].

Den utetemperaturoberoende andelen av energianvändningen utgörs oftast av tappvarmvatten och varmvattencirkulation. Oftast finns ingen separat avläsning av dessa värden, varför man tvingas till uppskattningar när man vill normalårskorrigera sin energianvändning. Andelen tappvarmvatten är vanligtvis mycket högre i bostadshus än i lokaler.

Ibland väljer fastighetsägare ett alternativt sätt att normalårskorrigera energianvändningen. Istället för att dra bort och sedan lägga till den utetemperaturoberoende värmeanvändningen efter korrigering lägger man istället till ett antal graddagar som representerar den oberoende delen. De temperaturoberoende graddagarna tas fram på samma sätt, men istället för att räkna i energi räknar man i graddagar. Ekvationen ser då ut enligt följande:

$$Q_{korrigerad} = \left(\frac{GD_{normal\ \ år} + GD_{ko}}{GD_{aktuell} + GD_{ko}}\right) \cdot Q_{tot} \qquad [kWh]$$

där

GD_{ko}= antalet graddagar för klimatoberoende energianvändning

Med det alternativa sättet anges tappvarmvattenanvändningen som graddagar. Genom att addera i både täljare och nämnare åstadkoms en större påverkan under månader då antalet graddagar för uppvärmning är litet, dvs under vår, sommar och höst. I viss mån kompenserar detta för de fel som ofta uppkommer vid normalårskorrigering med graddagar, under de perioder när antalet graddagar är litet.

10.1.3 Tappvarmvatten

I en del byggnader är tappvarmvattenandelen försumbar i förhållande till den totala energianvändningen. Det kan till exempel vara i kontorsbyggnader, bibliotek och skolbyggnader utan kök eller gymnastikhallar.

I bostäder uppskattas tappvarmvattenanvändningen på olika sätt:

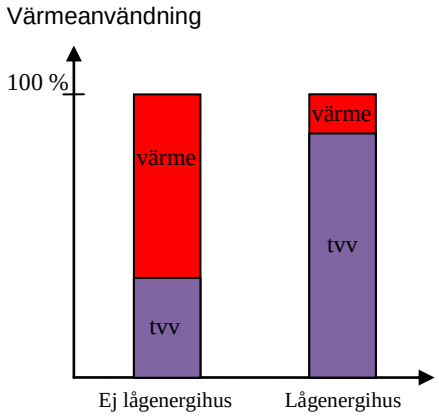
- 20-25% av Q_{tot} [3]

- 20 % av Q_{tot} [4]
- 1/3 av uppmätt kallvattenanvändningen [2a]

Det rekommenderas inte att ta fram andelen tappvarmvatten genom den totala värmeanvändningen eftersom det beror väldigt mycket på vad det är för byggnad som avses. Är det en extremt energieffektiv byggnad som använder förhållandevis lite energi blir andelen tappvarmvatten mycket större än i en energikrävande byggnad där Q_{tot} är mycket större. Allt eftersom fler lågenergibyggnader byggs minskar andelen värmeenergi, vilket betyder att andelen tappvarmvatten ökar. Det är därmed svårt att gå efter en schablon för andel tappvarmvatten eftersom detta skiljer sig från byggnad till byggnad.

För nya byggnader medför Boverkets Byggregler sedan 2006 att byggnadens energianvändning måste mätas. Detta innebär att tappvarmvatten numera mäts i nyare byggnader. Bygg- och fastighetsbranschen har genom SVEBY tagit fram rekommendationer hur byggnaders energianvändning kan mätas.

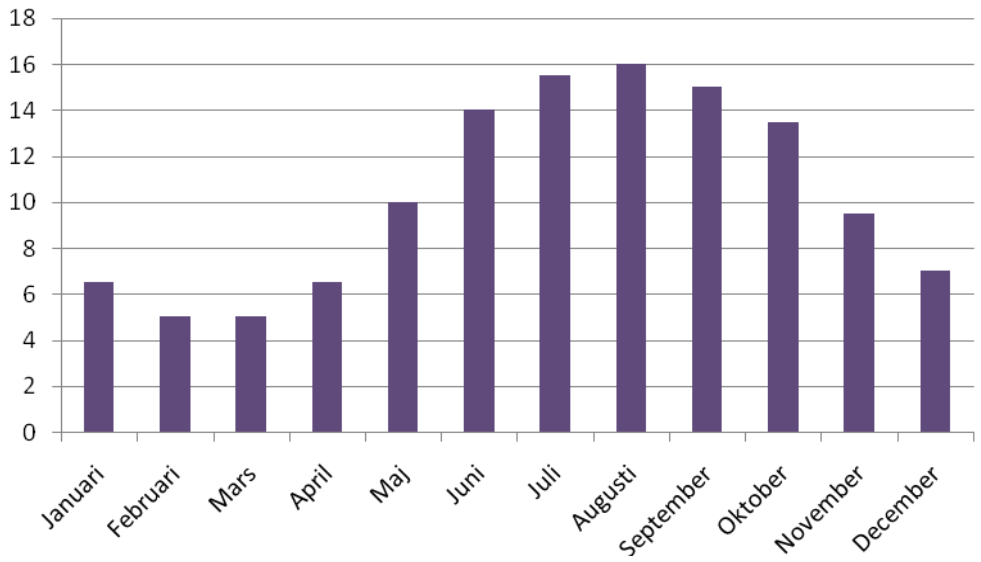
I figur 10.3 illustreras hur tappvarmvattenfördelningen kan se ut i förhållande till hela värmeanvändningen. Figuren illustrerar att andelen värme för temperaturhållning av rumsluft är väldigt liten för ett lågenergihus. Behovet att normalårskorrigera kan med fog ifrågasättas vad gäller extremt energisnåla byggnader.



Figur 10.3 Tappvarmvattenandel i förhållande till total värmeanvändning. Med värme avses värme för temperaturhållning av rumsluft.

Energianvändningen till tappvarmvatten beror på den inkommande kallvatten-temperaturen. Kallvattentemperaturen kan variera mycket över året (ytvattentäkt) och under de kallare månaderna krävs en större mängd energi för att bibehålla den utgående tappvarmvattentemperaturen. Om det inkommande kallvattnet tas från en

grundvattentäkt är temperaturen på vattnet däremot konstantare under året. I figur 10.4 visas ett exempel på inkommande kallvattentemperaturer från en ytvattentäkt.



Figur 10.4 Exempel på olika kallvattentemperaturer över året från en ytvattentäkt

Med stöd av figur 10.4 skulle det bästa sättet att ta fram tappvarmvattenandelen, bortsett från separat mätning, vara att dela upp tappvarmvattenanvändningen som en andel av kallvattenanvändningen för varje månad. Detta innebär att tappvarmvattenandelen kan skilja sig från månad till månad. Att energi till tappvarmvatten skiljer sig från en månad till en annan beror även på brukarbeteenden och är inte nödvändigtvis kopplat till utomhustemperaturer eller kallvattentemperaturer. Härvid bör observeras att tappvarmvattenanvändningen är lägre sommartid än vintertid, särskilt för semestermånaden juli.

Utöver ovan nämnda schabloner finns det en pågående utredning om hur tappvarmvatten skall hanteras i bostäder. Det är ett uppdrag som K-Konsult Energi utför för Energimyndigheten. Bakgrunden till rapporten är att få fram ett bättre underlag om hur mycket energi som används för uppvärmning av tappvarmvatten i bostäder.

I rapporten kommer att ges ett flertal exempel på olika sätt att uppskatta tappvarmvattenanvändningen. Framför allt redovisas schabloner och mätdata i enheter som m^3/person, m^3/lägenhet, liter/m^2.

