

2018-09-06

### Beskrivning av mät databasen för lågenergibygnader

Av detta dokument framgår hur Energimyndigheten lagt upp mätningarna och databasen. Instruktionerna härrör från starten av mätningarna i gruppen demonstrationsbyggnader som startade i nybyggda hus år 2015. För den andra gruppen byggnader, som startade tidigare i redan befintliga byggnader finns individuella motsvarande beskrivningar. Då dokumenten härrör från planeringsstadiet innehåller det vissa moment som inte har relevans såsom planerad enkätundersökning. Nedan finns dokumenten:

- Mätprogram
- Bilaga 1 Drifrapporter för loggade mätdata
- Bilaga 2 Mätguide
- Bilaga 3 Mätpunkter och givarbestyckning
- Bilaga 4 Givarplacering
- Bilaga 5 Momentana mätningar
- Bilaga 6 Klasslista

I slutet av detta dokument finns även en objektsrapport för en byggnad, vilken kan tjäna som ett exempel på beräkningar som har gjorts baserat på mätningarna.

Ytterligare information går även att finna i Energimyndighetens och Boverkets rapport "Utvärdering av lågenergibygnader – fallstudie 2017"

<https://energimyndigheten.a-w2m.se/Home.mvc?ResourceId=5745>

För frågor om databasen och hur den kan användas kontakta Stefan Norrman [stefan.norrman@energimyndigheten.se](mailto:stefan.norrman@energimyndigheten.se)

073-668 98 16

# Mätprogram

## Mätning och demonstration av nya lågenergibygnader

## Innehåll

1. Mätprogrammets syfte .....	3
2. Analyser .....	3
2.1 Drifrapporter för loggade mätdata .....	3
2.2 Kostnadsanalyser .....	3
2.3 Miljö och hälsa .....	3
2.4 Övriga tekniska egenskapskrav .....	3
2.5 Framtida forskning .....	4
3. Mätningar .....	4
3.1 Mätning över tid – loggade mätdata .....	4
3.2 Momentana mätningar .....	5
3.3 Enkätundersökning .....	5
4. Data och kommunikation .....	5

## Bilagor

Bilaga 1	Drifrapporter för loggade mätdata
Bilaga 2	Mätguide
Bilaga 3	Mätpunkter och givarbestyckning för loggning
Bilaga 4	Beskrivning av givarplacering
Bilaga 5	Momentana mätningar
Bilaga 6	Klasslista

## 1. Mätprogrammets syfte

Detta mätprogram syftar till att ge en övergripande förståelse för de moment som ingår i programmet för Mätning och demonstration av nya lågenergibyggnader. Programmet beskriver de mätningar som ska göras i byggnaderna och vidare beskrivs hur mätdata ska kommunicera med Energimyndighetens databas samt de analyser som ska göras utifrån insamlad mätdata och generell information om byggnaderna.

Genom att upprätta ett mätprogram som ligger till grund för mätning och kommunikation i samtliga deltagande byggnader i programmet möjliggörs att mätning kan göras korrekt och likvärdigt.

I mätprogrammet ingår följande delar:

- Beskrivning av mätpunkter för loggning
- Drifrapporter för loggade mätdata
- Klassificering och installation av mätutrustning
- Beskrivning av momentana mätningar
- Beskrivning av datalagring och kommunikation

Som underlag för projekt som deltar i programmet för Mätning och demonstration i lågenergibyggnader finns en ramhandling framtagen som byggherren kan använda vid upphandling gällande mätare, givare och installation av dessa, kommunikation och datahantering m.m.

## 2. Analyser

### 2.1 Drifrapporter för loggade mätdata

För att deltagande fastighetsägare ska kunna följa upp byggnadens prestanda månadsvis, tas en automatiserad funktion fram för att generera drifrapporter. I rapporterna presenteras byggnadens mätdata på ett överskådligt sätt. Drifrapporterna som skapas beskrivs i Bilaga 1 Drifrapporter för loggade mätdata.

### 2.2 Kostnadsanalyser

Lågenergibyggnaderna som deltar i programmet ska jämföras mot motsvarande byggnad, upprättad enligt dagens BBR-krav. För den analysen skall byggnaders fastighetsekonomiska- och samhällsekonomiska nyttor och kostnader tas fram och jämföras. Utifrån detta är målet att kunna beskriva hur energiprestandanivåer påverkar byggkostnader, drifts- och underhållskostnad sett över den ekonomiska livslängden och byggnadens livscykel.

### 2.3 Miljö och hälsa

Inom programmet utvärderas hur lågenergibyggnaden påverkar miljö och hälsa för brukarna. Analyser och utvärdering av miljö och hälsa kommer att göras utifrån mätdata i programmet.

### 2.4 Övriga tekniska egenskapskrav

I uppdraget ingår att utvärdera om övriga tekniska egenskapskrav, enligt 8 kap. 4 § i plan- och bygglagen (2010:900), PBL, påverkas negativt av att byggnader byggs som lågenergibyggnader. Detta

kommer att utvärderas genom analyser av loggade och momentana mätningar samt enkätundersökning till brukarna.

## 2.5 Framtida forskning

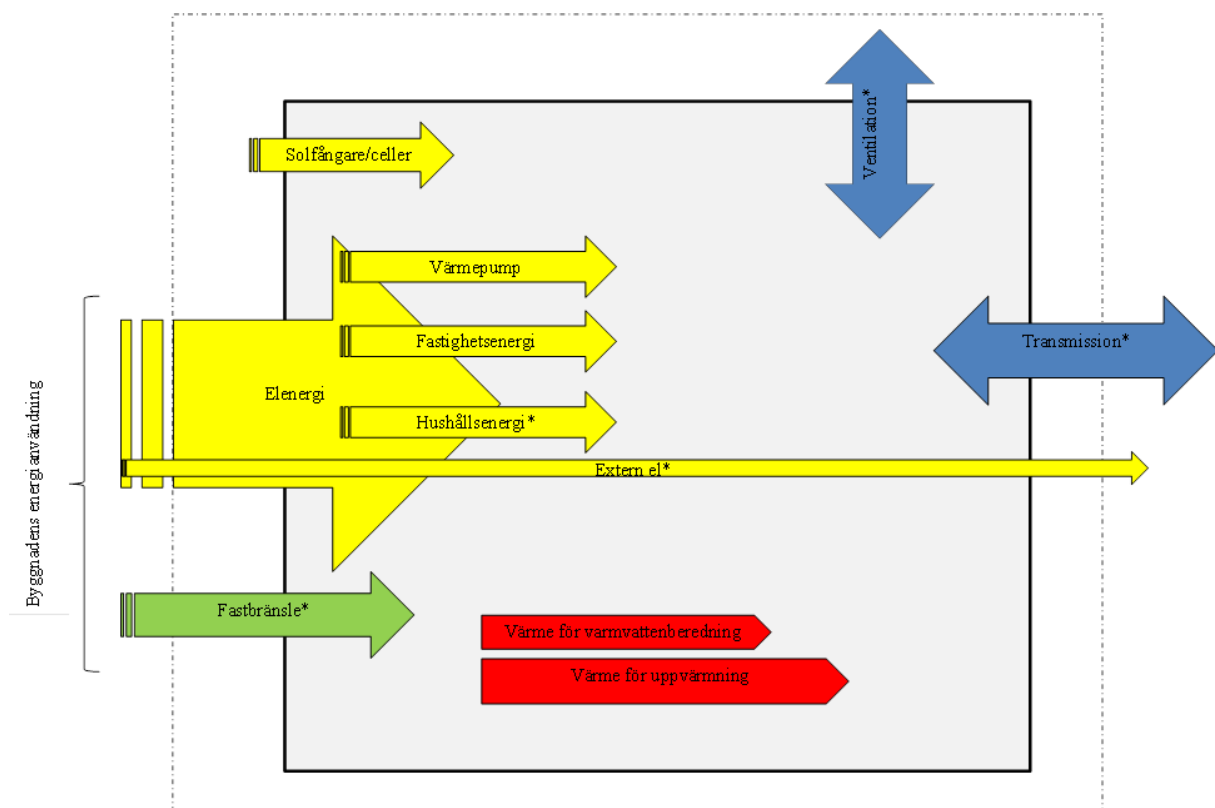
Insamlade data om fastigheterna och de omfattande mätningar som görs i byggnaderna kommer att göras tillgängliga, men avkodat, som underlag för framtida forskning och analyser inom området.

## 3. Mätningar

För att kunna genomföra ovan beskrivna analyser, behövs mätdata för byggnaderna som deltar i programmet samlas in. Mätningarna i programmet sker genom mätinstrument och genom enkätundersökning. Nedan beskrivs de olika mätningarna.

### 3.1 Mätning över tid – loggade mätdata

Parametrar som ändras över tid kommer att mätas kontinuerligt/loggas. Dessa mätningar sker i första hand i realtid med en mätfrekvens på en timme. En schematisk bild över dessa mätpunkter visas i figur 1.



Figur 1. Schematisk bild över värden som mäts över tid.

\*Transmissionsförluster beräknas baserat på uppmätta värden.

## Mätprogram – Mätning och demonstration av nya lågenergibyggnader

Mätdata ska via tråd eller trådlöst överföras till byggnadens styr- och övervakningssystem eller till en central "mätbox" för vidare överföring till Energimyndighetens centrala databas.

I Bilaga 2 Mätguide finns en generell beskrivning över de mätningar som loggas.

För varje byggnad som ingår i programmet ska en projektspecifik mätpunktslista för loggade mätningar upprättas. Listan ska stämmas av med Energimyndighetens resurspool, för att säkerställa att tillräcklig mätdata kommer att levereras från projektet. I Bilaga 3 Mätpunkter och givarbestyckning för loggning, finns en bruttolista över mätpunkter som ska ingå för varje byggnad.

En mätarförteckning kommer att upprättas för varje projekt, innehållande mätpunktsbeskrivningar och givarbeteckningar. Mätarförteckningen anpassas till branschstandard i samråd med representanter från Energimyndighetens IT-avdelning m.fl. Se Bilaga 4 Beskrivning av givarplacering.

### 3.2 Momentana mätningar

Utöver de mätare som installeras i byggnaderna för kontinuerlig mätning, kommer momentana mätningar att genomföras som underlag för analyser. Dessa mätningar genomförs i byggnaderna under mätperioden.

Beskrivning av de momentana mätningar som görs inom programmet beskrivs i Bilaga 5 Momentana mätningar.

### 3.3 Enkätundersökning

Som ett komplement till de kontinuerliga och momentana mätningarna kommer en enkätundersökning bland brukarna att genomföras. Från enkätsvaren kan eventuella brister i lågenergibyggnaderna, som inte går att fånga upp i de övriga mätningarna, kunna utvärderas. Analysen från denna mätning kommer att fokusera på miljö och hälsa i relation till energianvändning.

## 4. Data och kommunikation

En stor mängd information och mätdata kommer att hanteras inom ramen för programmet.

Det är av stor vikt att i ett tidigt skede sätta upp villkor för hur data ska samlas in, kontrolleras, överföras, lagras och göras åtkomliga för framtida utvärderingar och analyser. Data kommer att samlas in och hanteras vid olika tillfällen och på olika sätt som exempelvis mätning, beskrivningstexter och enkätsvar, för att i ett senare skede kunna jämföras på olika sätt.

För att dessa jämförelser ska vara relevanta måste underlag från olika källor stämma överens med avseende på ursprung, plats etc. Typ av data och information kommer att variera och härröra från olika källor, i huvudsak följande:

- Beskrivning av byggnad och installationer
- Beräkningsdata
- Loggade mätdata
- Momentant uppmätta mätdata
- Enkätdata

## Mätprogram – Mätning och demonstration av nya lågenergibyggnader

---

Alla beräknade och uppmätta data ska relateras till byggnad och installationer på ett så likartat sätt som möjligt. För detta används en informationsmodell baserad på standardiserat underlag från branchorganisationen BIM Alliance.

Underlag för hantering av kvalitetssäkrad information och händelser i programmet finns sammanställt i tabell 1 nedan.

Mätprogram – Mätning och demonstration av nya lågenergibyggnader

Tabell 1 Underlag för hantering av kvalitetssäkrad information och händelser inom programmet.

