**Anvisningar för mätverifiering baserat på uppmätt energisignatur**

Enklast mäts byggnadens värmeförlusttal indirekt via en mätning av byggnadens energisignatur.

Bäst blir resultaten med en mätperiod under jan – feb om minst 8 mätveckor. Perioden november till december är också en mörk period som kan användas med det kan vara svårt att få in mätdata för någon riktigt kall period före årsskiftet. Eftersom de flesta verksamheter under dagtid skiljer sig från helgtid (oavsett lokaler eller bostäder) är en aggregering av mätdata till veckonivå att rekommendera. Dessa värden kan då baseras på medelvärdesbildning under veckans alla timmar om timdata finns att tillgå eller genom avläsning på veckonivå, men som då måste ske samma tidpunkt varje vecka eller justeras för detta (avvikande antal timmar för mätperioden). Undvik veckor med avvikande verksamhet/beteende som t.ex. jul och nyårsperioden även för bostadsbyggnader.

Med veckomedelvärden för en vinterperiod kan antas att varmvattenanvändningen ligger på en konstant nivå. Det innebär att mätvärden som inkluderar varmvattenenergi bör kunna ge samma resultat som utan, eftersom varmvattnet då inte förändras med utetemperaturen.

Månadsmedelvärden är också en möjlighet, men om mätdata inkluderar varmvattenenergi så varierar varmvattenåtgången under året vilket kan störa mätnoggrannhet en. Därtill kommer solinstrålningen att påverka resultatet inte minst under perioden april till maj. Det mätfel som då uppstår blir relativt sett allt större ju mer energieffektiv byggnad som ska mätas.

Mätdata bearbetas på följande sett;

1. mätavläsning före och vid slutet av mätperioden för levererad energi som divideras med antal timmar under mätperioden.
2. medelvärdesbildning av mätperiodens utetemperatur
3. medelvärdesbildning av mätperiodens utetemperatur

Innetemperaturen bör loggas på representativ mätpunkt och medelvärdesberäknas. För bostäder är en variation under dygnet på någon grad ganska vanligt mellan morgon och kväll beroende på variationer i värmelast. Solinstrålning har mindre påverkan under denna mörka mätperiod. Om mätvärden saknas är uppskattningar en möjlighet, men det är inte ovanligt att innetemperaturen sjunker med någon grad när utetemperaturen kryper ner mot årslägsta.

Utetemperaturen brukar kunna hämtas på nätet eller via SMHI, men bäst är alltid egna mätningar på aktuell plats.

Utifrån mätdata görs sedan en regressionsanalys med t.ex. excel. Ett färdigt hjälpmedel kan laddas ner här; Mall VFT mätning.

Mallen kan användas både för veckomätningar under vintern och för månadsvärden under uppvärmningsperioden. En viktig skillnad är att med månadsmedelvärden hinner även marktemperaturen att påverkas, men inte på veckobasis. Det innebär att man bör lägga till en beräknad värmeförlust mot mark när veckovärden används. För större flervåningsbyggnader är markförlusternas bidrag små.

Teori och fördjupning om mätningar ges i bilaga 1.

**Bilaga 1. Teori och fördjupning**

Byggnadens effektsignatur baseras på byggnadens utetemperaturberoende förlustposter (klimatskal, ventilation och läckflöde). Om det finns större inslag av elvärme (golvvärme, komfortvärme, eftervärmda tilluftsfläktar) kan det ses på sambandet mellan mätvärden för el (hushållsel eller fastighetsel) och utetemperaturen. Finns ett sådant samband ska även elenergi ingå vid bestämning av byggnadens effektsignatur.

För bestämning av effektsignaturen rekommenderas minst åtta mätpunkter under den mörka perioden av uppvärmningssäsongen (november till mitten av mars) omfattande en vecka per mätpunkt, t.ex. vecka 2 – 9. Julhelgsveckan och första veckan på året bör undvikas eftersom avvikande ”verksamhet” kan förmodas.

I figur 1 redovisas ett exempel med 8 mätpunkter med uppmätt medeleffekt per vecka (egentligen uppmätt energi för köpt värme och varmvatten delat med veckans timmar). En regressionskalkyl i Excel ger energisignaturens ekvation, där riktningskoefficienten 0,4791 utgör byggnadens värmeförlustkoefficient.