10.2 EnergiIndex

Med metoden EnergiIndex används inte graddagar på samma sätt som med graddagsmetoden. EnergiIndex jämför visserligen också antalet graddagar för den

aktuella perioden med motsvarande antal graddagar för ett normalår. Jämfört med den traditionella graddagsmetoden finns dock två avgörande skillnader.

Dels baseras EnergiIndex på omfattande beräkningar av värmebalansen för en byggnad, medan graddagsmetoden relateras till utetemperaturen för en ort och tar endast ytterst schabloniserat hänsyn till intern värmegenerering och solinstrålning. Dels tar EnergiIndex, förutom till utetemperaturen, även hänsyn till inverkan av solinstrålning, annan intern värmegenerering, vindpåverkan och byggnadens värmetröghet. För att markera skillnaden mot den traditionella graddagsmetoden används för EnergiIndex sk ekvivalenta graddagar. Eftersom EnergiIndex efterliknar den verkliga värmebalansen för en byggnad behövs inga schabloniserade eldningsgränser såsom för den traditionella graddagsmetoden. De som tidigare använt den traditionella graddagsmetoden kan relativt enkelt ändra till EnergiIndex och istället för graddagar arbeta vidare med ekvivalenta graddagar.

EnergiIndex är utvecklat av SMHI och använder en mjukvara, ENLOSS, för att göra de värmebalansberäkningar som ligger till grund för de ekvivalenta graddagarna. ENLOSS, även det utvecklat av SMHI, baseras på etablerade fysikaliska samband och har utvecklats sedan mitten av 1980-talet.

Normalåret för EnergiIndex baseras på perioden 1965-1995.

10.2.1 Byggnadsmodell i ENLOSS

Indata till modellen i ENLOSS utgörs av byggnadens form, byggnadsår, läge, byggnadskonstruktion och användningssätt. SMHI använder ett ortsindex för blandad bebyggelse. Byggnadens tidskonstant är 24 timmar och är den som beskriver värmelagringen i byggnaden. Den standardtypbyggnad som används representeras av ett äldre flerbostadshus med frånluftsventilation. Byggnaden är i programmet placerat i ett normalskyddat läge med en huslängds avstånd från nästa byggnad. Det typhus som utgör standardtypbyggnaden idag är framtaget för att passa byggnader liknande de i miljonprogrammet. Vill kunden ha andra typbyggnader än denna så kan SMHI anpassa detta efter behov. Det kan då handla om kontor, annat ventilationssystem eller andra lägen. I programmet utgår man från att inomhustemperaturen skall hållas konstant på 21 °C.

10.2.2 Tappvarmvatten och normalårsperiod

Uppvärmningsbehovet för tappvarmvatten ingår inte i EnergiIndexvärdet som levereras till kunden. SMHI informerar om schablonen på 25 % av totala värmeanvändningen för tappvarmvattenbehovet om kunden inte vet hur stor den faktiska tappvarmvattenandelen är. SMHI har även informerat om en metod där fastighetsägaren utgår från medelvärdet av energianvändningen för juni till augusti eftersom det då enbart används energi för uppvärmning av tappvarmvatten. Detta innebär troligen att den årliga tappvattenanvändningen blir för liten då såväl

varmvattentappningen som varmvattenenergin normalt är högre under den kallare delen av året. Det sista gäller för orter med ytvattentäkter.

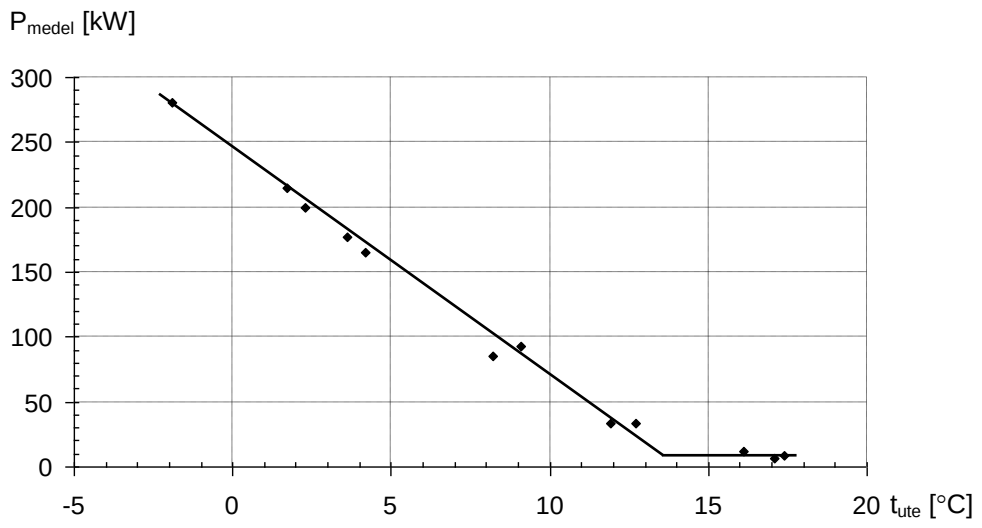
För EnergiIndex används inte samma normalårsperiod som för graddagsmetoden. Idag används perioden mellan 1965 och 1995, men detta kommer i framtiden göras om och vara en och samma period för både graddagsmetoden och EnergiIndex [1].

10.3 Energisignatur

E-signatur är relaterad till den specifika byggnaden för vilken energistatistiken skall normalårskorrigeras. För att kunna använda sig av denna metod vid normalårs-korrigering måste man ha tillgång till historiska data för den aktuella byggnaden. Metoden bygger på att man plottar byggnadens medeleffekt per månad som funktion av månadens medelutetemperatur. För att ta fram månadsmedeleffekten kan byggnadens värmeanvändning under månaden divideras med månadens timmar.

För att kunna rita upp en E-signatur krävs värden för ett helt år. Har man värden för en kortare period med tillräckligt stora variationer i utetemperaturen finns möjligheten att ta fram en prognos. Uppmätt medelvärmeeffekt per månad som funktion av medeltemperaturen utomhus för angiven månad ritas i ett diagram. Med hjälp av linjär regression tas sedan E-signaturen fram. Det är med E-signatur inte nödvändigt att separera den temperaturoberoende delen från den beroende i den totala energianvändningen, innan värdena sätts in i diagrammet. Emellertid måste den linjära regressionen tas fram för månadsvärden vars månadsmedeltemperatur för utetemperaturen ligger under byggnadens balanstemperatur.

I figur 10.5 visas ett exempel på E-signatur för en lokalbyggnad.



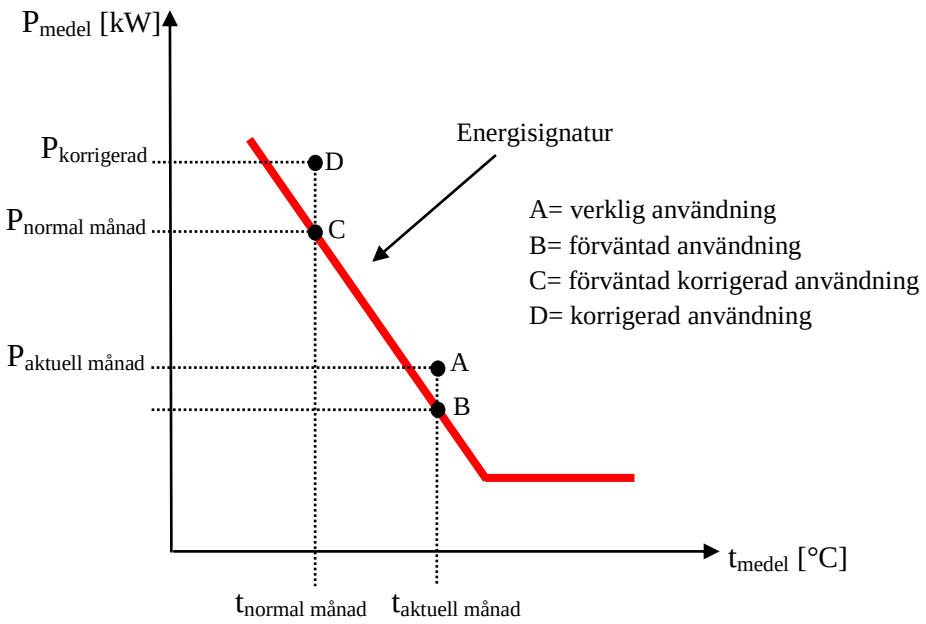
Figur 10.5 Exempel på E-signatur för en lokalbyggnad [3]