Info	Källa dataleveranser	Ansvarig	Länkning gemensamma ID- begrepp	Format för överföring	Meddelandetyyp	Mål	Kommentar	
Fastighetsdata	Fastighetssystem	Byggherre	ID lantmäteri Adress Utrymmen Betjäningsområden Placering Beteckning ID Givare	XML eller registreringsprogram	Fi2 XML		EM direkt	
Byggnads- och installationsdata	Indata IDA	Beräkningsansvarig		Exportfil				
	Kompletterande beskrivningsdata utöver indata IDA	Resurspool		Registreringsprogram	XML			Tas fram baserat på befintlig Excel-fil
Loggade Mätdata	Mätbox	Entreprenör		exportfil		Mellanlager/ uppsamlingsenhet		Uppsamlingsenhet för kvalitetssäkring
	Hygrotrac och motsvarande	Leverantör mätutrustning		exportfil				
	Debiteringsmätare	Energi leverantör		exportfil				
	Uppsamlingsenhet (Ex skanska/SP)	Entreprenör		exportfil				



Mätprogram – Mätning och demonstration av nya lågenergibyggnader

Info	Källa dataleveranser	Ansvarig	Länkning gemensamma ID- begrepp	Format för överföring	Meddelande- typ	Mål		Kommentar
Momentant uppmätta mätdata	Fältmätning/protokoll	Resurspool	ID lantmäteri Adress Utrymmen, lgh nummer Betjäningsområden Placering Beteckning ID Givare	Registreringsprogram (Platta)	XML			Tas fram baserat på bef. excelfil
Enkätdata	Pappersenkäter via utskick	Resurspool		Registreringsprogram/exportfil		EM		
Driftdata (störningar etc)	System för övervakning	Driftansvarig		Registreringsprogram/				Tas fram baserat på bef. excelfil
Övrigt								

# Driftrappporter för loggade mätdata

## Mätning och demonstration av nya lågenergibyggnader

Rev. okt 2015

## Bilaga 1 - Drifrapporter för loggade mätdata

---

### Innehåll

1. Inledning.....	3
2. Mätpunktslista.....	3
3. Visa mätvärden.....	4
4. Visa standardrapporter .....	5
5. Förprogrammerade mätdatasammanställningar.....	6
5.1 Specifikt netto värmebehov.....	6
5.2 Specifik systemförlust .....	6
5.3 Specifik varmvattenanvändning .....	7
5.4 Specifik fastighetsel .....	7
5.5 Specifik verksamhetsel, respektive hushållsel.....	7
5.6 Okorrigerad energiprestanda .....	7
5.7 Ventilationssystemets verkningsgrad .....	8
5.8 Ventilationssystemets luftflöden.....	8
5.9 Värmesystemets fram- och returtemperaturer .....	8
5.10 Tilluftstemperatur.....	8
6. Månadstabeller och figurer.....	8
7. Anvisningar programskrivning/taggning .....	9
7.1 Specifikt netto värmebehov.....	9
7.2 Specifik systemförlust .....	9
7.3 Specifik varmvattenanvändning .....	9
7.4 Specifik fastighetsel .....	9
7.5 Specifik verksamhetsel (VEL), respektive hushållsel (HEL) .....	10
7.6 Okorrigerad energiprestanda, EN.....	10

## 1. Inledning

Detta underlag avser mätdatasammanställningar av loggade mätdata som ska kunna hämtas löpande från EM:s databas dels av byggherren och dess ombud och dels internt inom projektet för löpande mätdatauppföljningar, kontroll av mätflöden och dess datakvalitet.

För att kunna tolka mätdata som hämtas från mät databasen krävs vanligen kunskap om byggnadens mätare och vad de mäter. Det innebär att mätdata som hämtas från mät databasen enligt detta PM kräver vidare sammanställningar, analys och bearbetningar för att tolkas rätt t.ex. för att ge underlag för energiutvärdering och kostnadsanalyser.

Utformningen av mät rapportering löpande direkt från databasen bör ha följande mål:

- Tillgänglighet
- Enkelhet
- Flexibilitet

Graden av tillgänglighet diskuteras inte i detta PM, t.ex. inloggningsförfarande och uppdateringsfrekvenser, dvs. hur färska data ska förväntas vara.

Enkelheten skulle kunna ökas för användaren om man inleder med en övergripande sortering av vad man ska se och ta del av, t.ex.

Välj rapportnivå:

1. Standardrapporter med energital för byggnaden (avsnitt 5.1-5.6)
2. Standardrapporter med areaspecifik energi (avsnitt 5.1-5.6 alt B)
3. Data för driftuppföljning (delsystem och driftparametrar) (avsnitt 5.7-5.10)
4. Mät punktsuppföljning (möjlighet att följa data för en viss angiven mätare) (avsnitt 2-3)

Textanvisningar för varje rapport kommer att utarbetas för att förtydliga vad drifrapporten visar och eventuella osäkerheter.

## 2. Mät punktslista

Prioritet: 1. Motivering: Enkelt sätt att skapa överblick över byggnadens mätare.

Detta utgör ett analysverktyg för den initierade användaren, som vet vad mätarnamnet står för och vad dess data ger för information.

Välj byggnad (för den som har flera)

Visa mät punktslista.

För varje objekt skapas då en mät punktslista (lista alla loggade mät punkter) i följande form:

Mätning	Enhet	Mätbeteckning
Tillförd värme totalt	kWh	VSXX-VM1
Temperatur VS fram	°C	VSXX-GT1
Temperatur VS retur	°C	VSXX-GT2
Värme till värmesystem	kWh	VSXX-VM2
Temperatur VS fram	°C	VSXX-GT3
Etc		

## Bilaga 1 - Drifrapporter för loggade mätdata

### 3. Visa mätvärden

Prioritet: 1. Motivering: Gör det möjligt att visuellt och därmed snabbt få en överblick över om en mätpunkt uppför sig som förväntat. Viktig del i kvalitetsövervakningen.

Varje mätarnamn ska vara möjlig att aktivera (klicka på) för att ge ett diagram över valda data.

Användaren bör sedan kunna göra följande val:

Välj upplösning: timme, dygn, månad (default: dygn).

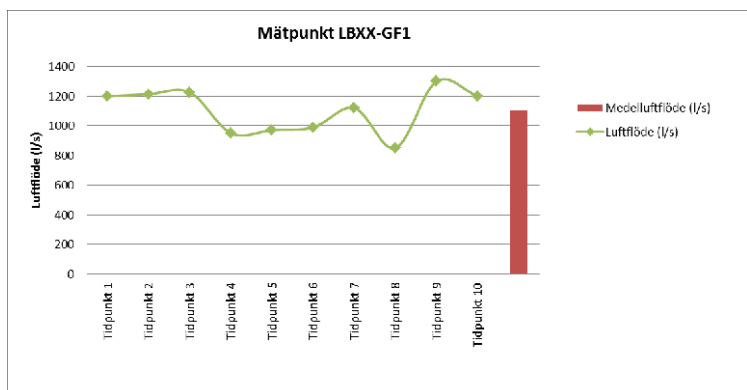
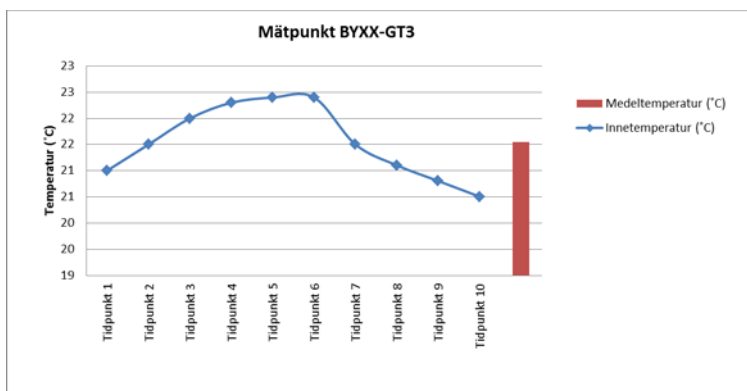
Välj tidsperiod: Senaste dygnet, veckan, månaden, året (default: dygn), eller

Välj tidsperiod: start:                      slut:

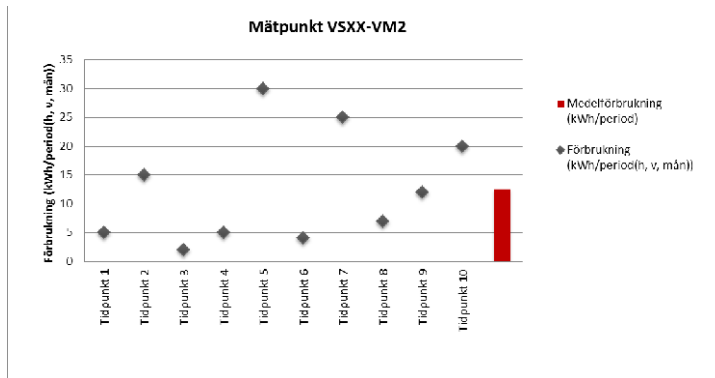
Graf visas med möjlighet att exportera till excel.

Oavsett val av upplösning eller vald tidsperiod, så visas även medelvärdet för perioden och/eller en stapel på detta värde i grafen, se exempelfigurer nedan.

För energimätare anges mätarställning och sort i Excelutskriften, men i grafen med timvärden (kWh/h). Automatiskt justerad skala.



## Bilaga 1 - Drifrapporter för loggade mätdata



## 4. Visa standardrapporter

Välj standardrapport:

### Månadsrapporter

Prioritet

2. Specifikt netto värmebehov (okorrigerat)
2. Specifik systemförlust (undercentral, varmvatten- och ackumulatortankar)
2. Specifik varmvattenanvändning
2. Specifik fastighetsel
2. Specifik verksamhetsel
2. Specifik hushållsel
3. Energiförbrukning, specifik energianvändning, okorrigerad
1. Ventilationssystemets verkningsgrad
1. Ventilationssystemets luftflöden (separat diagram för respektive aggregat)
1. Värmesystemets fram- och returtemperatur som funktion av  $T_{ute}$
1. Tilluftstemperatur (indikator på att värmesystemet är korrekt inställt).

Motivering till prioritetsordning: Prio 1: viktig del i driftuppföljning. Prio 2. Ger demo-projektet färdigt bearbetade data som ingång till energibalansanalyser, LCC-kalkyler, etc. Arbetstidsbesparande och rationellt. Prio 3. Okorrigerad energiförbrukning har ett osäkert värde för förvaltaren men kan underlätta för demoprojektets energianalyser.

Det ska vara valbart om man vill ha Prio 2- rapporterna i form av specifika värden ( $/A_{temp}$ ) eller som absoluta. Det senare motiverat av att t.ex. småhusägare kan ha större förståelse för de absoluta talen. Enklart för användaren om detta val görs inledningsvis.

Interna anvisningar för hur dessa rapporter skapas (samt upplösning och tidsperiod) ges under avsnitt Anvisningar programskrivning/taggning.

Observera att ledningssystemets värmeförluster blir en del av netto värme, eftersom mätare för värme är placerade i anslutning till värmeproduktionssystemet (utgående värme från undercentral, värmepump eller panna).

### Årsrapporter

Tillgänglig för visning först efter det att 12 månaders värden finns lagrat. Därefter lagras årsvärden och visas som årsstaplar.

De senaste månadsvärdena kan man se via standardrapporterna.

## 5. Förprogrammerade mätdatasammanställningar

### 5.1 Specifikt netto värmebehov

Specifikt netto värme (SNV) definieras här som värme per uppvärmd kvadratmeter till värmesystemet inklusive värmeledningssystemets förluster inom byggnaden. Mätvärden redovisas utan korrigering för normal användning.

SNV = Summa månadsvärde SNV under 12 månader.

SNV mäts enligt följande:

$$SNV = (E_v + E_{solv} + EL_{eliv} - E_{lev}) / A_{temp} \text{ (kWh/m}^2\text{)}, \text{ där} \quad (1)$$

$E_v$  = levererad värme till värmesystemet i byggnaden

$E_{solv}$  = eventuell egen producerad solvärme (få byggnader) till byggnaden

$EL_{eliv}$  = eventuella elvärmare inne i byggnaden (golvvärmare, etc.)

( $E_{lev}$  = levererad energi till annan byggnad från värmesystemets ledningar sekundärt och inte direkt från värmecentral om det förekommer).

SNV\_x beräknas för respektive månad (\_x) och månadsvärde sparas

Alt B. Om användaren valt att få hela byggnadens energivärde istället så divideras inte resultatet med: /  $A_{temp}$ .

Netto värme (NV) definieras här som värme till värmesystemet inklusive värmeledningssystemets förluster inom byggnaden. Mätvärden redovisas utan korrigering för normal användning.

NV\_x (kWh) beräknas för respektive månad (\_x) och månadsvärde sparas.

### 5.2 Specifik systemförlust

SSF definieras som förluster som uppstår i VVC-system och i värmecentral (mellan inkommande fjärrvärme/värme från värmepump och utgående varmvatten och utgående värme) fördelat på byggnadens uppvärmda area.

(VVC-förlusterna hade kunnat redovisas separat om vi hade loggat även dessa. Nu får de ingå i systemförlusterna tillsammans med värmecentralens förluster).

$$SSF = (E_{fjv} + E_{vp} + E_{solv} + EL_{eliv} - E_{VV} - E_v - E_{lev}) / A_{temp}, \text{ (kWh/m}^2\text{)}, \text{ där} \quad (2)$$

$E_{fjv}$  = levererad fjärrvärme till byggnaden

$E_{vp}$  = värme och varmvatten som produceras av värmepump

$E_{lev}$  = levererad energi till annan byggnad

Alt B. Om användaren valt att få hela byggnadens energivärde istället så divideras inte resultatet med: /  $A_{temp}$ .

