

Mätanvisningar

Svebyprogrammet

Betaversion 2019-03-05

Förord

Sveby står för "Standardisera och verifiera energiprestanda för byggnader" och i programmet har bygg- och fastighetsbranschen fastställt standardiserat brukande för beräkning och hur verifiering av energiprestanda ska gå till.

Sveby-programmet är branschens tolkning av de funktionskrav på energihushållning som finns i Boverkets Byggregler, BBR, och Boverkets föreskrifter och allmänna råd om fastställande av byggnadens energianvändning vid normalt brukande och ett normalår, BEN. Genom en gemensam syn på dessa, till synes enkla men i avtalsammanhang mycket komplicerade, föreskrifter skapar vi överenskommelser och praxis för att klara funktionskraven och undvika tvister mellan olika aktörer i byggprocessen.

Detta är en uppdatering och sammanslagning av tidigare Mätföreskrifter och Handledning till Mätföreskrifter som publicerades 2009 och 2012.

Sveby Mätanvisningar är en del av Sveby-standarderna och beskriver vilket mätunderlag som behövs för att kunna verifiera en byggnads energiprestanda genom mätning enligt Boverkets föreskrifter. Mätanvisningarna kan användas som bilaga till Sveby Energiavtal 12.

Tidigare Mätföreskrifter och dessa Mätanvisningar har utarbetats av Per Levin, Projektengagemang och Åsa Wahlström, CIT Energy Management tillsammans med arbetsgruppen.

Mätanvisningarna avses kompletteras med Verifieringsanvisningar som beskriver hur mätvärden ska behandlas för att fastställa byggnaders energiprestanda och primärenergital enligt BBR och BEN. En exempelsamling innehållande mätarplaceringar, beteckningssystem m.m. kommer också att tas fram.

Uppdateringen har haft följande arbetsgrupp:

Kjell-Åke Henriksson/JM
Jonas Gräslund/Skanska
Lars Pellmark/Skandia Fastigheter
Lisa Engqvist/Familjebostäder
Johan Svensson/PEAB
Mikael Zivkovic/NCC.

Sveby

Sveby betyder "Standardisera och verifiera energiprestanda för byggnader". Sveby är ett utvecklingsprogram som drivs av bygg- och fastighetsbranschen och finansieras av Energimyndigheten och SBUF samt av följande branschrepresentanter: NCC/Mikael Zivkovic, Skanska/Jonas Gräslund, JM/Kjell-Åke Henriksson, SABO/Petter Jurdell, Veidekke/Johan Alte, HSB/Hans Dahlin, Skandia Fastigheter/Lars Pellmark, stighetsägarna/Rikard Silverfur, Svenska Bostäder/Pia Hedenskog, PEAB/Johan Svensson, Sveriges Byggindustrier/Birgitta Govén, Vasakronan/Lennart Lifvenhjem, Riksbyggen/Mari-Louise Persson, Familjebostäder/Lisa Engqvist. Projektledare är Projektengagemang/Per Levin. Ordförande är Byggherrarna/Tommy Lenberg.

Synpunkter på rapporten har via remisser inhämtats från Svebys styr- och referensgrupper och inarbetats. Alla Svebys skrifter finns fritt tillgängliga på www.sveby.org.

Denna betaversion ges ut i avvaktan på förbättrat mätunderlag på uppdelad energi- och elanvändning, vilket behövs för att kunna bedöma vilka delposter som behöver mätas och för vilka som schablon eller schablonberäkning kan användas.

Danderyd i mars 2019

Per Levin

Innehåll

1. Läsanvisning och orientering	4
Läsanvisning för Mätanvisningarna	4
Omfattning och avgränsningar	4
Orientering om innehållet i Boverkets föreskrifter	4
2. Mätanvisningar för att fastställa byggnadens uppmätta energianvändning (A)	7
Allmänna krav för mätning	7
Mätning av energi till värme	7
Mätning av tappvarmvattenanvändning	8
Mätning av energi till komfortkyla	8
Mätning av fastighetsenergi	9
3. Mätanvisningar för normalisering av energianvändning (B)	10
Mätning av innetemperatur	10
Mätning av verksamhetsenergi (hushållsel/verksamhetsel)	10
Mätning av uteluftsflöde i lokaler	11
Mätning av inflyttningsgrad, personlast och närvarotid	12
Mätning av tillgodogjord solenergi och återvinning	12
4. Mätutrustning (C)	13
Mätutrustningens osäkerhet och dimensionering	13
Utförande av mätning, registrering, lagring och presentation av mätdata	13
5. Mätningar vid ändring av byggnad	15
Bestämmande av referensnivå	15
När referensnivå inte kan fastställas	15
6. Referenser	16
Bilaga 1. Exempel på mätarstrukturer för energianvändning	17

1. Läsanvisning och orientering

Sveby Mätanvisningar är en branschgemensam överenskommelse som beskriver vilket underlag som behövs för att, med mätning, kunna verifiera en byggnads energiprestanda och primärenergital, enligt myndighetskrav alternativt avtalade skarpare krav.

Mätanvisningarna överensstämmer med och förtydligar Boverkets byggregler, BBR, avsnitt 9 och Boverkets föreskrift Fastställande av byggnadens energianvändning vid normalt brukande och ett normalår, BEN, avsnitt 3. Länkar till aktuella föreskrifter finns i referensavsnittet.

Sveby Mätanvisningar kan användas fristående eller som kontraktsbilaga till Sveby Energijavtal 12, vilken är en avtalsmall mellan byggherrar och entreprenörer som ansluter till ABT 06.

Läsanvisning för Mätanvisningarna

Dessa Mätanvisningar är anpassade till Boverkets föreskrifter BBR 27 och BEN 3, och krav anges i texten med en paragraf (§) med efterföljande löpnummer. Kraven är indelade i tre delar:

A. Byggnadens uppmätta energianvändning

Här beskrivs vilka mätare som behövs för att verifiera byggnadens uppmätta energianvändning, uppdelat på olika delposter och energibärare så att byggnadens energiprestanda och primärenergital kan beräknas utifrån detta. Innehåller §1–5.

B. Normalisering till normalt brukande

Här beskrivs vilka ytterligare mätningar som behövs för att kunna normalisera uppmätta värden till normalt brukande. Innehåller §6–10.

C. Mätutrustning

Här beskrivs övergripande krav på mätutrustning och dokumentation. Innehåller §11–12.

I bilaga 1 redovisas exempel på mätarstrukturer för att underlätta planering av mätningar av en byggnads uppdelade energianvändning. Vidare finns förklaringar, motiv och källor till mätanvisningarnas utformning och förtydligande av hur Mätanvisningarna ska användas.