I figur 10.5 kan man se att energibehovet för uppvärmning ökar proportionellt med minskad utomhustemperatur, förutsatt att inomhustemperaturen hålls konstant. På samma sätt som för graddagsmetoden finns det en bastemperatur (=balanstemperatur), i detta exempel ligger den på cirka 13,5°C. I praktiken innebär det att det vid 13,5°C inte finns något energibehov för uppvärmning. Det finns ett relativt konstant medeleffektbehov på ca 10 kW som motsvarar den utetemperaturoberoende delen. I det här fallet är det medeleffektbehovet för uppvärmning av varmvatten.

10.3.2 Normalårskorrigera med E-signaturen

För att använda Energisignaturen till normalårskorrigering bör man utgå ifrån ett referensår som uppdateras bara då förändringar har skett i verksamheten, effektiviserande åtgärder genomförts eller större ombyggnader skett.

I figur 10.6 visas ett exempel på hur normalårskorrigering med hjälp av E-signatur går till.



Figur 10.6 Normalårskorrigera med E-signatur

A= Avläst medeleffekt under aktuell månad. Värdet fås från den avlästa energianvändningen som divideras med antalet timmar för den aktuella månaden.

B=Punkt B motsvarar den förväntade energianvändningen/effektbehovet för månaden.

C= Det normala effektbehovet/energianvändningen för månaden.

D= Normalårskorrigerad medeleffekt, där aktuell månad i det här fallet varit varmare än normalt.

Normalt sammanfaller inte punkt A och B eftersom punkt B ligger på energisignaturen som är en regressionslinje anpassad efter ett antal mätpunkter med en viss naturlig spridning. För att ta hänsyn till detta antas den uppmätta energianvändningen motsvaras av punkt D istället för punkt C för en normalmånad. Om den verkliga medeleffekten (punkt A) är 10 % högre än den förväntade medeleffekten (punkt B) blir den korrigerade medeleffekten (punkt D) 10 % högre än den förväntade medeleffekten (punkt C).

$$P_{korrigerad} = D = \frac{A}{B} \cdot C \qquad [kW]$$

För att få fram den korrigerade energianvändningen, multipliceras $P_{korrigerad}$ med antalet timmar för aktuell månad

$$Q_{korr} = P_{korr} \cdot t_{månad} \qquad [kWh]$$

10.4 Korrigering för olika avläsningsperioder

Det är inte alltid avläsningen sker den sista varje månad vilket kan orsaka stora fel i normalårskorrigeringen [2a]. För att ta hänsyn till detta kan man korrigera för avläsningarna på två olika sätt.

10.4.1 Korrigering med hänsyn till felande dagar

Ett sätt innebär att man korrigerar månadsanvändningen med hänsyn till antalet dagar mellan avläsning i början och i slutet av månaden:

$$Q_{månad} = Q_{avläst} \cdot \frac{(Antal\ dagar\ i\ månaden)}{(Antal\ dagar\ mellan\ avläsningar\ i\ början\ \&\ slutet\ av\ månaden)} \ [kWh]$$

Om denna metod väljs måste det säkerställas att de felande dagarna inte skiljer sig nämnvärt från övriga dagar, det vill säga att dygnsmedeltemperaturen ute är ungefär samma de avvikande dygnen som månadsmedeltemperaturen. Om det skulle vara så att de avvikande dagarna avviker mycket från de andra dagarna i avläsningsperioden kommer denna metod ge ett stort fel.

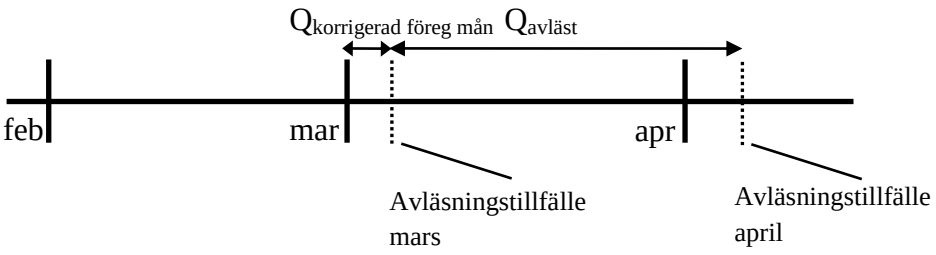
10.4.2 Korrigering med hänsyn till avvikande utetemperatur

Det andra sättet tar hänsyn till tidskorrigeringen från slutet av den föregående månaden genom att denna läggs till eller dras ifrån den aktuella avlästa månadsförbrukningen innan korrektionen sker:

$$Q_{månad} = (Q_{avläst} - Q_{korrigerad\ föreg\ månad}) \cdot \frac{(Antal\ dagar\ i\ månaden)}{(Antal\ dagar\ från\ föreg\ månadsskifte)}$$
[kWh]

$Q_{korrigerad\ föreg\ månad}$ är den energin som ligger mellan förra månadens avläsningsdag och sista dagen i den månaden, se figur 10.7. $Q_{korrigerad\ föreg\ månad}$ kan alltså fås fram när $Q_{månad}$ och $Q_{avläst}$ från *föregående månad* är kända, vilket innebär att $Q_{korrigerad}$

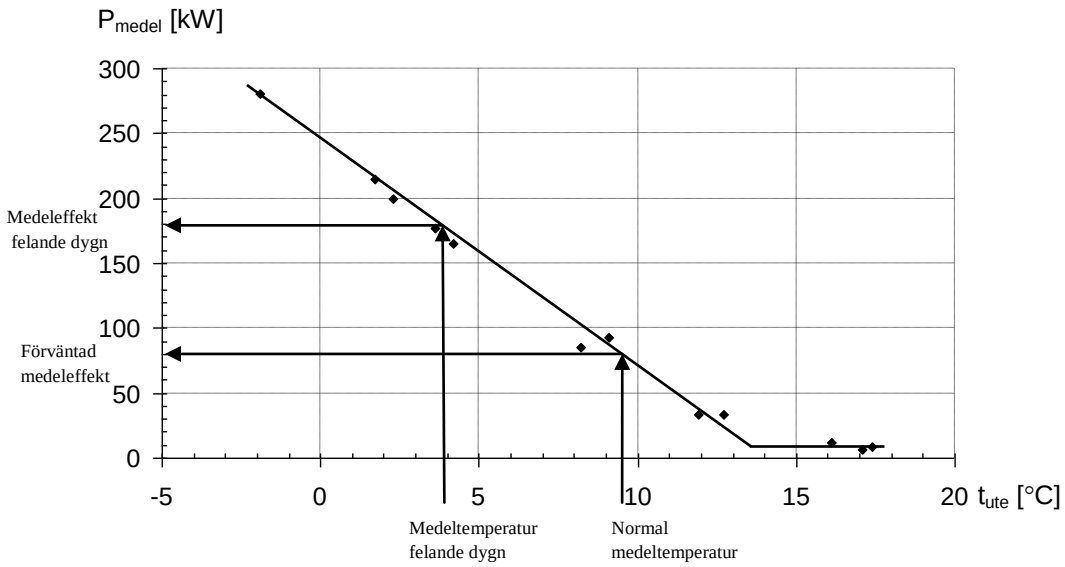
föreg månad måste uppskattas för första avläsningstillfället om det inte är så att avläsningen sker på rätt dag vid det första tillfället. I figur 10.7 ser man att avläsningen för mars gjordes ett par dagar för sent och att avläsningen för april gjordes ett par dagar in i maj.