SF (kWh) definieras som förluster som uppstår i VVC-system och i värmecentral (mellan inkommande fjärrvärme/värme från värmepump och utgående varmvatten och utgående värme).

## Bilaga 1 - Driftrapporter för loggade mätdata

---

### 5.3 Specifik varmvattenanvändning

Varmvattenenergi,  $E_{VV\_x}$  beräknas för respektive månad ( $_x$ ) och månadsvärde sparas.

$SE_{VV} = m^3 \text{ varmvatten} \times (1,16 \times (T_{vv-max} - T_{kv-min}) / A_{temp}$ , summerat som 12 månaders löpande mätarvärde ( $kWh/m^2$ ).

Alt B. Om användaren valt att få hela byggnadens energivärde istället så divideras inte resultatet med:  $/ A_{temp}$ .

$E_{VV} = m^3 \text{ varmvatten} \times (1,16 \times (T_{vv-max} - T_{kv-min}))$ , summerat som 12 månaders löpande mätarvärde ( $kWh$ ).

### 5.4 Specifik fastighetsel

Fastighetsel,  $EL_{FEL\_x}$  beräknas för respektive månad ( $_x$ ) och månadsvärde sparas.

Specifik fastighetsel  $SFEL = 12 \text{ månaders löpande mätarvärde} / A_{temp}$  ( $kWh/m^2$ ).

Fastighetsel utgör inkommande fastighetsel med avdrag för el till tvättstuga, yttre belysning mm och definieras på mätarnivå i mätplanen eftersom detta kan se olika ut i olika fastigheten, se även gränsdragningslistan i Sveby Brukarindata.

Vi skriver för varje byggnad vilka mätare som definierar  $EL_{FEL}$  eftersom detta blir knepigt att skriva generellt då eldragningen kan se olika ut för olika byggnader och ytterligare mätare kan tillkomma.

Alt B. Om användaren valt att få hela byggnadens energivärde istället så divideras inte resultatet med:  $/ A_{temp}$  begreppet blir  $EL_{FEL}$  och sorten blir ( $kWh$ )

### 5.5 Specifik verksamhetsel, respektive hushållsel

Verksamhetsel/hushållsel (VEL/HEL),  $EL_{VEL\_x}$  och  $EL_{HEL\_x}$  beräknas för respektive månad ( $_x$ ) och månadsvärde sparas

$SVEL/SHEL = 12 \text{ månaders löpande mätarvärde} / A_{temp}$  ( $kWh/m^2$ ).

Byggnad kan ha både VEL och HEL.

Alt B. Om användaren valt att få hela byggnadens energivärde istället så divideras inte resultatet med:  $/ A_{temp}$  begreppen blir  $EL_{VEL}$  och  $EL_{HEL}$  och sorten blir ( $kWh$ ).

### 5.6 Okorrigerad energiprestanda

Okorrigerad energiprestanda, EN (dvs uppmätt levererad energi till byggnaden) beräknas enligt:

För elklassad byggnad:

$$EN = (E_{fjv} + E_{elv} + E_{LVP} + E_{FEL} + E_{kyla} + E_{Lkyla}) / A_{temp}$$

För icke elklassad byggnad:

$$EN = (E_{fjv} + E_{elv} + E_{LVP} + E_{FEL} + E_{kyla} + E_{Lkyla} \times 3 - E_{lev}) / A_{temp}$$

där  $E_{kyla}$  utgör inlevererad komfortkyla,  $E_{Lkyla}$  är elåtgång för el till kylkompressor.

$EN_x$  beräknas för varje månad och redovisas som månadsstaplar för helt år, liksom summerat per år för ett antal år.

Detta värde kan av definitionsskäl endast presenteras som areaspecifikt värde.



## Bilaga 1 - Drifrapporter för loggade mätdata

---

Information anger att detta värde inte tar hänsyn till eventuell egen sol.

### 5.7 Ventilationssystemets verkningsgrad

När värmebehov finns och ventilationsaggregatet är igång (nettovärme > 0, samt  $Q_{\text{från}} < Q_{\text{max}}$ ) under aktuell månad beräknas separat för varje ventilationssystem och för varje timme verkningsgrad enligt nedan.

Tilluftens temperaturverkningsgrad,  $\eta_{\text{LB01\_till}} = (T_{\text{till}_1} - T_{\text{ute}}) / (T_{\text{inne}} - T_{\text{ute}})$ , värdet sparas för aktuell månad.

Frånluftens temperaturverkningsgrad,  $\eta_{\text{LB01\_från}} = (T_{\text{från}} - T_{\text{avl}_1}) / (T_{\text{inne}} - T_{\text{ute}})$ , värdet sparas för aktuell månad.

### 5.8 Ventilationssystemets luftflöden

Samma timmar som enligt ovan, beräknas och redovisas för varje separat ventilationssystem och i ett diagram (om möjligt) per system:

LB01:  $Q_{\text{till}_1}, Q_{\text{från}_1}, Q_{\text{till}_1}/Q_{\text{från}_1}$

LB02:  $Q_{\text{till}_2}, Q_{\text{från}_2}, Q_{\text{till}_2}/Q_{\text{från}_2}$

Etc.

Redovisas i separat diagram för respektive aggregat.

### 5.9 Värmesystemets fram- och returtemperaturer

Detta är en indikator på att värmesystemet är korrekt injusterat. Högre värde ger också högre distributionsförluster.

$VS\_T_{\text{fram}}$  och  $VS\_T_{\text{retur}}$  (y-axel) redovisas som funktion av  $T_{\text{ute}}$  (x-axel) under senaste hela månaden, samt senaste 365 dagarna (två separata diagram).

Värdena på  $VS\_T_{\text{fram}}$  och  $VS\_T_{\text{retur}}$  för respektive timme sorteras utifrån utetemperatur under aktuell timme (stigande utetemperatur på x-axeln)

### 5.10 Tilluftstemperatur

Ventilationssystemets tilluftstemperatur efter växlare (/eller eftervärmare om en sådan finns) redovisas per timme tillsammans med inomhustemperatur för aggregatets betjäningsområde som en funktion av utetemperatur. Endast värden då ventilationssystemet är igång (se ovan).

Redovisas för respektive ventilationsaggregat för senaste månaden.

## 6. Månadstabeller och figurer

SNV, SSF, SKF, SE<sub>VV</sub>, SFEL, SVEL, SHEL, EN: separata diagram med månadsvärden + årsvärde (tydligt separerat från månadsvärden). Om alt. B valts visas motsvarande uppgifter utan att dividerats med  $A_{\text{temp}}$  och med enheten kWh.

$\eta_{\text{LB01\_till}}$ ,  $\eta_{\text{LB01\_från}}$  redovisas som löpande timvärden för respektive aggregat för senaste månaden, samt stapel på medelvärdet för månaden.

## Bilaga 1 - Driftrapporter för loggade mätdata

---

Tilluftstemperatur för respektive aggregat visas tillsammans med innetemperatur (för aggregatets betjäningsområde) som funktion av utetemperatur för senaste månaden.

Luftflöden, värmesystemets fram- och returtemperaturer enligt anvisningarna.

## 7. Anvisningar programskrivning/taggning

Med de taggningsnamn som föreslagits i Bilaga 4 "Beskrivning av givarplacering" sammanställs data enligt följande, men kan ha avvikelser för enskilda byggnader för vissa mätare. Det innebär att för varje byggnad läggs typekvationerna in, men ska kunna korrigeras. Anvisningar för korrigeringar för enskild byggnad ges i en taggningsbeskrivning (en mall tas fram för redovisning av vilka mätare som ingår i de beskrivningar som avviker från de typiska ekvationer som vi redovisat ovan.).

### 7.1 Specifikt netto värmebehov

$$SNV\_x = (VSXX-VM1 + VSXX-VM3 + EXX-E5 - VSXX-VM4) / A_{temp}, \text{ där}$$

VSXX-VM1 är värmemängdsmätare för värme

VSXX-VM3 är solvärmemätare

EXX-E5 är elvärmemätare

VSXX-VM4 är eventuell levererad värme till annan byggnad

### 7.2 Specifik systemförlust

$$SNV\_x = (VSXX-VM1 + VPXX-VM1 + VSXX-VM3 - VSXX-VM1 - VVXX-VM1 - VSXX-VM4) / A_{temp}, \text{ där}$$

VSXX-VM1 är värmemängdsmätare för inkommande fjärrvärme

VPXX-VM1 är värmemängdsmätare för värmepump

VSXX-VM3 är solvärmemätare och

VVXX-VM1 är varmvattenmätare i undercentral

VSXX-VM4 är eventuell levererad värme till annan byggnad.

### 7.3 Specifik varmvattenanvändning

Varmvattenenergi,  $E_{VV\_x}$  beräknas för respektive månad ( $_x$ ) och månadsvärde sparas.

$$E_{VV} = VVXX-KM1 \times 1,2 \times (VVXX-GT1 - VVXX-GT2), \text{ där}$$

VVXX-GT2 utgör minvärdet för senaste veckans mätdata.

(i normalfall, dvs. utan tvättstuga, storkök med egen mätare som ska dras av )

### 7.4 Specifik fastighetsel

Fastighetsel,  $EL_{FEL\_x}$  beräknas för respektive månad ( $_x$ ) och månadsvärde sparas.

$$EL_{FEL} = 12 \text{ månaders löpande mätarvärde} / A_{temp}$$

Exempel (men här kommer avvikelser vara vanliga)

$$EL_{FEL} = EXX-E4 + EXX-E8 + EXX-E9 + EXX-E10$$

## 7.5 Specifik verksamhetsel (VEL), respektive hushållsel (HEL)

$EL_{VEL\_x}$  beräknas för respektive månad ( $_x$ ) och månadsvärde sparas

$$EL_{VEL} = 12 \text{ månaders löpande mätarvärde} / A_{temp}$$

$EL_{HEL\_x}$  beräknas för respektive månad ( $_x$ ) och månadsvärde sparas

$$EL_{HEL} = 12 \text{ månaders löpande mätarvärde} / A_{temp}$$

Byggnad kan ha både  $EL_{VEL}$  och  $EL_{HEL}$ .

Hushållsel = EXX-E2

Verksamhetsel = EXX-E3

## 7.6 Okorrigerad energiprestanda, EN

$$EN = (VSXX-VM1 + EXX-E5 + KM/VPXX-E1 + EL_{FEL} - VSXX-VM4) / A_{temp}$$

$EN_x$  beräknas för varje månad och redovisas som månadsstaplar för helt år, liksom summerat per år för ett antal år.

Hänsyn har inte tagits till om egenproducerad sol tillgodogjorts byggnaden.

Obs! Byggnad med fjärrkyla eller egenproducerad kyla kan inte hanteras i denna redovisning eftersom vi inte separerat mätarbeteckning för värmepump som ger värme och kylmaskin vilket anges i en textanvisning.

# Mätguide

Mätning och demonstration av nya lågenergibyggnader

## Innehåll

1.	Inledning.....	4
2.	Mätdata.....	5
2.1	Värme och tappvarmvatten.....	5
2.1.1	Köpt/inlevererad när-/fjärrvärme.....	5
2.1.2	Egengenererad solvärme.....	6
2.1.3	Värme från bränsle.....	6
2.1.4	Värme från vätskekopplade eldrivna värmeapparat(er).....	6
2.1.5	Såld/utlevererad när-/fjärrvärme.....	6
2.1.6	Vattenburen värme till uppvärmning.....	6
2.1.7	Vattenburen värme till förvärmningsbatteri(er).....	6
2.1.8	Temperatur varmvattenberedning.....	6
2.1.9	Temperatur kallvatten till varmvattenberedning.....	6
2.1.10	Kallvattenflöde till varmvattenberedning.....	6
2.1.11	Värme till absorptionskylmaskin(er).....	6
2.1.12	Värme till verksamhets/hushållsändamål.....	7
2.2	Ventilation.....	7
2.2.1	Lufttemperatur ventilation.....	7
2.2.2	Frånluftsflöde in i värmeåtervinnare vid FX-/FTX-ventilation.....	7
2.2.3	Temperatur på frånluftsflöde(n) in i värmeåtervinnare vid FX-/FTX-ventilation.....	7
2.2.4	Relativ fuktighet på frånluftsflöde(n) in i värmeåtervinnare vid FX-/FTX-ventilation.....	8
2.2.5	Tillluftsflöde(n) ut ur värmeåtervinnare vid FTX-ventilation.....	8
2.2.6	Temperatur på tillluftsflöde(n) ut ur värmeåtervinnare vid FTX-ventilation.....	8
2.2.7	Relativ fuktighet på tillluftsflöde(n) ut ur värmeåtervinnare vid FTX-ventilation.....	8
2.2.8	Temperatur på avluftsflöde(n) ut ur värmeåtervinnare vid FX-/FTX-ventilation.....	8
2.3	Kylenergi och värmepump.....	9
2.3.1	El till elektrisk kylmaskin/värmepumpar.....	9
2.3.2	Köpt/inlevererad när-/fjärrkyla.....	9
2.3.3	Internt genererad värme från värmepump.....	9
2.3.4	Internt genererad kyla från kylmaskin.....	9
2.3.5	Internt genererad kyla från absorptionskylmaskin(er).....	9
2.3.6	Internt genererad "frikyla".....	9
2.3.7	Såld/utlevererad kyla.....	10