Omfattning och avgränsningar

Dessa Mätanvisningar beskriver vilken mätning som behövs för att kunna verifiera en byggnads specifika energianvändning och primärenergital enligt BBR och BEN. Mätvärdesbehandlingen i normaliserings- och verifieringsprocessen beskrivs i Svebys Verifieringsanvisningar med planerad utgivning 2019.

Byggreglerna ställer också andra energirelaterade krav, t.ex. på installerad eleffekt för uppvärmning och genomsnittlig värmegenomgångskoefficient. Kontroll av dessa delkrav förväntas ske enligt kontrollplan eller vid slutbesiktning och behandlas inte här.

Vissa mätvärden av engångskaraktär, t.ex. A_{temp} -area, behöver också tas fram för att kunna bestämma byggnadens energikrav och -prestanda. Dessa redovisas dock ej i denna skrift.

Orientering om innehållet i Boverkets föreskrifter

Nedan redovisas ett utdrag av de mest relevanta kraven i Boverkets föreskrifter BBR och BEN. För fullständiga formuleringar hänvisas till föreskriftstexterna.

Krav på byggnadens primärenergital i BBR avsnitt 9 Energihushållning (relaterar till del A)

Byggnadens energianvändning är enligt BBR: "Den energi som, vid normalt brukande, under ett normalår behöver levereras till en byggnad (oftast benämnd köpt energi) för uppvärmning, komfortkyla, tappvarmvatten och byggnadens fastighetsenergi."

Hushållsenergi och verksamhetsenergi ingår inte. Byggnadens energianvändning viktas beroende på hur mycket el, fjärrvärme etc. som används genom att multiplicera användningen av varje energibärare med en faktor, primärenergifaktorn. Genom att dividera byggnadens viktade energianvändning med tempererad area (A_{temp}) erhålls byggnadens primärenergital. Före viktningen divideras uppvärmningsenergin med kommunens geografiska justeringsfaktor.

Observera att kraven i BBR gäller per byggnad, vilket då också gäller vid verifiering.

Uppmätt energianvändning ska, innan jämförelse med kraven, normaliseras med avseende på brukande och utomhusklimat enligt BEN. Byggnadens primärenergital beräknas sedan utifrån normaliserade värden på energianvändning, vilka för detta behöver vara uppdelade per energibärare. Byggnadens primärenergital ska vara lika med eller lägre än fastställt krav enligt Boverkets byggregler eller mer skärpta krav enligt avtal (t.ex. Energiavtal 12).

BBR-kraven på byggnadens primärenergital är olika, beroende på:

- Om byggnaden tillhör kategorin småhus, flerbostadshus eller lokal,
- Om utökat uteluftsflöde under uppvärmningssäsongen av hygieniska skäl är större än 0,35 l/sm² (gäller lokaler och flerbostadshus med små lägenheter).

Krav på mätning av byggnadens energianvändning (relaterar till del A och del C)

BBR ställer följande krav i avsnitt 9:7: *"Byggnadens energianvändning ska kontinuerligt kunna följas upp genom ett mätsystem. Mätsystemet ska kunna avläsas så att byggnadens energianvändning för önskad tidsperiod kan fastställas."*

BBR ger dessutom följande allmänna råd: *"Vid uppförande av ny byggnad av flerbostadshus och lokaler bör energianvändningen för uppvärmning, komfortkyla, tappvarmvatten och byggnadens fastighetsenergi kunna mätas separat. För tillbyggnad kan mätning ske genom befintlig byggnads mätsystem."*

"I byggnad som har elvärme bör hushållsenergi och verksamhetsenergi, i de fall de förekommer, vara möjliga att avläsa separat. Byggnad som har annat uppvärmningssätt än elvärme och har elektrisk kylmaskin bör förses med möjlighet till separat avläsning av kylmaskinens elanvändning."

"Avläsning av energimätning bör göras lätt tillgänglig för abonnenten, i eller i anslutning till byggnaden."

Vidare ges i ett annat allmänt råd i BBR avsnitt 9:25 att: *"Byggnadens energianvändning bör mätas under en sammanhängande 12-månadersperiod, avslutad senast 24 månader efter det att byggnaden tagits i bruk."*

Byggnadens uppmätta energianvändning ska enligt BBR normaliseras enligt föreskrifter i BEN. Verifiering av byggnadens energianvändning bör utföras med mätning som grund. I Sveby Mätanvisningar utgås från att mätare minst behövs enligt Boverkets allmänna råd ovan men att uppföljning av mätvärden sker under 36 månader, enligt kraven i Sveby/BKKs Energiavtal 12. Dessutom behövs ytterligare mätare för att kunna normalisera energianvändningen för innetemperatur och hushålls- och verksamhetsenergi enligt BEN samt eventuellt andra brukarrelaterade variabler. I de fall energianvändningen för t.ex. uppvärmning består av flera energibärare med olika primärenergifaktorer (se BBR tabell 9:2b), behöver även dessa kunna följas upp separat.

Krav på normalisering, dvs. korrigering av mätvärden för avvikelser från normalt brukande och ett normalår (relaterar till del B och del C)

BBR föreskriver att BEN ska användas för normalisering till normalt brukande och ett normalt år. För fastställande av byggnadens energianvändning genom mätning och normalisering ställs i BEN avsnitt 3 kravet att det ska göras baserat på uppmätt energi.

I BEN föreskrivs vidare att om mätvärdena innehåller energianvändning för apparater och installationer som inte ingår i byggnadens energianvändning ska denna energi tas bort före normalisering. Om mätvärdena inte innehåller energianvändning för apparater och installationer som ingår i byggnadens energianvändning ska denna energi läggas till före normalisering.

Den uppmätta energin ska enligt BEN normaliseras för åtminstone tappvarmvatten, innetemperatur under uppvärmningssäsongen, hushålls- och verksamhetsenergi samt för normalår (vädervariationer). Verifieringen sker mot normalt brukande för bostäder och avsett brukande för lokaler (förutom tappvarmvatten som är ska-krav även för lokaler).

I BEN finns ett bestämt värde för "normal" tappvarmvattenanvändning, exklusive VVC- och stilleståndsförluster. Detta värde får reduceras med energi från solfångare och solceller eller annan installationsteknisk lösning i den omfattning energin tillgodogörs för produktion eller återvinning av tappvarmvatten i byggnaden. En sådan korrigering baseras i Sveby Mätanvisningar på mätvärden. Värdet på "normal" tappvarmvattenanvändning får även reduceras med 10 % om energieffektiva tvättställs- och köksblandare installeras. Merparten av byggnadens tvättställs- och köksblandare ska då uppfylla energiklass A enligt SS 820000:2010.

Den uppmätta energin för uppvärmning kan normaliseras för innetemperatur om mätning av genomsnittlig lufttemperatur under uppvärmningssäsongen visar på avvikelser för byggnaden med mer än en grad från normal innetemperatur. Detta gäller under förutsättningen att avvikelserna inte

beror på "installationstekniska brister", till exempel att byggnadens styrsystem inte kan justera temperaturen till normaltemperaturen.