Figur 10.7 Illustration av olika avläsningstillfälle

Med denna metod kommer energianvändningen avvika markant om dygnsmedeltemperaturen under de felande dygnen avviker markant, vilket gör denna korrigeringsmetod noggrannare än föregående.

För att ta hänsyn till de stora avvikelser som kan uppstå kan den avlästa energianvändningen korrigeras med hjälp av dygnsmedeltemperaturen och energisignaturen.



Figur 10.8 Avvikande dygnsmedeltemperatur felande dygn [2]

För varje felande dygn beräknas energianvändningen utifrån dygnsmedeltemperaturen och den motsvarande energianvändningen vilken erhålles ur energisignaturen. Ett exempel på hur det skulle kunna se ut visas i figur 10.8 Efter det läggs energianvändningen till eller dras ifrån den avlästa

energianvändningen beroende på om avläsningen skett före eller efter månadsskiftet:

$$Q_{månad} = Q_{avläst} \pm Q_{korrigering\ månadsbörjan} \pm Q_{korrigering\ månadsslut} \quad \text{[kWh]}$$

10.4.3 Avläsningskorrigera och normalårskorrigera

Om en korrigering för avläsningsperiod skall göras, måste detta ske före en eventuell normalårskorrigering. Avläsningskorrigering och normalårskorrigering används för två olika ändamål och är helt oberoende av varandra. Det har däremot visat sig viktigt att avläsningskorrigera innan man normalårskorrigerar, då detta annars skulle orsaka fel resultat i normalårskorrigeringen [2a].

Korrigeringen för fel avläsningsperiod är ofta en inbyggd funktion i de energiuppföljningsprogram som idag används och då är det korrigeringsmetoden i 10.4.1 som används. Datum för avläsning av energianvändningen anges vid inmatning i databasen och programmet korrigerar sedan för avläsningsdatum automatiskt utan att några egna beräkningar behöver göras.

Bilaga 3

11 Exempel på metoder för normalårskorrigering – historik och internationell utblick

11.1 Inledning

I det följande beskrivs allmänt ett antal metoder för normalårskorrigering av utetemperaturberoende energianvändning i byggnader. Hur några av metoderna används för dels enskilda byggnader, dels, främst i den svenska energistatistiken har redovisats i delarna 1 och 2 av denna rapport. Flera av metoderna för dessa två tillämpningar är i grunden lika men hur de tillämpas skiljer sig åt.

De flesta normalårskorrigeringsmetoder utgår från att utetemperaturen är den helt dominerande, eller enda, faktorn att ta hänsyn till. Detta är en förenkling.

En annan faktor som kan ha betydelse är solinstrålningen, då denna bidrar till att värma byggnaden. En ytterligare faktor som kan ha betydelse är vinden. För äldre otäta byggnader kan uppvärmningsbehovet påverkas relativt mycket av vinden. För moderna täta byggnader är vindens påverkan mer eller mindre försumbar. Detta gäller särskilt nya, mycket täta lågenergibyggnader.

Två av metoderna, graddagar respektive e-signatur, beskrivs och utreds i en Effektiv-rapport [2a] som också redovisas i en artikel i Energi & Miljö år 2003 [2b].

11.2 Graddagsmetoden

11.2.1 Allmänt

Alla varianter av graddagsmetoder förutsätter att värmebehovet nästen uteslutande bestäms av utetemperaturen. I vissa länder, exempelvis Danmark. finns även vind- och solkorrigerade graddagar.

Graddagsmetoden är en gammal, universellt använd metod för normalårskorrigering av främst värmeenergi, men även av kylenergi. Den bygger på den uppmätta skillnaden mellan en antagen bastemperatur, vilken motsvarar byggnadens balanstemperatur (då ingen värme behöver tillföras), och utetemperaturens dygnsmedelvärde.

Som tillägg kan en eldningsgräns väljas, d.v.s. antagandet att ingen värme tillförs byggnaden förrän utetemperaturen understiger ett visst värde som är lägre än bastemperaturen. I många byggnader används automatiskt pumpstopp för värmesystemet när utetemperaturen överskrider ett visst värde, exempelvis 15°C.

Redan under andra halvan av 1800-talet togs graddagar fram inom trädgårds- och jordbruksforskningen för att karakterisera vegetationsperioden för olika orter liksom variationen år från år. Vegetationsperioden antas föregå när utetemperaturen överskrider ett visst värde, exempelvis 42°F (5,6°C) i Storbritannien och 5°C i Sverige. Beroende på växtslag ligger temperaturkravet mellan +3°C och +5°C.

För byggnader varierar valet av bastemperatur (inomhustemperatur/ balanstemperatur) mellan olika länder och är ett mer eller mindre vedertaget nationellt schablonvärde. I Europa används vanligen bastemperaturen 18°C och i Norden 17°C. Eftersom graddagsmetoden är gammal motsvarar ofta bastemperaturen den rumstemperatur vilken inte skulle underskridas i början på 1900-talet. I slutet av 1930-talet bedömdes den lämpliga rumstemperaturen i svenska bostäder vara 18°C till 20°C.[9]

I olika länder används likaså helt olika eldningsgränser. Ibland används varierande eldningsgränser för varje månad under den varmare delen av året (som i Sverige och Finland), ibland en under året konstant eldningsgräns (som i Tyskland och av Eurostat) eller ingen eldningsgräns alls. Det senaste fallet är nog det vanligaste i världen.

Historiskt uppmätta graddagar bygger på att utetemperaturen avlästes manuellt, i regel tre till sex gånger per dygn. Beroende på antalet avläsningar per dygn används något olika ekvationer för att beräkna dygnsmedelutetemperaturen. Mycket vanligt är att man helt enkelt tar medelvärdet av dygnets lägsta respektive högsta avlästa temperatur, avlästa via minimi- och maximitermometrar).

Moderna serier av graddagar bygger vanligen på automatstationer där utetemperaturen avläses varje timme. Då beräknas dygnsmedelutetemperaturen utifrån dessa tjugofyra timvärden. Även avläsningar var tredje timme ger mycket goda medelvärden.

Graddagarna anges vanligen för var och en av årets tolv månader. Ofta startas årets graddagssumma när eldningssäsongen börjar på hösten och graddagssummeringen avslutas kommande sommar.

De uppmätta graddagarna för ett specifikt år jämförs med graddagarna för ett normalår. Detta normalår baseras i regel på en nationell normal omfattande ungefär 20 till 30 år. I få fall används WMO:s (World Meteorological Organisation) standardnormaler, vilken omfattar fastställda 30-årsperioder:

- Tidigare: 1901-1930 och 1931-1960
- Nu gällande: 1961-1990
- Kommande: 1991-2020

WMO:s standardnormaler används för de meteorologiska parametrarna såsom utetemperatur, luftfuktighet, nederbörd etc. Normalperioderna för graddagarna är i

regel olika för varje land. Ofta väljs nationella 20-årsperioder för att snabbare kunna uppdatera normalåret än om WMO:s standardnormaler används.

Alla typer av graddagarsmetoder förutsätter att den som använder metoden själv vet hur mycket av den årliga värmeenergianvändningen som är beroende av utetemperaturen. Alltså måste användaren själv veta hur mycket som främst är tappvarmvatten eller utetemperaturoberoende fastighetsel.

Eftersom såväl enskilda fastighetsägare som statistikmyndigheter sällan känner till andelen av den utetemperaturoberoende levererade värmeenergin används ofta olika schabloner för att bestämma den utetemperaturoberoende andelen.