## Bilaga 2 - Mätguide

2.3.8	Vattenburen kyla till kylbatteri(er) i ventilationsaggregat .....	10
2.4	Elenergi.....	10
2.4.1	Köpt/inlevererad el, totalt.....	10
2.4.2	El till kylmaskin/värmepumpar.....	10
2.4.3	El till direktverkande elradiatorer .....	10
2.4.4	El till elpatroner i elpanna/-or och/eller värmepump/-ar .....	10
2.4.5	El till förvärmningsbatteri(er).....	11
2.4.6	El till eftervärmningsbatteri(er).....	11
2.4.7	El till elgolvvärme och ev. handdukstork(ar).....	11
2.4.8	Hushållsel.....	11
2.4.9	Verksamhetsel .....	11
2.4.10	El till övrig fastighetsdrift .....	11
2.4.11	El till gemensam(ma) tvättstuga/-or (endast flerbostadshus) .....	11
2.4.12	El till annan byggnad, mm .....	11
2.4.13	El till Belysning.....	11
2.4.14	El som inte ger spillvärme .....	11
2.4.15	El till garage som ingår i byggnaden.....	12
2.4.16	Egengenererad el.....	12
2.4.17	Såld/utlevererad el.....	12
2.5	Klimat.....	12
2.5.1	Utomhus – Temperatur/Relativ fuktighet.....	12
2.5.2	Solinstrålning .....	12
2.5.3	Innetemperatur .....	12
2.5.4	Relativ fuktighet, inne .....	12
2.5.5	Relativ fuktighet, kryppgrund(er) & kallvind(ar) .....	12
2.5.6	Koldioxidgivare .....	12
2.6	Byggnad .....	13
2.6.1	Konstruktion bottenplatta – Temperatur/Relativ fuktighet .....	13
2.6.2	Konstruktion ytterfasad och tak – Temperatur/Relativ fuktighet.....	13
2.6.3	Kallvind – Temperatur/Relativ fuktighet .....	15
2.6.4	Tryckdifferens klimatskärm .....	15

## 1. Inledning

Denna guide är tänkt som ett komplement till bilaga "Beskrivning av givarplacering" och som ett stöd för att bättre förstå hur mätningarna ska utföras.

I flera fall kan mätdata tas fram på olika sätt och med olika noggrannhet. Vissa indata behöver inte redovisas, även om det är önskvärt. I vissa fall behöver inte alla energiflöden mätas, exempelvis om man känner summan av tre förbrukare och mäter individuellt på två av dessa så kan den tredje bestämmas utifrån detta. I andra fall kan det räcka med momentana mätningar av exempelvis flöden och eleffekter för att med rimlig noggrannhet bestämma energianvändningen under ett år. I varje enskilt demonstrationsprojekt måste man göra en bedömning av vad som behöver mätas och hur noga.

Denna guide omfattar endast mätpunkter för loggning. En lista på de mätpunkter som ska loggas och ingå i det specifika projektet anpassas efter varje byggnad i samråd med Energimyndighetens resurspool. Vilka momentana mätningar som ska genomföras beskrivs i ett annat dokument.

Flera av de mätdata som beskrivs återfinns också i Svebys verifieringsmall och vice versa. Det är därför möjligt att parallellt arbeta med en verifiering av sin byggnad gentemot gällande BBR enligt Sveby. På Svebys hemsida [www.sveby.org](http://www.sveby.org) finns också flera andra dokument som kan användas som underlag och hjälpmedel vid verifiering av en byggnads energianvändning.

## 2. Mätdata

Mätningar sker i första hand i realtid med en mätfrekvens på varje timma. Data redovisas per timme som glidande medelvärde eller integrerat värde.

Befintlig mätutrustning i byggnaden kan användas om den uppfyller de ställda kraven på placering och mätosäkerhet. Exempel på befintliga mätare som kan användas är byggnadens huvudelmätare, individuella elabonnemang (hyresgäster) och huvudmätare för fjärrvärme och/eller fjärrkyla. För flerbostadshus som har individuell mätning (och debitering) IM(D) av värme och/eller varmvatten kan det även vara möjligt att logga dessa mätdata.

I ventilationsaggregat finns ofta inbyggda flödesmätare med bra mätosäkerhet som kan nyttjas. Dessa kan dock behöva kompletteras med en differensstryckmätare vars utsignal kan loggas. I mer komplexa byggnader, vanligen lokaler, kan det finnas ett befintligt mätinsamlingssystem som till stora delar kan nyttjas.

Mätdata från kontinuerliga mätningar ska via tråd eller trådlöst överföras till byggnadens styr- och övervakningssystem eller en central "mätbox" för vidare överföring till Energimyndighetens centrala databas. "Mätboxen" ska uppfylla Energimyndighetens krav.

Vid trådlös överföring mellan mätgivare till "mätbox" ska mätdata sparas i mätgivare tills det är säkerställt att de har mottagits och lagrats i "mätboxen". Mätdata ska sparas i "mätboxen" eller styr- och övervakningssystemet tills det är säkerställt att de har mottagits och lagrats i den centrala databasen.

Denna guide är generellt skriven. De mätpunkter som ska ingå i aktuell byggnad ska vara avstämd med resurspoolen och biläggas denna mätguide.

### 2.1 Värme och tappvarmvatten

Mätning av värmeenergi görs i de flesta fall kontinuerligt med en värmemängdsmätare. Den bör vara av minst klass 2, d.v.s. 2 % på flödet och 0,2°C på temperaturdifferensen. Vid normala flöden och temperaturdifferenser innebär detta 3-4 % mätosäkerhet. Detta förutsätter vanligen samkalibrerade temperaturgivare som är instuckna med dykrör i vätskeflödet. Mätning av temperatur med anliggningsgivare utanpå rör klarar sällan önskad mätosäkerhet, speciellt gäller detta vid små temperaturdifferenser.

När det gäller värme för varmvattenanvändningen kan detta i många fall mätas något enklare. Värme från bränsle kan i småhus beräknas utifrån redovisad typ och mängd biobränsle per månad och uppgift om pannans verkningsgrad. Eldning i kamin/spis bör undvikas under mätperioden. I större anläggningar bör värmemängdsmätare användas.

#### 2.1.1 Köpt/inlevererad när-/fjärrvärme

Värmemängden till byggnaden/fastigheten köpt/inlevererad när-/fjärrvärme ska mätas. Här bör i första hand när-/fjärrvärmeleverantörens debiteringsmätare användas.



### **2.1.2 Egengenererad solvärme**

Värmemängdsmätning av in- och utlevererad uppvärmningsenergi ska utföras. Utlevererad mängd varmvatten ska alltid mätas.

### **2.1.3 Värme från bränsle**

Kan undantagsvis beräknas utifrån uppgift om mängd och typ av bränsle samt uppgift om verkningsgrad för använd panna, kamin, etc. Värmemängdsmätning av utlevererad uppvärmningsenergi bör alltid utföras.

### **2.1.4 Värme från vätskekopplade eldrivna värmeapparat(er)**

En del värmepumpar har inbyggda energimätare som kan anslutas. I annat fall mäts utlevererad uppvärmningsenergi. Separat mätning av elpatroner ska göras. Utlevererad mängd varmvatten ska alltid mätas upp.

### **2.1.5 Såld/utlevererad när-/fjärrvärme**

Energi som levereras från byggnaden ska mätas. Här bör i först hand när-/fjärrvärmeleverantörens debiteringsmätare användas.

### **2.1.6 Vattenburen värme till uppvärmning**

I större byggnader bör värmemängdsmätning av utlevererad uppvärmningsenergi göras för olika delsystem. Därmed kan stilleståndsförluster i undercentral bestämmas.

### **2.1.7 Vattenburen värme till förvärmningsbatteri(er)**

Beräknas baserat på luftflödesmätning och temperaturer. Kan även mätas med separat värmemängdsmätare. Behövs för att kunna beräkna ventilationsförluster och effektivitet på värmeåtervinning.

### **2.1.8 Temperatur varmvattenberedning**

Vanligen 50-60 °C. Ska mätas för att kunna beräkna energianvändningen för varmvatten. Mätpunkt och mätförfarande beror på systemlösning.

### **2.1.9 Temperatur varmvatten cirkulation (VVC)**

Vanligen 50 °C. Ska mätas för att kunna beräkna energianvändningen för VVC-kretsen. Mätpunkt och mätförfarande beror på systemlösning.

### **2.1.10 Temperatur kallvatten till varmvattenberedning**

Vanligen +7°C till +20°C. Ska mätas för att kunna beräkna energianvändningen för varmvatten.

### **2.1.11 Kallvattenflöde till varmvattenberedning**

Ska mätas för att kunna beräkna energianvändningen för varmvatten. Ska mätas med en volymflödesmätare.

### **2.1.12 Värme till absorptionskylmaskin(er)**

Till absorptionskylmaskin(er) tillförd värmemängd ska mätas med värmemängdsmätare. Flera absorptionskylmaskiner kan kopplas till en gemensam värmemängdsmätare.

### 2.1.13 Värme till verksamhets/hushållsändamål

Separata mätare kan behövas för het-/varmvattenkopplade tvätt- och torkmaskiner i tvättstuga, eftervärmare i tilluftsaggregat till storkök, varmvatten till storkök, värme från värmeutvinning ur kyl-/frysmaskiner till varmvattenkretsen, etc. Om värme används till både verksamhets- och hushållsändamål ska dessa värmemängder mätas upp separerat.

## 2.2 Ventilation

Mätning av ventilationssystemet är nödvändigt för att kunna beräkna värmeförlusten via ventilationen och effektiviteten hos eventuellt värmeåtervinningsystemet. Tillsammans med mätning av fläktarnas elanvändning kan man även bedöma ventilationssystemets effektivitet. Alla huvudluftflöden ska mätas. Med huvudflöden menas huvudsakliga luftflöden som transporteras via luftbehandlingsaggregat. Mätning av luftflöden ska ske kontinuerligt genom mätning och loggning av utsignal från fasta mätdon. Fast mätdon kan även användas för momentan mätning av luftflödet, vanligen m.h.a. av en differenstryckmätare. För momentana mätningar finns därutöver ett flertal metoder som kan användas i olika sammanhang. Mätning görs lämpligen i enlighet med någon av de metoder som beskrivs i "Metoder för mätning av luftflöden i ventilationsinstallationer" (T9:2007, Andra upplagan, Formas 2007).

### 2.2.1 Lufttemperatur ventilation

Många gånger räcker det att mäta temperaturen i en punkt mitt i kanaltvårsnittet. I vissa fall, exempelvis strax efter en värmeväxlare, kan temperaturen vara mycket ojämn i tvärsnittet. Om ojämn temperaturprofil kan misstänkas ska detta kontrolleras och om så är fallet ska temperaturmätning ske i flera punkter jämnt fördelat över tvärsnittet. Kontroll av temperaturprofil ska ske när denna kan antas vara ojämn, exempelvis vintertid när värmeväxlaren är "aktiv". Temperaturmätningens mätosäkerhet ska vara maximalt  $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ .

### 2.2.2 Frånluftsflöde in i värmeåtervinnare vid FX-/FTX-ventilation

Frånluftsflödet in i varje ventilationsvärmeåtervinnare ska mätas oavsett om det handlar om en ventilationsvärmeväxlare med från- och tilluft (FTX-ventilation) eller frånluftsvärmepump med endast frånluft (FX-ventilation). I enklaste fallet är det ett enda flöde och samma som mäts enligt punkt 2.2. I mer komplexa fall kan det handla om många flöden. Mäts i första hand som ett samlat flöde strax före aggregatinloppet, men en summa av delflöden mätta längre uppströms är också acceptabelt. Oavsett placering är mätprincipen vanligen densamma som i punkt 2.2

Mätosäkerheten ska vara bättre än  $\pm 10\%$ . I värmeåtervinnaren inbyggda mätdon har ofta en bättre mätosäkerhet än fasta mätdon placerade i kanalsystemet. OBSERVERA dock att i roterande värmeväxlare sitter mätdonet vanligen i fläktinloppet efter värmeväxlaren och mäter avluftsflödet. P.g.a. relativt stora interna läckage är avluftsflödet vanligen mycket större än och inte representativt för frånluftsflödet. Internt läckage kommer att kontrolleras i samband med de momentana mätningarna.