Den uppmätta energin kan normaliseras för internlaster som avviker från det normala. En sådan korrigering baseras i Sveby Mätanvisningar på mätning av hushållsel eller verksamhetsel och påvisande av närvarograd och verksamhetstyp i den mån som mätvärden finns tillgängliga.

Ökad energianvändning genom vädring är svår att påvisa genom mätning. I BEN rekommenderas ett vädringspåslag på $4 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$ och år på uppvärmningen vid energiberäkning, dividerat med uppvärmningsanläggningens årsverkningsgrad. Därmed skulle korrigering för ett relativt normalt vädrande redan vara tillgodosett.

Slutligen korrigeras de normaliserade värdena enligt BEN till normalår med SMHIs energiindex alternativt med hjälp av utomhusklimat under mätperioden (kan tillhandahållas via SMHI och i vissa fall Sveby). Vid upprättande av energideklarationer görs detta automatiskt i Boverkets register för energideklarationer, Gripen.

2. Mätanvisningar för att fastställa byggnadens uppmätta energianvändning (A)

Nedan följer Mätanvisningar för att fastställa en byggnads uppmätta energianvändning enligt BEN – först med text om vad som ska mätas (i § text) och sedan med en kommentar eller förklaring till varför detta behöver mätas (i kursiv stil).

Allmänna krav för mätning

§1. Mätningar ska ske så att byggnadens uppmätta energianvändning och primärenergital kan fastställas.

- a. Mätning av energi för uppvärmning, tappvarmvatten, komfortkyla och fastighetsenergi ska utföras så att posterna kan följas upp separat. Olika energibärare ska kunna separeras.
- b. Mätningar ska dessutom ske av alla energiposter som medför en icke försumbar påverkan på byggnadens energianvändning, vilket här innebär att en delpost som medför en större påverkan än 3 kWh per m² A_{temp} och år ska mätas. För mindre delposter kan schablonvärden eller beräkningsöverslag användas, vilka dock sammanlagt inte får utgöra mer än 20 % av byggnadens energianvändning.

Kommentarer till mätanvisning

Enligt §1.a, se ovan, ska värme, tappvarmvatten, komfortkyla och fastighetsenergi till varje byggnad mätas för varje post och varje energibärare, vilket följer av att BBR-kraven gäller per byggnad och att energianvändningen för byggnaden ska kunna följas upp (BBR avsnitt 9:7).

Enligt §1.b ska förutom ovanstående poster, större energiposter mätas, vilket speciellt avser poster som inte ingår i byggnadens energianvändning, som t.ex. tvättstugor, eller sådana poster som ska läggas till som mäts på annan mätare, t.ex. elvärmda badrumsgolv. Det gäller även verksamhets- och hushållsenergis avvikelse från avsedda eller normala värden.

Mätning av energi till värme

§2. Mätning ska ske av all till byggnaden levererad energi för uppvärmning.

- a. Mätning ska ske separat med mätare för varje energibärare som levererar värme till byggnaden.
- b. Mätning av energi för uppvärmning ska separeras från tappvattenvärmning, komfortkyla och fastighetsenergi.
- c. I fall där flera byggnader har en gemensam energileverans och om byggnad (eller apparat) från vilken energi levereras finns på samma fastighet eller har samma ägare som den byggnad som mottar energileveransen, installeras undermätare för uppvärmning i varje byggnad. Värmeförluster i kulvertsystem ingår inte i byggnadens energianvändning, se §1 för behov av mätning.
- d. För olja, biobränslen, gas och andra energislag som måste omvandlas till kWh, mäts levererad volym eller vikt, som sedan omvandlas till kWh med hjälp av bränsletypernas värmevärde. I de fall värmevärde inte finnas att tillgå från bränsleleverantör kan värden hämtas från skriften Energiläget som utges av Energimyndigheten. I de fall värmevärdet anges med ett intervall används medelvärdet i intervallet om inte annat kan påvisas.
- e. För värme som genereras med el behövs separat elmätare för levererad energi till uppvärmning som är skild från mätning av byggnadens fastighetsel, verksamhetsel eller hushållsel. Se även §5.
- f. För värmepumpar som producerar både tappvarmvatten och värme, behöver värmemängdsmätningar ske på utgående energi för både uppvärmning och tappvarmvatten, så att elen till värmepumpen kan fördelas mellan dessa.
- g. Värmeöverskott från process i eller utanför byggnaden som återvinns och tillförs byggnaden som del av byggnadens uppvärmningssystem ska mätas vid "icke försumbar påverkan" på levererad energi, se §1 och kommentar nedan.
- h. Verksamhetsvärme (som köps till byggnaden), t.ex. markvärme utanför byggnad, poolvärme, ingår inte i byggnadens uppvärmning och ska dras av. Se §1 om behov av mätning.

- i. VVC- och stilleståndsförluster tillhör uppvärmningsenergi och ska kunna mätas per byggnad. Helst bör dessa kunna särredovisas och normalt också undantas från normalårskorrigerings, eftersom de i princip ska vara oberoende av uteklimatet.

Kommentarer till mätanvisning

I §2.e specificeras att för värme som genereras med el behövs separat elmätare. Detta så att normalårskorrigerings samt BBR-beräkning av primärenergitalet kan göras. Elgolvvärme, t.ex. i badrum, betraktas alltid som värme, oavsett om värmen är inkopplad på fastighetsel eller hushålls-/verksamhetsel, och även om annan värmekälla finns i rummen. Elgolvvärmen ska adderas till uppvärmning (och även elvärmeeffekten). I flerbostadshus blir inverkan i princip alltid så stor att den behöver mätas. Att sätta mätare på alla golvvärmeutrymmen kan bli omfattande, varför det kan anses tillräckligt med mätning i ett representativt urval om 20 % av lägenheterna/utrymmena där golvvärmen installerats (dvs även om golvvärmen tillhandahållits som tillval). Det kan dock vara bra att mäta i alla golvvärmeutrymmen eftersom brukarnas användning av golvvärmen varierar stort mellan olika golv. Se vidare i Sveby Brukarindata för bostäder.

I §2.g specificeras att om byggnad har en värmegenererande process, till exempel ett serverrum för datorer, livsmedelskyla eller en ugn som har med verksamheten att göra, och om delar av den genererade processvärmen återvinns genom att användas i byggnadens uppvärmningssystem, så ska den återvunna värmen mätas. Detta för att verifieringen av byggnadens energiprestanda ska visa att byggnaden i sig klarar energikravet även om byggnaden i framtiden kommer att byta verksamhet. Notera att detta är utöver BBR-krav, men krav vid några certifieringssystem, t.ex. GreenBuilding och Miljöbyggnad. För BBR gäller att spillvärme som uppstår utanför byggnad ska räknas som levererad energi, och det som uppstår i byggnaden kan tillgodogöras.