Uppgiften R2 i figuren är ett godhetsmått på hur samlade punkterna är jämfört med regressionslinjen. Punkten Tb utgör bryttemperaturen där byggnaden har behov av värmetillförsel. Vid högre utetemperaturer kommer spillvärmen klara värmebehovet.



**Figur 1. Regressionsanalys med hjälp av Excel. Veckomedelvärden från v 1 – 9.**

Enligt metod A multipliceras den specifika värmeförlustkoefficienten HT /Atemp med temperaturskillnaden DT mellan Tinne (21 grader) och DVUT (i detta fall – 8,7 grader).
Sambandet VFT = HT /Atemp x DT ger VFT = 0,4791 x 29,7 = 14,2 W/m2.

DVUT finns i en nedladdningsbar tabell från Boverket för olika orter och byggnaders tidskonstant. DVUT väljs för 3 dygns tidskonstant eller lägre. Tidskonstanten baseras på byggnadens värmetröghet Σ (*mi · ci*) och dess värmeförlustkoefficient HT, enligt

Tidskonstanten τ*b* = Σ (*mi · ci*)/ HT [s]

Men vi kan förenkla detta. För alla byggnader i Malmö som har en specifik värmeförlustkoefficient lägre än 0,67 W/m2 kan ett schablonvärde på tre dygns tidskonstant väljas vilket ger ett värde på DVUT på – 8,7 grader och DT blir då 29,7. Denna schablon kan tillämpas om byggnaden har ett värmeförlusttal lägre än 20 W/m2 i Malmö även för lätta byggnader.

För byggnader med större värmeförluster kan schablonvärden för DT hämtas ur tabellen nedan, där byggnadens konstruktion och effektbehovets riktningskoefficient utgör ingångsvärden. Därefter beräknas VFT enligt VFT = HT /Atemp x DT. Byggnadens värmetröghet har då uppskattats utifrån dess konstruktion och de osäkerheter som ligger i schablonvärden ger små konsekvenser för resultatet.



**Not 1. Tung, halvtung konstruktion har en betongkonstruktion med yttervägg av betongelement alternativt lätta utfackningsväggar. Halvlätt byggnad har tungt golv (2 plans byggnad med platta på mark). Lätt byggnad saknar tunga konstruktionsdelar.**

Energisignaturen bygger på regression med antagande om ett kontinuerligt och likvärdigt användande. Om man gör förändringar i systemen eller det görs ändringar i nyttjandet av byggnaden som påtagligt ändrar värmebehovet så kommer detta göra att regressionen ger missvisande värde. För att minimera denna osäkerhet så bör endast värden före och efter förändringen användas, inte blanda dessa.

**Byggnader med värmepumpar**

Oavsett om byggnaden helt värms med en värmepump eller till viss del och avsett om det är spillvärme från kylpump, värme från frånluftvärmepump eller värmepump med andra värmekällor, så baseras mätvärden för att bestämma byggnadens värmeförlustkoefficienten på mätvärden av värme som avges från värmepumpen. I annat fall kan vi inte skilja på byggnadens egenskaper och värmeproduktionssystemets egenskaper. De senare har dessutom en annan tidhorisont och kan snabbt förändras på grund av driftförändringar, komponentbyten, avställning vid höga elpriser, mm.

**Osäkerheter**

Vädringspåslaget enligt Boverkets anvisningar i BEN2 betraktas som ett icke utetemperaturberoende påslag i avsaknad av en teoretisk beskrivning av vädringsförlusternas egenskaper och beaktas därför inte, men ger en osäkerhet om dess inverkan på ca 1 W/m2.

För byggnader med större inslag av betong som ska torkas med hjälp av värmetillförseln ökar det byggnadens värmebehov men vi vet inte vilket samband med utetemperatur denna uttorkning har och om merparten av uttorkningen ske sommarperioden eller vinterperioden. Detta ger en osäkerhet i mätningen under främst den första driftperioden. I lokalbyggnader ökas ofta ventilationsflödet inledningsvis för att ta hand om emissioner och byggfukt. Detta har en direkt påverkan på VFT och antingen korrigeras VFT för detta eller så bör inte VFT skattas under denna tid.

En viss osäkerhet är solinstrålningens påverkan och är beroende av vilken period mätningarna görs. Detta gäller även för markförlusternas beroende av marktemperaturen, vilket ger ett mindre mätfel.