### 2.2.3 Temperatur på frånluftsflöde(n) in i värmeåtervinnare vid FX-/FTX-ventilation

Temperaturen på frånluftsflöde som passerar in i värmeåtervinnare ska mätas. I enklaste fallet innebär det en enda temperatur. Mätningen ska ske i så nära anslutning till aggregatinloppet som

möjligt, d.v.s. före filter och eventuellt förvärmningsbatteri. Många gånger räcker det att mäta temperaturen i en punkt mitt i kanaltvårsnittet. En mätning ska ske för varje värmeåtervinnare. Temperaturmätningens mätosäkerhet ska vara maximalt  $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ .

#### **2.2.4 Relativ fuktighet på frånluftsflöde(n) in i värmeåtervinnare vid FX-/FTX-ventilation**

Den relativa fuktigheten på frånluftsflöde som passerar in i värmeåtervinnare ska mätas. I enklaste fallet innebär det en enda fuktmätning. Mätningen ska ske i så nära anslutning till inloppet som möjligt och i samma punkt(er) som temperaturmätningen enligt punkt 2.2.3. Många gånger räcker det att mäta i en punkt mitt i kanaltvårsnittet. Mätosäkerhet ska vara maximalt  $\pm 3\%$  RH.

#### **2.2.5 Tilluftsflöde(n) ut ur värmeåtervinnare vid FTX-ventilation**

Tilluftsflödet ut ur varje ventilationsvärmeåtervinnare med från- och tilluft (FTX-ventilation) ska mätas. I enklaste fallet är det ett enda flöde men i mer komplexa fall kan det handla om många flöden. Mätprincipen är vanligen densamma som enligt punkt 2.2. Mätosäkerheten ska vara bättre än  $\pm 10\%$ . I värmeåtervinnaren inbyggda mätdon har ofta en bättre mätosäkerhet än fasta mätdon placerade i kanalsystemet. I roterande värmeväxlare sitter det ofta ett mätdon för mätning av tilluftsflödet i tilluftsfläktens inlopp efter värmeväxlaren.

#### **2.2.6 Temperatur på tilluftsflöde(n) ut ur värmeåtervinnare vid FTX-ventilation**

Medeltemperaturen på tilluftsflöde ut ur värmeåtervinnare ska mätas. Mätningen ska ske i så nära anslutning till aggregatutloppet som möjligt, d.v.s. efter tilluftsfläkt och eventuellt efter värmnings- och/eller kylbatteri. Efter värmeväxlare, värme- och/eller kylbatteri räcker det inte alltid att mäta temperaturen i en punkt, inte ens efter att luften passerat en fläkt. Då temperaturprofil kan misstänkas vara ojämn ska detta kontrolleras och om så är fallet ska temperaturmätning ske i flera punkter jämnt fördelat över tvärsnittet. Kontroll av temperaturprofil ska ske när denna kan antas vara ojämn, exempelvis vintertid när värmeväxlaren är "aktiv". Observera att temperaturprofilen efter en roterande värmeväxlare varierar med rotorvarvtalet. En mätning ska ske för varje värmeåtervinnare. Temperaturmätningens punktvisa mätosäkerhet ska vara maximalt  $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ .

#### **2.2.7 Relativ fuktighet på tilluftsflöde(n) ut ur värmeåtervinnare vid FTX-ventilation**

Den relativa fuktigheten på tilluftsflöde som passerar ut ur värmeåtervinnare ska mätas. Mätningen ska ske i så nära anslutning till utloppet som möjligt och i samma punkter som temperaturmätningen enligt punkt 2.2.6. Mätosäkerhet ska vara maximalt  $\pm 3\%$  RH.

#### **2.2.8 Temperatur på avluftsflöde(n) ut ur värmeåtervinnare vid FX-/FTX-ventilation**

Medeltemperaturen på avluftsflöde ut ur värmeåtervinnare ska mätas. Mätningen ska ske i så nära anslutning till aggregatutloppet som möjligt, d.v.s. efter frånluftsfläkt och värmeväxlare (vid FTX) eller förångare (vid FX). Efter värmeväxlare eller förångare räcker det inte alltid att mäta temperaturen i en punkt, inte ens efter att luften passerat en fläkt. Då temperaturprofil kan misstänkas vara ojämn ska detta kontrolleras och om så är fallet ska temperaturmätning ske i flera punkter jämnt fördelat över tvärsnittet. Kontroll av temperaturprofil ska ske när denna kan antas vara ojämn, exempelvis vintertid när värmeväxlaren är "aktiv". Observera att temperaturprofilen efter en roterande värmeväxlare varierar med rotorvarvtalet. En mätning ska ske för varje värmeåtervinnare. Temperaturmätningens punktvisa mätosäkerhet ska vara maximalt  $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ .

## 2.3 Kylenergi och värmepump

### 2.3.1 El till elektrisk kylmaskin/värmepumpar

El till elektrisk(a) kylmaskin(er) ska mätas separat för varje typ av kylmaskin. För vätskekopplade kylmaskiner ska mätning dessutom ske separat för varje maskin. Det bör framgå i dokumentationen om mätningen inkluderar elanvändning för fläktar och pumpar, eller om mätningen endast avser kompressor och inbyggd styrelektronik. D.v.s. systemgränsen för mätningen ska dokumenteras.

Sammanbyggda värmepumpar (vanligt i större fastigheter) kan mätas som en enhet. Det bör framgå i dokumentationen om mätningen inkluderar elanvändning för fläktar, pumpar och/eller elpatroner, eller om mätningen endast avser kompressor, brinepump och inbyggd styrelektronik. D.v.s. systemgränsen för mätningen ska dokumenteras

Frikyla till tilluft via nattkylning eller markledning beräknas via luftflöden och temperaturer och behöver därför ingen separat värmemängdsmätare. Mätning av kylenergi görs i de flesta fall kontinuerligt på samma sätt som för värmeenergi, d.v.s. med en värmemängdsmätare men med omvänt tecken. Därför kallas den i detta avsnitt för en "kylmängdsmätare". Den bör vara av minst klass 2, d.v.s. 2 % på flödet och 0,2°C på temperaturdifferensen. Generellt lägre temperaturdifferenser vid kylmängdsmätningar innebär större mätosäkerhet än vid värmemängdsmätningar, ca 5-10 % mätosäkerhet vid normala flöden och temperaturdifferenser.

### 2.3.2 Köpt/inlevererad när-/fjärrkyla

Kylmängden till byggnaden/fastigheten köpt/inlevererad när-/fjärrkyla ska mätas. Här kan i vissa fall fjärrkyleleverantörens debiteringsmätare användas.

### 2.3.3 Internt genererad värme från värmepump

Internt genererad värme från värmepump mäts med "värmemängdsmätare". Temperaturer i fram- och returledning mäts separat.

### 2.3.4 Internt genererad kyla från kylmaskin

Internt genererad kyla från vätskekopplade elektriska kylmaskiner mäts med "kylmängdsmätare". Temperaturer i fram- och returledning mäts separat.

Separat mätning av kyla till komfortkyla respektive kyla till processkyla.

### 2.3.5 Internt genererad kyla från absorptionskylmaskin(er)

Internt genererad kyla från vätskekopplade absorptionskylmaskiner mäts med "kylmängdsmätare". Separat mätning av kyla till komfortkyla respektive kyla till processkyla.

### 2.3.6 Internt genererad "frikyla"

Internt genererad "frikyla" mäts med "kylmängdsmätare". Flera kylenheter av samma typ kan om möjligt kopplas till samma mätare.

### 2.3.7 Söld/utlevererad kyla

Kylmängden från byggnaden/fastigheten såld/utlevererad när-/fjärrkyla ska mätas. Här bör i först hand när-/fjärrkyleleverantörens debiteringsmätare användas.

### 2.3.8 Vattenburen kyla till kylbatteri(er) i ventilationsaggregat

Kylning av tilluft kan beräknas med hjälp av luftflöden och temperaturmätning. Kylmängd till vattenburen kyla till kylbatteri(er) i ventilationsaggregat kan alternativt också mätas. En mätning per kylbatteri.

## 2.4 Elenergi

Mätning av el ska ske med mätare av minst klass B. Befintliga debiteringsmätare av klass A kan accepteras om de är placerade i rumstemperatur. Dessa mätningar är till för att särskilja olika typer av elanvändning, samt bestämma intern och extern tillförsel av el och eventuell export av el. Man bör om möjligt utnyttja befintliga elmätare i byggnaden. Detta under förutsättning att de går att avläsa och att de har en maximal mätosäkerhet på  $\pm 2\%$ . Den samlade elanvändningen för ventilation, värme- och varmvattenproduktion ska alltid mätas och redovisas. Kan många gånger bestå av en summa av delmätningar.

### 2.4.1 Köpt/inlevererad el, totalt

Till byggnaden totalt inlevererad elenergi ska mätas. För ett småhus mäts detta vanligen av nätägarens debiteringsmätare. Även för flerbostadshus och lokaler kan det finnas en gemensam mätare för all el, men vanligen finns det flera individuella abonnemang och debiteringsmätare. Utnyttja om möjligt nätägarens elmätare.

### 2.4.2 El till kylmaskin/värmepumpar

El till elektrisk(a) kylmaskin(er) ska mätas separat för varje typ av kylmaskin. För vätskekopplade kylmaskiner ska mätning dessutom ske separat för varje maskin. Det bör framgå i dokumentationen om mätningen inkluderar elanvändning för fläktar och pumpar, eller om mätningen endast avser kompressor och inbyggd styrelektronik. D.v.s. systemgränsen för mätningen ska dokumenteras.

Sammanbyggda värmepumpar (vanligt i större fastigheter) kan mätas som en enhet. Det bör framgå i dokumentationen om mätningen inkluderar elanvändning för fläktar, pumpar och/eller elpatroner, eller om mätningen endast avser kompressor, brinepump och inbyggd styrelektronik. D.v.s. systemgränsen för mätningen ska dokumenteras.

### 2.4.3 El till direktverkande elradiatorer

El till direktverkande elradiatorer ska mätas separat. Flera elradiatorer kan kopplas till en gemensam elmätare.

### 2.4.4 El till elpatroner i elpanna/-or och/eller värmepump/-ar

El till elpatroner i elpanna/-or och/eller värmepump/-ar ska mätas separat. Elpatroner i samma enhet eller i flera sammanbyggda enheter kan kopplas till en gemensam elmätare.

**2.4.5 El till förvärmningsbatteri(er)**

El till förvärmningsbatterier ska mätas separat. Vid FTX-ventilation ska separat mätning ske för varje aggregat. Endast direktel.

**2.4.6 El till eftervärmningsbatteri(er)**

El till eftervärmningsbatterier ska mätas separat. Vid FTX-ventilation ska separat mätning ske för varje aggregat. Endast direktel.

**2.4.7 El till elgolvvärme och ev. handdukstork(ar)**

El till elgolvvärme och ev. handdukstork(ar) ska mätas separat. Vanligen är detta kopplat till hushållselen i respektive lägenhet. Handdukstork(ar) ska inte mätas separat om annan huvudsaklig uppvärmning finns i badrummet. Elenergin antas då ingå i hushållselen.

**2.4.8 Hushållsel**

Hushållsel ska urskiljas och mätas från övrig el med en samlingsmätare för hushållsel. Hushållsel ska mätas exkl. elgolvvärme, ev. handdukstork, etc. som ingår i fastighetselen.

**2.4.9 Verksamhetsel**

Verksamhetsel ska urskiljas och mätas från övrig el.

**2.4.10 El till övrig fastighetsdrift**

El till byggnaden. t.ex. pumpar, hissar, elektronik, ducar, fläktar som inte mäts separat, etc. Övrig fastighetsdrift inom byggnaden kan mätas separat, men om övriga punkter i avsnitt 2.4 är uppmätta så behöver inte detta, utan kan beräknas utifrån övrig mätt elanvändning.

**2.4.11 El till gemensam(ma) tvättstuga/-or (endast flerbostadshus)**

I flerbostadshus ska el till tvättstugor mätas separat. I många fall görs detta redan. Orsaken är att denna el enligt allmän tolkning av Boverkets Byggregler inte ingår i byggnadens specifika energianvändning. Detta för att likställa redovisning av energianvändning mellan småhus och lägenheter där denna elanvändning ingår i hushållselen.

**2.4.12 El till annan byggnad, mm**

Elförbrukning som ligger utanför själva byggnadens systemgräns, exempelvis annan byggnad som matas från huvudbyggnad, externt garage, etc mäts separat. Även jordade kontakter placerade på utsidan av bygganden bör ingå i denna mätning.

**2.4.13 El till Belysning**

I den mån belysning i trapphus mm styrs av närvarostyrning och utgör en betydande del av fastighetsel är en separat mätning av belysningen lämplig så att inställning av belysningssystemet kan verifieras och styrningens effektivitet utvärderas.

**2.4.14 El som inte ger spillvärme**

Exempelvis avfuktare i kryppgrund, värmeslingor i hänggrännor eller "fuktvakt" på vinden. I flerbostadshus och lokaler ingår även allmänbelysning och utebelysning som sitter på bygganden. I småhus antas all belysning ingå i hushållselen.