2§i: Mätning av VVC- och stilleståndsförluster kan utföras momentant, t.ex. i samband med besiktning vid avstängd uppvärmning och kallvattenservis.

Mätning av tappvarmvattenanvändning

§3. Mätning ska ske av energi alternativt volym för producerat tappvarmvatten för att energianvändning för tappvattenvärmning exklusive VVC- och stilleståndsförluster ska kunna bestämmas och normaliseras.

- a. Om fler energibärare finns för tappvarmvatten, ska dessa kunna redovisas separat. Gäller t.ex. för värmepump med spetsvärme.
- b. För värmepumpar som producerar både tappvarmvatten och värme, behöver värmemängdsmätningar ske på utgående energi för både uppvärmning och tappvarmvatten, så att elen till värmepumpen kan fördelas mellan dessa.
- c. Vid tappvarmvattenberedning i undercentral som försörjer flera byggnader är mätning av tappvarmvattenenergi i undercentral tillräckligt, såvida information om övriga byggnader finns så att energin kan fördelas. Detta gäller eftersom uppmätt varmvattenenergi ändå ska normaliseras.

Kommentarer till mätanvisning

Vid månadsvis eller tätare uppföljning av tappvarmvattenenergi rekommenderas energimätning av tappvarmvattnet i stället för bara volymmätning och schablonomvandling från volym till kilowattimmar (faktorn 55). Årstidsvariationerna i temperatur på inkommande kallvatten ger felaktiga värden månadsvis, men stämmer någorlunda årsvis.

VVC-förluster ska mätas per byggnad, enligt §2.

Mätning av energi till komfortkyla

§4. Mätning ska ske av all till byggnaden levererad energi för komfortkyla. Processkyla ska inte ingå.

- a. Mätning ska ske separat med mätare för varje energibärare som levererar energi till komfortkyla till byggnaden.

- b. För komfortkyla som genereras med el från elektriska kylmaskiner ska separat elmätare installeras för elenergi till den elektriska kylmaskinen. Här ingår el till pumpar i förångar- respektive i kondensorkrets, till fläktar i kylmedelkylare/kyltorn samt till eventuella värmekablar i kyltornskrets.
- c. Processkyla från verksamhet ska skiljas från byggnadens komfortkyla. Om värmeöverskott från process, som i storkök, kyl- och frysanläggningar, serverhallar m.m. kyla bort med processkyla så ska energianvändning för denna särskiljas från byggnadens energiprestanda. Se §1 om behov av mätning.

Kommentarer till mätanvisning

Separat elmätare för komfortkyla som genereras med el från elektriska kylmaskiner behövs för beräkning av byggnadens primärenergital samt för att kunna normalisera byggnadens kylbehov.

Mätning av fastighetsenergi

§5. Mätning av byggnadens fastighetsenergi (oftast el) ska ske med minst en mätare per byggnad och energibärare.

- a. För elinstallation som tillhör kategorin hushållsel/verksamhetsel men som mäts med mätare för fastighetsel (t.ex. gemensam tvättstuga) eller om elinstallation som tillhör kategorin värme eller fastighetsel mäts med mätare för hushållsel/verksamhetsel (t.ex. golvvärme) gäller anvisningarna i §1.
- b. Om apparat som tillhör kategorin fastighetsenergi förses med energi av annan energibärare än el, ska mätning ske separat för varje energibärare, såvida inte schablon kan användas enligt §1.

Kommentarer till mätanvisning

Observera vad som ingår i fastighetsenergi och vad som bör tas bort (t.ex. utvändigt elanvändning på tomtmark). Förtydliganden av gränsdragning mellan verksamhetsenergi och fastighetsenergi finns i Sveby Brukarindata-rapporter och Boverkets gränsdragningslista. Boverkets gränsdragningslista är baserad på Svebys uppgifter.

Det är lämpligt att ha en samlingsmätare för den elanvändning som inte ingår i fastighetselen, så att det blir enkelt att dra av det som inte ska ingå.

3. Mätanvisningar för normalisering av energianvändning (B)

Byggnadens uppmätta energianvändning ska normaliseras vid verifiering av energikrav i BBR och vid upprättande av energideklaration. Normaliseringen, dvs korrigeringen till normalt brukande ska göras enligt regler i BEN. Mätningar som beskrivs i detta kapitel utgör underlag för normaliseringen.

Förutom användning av tappvarmvatten, vilket ska mätas enligt föregående kapitel, behöver brukarrelaterade parametrar som påverkar energianvändningen kunna följas upp och vid behov korrigeras till normalt brukande. Nedan följer mätanvisningar – först med text om vad som ska mätas (i § text) och sedan med en kommentar eller förklaring till varför detta behöver mätas (*i kursiv stil*).

Mätning av innetemperatur

§6. Mätning av byggnadens representativa innetemperatur under uppvärmningssäsongen ska ske som underlag för normalisering. Mätning utförs kontinuerligt och genomsnittliga värden lagras som medelvärden (ex.vis per timme, dygn eller månad). Mätoslaggrannheten bör vara maximalt 0,5 °C, och kan göras enligt något av nedanstående alternativ:

- a. Temperaturmätning i verksamhetsutrymmen eller lägenheter ska ske representerande minst 20 % av A_{temp} och med minst en givare per våningsplan. Mätpunkterna ska väljas så att de ej påverkas av direkt solinstrålning.
- b. För lokalbyggnader kan temperaturmätning ske som kombination av temperaturmätning i frånluft under drifttid och några representativa temperaturgivare i verksamhetsutrymmen under övrig tid.

Kommentarer till mätanvisning

För att underlätta injustering och lättare kunna hantera klagomål från brukare, kan det vara bra att mäta och logga temperaturer i alla lägenheter och verksamhetsytor.

Normalisering på grund av avvikelser i innetemperatur på mer än en grad, ska enligt BEN baseras på mätning av genomsnittlig lufttemperatur under uppvärmningssäsongen.

Temperaturmätning vid frånluftsaggregat som periodvis står stilla kommer att ge missvisande värden vid stillestånd och rekommenderas ej. Mätning av frånluftstemperaturer i bostäder kan också ge missvisande värden, eftersom badrum och kök ofta är varmare än resterande delar av lägenheten.

Mätning av verksamhetsenergi (hushållsel/verksamhetsel)

§7. Mätning av till byggnaden levererad verksamhetsenergi (oftast hushållsel eller verksamhetsel) ska ske med minst en elmätare per byggnad, antingen ordinarie debiteringsmätare för el eller egen mätare i serie med debiteringsmätaren.