ISO-Standard EN-ISO 15927-6
Det finns sedan år 2007 en internationell standard (ISO) för beräkning av graddagar och gradtimmar *Hygrothermal performance of buildings – Calculation and presentation of climatic data. Part 6: Accumulated temperature differences (degreedays) ISO 15927-6*.

Denna standard utgör den sista delen av flera standarder rörande hur klimatdata för byggnaders termiska egenskaper skall presenteras och redovisas. Exempelvis finns två standarder rörande timdata för beräkningar av dimensionerade kyleffekt respektive värmeeffekt för rumsuppvärmning samt en standard för timdata att använda vid beräkning av årsenergibehov för uppvärmning och kylning.

Den rekommenderade bastemperaturen i ISO-standarden är 12°C. Andra värden på bastemperaturen som kan användas är en multipel av 2°C, exempelvis 10°C, 14°C, 16°C, 18°C eller 20°C. Inga eldningsgränser rekommenderas i ISO-standarden.

Normalperioden rekommenderas, om möjligt, vara baserad på minst 20 års kontinuerliga mätningar.

11.2.2 Sverige

Sverige Meteorologiska och Hydrologiska Institut – SMHI
I Sverige har SMHI länge levererat data till graddagsmetoden för normalårskorrigering. Ursprungligen bygger den på en metod använd av dåvarande KBS –Kungliga Byggnadsstyrelsen redan under mellankrigstiden.

Bastemperaturen är 17°C. I SMHI:s informationsskrifter anges att denna valts för att interna värmelaster och solinstrålning skall resultera i en önskad rumstemperatur på 21-22°C. Alltså är byggnadens balanstemperatur 17°C. Troligen var den önskade lägsta rumstemperaturen när graddagsmetoden togs fram ca 17°C.

Utomhustemperaturens dygnsmedelvärde beräknas utifrån Ekholm-Modéns formel (ursprungligen bara för beräkning av månadsmedeltemperaturer) vilken började användas 1914. Denna beräknar ett vägt medelvärde av tre dagliga temperaturavläsningarna (kl 07, 13 och 19, svensk normaltid, från och med år

1947) samt maximi- och minimitemperaturen. De två senaste avläses två gånger dagligen och gäller för de senaste tolv timmarna.

Vid beräkning med Ekholm-Modéns formel viktas varje temperatur med en koefficient (a till e) som är en funktion av månad och longitud på en hel grad när. Dessa koefficienter har valts så att deras summa blir ett. Den nuvarande varianten av Ekholm-Modéns formel, som kan användas både för dygns- och månadsmedeltemperatur, lyder:

$$t_m = a \cdot t_{07} + b \cdot t_{13} + c \cdot t_{19} + d \cdot t_{\max} + e \cdot t_{\min} \quad \left[{}^{o}C\right]$$

Koefficienterna (a till e) i denna formel har bestämts med hjälp av några stationer som har eller har haft timobservationer. Ändring av observationstider har gjort att man tvingats göra nya koefficientuppskattningar.

Egentligen skulle man kunna klara sig med en formel för hela landet, men med olika koefficienter för varje månad, då longitudberoendet hos koefficienterna är ganska svagt.

Det som är speciellt för användningen av graddagsmetoden i Sverige är de över året variabla eldningsgränserna.

Vår, sommar och höst har solinstrålningen särskilt stor betydelse, varför graddagar endast beräknas då dygnets medeltemperatur underskrider följande värden:

- april +12°C
- maj +10°C
- juni +10°C
- juli +10°C
- augusti +11°C
- september +12°C
- oktober +13°C

Under tiden november till mars används inga eldningsgränser utan alla dagar med medeltemperaturen under +17°C inkluderas.

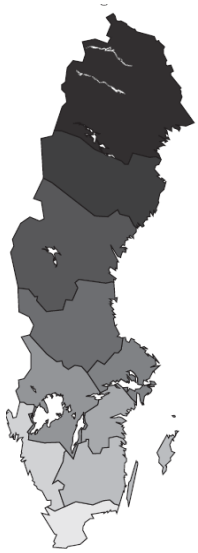
Eldningsgränser används även vid beräkning av gradtimmar enligt *VVS 2000 – Tabeller och diagram* [8]. Här är eldningsgränsen satt vid timmedeltemperaturen 11°C för såväl vår som höst.

För Götaland och Svealand brukar antas att eldningssäsongen varar från ungefär 15 september till ungefär 15 maj.

Beroende på främst typ av byggnad och dess ålder är dessa eldningsgränser mer eller mindre rätt valda. Ett vanligt problem med normalårskorrigering med graddagar är att korrigeringarna för vår- och höstmånaderna blir felaktiga. Sett över hela året har dessa felaktigheter liten betydelse men för de enskilda månaderna kan

avvikelserna vara stora. Felaktigheterna kan delvis bero på felvalda eldningsgränser. En debattartikel i Energi & Miljö [9] påpekade att för större byggnadsbestånd i Stockholmstrakten ger egenberäknade graddagar utan eldningsgränser en bättre normalårskorrigering än SMHI:s standardgraddagar för höst och vår.

Månadsvärden på SMHI Graddagar tas kontinuerligt fram för drygt 300 orter (301 st) indelade i tio regioner, se figur 11.1. För 183 av dessa orter baseras graddagarna på observationer för platsen. För övriga 118 orter beräknas graddagarna på interpolerade värden mellan närbelägna observationsplatser. För varje region varierar antalet orter mellan 23 (Södermanland/Östergötland) och 38 (Skåne/Blekinge), i medeltal är antalet orter ca 30 per region.



Figur 11.1 SMHI:s tio regioner för graddagar innehållande 301 orter.

SMHI använder sedan 2003 trettioårsperioden 1970 till 2000 som normalperiod för graddagarna. Dessförinnan användes den kortare perioden 1961 till 1979 som normalperiod.

11.2.3 Norge, Danmark, Finland och Tyskland

Norge

I Norge levereras graddagar sedan länge av Meteorologisk Institutt – MI.

Bastemperaturen är 17°C och inga eldningsgränser används.

Historiskt har utetemperaturen beräknats baserat på avläsningar kl. 07, 13 och 19 (norsk normaltid) samt dygnets lägsta temperatur. Utetemperaturens dygnsmedel beräknas enligt Köppens formel:

$$t_{dygn} = t_{07,13,19} - k \cdot \left(t_{07,13,19} - t_{\min}\right) \quad [°C]$$

där

t_{dygn} = utetemperaturens dygnsmedelvärde

$t_{07,13,19}$ = medelvärdet av temperaturavläsningarna kl 07, 13 och 19, norsk normaltid

t_{min} = lägsta utetemperaturen i tidsrummet mellan kl 19 föregående dygn och kl 19 innevarande dygn

k = faktor for att korrigera till bästa möjliga 24 timmars medelvärde

Sedan 1990-talet dominerar automatstationerna det norska stationsnätet. Trots detta anges [10] att de fyra avläsningarna per dygn användes så sent som år 2002 för att beräkna de norska graddagarna.

Normalåren som används i Norge var tidigare åren 1961 till 1990 (WMO:s standardnormal) men är numera 1971 till 2000 (nationell normal). Graddagar för normalår finns för alla Norges kommuner och tjugo fylken (län), d.v.s. 836 stationer. Vissa stationer avser en tätort som saknar en väderstation. I dessa fall har graddagarna interpolerats utifrån geografiskt närliggande stationer.

Trots att inga eldningsgränser används vid framtagande av de norska graddagarna definierar man eldningssäsongens början när dygnsmedeltemperaturen underskrider 11°C på hösten och dess slut när dygnsmedeltemperaturen överskrider 9°C på våren. Detta innebär att för sydligaste Norge (Kristiansand) varar eldningssäsongen från den 23 september till den 8 maj medan för Nordnorge (Tromsø) varar eldningssäsongen från den 17 augusti till den 14 juni.