#### **2.4.15 El till garage som ingår i byggnaden**

El till garagets drift mäts separat oavsett om garaget är uppvärmt eller kallt. Gäller inte småhus.

#### **2.4.16 Egengenererad el**

Om det på byggnaden eller dess tillhörande fastighet finns solceller eller vindkraft för egen elproduktion ska den till byggnaden levererade mängden elenergi mätas

#### **2.4.17 Sald/utlevererad el**

Om byggnaden tidvis har haft ett överskott av egengenererad el ska mängden såld/utlevererad el mätas. Detta görs i första hand genom att mäta och beräkna skillnaden mellan totalt lokalt producerad elenergi och summa delmätning efter huvudmätare. Mätdata för levererad el ut på nätet kan i vissa fall erhållas från nätbolaget.

## **2.5 Klimat**

### **2.5.1 Utomhus – Temperatur/Relativ fuktighet**

Temperaturgivare och RF-givare placeras öppet på norrfasad i skugga.

### **2.5.2 Solinstrålning**

Data för sol kommer att samlas in via närliggande mätstation vid behov.

### **2.5.3 Innetemperatur**

På ca 1,8 m höjd på innervägg som inte är solbelyst eller i närheten av störande interna värmekällor. Antalet mätpunkter avgörs av byggnadens storlek, dock minst en mätpunkt per våningsplan i småhus och mätning i minst 20 % av lägenheterna i flerbostadshus, samt minst två mätpunkter per unik kombination av verksamhet i lokalbyggnader och plan. Själva mätgivaren ska ha en mätosäkerhet på  $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ .

### **2.5.4 Relativ fuktighet, inne**

Mäts lämpligen på samma plats och med lika många mätpunkter som innetemperatur enligt ovan (och ev. med en kombigivare). Själva mätgivaren ska ha en mätosäkerhet på  $\pm 3\%$  RH.

### **2.5.5 Relativ fuktighet, kryppgrund(er) & kallvind(ar)**

Relativ fuktighet ska mätas i kryppgrund eller på kallvind om denna typ av utrymmen finns. Har byggnaden olika typer av kryppgrunder och kallvindar ska det finnas en mätpunkt per typ.

### **2.5.6 Koldioxidgivare**

Vid variabla luftflöden ska koldioxidgivare placeras öppet på vägg ca 1,8 m ovan golv på öppen yta. Ej påblåst av tilluftsdon, drag, etc.

## 2.6 Byggnad

Låg energianvändning får inte ske på bekostnad av försämrat inneklimat eller risk för att andra egenskapskrav blir lidande, exempelvis byggnadens fuktsäkerhet. Dessa mätningar är främst till för att ge en bild av den termiska komforten inomhus samt påvisa eventuell risk för fuktskador. I betongkonstruktion ska även mätningarna ligga till grund för att följa uttorkningsförloppet och dess påverkan på fastighetens energianvändning. Mätperioden för fukt- och temperaturmätning i konstruktion ska pågå med start senast 1 mars 2016 och ett år framåt, men om möjlighet finns får mätning pågå under flera år för att möjliggöra utvärdering av uttorkningsförlopp under längre tid.

### 2.6.1 Konstruktion bottenplatta – Temperatur/Relativ fuktighet

Fuktmätning i betongplatta ska utföras enligt RBK (Rådet för byggkompetens).

### 2.6.2 Konstruktion ytterfasad och tak – Temperatur/Relativ fuktighet

Nedan följer anvisningar hur montage av givare ska utföras utifrån konstruktionstyp. Givarna ska vara en temperatur/RF-givare med mätnoggrannhet [ $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ ,  $\pm 3\% \text{ RH}$ ] eller bättre, med möjlighet att regelbundet skicka resultat för loggning. Exempel på givare är WTH200 från Celsicom.

#### Fastigheter med betongstomme:

De kombinerade temperatur- och RF-givarna placeras i urborrade hålrum enligt bild nedan för betongkonstruktion. Mätpunkter ska installeras så långt det är möjligt:

- 1st i yttervägg (valfritt väderstreck)
- 1st i bärande innervägg
- 1st i tak-/golvbjälklag

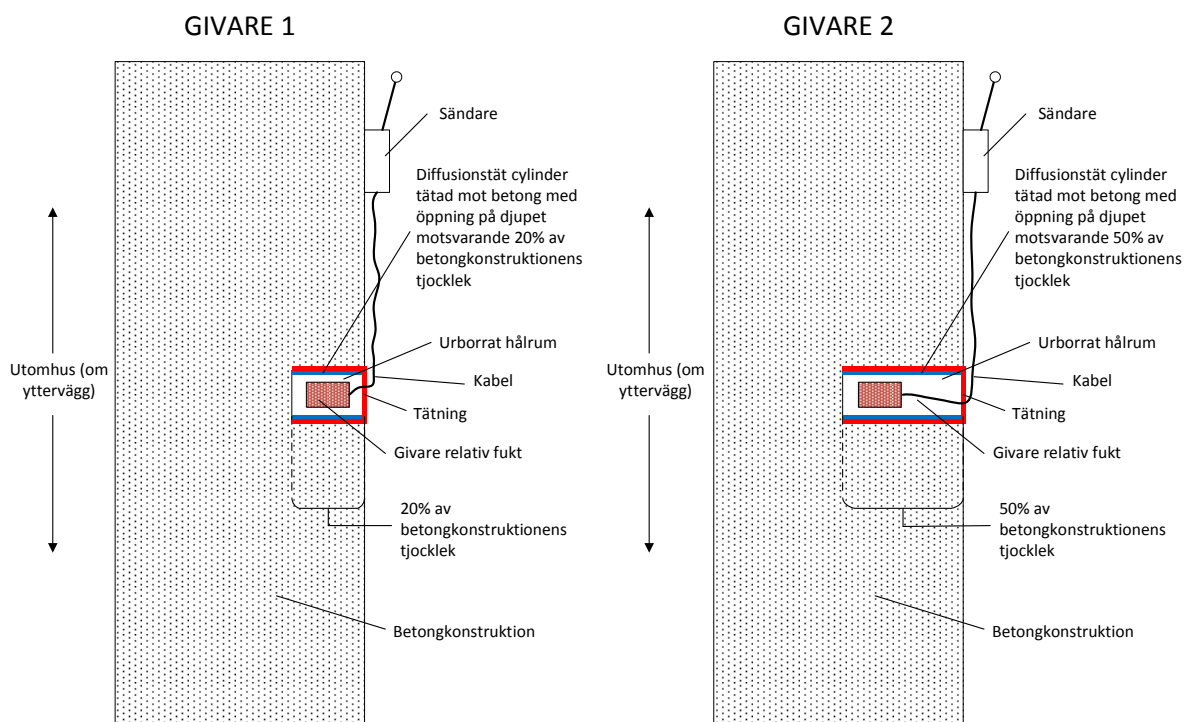
Varje mätpunkt ska bestå av två borrhål med olika djup enligt beskrivande bilder. Borrhålens centrum placeras i närheten av varandra. De bör dock inte vara närmare varandra än 50 cm. Borrhålen återsluts med diffusionstät tätning.

Montaget av givarna ska utföras av diplomerad fuktsakkunnig personal och ska så långt som möjligt utföras enligt RBK. Dock ska loggning av mätdata under hela mätperioden fortfarande vara möjlig. Fuktnivån i betongen bör läsas av och loggas minst 1 gång per månad och ska pågå under hela mätperioden för fukt i konstruktion.

Vid montage i tak-/golvbjälklag mellan våningsplan görs monteringen underifrån (i tak).



## PLACERING AV FUKTGIVARE I BETONGKONSTRUKTION



### Fastigheter med regelstomme:

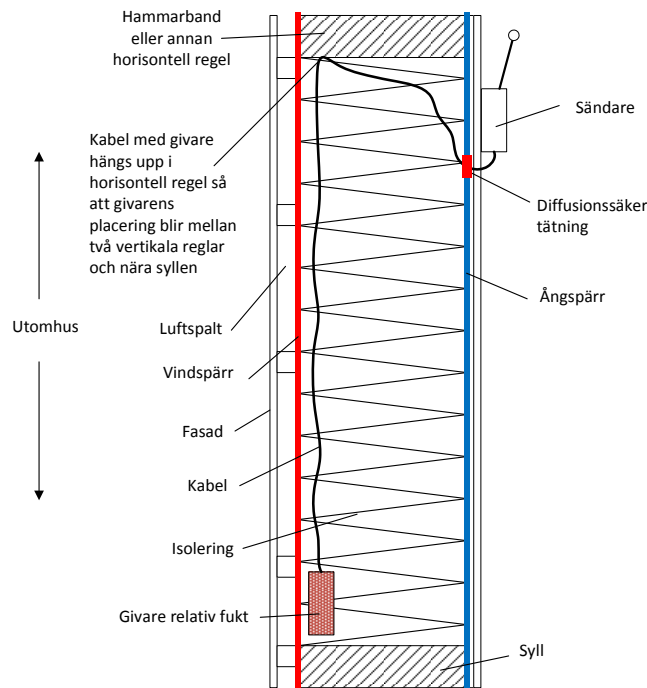
De kombinerade temperatur- och RF-givarna placeras enligt bild nedan för regelkonstruktion.

Mätpunkter ska installeras så långt det är möjligt:

- 1st i norrfasad (prioriterad)
- 1st i västfasad (prioriterad)
- 1st i östfasad
- 1st i sydfasad

Givarna ska placeras mellan stående reglar så långt ut i regelkonstruktionen som möjligt och i nedre delen av väggen nära syllan, där isoleringen är som kallast och fuktigast. Dock innanför vindspärren. Givarkabeln hängs upp i horisontell regel enligt bild dels för att underlätta montage men även för att ge extra kabellängd i isoleringen och därmed motverka värmeledning i kabeln. Kabelgenomföringen genom ångspärren tätas med ett diffusionstät skikt (exempelvis med T-Flex tejp från T-Emballage enligt tillverkarens anvisning).

## PLACERING AV FUKTGIVARE I REGELKONSTRUKTION



### 2.6.3 Kallvind - Temperatur/Relativ fuktighet

Temperaturgivare och RF-givare placeras öppet med fördel på en takstol eller motsvarande.

### 2.6.4 Tryckdifferens klimatskärm

I småhus eller byggnad med en klimatzon kan mätsond för anslutning till tryckgivare placeras så att tryckdifferensen över klimatskärmen kan avläsas. Vid behov tas hänsyn till vind och vindriktning vid tryckmätning över fasad via klimatdata från närliggande mätstation.

### Mätpunkter och givarbestyckning för loggning

De mätpunkter som anges här är en generell beskrivning av de mätpunkter som kan vara aktuella. Generellt är det 25-40 mätpunkter per byggnad. Omfattningen för varje byggnad baseras på verksamhet, delsystem, antal zoner/plan. Motivera om det är mätpunkter som anges här som är aktuella för er byggnad samt om det är ytterligare mätpunkter som önskas.

#### Uteklimat

Utomhustemperatur (°C)  
Relativ fuktighet (%)

#### Klimat inne

Innetemperatur (°C)  
Golvtemperatur, i badrum (°C)  
Relativ fuktighet (%)  
Koldioxidhalt, om VAV (ppm)

#### Byggnad

Temperatur i yttervägg och tak (°C)  
Temperatur i kryppgrund och kallvind (°C)  
Relativ fuktighet i yttervägg och tak (%)  
Relativ fuktighet i kryppgrund och kallvind (%)  
Tryckdifferens över klimatskal (Pa)

#### Ventilation

##### Aggregat FTX, per aggregat

Tilluftsflöde (m<sup>3</sup>/s)  
Frånluftsflöde (m<sup>3</sup>/s)  
Temperatur tilluft efter förvärmebatteri (°C)  
Temperatur tilluft efter eftervärmebatteri (°C)  
Temperatur tilluft före värmeväxlare (°C)  
Temperatur tilluft efter värmeväxlare (°C)  
Frånluftstemperatur (°C)  
Avluftstemperatur (°C)  
Uteluftstemperatur (°C)  
Relativ fuktighet frånluft (%)  
Relativ fuktighet tilluft (%)

#### Värme

Tillförd värme totalt (kWh)  
Värme till värmesystem (kWh)  
Temperatur VS fram (°C)  
Temperatur VS retur (°C)

### *Tappvarmvatten*

Volym kallvatten till varmvattenberedning (m<sup>3</sup>)  
Temperatur varmvatten (°C)  
Temperatur kallvatten (°C)  
Temperatur VVC (°C)

### *Kylmaskin/Värmepump*

El till kompressor (kWh)  
Vätskeburen kyla (kWh)  
Vätskeburen värme (kWh)  
Temperatur till värme-/köldbärare fram och retur (°C)

### *Fjärrkyla*

Debiteringsmätare (kWh)