För elinstallation som tillhör kategorin hushållsel/verksamhetsel men som mäts med mätare för fastighetsel (t.ex. gemensam tvättstuga) eller om elinstallation som tillhör kategorin värme, kyla eller fastighetsel mäts med mätare för hushållsel/verksamhetsel (t.ex. golvvärme) gäller anvisningarna under §1. Detta gäller även för elektrisk handdukstork, i de fall den utgör en del av uppvärmningssystemet.

- a. Om apparat inom byggnaden, som tillhör kategorin verksamhetsenergi, förses med energi av annan energibärare än el, ska mätning ske separat för varje energibärare, såvida inte schablon kan användas enligt §1.
- b. Verksamhetsenergi utanför byggnad ska kunna avskiljas från verksamhetsenergi inom byggnad. För behov av mätning, se §1.

Kommentarer till mätanvisning

Förtydliganden av gränsdragning mellan verksamhetsenergi och fastighetsenergi finns i Sveby Brukarindata-rapporter och Boverkets gränsdragningslista. Boverkets gränsdragningslista är baserad på Svebys uppgifter.

I BEN föreskrivs att normalisera för betydande avvikelser från normalt eller avsett brukande för hushålls- och verksamhetsenergi. Enklast att följa upp hushålls- och verksamhetsel är om en elmätare installeras på byggnadens ellerservis, dvs att all el till byggnaden mäts, från vilket fastighetselen dras bort

och summa hushålls- och verksamhetsel för byggnaden erhålls. Detta kräver mätning på nätägarens kabel och således dennes medgivande.

El-golvvärme, som normalt debiteras hushålls- eller verksamhetsenergi, kräver oftast mätning enligt §1 för att kunna adderas till byggnadens uppvärmning. Att sätta mätare på alla golvvärmeutrymmen kan bli omfattande, varför det kan anses tillräckligt med mätning i ett representativt urval om 20 % av lägenheterna/utrymmena där golvvärme installerats. Det kan dock vara bra att mäta i alla golvvärmeutrymmen eftersom brukarnas användning av golvvärmerna varierar stort mellan olika golv.

El- eller annan energianvändning för process som genererar värme ska mätas och särskiljas från verksamhetsenergi och normalisering av avvikelser ska ske till normal eller avsedd verksamhetsenergi. En värme genererande process är till exempel ett serverrum för datorer eller en ugn som tillhör verksamheten.

Mätning av uteluftsflöde i lokaler

§8. För lokaldel ska uteluftsflöden (tilluftsflöden) under drift mätas och kunna användas som underlag för normalisering av energianvändningen.

- a.** För ventilation med konstanta luftflöden mäts uteluftsflöden för respektive aggregat för de olika driftfallen. Tillsammans med uppföljda drifttider för varje driftfall erhålls underlag till indata för normalisering.
- b.** För ventilation med variabelt flöde eller forceringsflöden i t.ex. kök, mäts uteluftsflödet kontinuerligt och timmedelvärden loggas under mätperioden. Luftflöden och drifttider ger underlag till indata för normalisering.

Kommentarer till mätanvisning

Luftflödesmätningar omfattar vanligen hela luftflödet, dvs även det luftflöde som används för att värma och kyla lokalerna. Detta är också luftflödet som används i energiberäkningarna. Även det hygieniska uteluftsflödet, dvs uteluftsflödet utan flöde för att värma och kyla lokaler, kan behöva följas upp om det ställs krav på detta vid verifieringen av byggnadens primärenergital enligt BBR. Denna post ingår i Mätanvisningarna eftersom avvikelser från projekterade luftflöden kan ha stor betydelse för byggnadens energianvändning.

Verifieringen underlättas om uteluftsflöden loggas och medelvärdesbildas. De uppmätta avvikelsernas påverkan på energianvändningen behöver beräknas, helst med samma energiberäkningsmodell som tidigare använts för byggnaden.

Huvuddelen av bostädens luftflöde är normalt konstant hela tiden och inverkan av ev. avvikelser i forcerade luftflöden är så liten att den ej behöver normaliseras.

Mätning av inflyttningsgrad, personlast och närvarotid

§9. Andel outhyrd (oanvänd) area ska kunna noteras under verifieringsperioden. För lokaler bör dessutom antalet inflyttade brukare och närvarotider noteras som ett eventuellt underlag för normaliseringen.

Kommentarer till mätanvisning

För fullt inflyttade bostäder räcker det normalt med att följa upp byggnadens sammanlagda hushållsenergi under verifieringsperioden.

Mätning av tillgodogjord solenergi och återvinning

§10. Energi från solfångare, solceller, avloppsvärmeväxlare eller annan installationsteknisk lösning tillgodogörs normalt byggnaden automatiskt i och med att den reducerar den levererade ("köpta") energin. Detta under förutsättning att anläggningen är placerad på huvudbyggnad, uthus eller byggnadens tomt.

Mätning av tillgodogjord solenergi och återvunnen avloppsenergi m.m. för generering av tappvarmvatten behöver dock mätas. Mätvärden behövs för normalisering och tillgodoräkning enligt BEN och vid beräkning av primärenergitalet. I de flesta fall ska el- och energimätare med timvis registrering användas.

Kommentarer till mätanvisning

Tillgodogjord solenergi enligt ovan behöver mätas för att kunna tillgodoräknas för byggnadens användning vid normalisering (energislagen behöver separeras), samt vid beräkning av primärenergitalet, där geografisk justeringsfaktor och primärenergifaktorer medför olika värdering av de tillgodogjorda kilowattimmarna.

Tillgodogjord energi från installationstekniska åtgärder, t.ex. avloppsvärmeväxlare eller solfångare, som medför besparing av energi för tappvarmvatten, behöver mätas för att kunna dras av från "normala" brukarindata. I annat fall försvinner besparingen vid normaliseringen.

4. Mätutrustning (C)

Mätutrustningens osäkerhet och dimensionering

§11. Alla installerade mätare i §1-§10 ska vara funktionskontrollerade vid mätperiodens början.

Elmätare ska vara CE- och MID-märkta.

Värmemängds-, kylmängds-, flödes- och gasmätare ska vara CE- och MID-märkta.

Dynamiskt mätområde för mätare ska vara 100:1 med maximal osäkerhet 5 %, vilket innebär att storlek och känslighet på installerade mätare och integreringsverk ska anpassas till förväntade mätvärdens storlek så att specificerad noggrannhet kan hållas.

Mättonoggrannheten på innetemperaturgivare bör vara maximalt $\pm 0,5$ °C.

Mätare placerade i allmänna utrymmen bör vara kapslade eller inbyggda så att de ej kan manipuleras eller förstöras av obehöriga.

Kommentarer till mäthanvisning

Värmemängdsmätare ska ha en osäkerhet på maximalt 3 % vid nominellt flöde, vilket är något sämre än vad som krävs enligt SWEDAC:s föreskrifter om värmemätare STAFS 2016:5. Det går därmed bra att använda ordinarie debiteringsmätare.