Danmark

Danmarks Meteorologiske Institut – DMI

Graddagsmetoden för normalårskorrigering är mycket använd i vårt södra grannland. Danmarks Meteorologiske Institut – DMI tillhandahåller sedan länge graddagsdata gratis för 35 stationer jämnt fördelade över Danmark.

Bastemperaturen är 17°C och inga eldningsgränser används i DMI:s graddagar. Graddagarna redovisas för såväl veckor som månader.

Det danska normalår som DMI använder omfattar för närvarande eldningssäsongerna (1 oktober till 30 september) 1982 t.o.m. 2000.

DMI använder två typer av graddagar:

- Skugg-graddagar, d.v.s. graddagar utan hänsyn till solinstrålning (och vind)
- Vindkorrigerade graddagar

Vindkorrigeringen sker genom att månadens medelvindhastighet i skalan Beufort [BF] antas påverka byggnadernas värmebehov.

Om produkten av månadens medelvind [BF] och graddagar [GD] överstiger 40 vindkorrigeras graddagarna enligt följande

$$GD_{vindkorr} = GD + \left(\frac{GD \cdot BF - 40}{20} \right) \text{ om } BF \cdot GD > 40$$

där
GD = graddagar för aktuell månad [°C·dagar]
BF = medelvindhastigheten för aktuell månad [BF].

Vindens hastighetsvärde i Beufort varierar mellan 0 och 12, vilket motsvarar en månadsmedelvind mellan strax över 0 m/s och nästan 35 m/s. Tabell 11.1 visar vindhastigheter i BF som funktion av medelvinden i m/s.

Tabell 11.1 Vindhastigheter i Beufort [BF] som funktion av medelvinden [m/s].

BF	Vindintervall [m/s]	Medelvind [m/s]
0	0,0-0,2	0,1
1	0,3-1,5	0,9
2	1,6-3,3	2,5
3	3,4-5,4	4,4
4	5,5-7,9	6,7
5	8,0-10,7	9,4
6	10,8-13,8	12,3
7	13,9-17,1	15,5
8	17,2-20,7	19,0
9	20,8-24,4	22,6
10	24,5-28,4	26,4
11	28,5-32,6	30,6
12	32,7-36,9	34,8

Inverkan av vindkorrigeringen är tämligen liten sett över en hel eldningssäsong. En jämförelse för eldningssäsongen 2009/10 (1 oktober till 30 september) mellan Kastrups flygplats vid Köpenhamn och det mer vindutsatta Skagens fyr på Jyllands norra udde görs i tabell 11.2.

Tabell 11.2 Jämförelse mellan DMI:s skuggraddagar respektive vindkorrigerade graddagar.

Ort	Skuggraddagar Eldningssäsongen 2009/10	Vindkorrigerade graddagar Eldningssäsongen 2009/10	Ökning p.g.a. vindkorrigering
Kastrups flygplats	3 175	3 293	Knappt 4 %
Skagens fyr	3 422	3 650	Knappt 7 %

Sedan år 2006 skall i danska energideklarationer av byggnader graddagar från DMI användas för normalårskorrigering av en byggnads energianvändning. Nationella värden för hela Danmark får användas.

30 % av den totala värmeenergianvändningen antas därvid utgöras av utetemperaturoberoende tappvarmvattenanvändning.

Teknologiskt Institut – TI

I tillägg till DMI:s gratis graddagar *säljs* även graddagar, sedan år 1936, av Teknologiskt Institut – TI. Dessa användes fram till för några år sedan för de årligen återkommande energicertifieringarna av större byggnader inom det dåvarande ELO-systemet (Energi Ledelse Ordningen). Därigenom har dessa graddagsdata använts av de flesta större fastighetsägare i Danmark.

Sedan år 2006 är ELO-system ersatt av ett nytt energideklarationssystem där deklarationerna sker med flera års mellanrum beroende på byggnadstyp. Därigenom används TI:s graddagar inte längre i några officiella sammanhang, men många fastighetsägare har valt att fortsatta att använda denna graddagsserie eftersom man då får en jämförbarhet bakåt i tiden.

Numera kallas TI:s graddagar för EMO-graddagar repektive TI-graddagar. De är tillgängliga på veckobasis (TI), månadsbasis (TI och EMO) och årsbasis (TI och EMO).

Bastemperaturen för TI:s graddagar är 17°C och graddagarna avser hela Danmark trots att de representeras av en enda ort, DMI:s mätstation på Landbohøjskolen i Fredriksberg (Köpenhamn). Där startades DMI:s föregångare år 1872.

TI tillhandahåller såväl skuggraddagar som solkorrigerade graddagar. Exempelvis Dansk Energi använder medelvärdet av dessa två typer av graddagar för att normalårskorrigera sina medlemsföretags fjärrvärmeförsäljning.

Hur solkorrigeringen går till är inte publicerat.

TI använder den 40-åriga normalperioden åren 1941 till 1980.

TI:s graddagar skiljer sig också från DMI:s genom att eldningsgränser används:

12°C dygnsmedelutetemperatur på hösten och 10°C på våren.

Eldningssäsongen antas starta på hösten när dygnsmedeltemperaturen underskrider 12°C under minst 3 dygn i sträck. Den upphör på våren när dygnsmedeltemperaturen överskridit 10°C under tre dygn i sträck. Om medeltemperaturen för minst 3 dygn i sträck överskrider 12°C på hösten (eller 10°C på våren) upphör graddagsstatistiken tills utetemperaturen underskridit 12°C på hösten (eller 10°C på våren) under minst 3 på varandra följande dygn.

Jämförs DMI:s och TI:s graddagar så skiljer de sig något, dels, och främst, därför att de avser olika tidsperioder (1982 till 2000, respektive 1941 till 1980), dels därför att TI gör uppehåll i graddagssummeringen enligt ovan. För normalåret är DMI:s graddagar för Kastrups flygplats 3 247 och TI:s graddagar för Landbohøjskolen i närliggande Fredriksberg 2 906, alltså ca 11 % lägre för Landbohøjskolen, trots en kallare normalperiod.

Finland

Finlands Meteorologiska Institut levererar likaså graddagsstatistik och har gjort så sedan 1927. Bastemperaturen är liksom i Sverige 17°C. Finland använder enklare eldningsgränser än Sverige: 10°C på våren (ungefär april till juni) och 12°C på hösten (ungefär augusti till oktober). Gränsmånadernas utetemperatur antas förändra sig lineärt mellan månadernas medeltemperaturer.

Traditionellt baseras beräkningen av dygnets medeltemperatur på manuella observationer kl. 02, 08, 14 och 20, finsk normaltid. Numera används normalt timvärden från automatstationer.

Den nuvarande normalårsperioden omfattar de trettio åren 1971 till 2000. På Meteorologiska Institutets hemsida finns normalgraddagar för 16 orter över hela Finland.

Tyskland

Även i Tyskland har graddagsmetoden en lång tradition. Bastemperaturen är 19°C. En enhetlig eldningsgräns används, 12°C medelvärde på dygnsutetemperatur under såväl höst som vår.

11.2.4 Storbritannien och Nordamerika

Storbritannien

I Storbritannien är graddagsmetoden såväl gammal som mycket använd. Bastemperaturen skiljer sig mellan sjukhus och andra typer av byggnader, främst bostäder. För sjukhus används 18,5°C (65°F) och för övriga byggnader 15,5°C (60°F). Inga eldningsgränser används.

Traditionellt har sedan 1928 dygnets maximala respektive minimala temperatur använts för att bestämma dygnets medeltemperatur. Beroende på hur de uppmätta utetemperaturerna förhåller sig till bastemperaturen används olika ekvationer för att beräkna graddagarna.