### *El*

Huvudmätare till hela fastigheten (kWh)  
El till fastighetsdrift (kWh)  
El till hushåll/verksamhet (kWh)  
El till elvärme (kWh)  
El till tvättstuga (kWh)  
El till annan byggnad, utebelysning, motorv. (kWh)  
Externa elvärmare för avisning (kWh)  
El till laddstolpar  
El till garage (kWh)

### *Egen energiproduktion*

Egen energiproduktion (kWh)  
El ut på nätet (via debiteringsmätare) (kWh)  
Egen solvärmeproduktion (kWh)

# Beskrivning av givarplacering

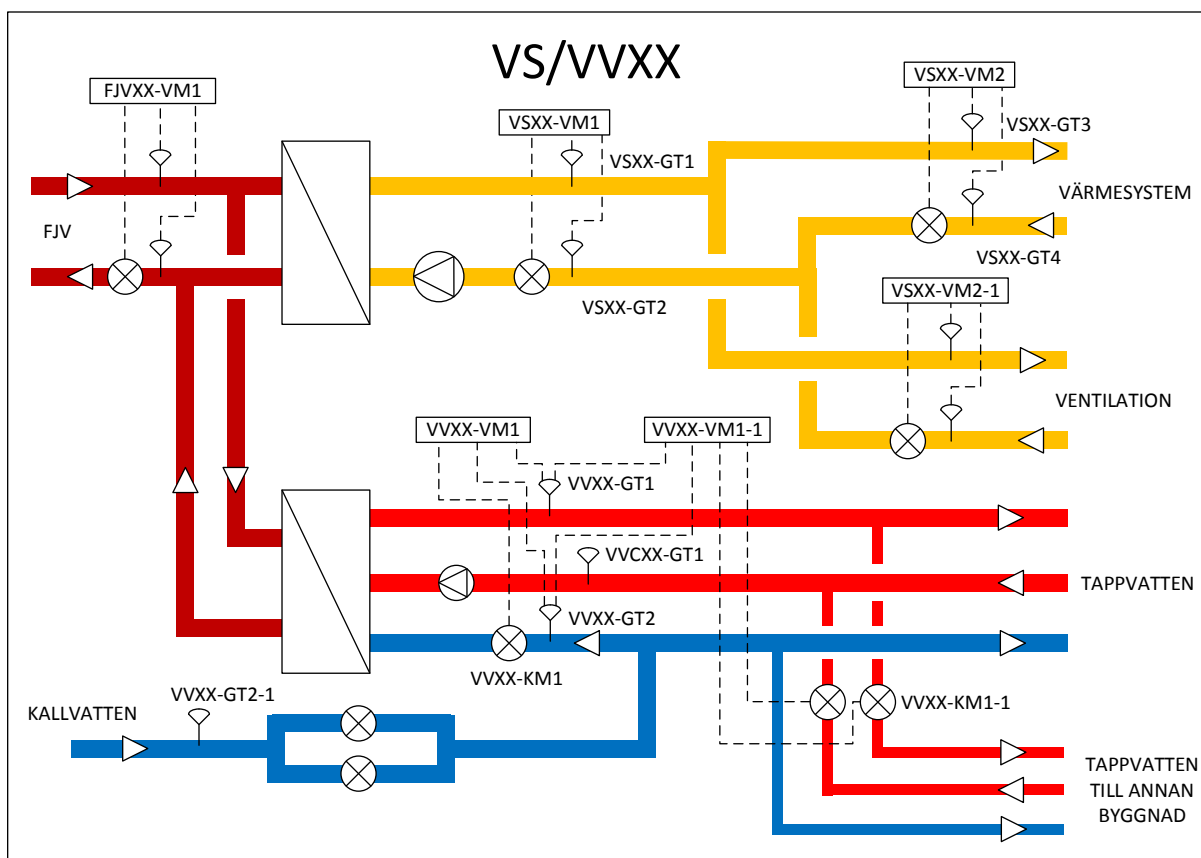
## Mätning och demonstration av nya lågenergibygnader

Reviderad 2015-12-08

## Innehåll

1. Värme- och tappvattensystem .....	3
2. Ventilation .....	5
3. Kylmaskin och värmepump .....	6
4. Elenergi.....	7
5. Byggnad och klimat .....	9
6. Beskrivning av givarmontage i konstruktion .....	11
6.1 Fastigheter med betongstomme .....	11
6.2 Fastigheter med regelstomme .....	12

## 1. Värme- och tappvattensystem



\* Där fler givare monteras för samma objekt, ex "temperatur VS fram" läggs ett löpnummer till taggningen enligt exempel: "VSXX-GT3-2"

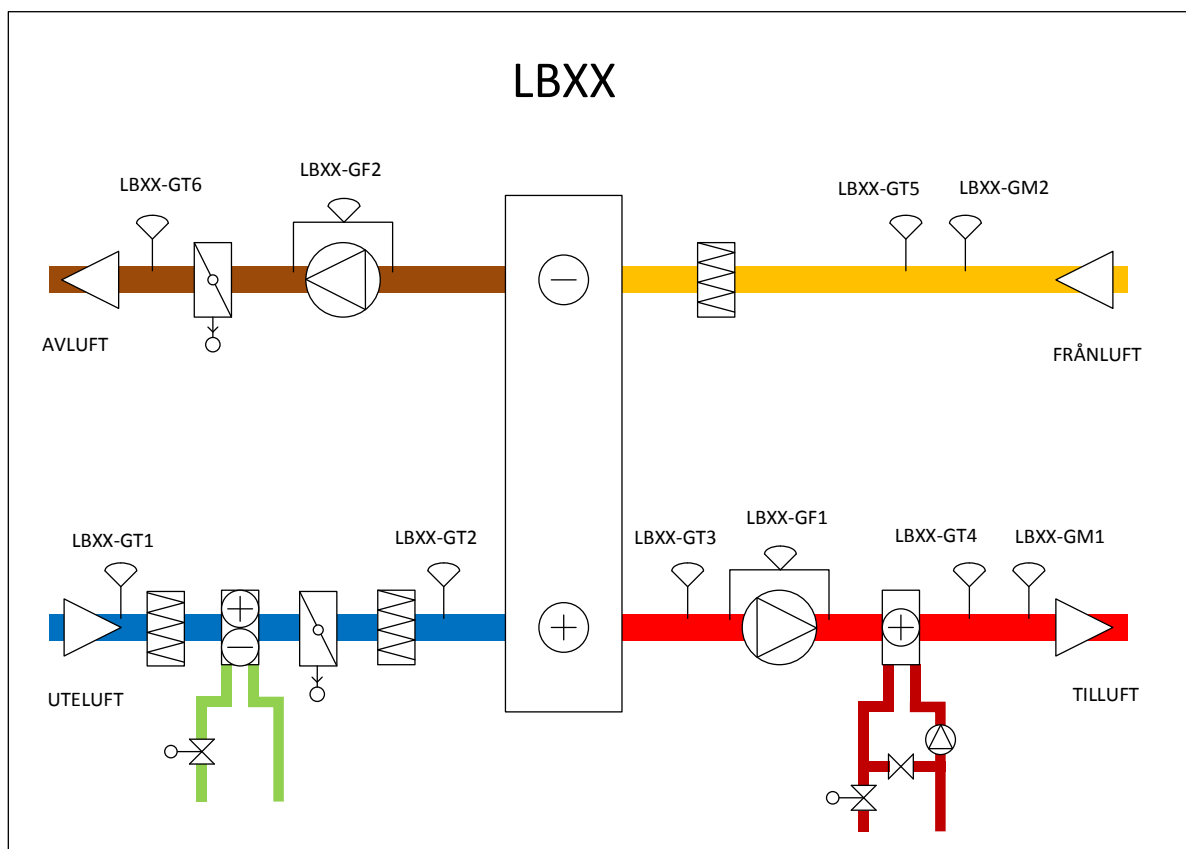
Objekt	Enhet	Givartyp enl. klasslista	Gemensam beteckning "Taggning"	Lokal beteckning	Larm Prio A/B	Min Värde	Max Värde	Kontroll Period
System för värme/tappvatten			VS/VVXX					01-01—12-31
Tillförd värme totalt sekundärsida	kWh	VM	VSXX-VM1					01-01—12-31
Temperatur VS fram	°C	GT	VSXX-GT1*					01-01—12-31
Temperatur VS retur	°C	GT	VSXX-GT2					01-01—12-31
Värme till värmesystem radiatorer	kWh	VM	VSXX-VM2					01-01—12-31
Värme till ventilation sekundär	kWh	VM	VSXX-VM2-1					01-01—12-31
Temperatur VS fram	°C	GT	VSXX-GT3					01-01—12-31
Temperatur VS retur	°C	GT	VSXX-GT4					01-01—12-31
Tillförd varmvatten	kWh	VM	VVXX-VM1					01-01—12-31
Tillförd varmvatten till annan byggnad	kWh	VM	VVXX-VM1-1					01-01—12-31

#### Bilaga 4 - Beskrivning av givarplacering

Volymmätare kallvatten för uppvärmning	m <sup>3</sup>	V	VVXX-KM1					01-01—12-31
Volymmätare VV till annan byggnad	m <sup>3</sup>	V	VVXX-KM1-1					01-01—12-31
Temperatur varmvatten	°C	GT	VVXX-GT1					01-01—12-31
Temperatur kallvatten Vid värmemängdsmätare	°C	GT	VVXX-GT2					01-01—12-31
Temperatur kallvatten vid servis	°C	GT	VVXX-GT2-1					01-01—12-31
Temperatur VVC	°C	GT	VVCXX-GT1					01-01—12-31
Tillförd fjärrvärme	kWh	VM	FJVXX-VM1					01-01—12-31
								01-01—12-31
Erhållen solvärme	kWh	VM	VSXX-VM3					01-01—12-31
Temperatur solvärme fram	°C	GT	VSXX-GT5					01-01—12-31
Temperatur solvärme från	°C	GT	VSXX-GT6					01-01—12-31
Tillförd värme till annan byggnad	kWh	VM	VSXX-VM4					01-01—12-31
Övrig								01-01—12-31
Övrig								01-01—12-31
Övrig								01-01—12-31

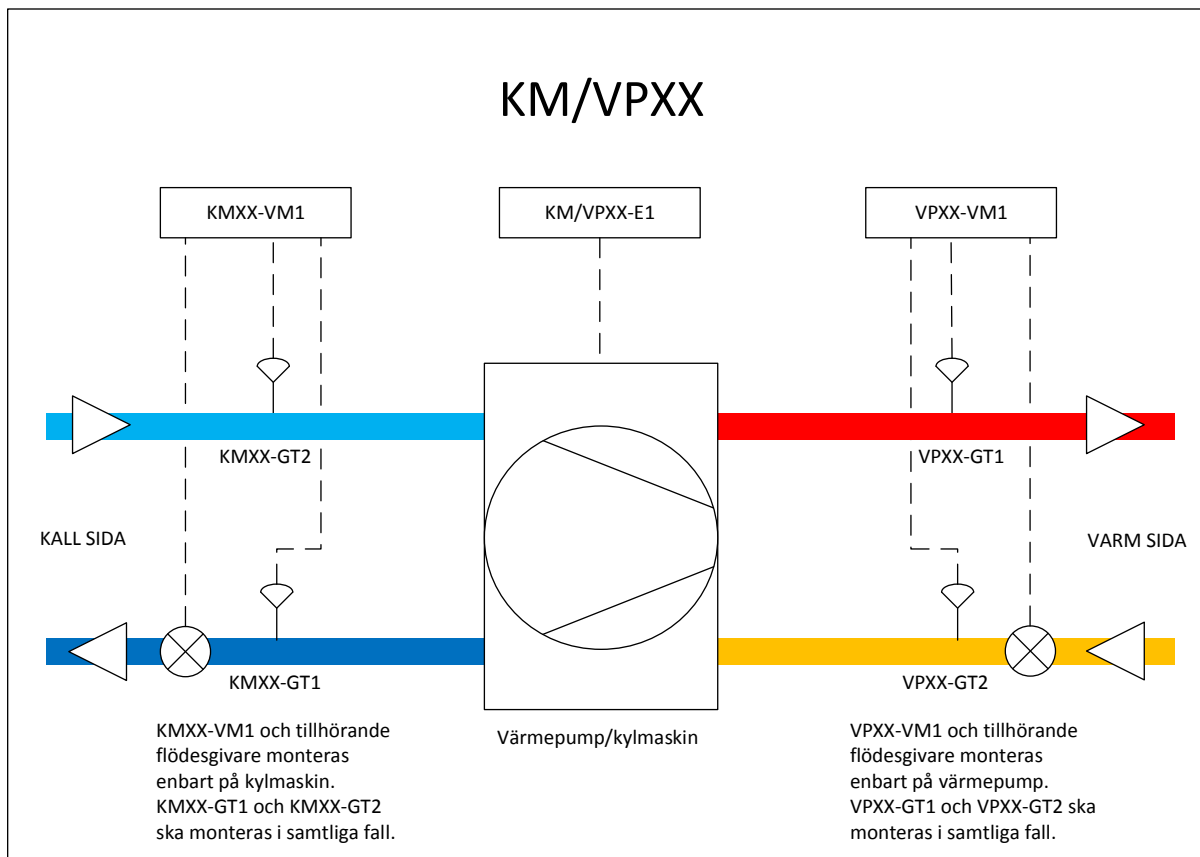


## 2. Ventilation



Objekt	Enhet	Givarty p enl. klasslis ta	Gemensam beteckning "Tagning"	Lokal beteckning	Prio A/B	Min Värde	Max Värde	Kontroll Period
System för ventilation			LBXX					01-01—12-31
Temperatur uteluft i kanal	°C	GT	LBXX-GT1					01-01—12-31
Temperatur tilluft före VÅV	°C	GT	LBXX-GT2					01-01—12-31
Temperatur tilluft efter VÅV	°C	GT	LBXX-GT3					01-01—12-31
Tilluftsflöde	m <sup>3</sup> /s	GF	LBXX-GF1					01-01—12-31
Temperatur tilluft efter värmebatteri	°C	GT	LBXX-GT4					01-01—12-31
Relativ fuktighet tilluft	%	GM	LBXX-GM1					01-01—12-31
Relativ fuktighet frånluft	%	GM	LBXX-GM2					01-01—12-31
Temperatur frånluft	°C	GT	LBXX-GT5					01-01—12-31
Frånluftsflöde	m <sup>3</sup> /s	GF	LBXX-GF2					01-01—12-31
Temperatur avluft i kanal	°C	GT	LBXX-GT6					01-01—12-31
Övrig								01-01—12-31
Övrig								01-01—12-31