Elmätare ska ha en osäkerhet på maximalt 5 % vilket är i enighet med SWEDAC:s föreskrifter om aktiv elmätning (STAFS 2016:4). Elmätare har ofta en betydligt högre noggrannhet.

MID står för Measure Instruments Directive 2004/22/EC. Krav på gasmätare finns i Gasmätningssanvisningarna 2017, från Energigas Sverige.

Utförande av mätning, registrering, lagring och presentation av mätdata

§12. Mätinstallationer som omfattas av dessa anvisningar ska utföras så att uppföljning av installerade mätpunkter ska kunna ske från den tid som tekniska system som påverkar energianvändningen har tagits i drift, till minst 36 månader efter att byggnaderna tagits i bruk (Sveby Energiavtal 12).

Det är viktigt att alla moment i kedjan fungerar så att relevanta och riktiga mätvärden kan presenteras, helst med automatik. Följande principiella krav bör uppfyllas:

- a. En mätplan ska alltid upprättas som en del av verifikationsplanen. Mätplanen ska innehålla en mätpunktsbeskrivning där det tydligt framgår alla mätares rumsliga placering, vad de registrerar m.m. Mätpunkter som ska loggas ska redovisas med önskad loggningsintervall (möjlighet till omställning av mätintervall för t.ex. felsökning kan vara bra).

Principischeman eller flödesscheman med hierarkiska mätarplaceringar för värme, tappvarmvatten, kyla och el som tydligt visar relationen mellan ingående mätare ska redovisas om relationen inte är helt uppenbar. Det bör också framgå att mätare placeras på lämpligt avstånd till värmväxlare m.m. så att erforderliga raksträckor erhålls. Mätplanen ska tas fram senast i bygghandlingsskedet.

- b. Volymflödesmätaren för tappvarmvatten (även den som ingår i en energimätare) ska placeras på kallvattenledning före inloppet till installation för beredning av varmvatten. Förtydliganden och exempel på inkoppling av mätare finns i Sveby Exempelsamling för mätningar (kommande skrift).
- c. Mätning av köldbärarens energileveranser bör göras på "rent vatten-sidan" av värmväxlare, eftersom det inte finns så många värme- och kylmängdsmätare anpassade för köldbärarvätska samt att köldbärarvätskans egenskaper förändras över tid.
- d. Alla loggade data ska kunna lagras och kommunikation säkerställas genom kontroll av dataöverföring. Resultat från kontroller av export av mätdata, t.ex. till Excelfil eller textfil, redovisas vid slutbesiktning.
- e. Varje mätare ska ha en unik spårbar beteckning och redovisas tydligt med mätpunktsID, uppmätt värde och enhet. Format på textfiler ska följa branschstandard när sådan etablerats.

Kommentarer till mätanvisning

Enligt Sveby Energiavtal 12 ska mätdata tillhandahållas beställare och motpart varje månad av den som ansvarar för mätningarna. Mätning sker under 36 månader och rapporteras varje månad så att parter kan reagera och vidta åtgärder om energianvändningen redan från början är högre än förväntat. Detta är en längre uppföljningsperiod än den som krävs i BBR, men den är väl motiverad och en del av branschöverenskommelsen i Energiavtal 12.

Om mätvärden från en mätare av någon anledning saknas eller inte är tillförlitliga under en månad ska mätansvarig meddela beställare och motpart samt se till att korrekt värde kan avläsas nästa månad eller senast månaden efter.

Eventuella felaktiga inställningar på värme-, kyl- och ventilationssystem ska åtgärdas av ansvarig driftpersonal så fort som möjligt. Intrimning och felavhjälpande ska ske kontinuerligt under mätperioden och alla ändringar och åtgärder ska dokumenteras och delges båda parter.

En gränsdragningslista för mätinstallationerna kan behövas om fler entreprenörer är inblandade i systemen för mätvärdesinsamling. Omfattningen av mätningarna är olika för lokaler, flerbostadshus och småhus, men samma principer bör följas.

Export av mätvärden för vidare bearbetning ska vara möjlig. Det är bra om mätintervallet tillfälligt kan ställas om till ca 10 minuter för att kunna utnyttja mätningarna för intrimning och felsökning. För lokaler med varierande luftflöden bör mätintervallet vara ca 10 minuter under hela mätperioden för att få god noggrannhet för luftflöden och drifttider.

En byggnad kan helt eller delvis ha tagits i bruk redan under byggtiden, för stora byggnader ofta i planerade etapper. Interimistiska slutbesked eller slutgiltiga slutbesked upprättas då för varje enskild etapp. Mätning kan börja även då, om byggnadens tekniska system har tagits i drift och hänsyn kan tas till detta vid verifieringen.

5. Mätningar vid ändring av byggnad

Vid energieffektiviseringsåtgärder i befintliga byggnader kommer mätningarnas omfattning bero på åtgärdernas omfattning och byggnadstyp, samt vilket krav på verifiering som ställs.

Vid större om- och tillbyggnader, där energikrav finns i BBR, alternativt då ett energiprestandamål sätts ($\text{kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$ och år) kommer i princip samma mätningar som vid nyproduktion att krävas, se §1–12 i föregående text.

Vid genomförande av energisparåtgärder, där besparingen ska beräknas utifrån en referensnivå, behöver den bestämmas enligt nedan.

Bestämmande av referensnivå

Inför en ändring av en befintlig byggnad där energibesparingen ska verifieras, behöver först en referensnivå fastställas. En referensnivå är i detta fall den energianvändning före åtgärd som energibesparingen ska jämföras mot. Förutsättningen för referensnivån är alltid att byggnaden uppfyller relevanta krav på inneklimat och funktion. Ofta används energianvändning enligt energistatistiken som referensnivå, vilket ibland kan ge missvisande energibesparing.

Om exempelvis luftflödena måste ökas för att uppfylla myndighetskrav på inneklimat måste energipåverkan av en sådan underhållsåtgärd beräknas och referensnivå justeras innan effekter av energieffektiviseringsåtgärder studeras. Detsamma gäller om byggnadens uthyrning har varit låg, men förväntas att öka efter renoveringen.

Inför ett energisparprojekt behövs mätdata per månad under 12 månader för att kunna fastställa referensnivån. Referensnivån bör tas fram separat för uppvärmning, tappvarmvatten, komfortkyla och fastighetsenergi. Mätperioden ska vara representativ med avseende på byggnadens drift och verksamhet och utan större störningar, som t.ex ombyggnadsarbeten. I sådana fall kan mätperioden behöva förlängas.

Vid fastställande av referensnivå ska även byggnadens A_{temp} fastställas.