Villkor	Använd ekvation
$t_{min} > t_{bas}$	$GD = 0$
$(t_{max} + t_{min})\cdot 0{,}50 > t_{bas}$	$GD = (t_{bas} - t_{min})\cdot 0{,}25$
$t_{max} \geq t_{bas}$	$GD = (t_{bas} - t_{min})\cdot 0{,}50-(t_{max} - t_{bas})\cdot 0{,}25$
$t_{max} < t_{bas}$	$GD = t_{bas} - (t_{max} + t_{min})\cdot 0{,}50$

Nyligen har dessa ekvationer jämförts [11] med ”riktiga” graddagar beräknade på dygnsmedelvärden vilka baseras på timvärdesobservationer. Jämförelsen har gjorts för över 100 väderstationer i Storbritannien baserat på 20 års mätningar. Resultatet visar ekvationerna ovan överskattar antalet graddagar något.

I Storbritannien har också utvecklats metoder för att ur antalet graddagar med bastemperaturen 15,5°C beräkna graddagstalet för en godtycklig bastemperatur [12].

Graddagarna publiceras för 18 regioner i Storbritannien inkl. Nordirland. Normalåret baseras på 20 års observationer och tidsperioden flyttas varje år.

Graddagstal kan hämtas gratis från Carbon Trusts hemsida (www.carbontrust.co.uk/cut-carbon-reduce-costs/calculate/energy-metering-monitoring/pages/degree-days.aspx).

USA och Kanada
Graddagsmetoden har sitt ursprung i den Nordamerikanska naturgasindustrin under mellankrigstiden, d.v.s. i USA och Canada. Den är således gammal och välkänd i dessa länder. Graddagar används för såväl uppvärmning som kylning. Normalt används 18,3°C (65°F) som bastemperatur för både uppvärmning och kylning. Ursprungligen antogs att internvärmetillskott och solinstrålning genom fönster gav upphov till ungefär 5°F (2,8°C) temperaturtilskott inomhus, d.v.s. rumstemperaturen var drygt 21°C.

När det gäller kylning tas ingen hänsyn till uteluftens fuktinnehåll och därmed inte till det extra energitillskott som krävs för avfuktning av tilluft. Inte heller i USA används några eldningsgränser vid beräkning av graddagar.

Amerikanska VVS-tekniska föreningen, ASHRAE, har nyligen i sin *2009 Handbook Fundamentals* [13] publicerat data över värme- och kylgraddagar med bastemperaturen 18,3°C (och 10,0°C) för 5 564 väderstationer över hela världen.

För Sverige presenterar ASHRAE data för hela 95 stationer. De flesta av de svenska stationerna har data avseende en period om 25 år från 1982 till 2006. Men för exempelvis stationen Göteborg A (Centrum) avser data endast tioårsperioden 1996 till 2006. Därför skiljer sig normalårets graddagsvärden mycket mellan Göteborg A och den närliggande stationen Göteborg Säve, vilken har en dataperiod om 25 år.

11.3 EnergiIndexmetoden

EnergiIndexmetoden har utvecklats av SMHI. EnergiIndex anges som ekvivalenta graddagar vilket innebär att korrigeringsmetodiken helt överstämmer med graddagsmetoden. Emellertid tar EnergiIndex, förutom utomhustemperaturen, även

hänsyn till klimatparametrarna solinstrålningen och vinds inverkan på en byggnads värmeenergianvändning. De ekvivalenta graddagarna tas fram genom beräkning av en ekvivalent utetemperatur med hjälp av en simuleringsmodell för byggnadens värmeenergianvändning (ENLOSS).

SMHI har utvecklat ett antal typbyggnader för vilka den ekvivalenta utetemperaturen normalt beräknas. För de allra flesta fall beräknas ett ”ortsindex” som lämpligen används för ett område med varierad bebyggelse. Rumstemperaturen ansätts till 21°C.

EnergiIndex kan fås som månads- eller dygnsvärden för **242** orter i Sverige. Normalperioden är 30-årsperioden 1965 till 1995.

11.4 Climate Severity Index – CSI

I ett flertal forskningsprojekt finansierade av EU har utvecklats en metod för karaktärisering av en byggnads lokalklimat, kallad Climate Sverity Index – CSI. Denna metod har stora likheter med SMHI:s EnergiIndex och tar hänsyn till samma parametrar: utetemperatur, solinstrålning och vind. CSI lanserades i en artikel av Thomas Markus [14] redan år 1982 och har under de senaste åren utvecklats att gälla för såväl uppvärmningssäsongen (Winter Climatic Severity) som kylsäsongen (Summer Climatic Severity).

CSI har hittills använts inom forskningsprojekt och beräknats för vissa byggnadstyper med hjälp av olika byggnadssimuleringsprogram. Detta medför att metoden är tämligen outvecklad och hittills använts för jämförelser mellan olika uteklimat och mycket lite för nomalårskorrigering.

11.5 E-signaturmetoden (effekt- eller energisignatur)

Denna metod kan användas för normalårskorrigering av enskilda byggnader. Den utvecklades delvis ur Prinston-universitets liknande metod PRISM (PRInston Score keeping Method) från tidigt 1980-tal. Numera finns energisignaturmetoden beskriven i den informativa Bilagan B *Energy Monitoring* till Europa-standard SS-EN 15603:2008 *Energy performance of buildings – Overall energy use and definition of energy ratings* (*Byggnaders energiprestanda – Sammanvägd energianvändning och olika sätt att uttrycka energiprestanda*).

På x-axeln ritas utetemperatur för valt tidsintervall och på y-axeln motsvarande medeleffekt. Metoden kan används för såväl uppvärmning som kylning.

I PRISM användes energisignaturen ursprungligen för att fastställa en enskild byggnads balanstemperatur. Utifrån dygnsmätningar av energianvändningen och utetemperaturen fastställdes först byggnadens balanstemperatur. Sedan beräknades graddagarna för varje dygn och dygnets uppmätta energianvändning plottades mot de uträknade graddagarna utifrån varje enskild byggnads balanstemperatur. Då

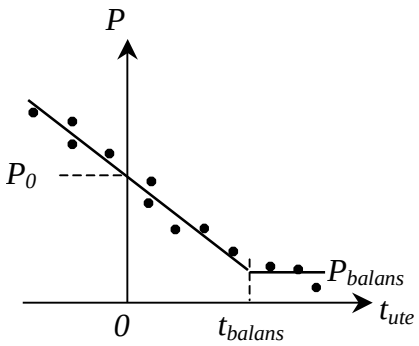
erhölls ett någotsånär linjärt samband energianvändning och graddagar. I mjukvaran PRISM kunde sedan värdena analyseras statistiskt.

I Sverige tillämpades energisignaturmetoden tidigt i ett par forskningsprojekt från dåvarande Statens institut för byggnadsforskning [15].

Energisignaturmetoden kräver månadsvärden eller veckovärden vad gäller energianvändning (för beräkning av medeleffekt) respektive utetemperatur. Anledningen är att de längre tidsperioderna krävs för att utjämna värmelagringen i byggnadsstommen. I Sverige publicerar SMHI uppmätt utetemperatur respektive normalårets utetemperatur endast som månadsvärden. I Danmark publicerar DMI såväl månads- som veckovärden.

Utifrån SS-EN 15603:2008 används för energisignatur mätvärden med ett visst tidsintervall. Detta kan vara så lågt som en timme, men normalt används månadsvärden vid manuell avläsning. Likaså krävs mätvärden över ett tillräckligt stort spann av utetemperaturer för att få en god noggrannhet på den räta linjens regressionskoefficienter. Den räta linjen skall givetvis endast anpassas för mätvärden under byggnadens balanstemperatur.

Figur 11.2 visar hur en ekvation kan bestämmas från mätvärden.