Kvalificerade uppskattningar kan användas för delposter om de är konstanta då de används och kan synliggöras under en kortare period ur den totala energianvändningen. Det kan till exempel vara:

- Komfortkyla som ingår i fastighetselen kan uppskattas genom att analysera den totala kylanvändningen under vintertid när inte komfortkyla används och dra bort den mot användningen övriga månader.
- Mätning av VVC-förluster sommarnätter då ingen varmvattentappning eller uppvärmning sker (förutsätter att VVC-kretsen inte passerar kalla oisolerade utrymmen).

När referensnivå inte kan fastställas

I de fall en referensnivå inte kan fastställas genom relevanta mätningar, kan en beräknad referensnivå godtas. Den bör då utföras med utgångspunkt i den befintliga byggnaden, men med den framtida avsedda verksamheten i den färdigrenoverade byggnaden.

6. Referenser

Boverkets Byggregler, BBR, Boverkets föreskrift BFS 2011:6 med ändringar tom BFS 2018:4 (BBR 26). <https://www.boverket.se/sv/lag-ratt/forfattningssamling/gallande/bbr--bfs-20116/>

Boverkets föreskrifter och allmänna råd om fastställanden av byggnadens energianvändning vid normalt brukande och ett normalår, BEN, Boverkets föreskrift BFS 2016:12 med ändringar tom BFS 2018:5 (BEN 3).
<https://www.boverket.se/sv/lag-ratt/forfattningssamling/gallande/ben--bfs-201612/>

Boverket, Gränsdragningslista mellan fastighetsenergi och verksamhetsenergi
<https://www.boverket.se/contentassets/ecd8babe22ac4fc1aded39d79d992c97/gransdragningslista.pdf>

STAFS 2016:1, SWEDACs föreskrifter om mätinstrument, med ändring tom 2016:13.

STAFS 2016:2, SWEDACs föreskrifter om vattenmätare.

STAFS 2016:4, SWEDACs föreskrifter om mätare för aktiv elenergi.

STAFS 2016:5, SWEDACs föreskrifter om värmeenergimätare.

Gasmätningssanvisningar 2017, Energigas Sverige.

Plan- och byggtermer, Terminologcentrum, TNC 95, www.rikstermbanken.se.

BKK och Sveby, 2012, Energiavtal 12, Avtalsmall från Sveby-programmet, www.sveby.org.

Svebys brukarindata-rapporter, uppdaterade 2012, www.sveby.org.

Sveby Ordlista. Byggnaders energianvändning, 2009, uppdaterad 2012, www.sveby.org.

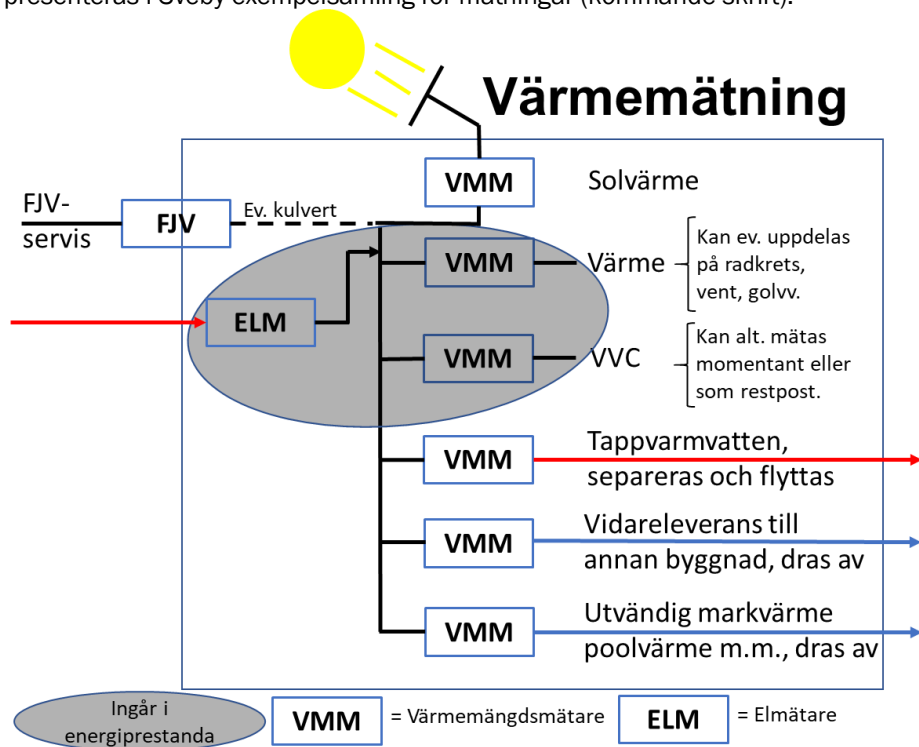
Sveby Energiverifikat, 2012, www.sveby.org.

Sveby PM – Förtydligande av areadefinitioner för tempererad golvarea, köldbryggor och lufttäthetsmätningar, 2017-04-28, www.sveby.org.

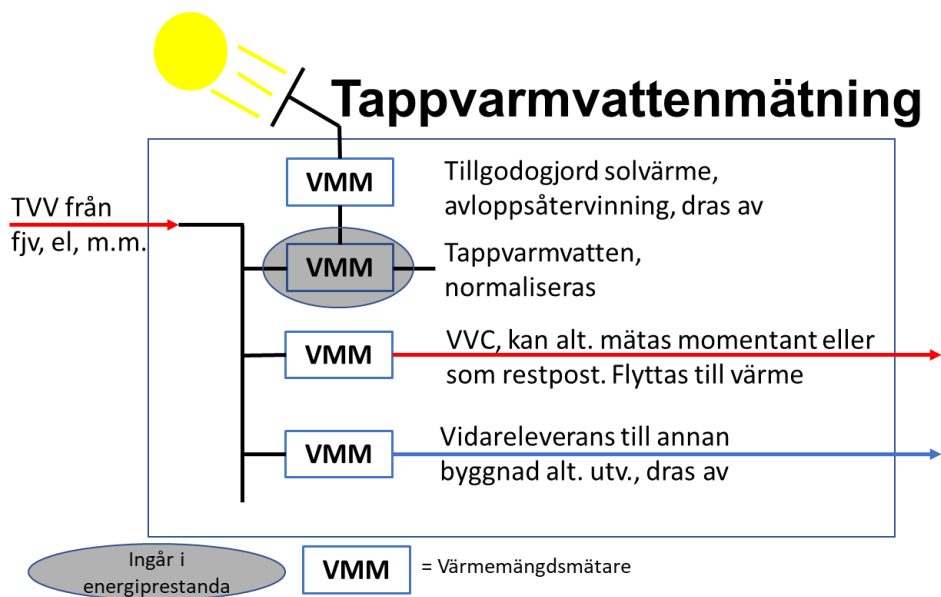
Sveby PM – Hantering av tappvarmvattenenergianvändning i beräkning, mätning och verifiering, 2016-06-16, www.sveby.org.

Bilaga 1. Exempel på mätarstrukturer för energianvändning

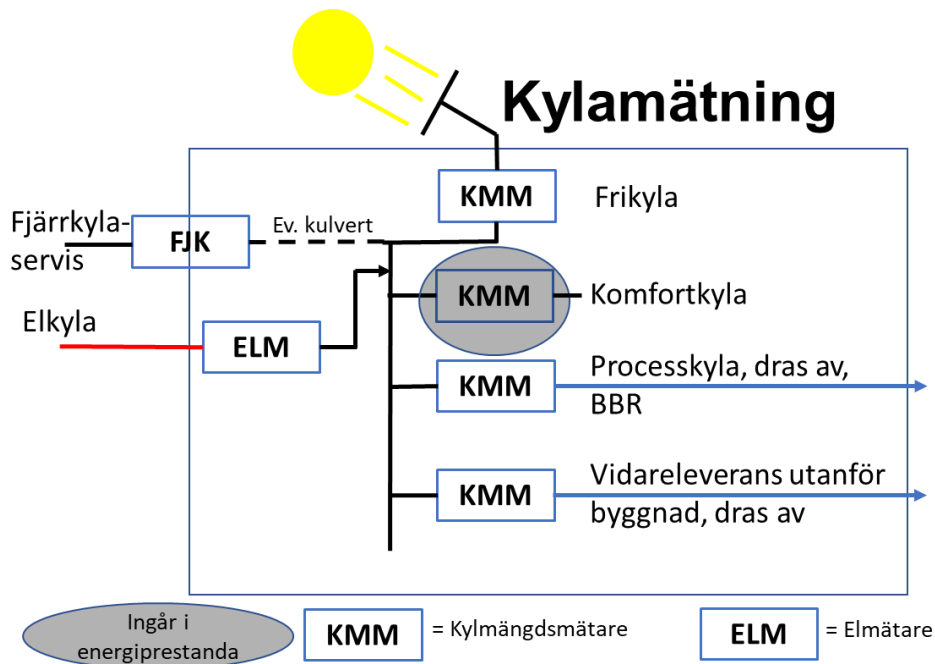
I denna bilaga visas exempel på strukturfigurer med syfte att underlätta planering av mätning av delposter i en byggnad. Se även kommentarer under varje figur. Figurerna täcker många olika fall, men inte alla tänkbara kombinationer. Hur många mätare som behövs för att kunna fastställa energianvändningen i en specifik byggnad varierar beroende på mätobjektets art, komplexitet och storlek, samt hur många olika energibärare som är aktuella. Mer detaljerade mätexempel presenteras i Sveby exempelsamling för mätningar (kommande skrift).



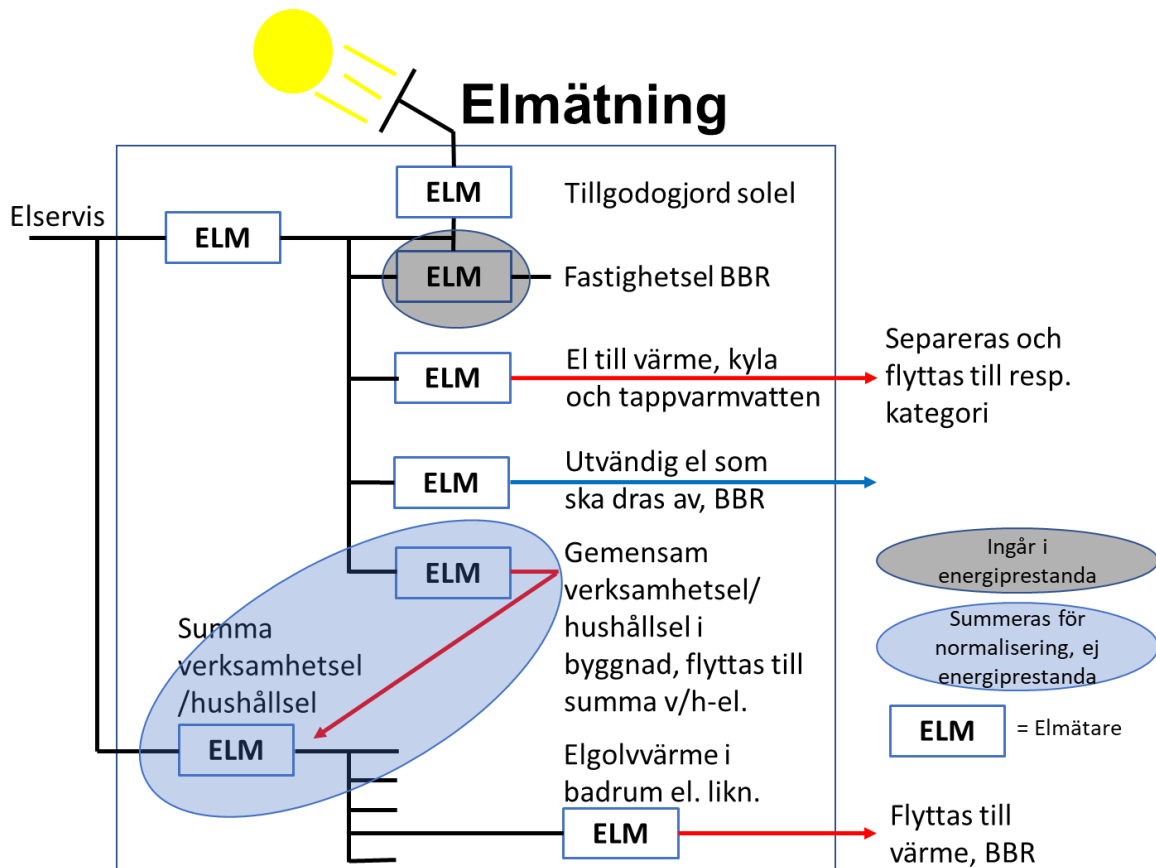
Figur 1. Principexempel för planering av värmemätningar. I många fall kan debiteringsmätaren för fjärrvärme användas för värme, förutsatt att tappvarmvatten m.m. som inte ska ingå kan dras av. Mätare för ev. ytterligare energibärare kan tillkomma.



Figur 2. Mätningsexempel för tappvarmvattenanvändning. Värmemängdsmätning rekommenderas vid månadsvis uppföljning. I enklare fall kan volymmätning användas.



Figur 3. Principexempel för mätning av komfortkyla. Byggnadens energi för komfortkyla ska separeras från verksamhetskyla. I många fall kan debiteringsmätare för fjärrkyla användas för komfortkyla, förutsatt att processkyla m.m. som inte ska ingå kan dras av.



Figur 4. Exempel på elmätarstruktur för att kunna särredovisa byggnadens fastighetsel (eller annan fastighetsenergi).