Figur 11.2 Principfigur över energisignatur, d.v.s. effekt – utetemperaturdiagram

Vid utetemperaturer under byggnadens balanstemperatur t_{balans} kan en linje anpassas utifrån mätvärden till ekvationen:

$$P = P_0 - H \cdot t_{ute} \qquad [W] \qquad \textbf{(Ekvation 11.1)}$$

där
P = medelvärmeeffekt [W]
P_0 = medelvärmeeffekt vid 0°C utetemperatur [W]
H = effektlinjens lutningskoeffficent under balanstemperaturen t_{balans}

$$H = \frac{P_{balans} - P_0}{t_{balans} - 0} \qquad [W/K]$$

Balanstemperaturen kan ses både som en bastemperatur och som en eldningsgräns.

Energianvändningen för eldningssäsongen kan förenklat uppskattas om följande värden är kända:

P_0	= medelvärmeeffekt vid 0°C utetemperatur [W]
H	= effektlinjens lutningskoefficient [W/K]
$t_{eldningssäsong}$	= utetemperaturens medelvärde under eldningssäsongen [°C]
τ	= eldningssäsongens längd [h/år]

Energianvändningen kan då uppskattas som:

$$Q_{värme} = \left(P_0 - H \cdot t_{eldningssäsong}\right)\tau \qquad \text{[Wh/år]}$$

Osäkerheten för den uppskattade årsenergin under eldningssäsongen kan beräknas som:

$$\partial Q_{värme} = \sqrt{\tau^2 \cdot \partial P_o^2 + t_{eldningssäsong}^2 \cdot \tau^2 \cdot \partial H^2 + \tau^2 \cdot H^2 \cdot \partial t_{eldningssäsong}^2 + \left(P_0 - H \cdot t_{eldningssäsong}\right)^2 \cdot \partial \tau^2}$$

Spridningen av de individuella mätvärdena kring den anpassade linjen beror främst på:

1. Variabelt solvärmetillskott eller variabla tillskott via interna värmekällor. Detta medför att energisignaturmetoden inte är så lämplig för byggnader med stora passiva solvärmetillskott.
2. Variabel värmekonduktans (U·A) som beror på exempelvis vindpåverkan, otätt byggnadsskal eller bristfällig funktion hos värmesystemet.

För byggnader där passiva solvärmetillskott har stor betydelse är energisignaturmetoden ofta något missvisande eftersom spridningen kring mätvärdena då blir stor. I detta fall rekommenderar Bilaga B i SS-EN standarden att istället använda H-m metoden.

I H-m metoden utgår man från såväl ekvation 9.1 ovan som den generella energibalansekvationen för en byggnad under balanstemperaturen:

$$P = U \cdot A \cdot (\bar{t}_i - t_{ute}) + P_{annat} - \eta \cdot (A_{fönster} \cdot I_{sol}) \qquad \textbf{(Ekvation 11.2)}$$

där
$U{\cdot}A$ = byggnadens värmekonduktans [W/K]
$\bar{t}_i$ = inomhustemperaturen under uppvärmningssäsongen [°C]
t_{ute} = utomhustemperaturen [°C]
P_{annat} = medel värmeeffekt för annat än uppvärmning under balanstemperaturen [W]. Detta kan vara värmeenergi för tappvarmvatten inkl varmvattencirkulation,
systemförluster i värmesystemet etc. [W]
η = utnyttjningsfaktor för solinstrålningen [1]
$A_{fönster}$ = area för fönster, antingen total eller uppdelad per väderstreck [m²]

I_{sol} = solinstrålning mot lämplig yta, medeleffekt under studerad tidsperiod (vanligen månad), antingen global (total mot horisontell yta) eller total mot vertikala ytor i varje väderstreck. [W/m²]

Jämförs ekvationerna 11.1 och 11.2 fås en ekvation där även den passiva solvärmen kommer in:

$$P = H \cdot (\bar{t}_i - \bar{t}_{ute}) + P_{annat} - \eta \cdot (A_{fönster} \cdot I_{sol})$$

Vid H-m metoden tas lutningskoefficienten *H* fram ur ekvationen ovan vilket innebär att lutningskoefficienten *H* beräknas som:

$$H = \frac{P - P_{annat}}{\bar{t}_i - \bar{t}_{ute}} = H_0 - \eta \cdot A_{fönster} \cdot \frac{I_{sol}}{\bar{t}_i - \bar{t}_{ute}} = H_0 - \eta \cdot A_{fönster} \cdot m$$

där
m = en ”meteorologisk” variabel som är förhållandet mellan solinstrålningen och differensen innetemperatur minus utetemperatur.

Tyvärr innebär H-m metoden att ett par uppskattningar måste införas. Dessa är främst utnyttjningsfaktorn för solinstrålningen och i vis mån rumstemperaturen samt i mindre grad en bedömning av de fönsterareor som solen faller in genom och slutligen vilken uppmätt solinstrålning som skall användas. I utnyttjningsfaktorn kan inarbetas faktorer som tar hänsyn till hur fönstren fördelas och deras solavskärmning när man använder den globala solinstrålningen, d.v.s. total instrålning mot en horisontell yta. Vanligen varierar utnyttjningsfaktorn för solinstrålningen mer eller mindre över året. Som en första approximation kan utnyttjningsfaktorn dock antas vara konstant.

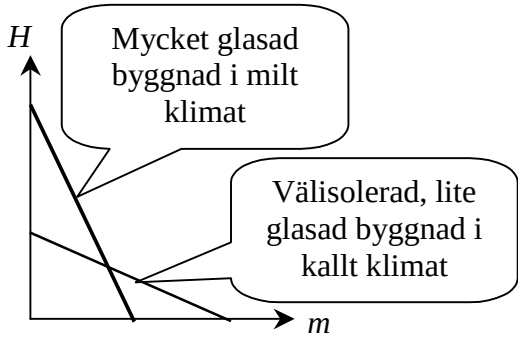
Alltså kan konstateras att H-m metoden komplicerar den ursprungliga tämligen enkla energisignaturmetoden avsevärt.

För att använda H-m metoden krävs nationella data på utnyttjningsfaktorn för solinstrålningen. Sådana saknas helt för Sverige men finns för vissa europeiska länder.

För lågenergibyggnader där solinstrålningen har en icke-försumbar betydelse skulle det vara tänkbart att utveckla svenska indata för solinstrålningens utnyttjningsfaktor. Å andra sidan kan man ifrågasätta behovet av normalårskorrigering av lågenergibyggnaders energianvändning där uppvärmningsbehovet är mycket litet jämfört med tappvarmvattnet. Enligt de svenska passivhusreglerna rekommenderas att byggnadens totala oviktade energianvändning i södra Sverige maximalt uppgår till 50 kWh/år, m² A_{temp}. Av detta är ca 10 kWh/år, m² fastighetsel och ca 15 kWh/år m² varmvatten. Icke utetemperaturberoende energianvändning är alltså ca 25 kWh/år, m². Uppvärmningen uppgår alltså till ca 50 % av den totala energin. Om skillnaden mellan ett normalår och ett varmt eller kallt år antas till ca 10 % av 25 kWh/år m²

motsvarar detta 2-3 kWh/år m². En så liten skillnad mellan åren kan nästan lika gärna vara en variation i brukarbeteende vad avser varmvattenanvändningen.

Figur 11.3 visar ett H-m diagram med två exempel, ett mindre isolerat men väl uppglasat hus i ett milt klimat i mellersta/södra Europa respektive ett välisolerat och mindre uppglasat hus i kallt klimat i Norden.



Figur 11.3 Exempel på H-m metoden för en glasad mindre isolerade byggnad i milt uteklimat respektive för en välisolerad, mindre glasad byggnad i ett kallt uteklimat (Norden)