### 3. Kylmaskin och värmepump

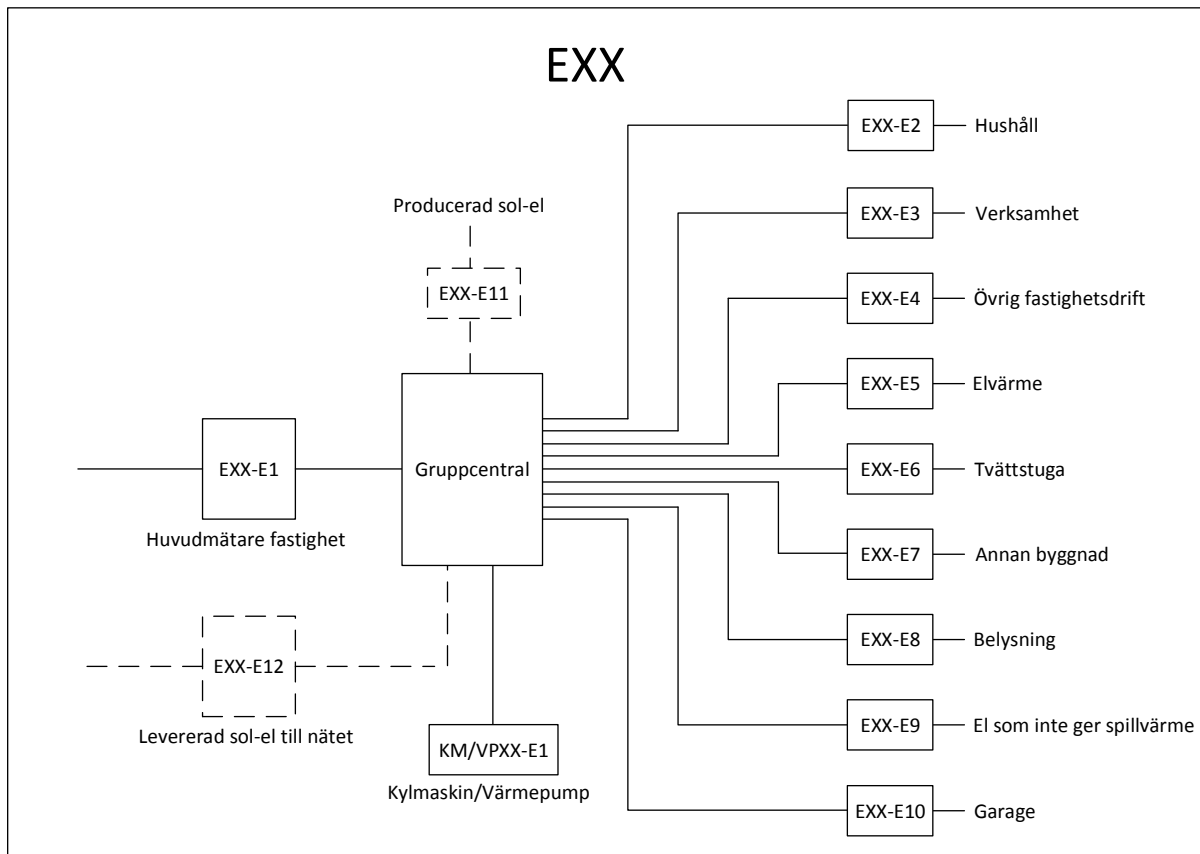


Objekt	Enhet	Givartyp enl. klasslista	Gemensam beteckning "Taggning"	Lokal beteckning	Min Värde	Max Värde	Kontroll Period
System för kylmaskin			KMXX				01-01—12-31
System för värmepump			VPXX				01-01—12-31
El till kompressor kylmaskin	kWh	E	KMXX-E1				01-01—12-31
El till kompressor värmepump	kWh	E	VPXX-E1				01-01—12-31
Vätskeburen kyla	kWh	KM	KMXX-VM1				01-01—12-31
Temperatur köldbärare fram	°C	GT	KMXX-GT1				01-01—12-31
Temperatur köldbärare retur	°C	GT	KMXX-GT2				01-01—12-31
Vätskeburen värme	kWh	VM	VPXX-VM1				01-01—12-31
Temperatur värmebärare fram	°C	GT	VPXX-GT1				01-01—12-31
Temperatur värmebärare retur	°C	GT	VPXX-GT2				01-01—12-31
Fjärrkyla	kWh	KM	KPXX-VM1				01-01—12-31

Bilaga 4 - Beskrivning av givarplacering

Övrig							01-01—12-31
Övrig							01-01—12-31

#### 4. Elenergi

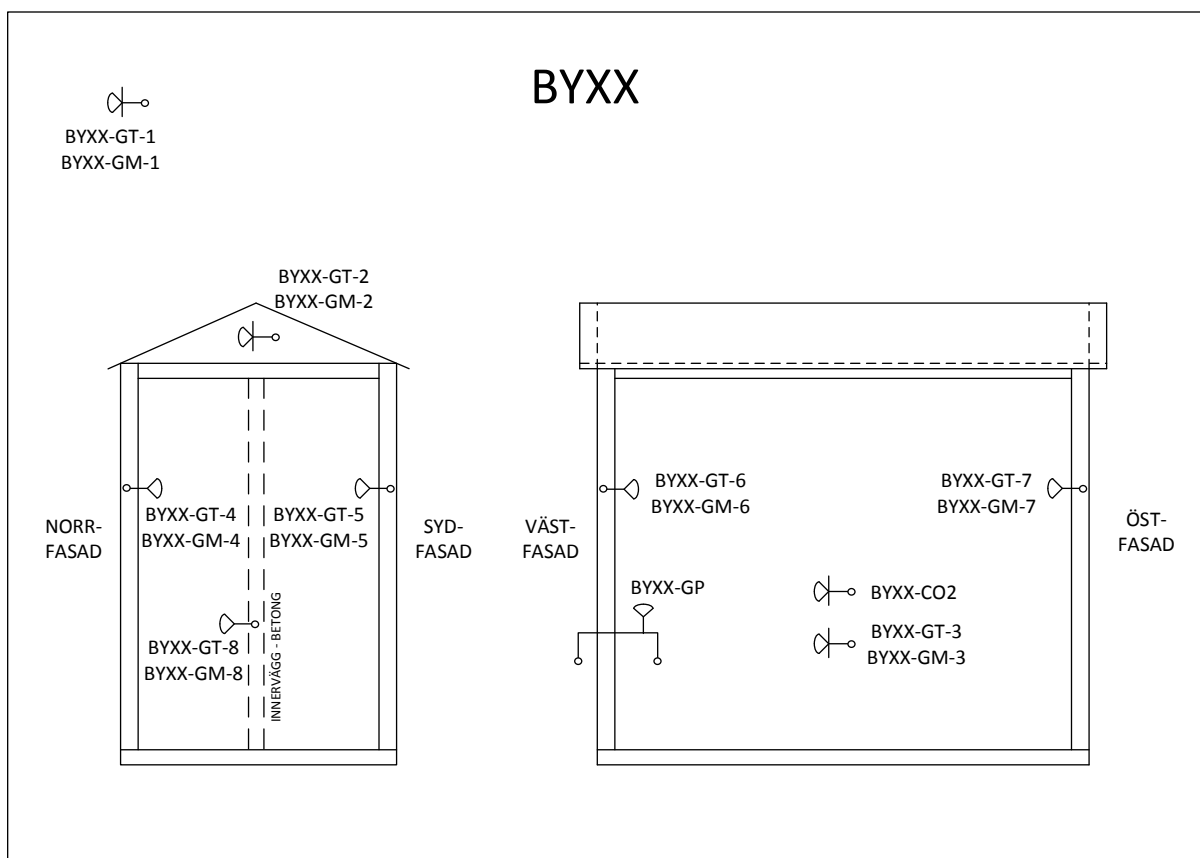


Objekt	Enhet	Givartyp enl. klasslista	Gemensam beteckning "Taggning"	Lokal beteckning	Prio A/B	Min Värde	Max Värde	Kontroll Period
System för el			EXX					01-01—12-31
Huvudmätare fastighet	kWh	E	EXX-E1					01-01—12-31
El till hushåll	kWh	E	EXX-E2					01-01—12-31
El till verksamhet	kWh	E	EXX-E3					01-01—12-31
El till övrig fastighetsdrift	kWh	E	EXX-E4					01-01—12-31
El till elvärme	kWh	E	EXX-E5					01-01—12-31
El till tvättstuga	kWh	E	EXX-E6					01-01—12-31
El till annan byggnad	kWh	E	EXX-E7					01-01—12-31
El till belysning	kWh	E	EXX-E8					01-01—12-31
El som inte ger spillvärme	kWh	E	EXX-E9					01-01—12-31
El till garage	kWh	E	EXX-E10					01-01—12-31

#### Bilaga 4 - Beskrivning av givarplacering

El från solanläggning	kWh	E	EXX-E11					01-01—12-31
Levererad sol-el till nätet	kWh	E	EXX-E12					01-01—12-31
Elmätare för kylmaskin	kWh	E	KMXX-E1					01-01—12-31
Elmätare för värmepump	kWh	E	VPXX-E1					01-01—12-31
Övrig								01-01—12-31
Övrig								01-01—12-31
Övrig								01-01—12-31

## 5. Byggnad och klimat



Objekt	Enhet	Givartyp enl. klasslista	Gemensam beteckning "Taggning"	Lokal beteckning	Prio A/B	Min Värde	Mqx Värde	Kontroll Period
Byggnad			BYXX					01-01—12-31
Temperatur utomhus	°C	GT	BYXX-GT1					01-01—12-31
Relativ fuktighet (RF) utomhus	%	GM	BYXX-GM1					01-01—12-31
Temperatur på kallvind	°C	GT	BYXX-GT2					01-01—12-31
Relativ fuktighet (RF) på kallvind	%	GM	BYXX-GM2					01-01—12-31
Temperatur inomhus	°C	GT	BYXX-GT3					01-01—12-31
Relativ fuktighet (RF) inomhus	%	GM	BYXX-GM3					01-01—12-31
Temperatur i konstruktion norrfasad	°C	GT	BYXX-GT4					01-01—12-31
Relativ fuktighet (RF) i konstruktion norrfasad	%	GM	BYXX-GM4					01-01—12-31
Temperatur i konstruktion sydfasad	°C	GT	BYXX-GT5					01-01—12-31
								01-01—12-31

#### Bilaga 4 - Beskrivning av givarplacering

Objekt	Enhet	Givarty p enl. klasslist a	Gemensam beteckning "Taggning"	Lokal beteckning	Prio A/B	Min Värde	Max Värde	01-01—12-31
Relativ fuktighet (RF) i konstruktion sydfasad	%	GM	BYXX-GM5					01-01—12-31
Temperatur i konstruktion västfasad	°C	GT	BYXX-GT6					01-01—12-31
Relativ fuktighet (RF) i konstruktion västfasad	%	GM	BYXX-GM6					01-01—12-31
Temperatur i konstruktion östfasad	°C	GT	BYXX-GT7					01-01—12-31
Relativ fuktighet (RF) i konstruktion östfasad	%	GM	BYXX-GM7					01-01—12-31
Temperatur i konstruktion innervägg av betong	°C	GT	BYXX-GT8					01-01—12-31
Relativ fuktighet (RF) i innervägg av betong	%	GM	BYXX-GM8					01-01—12-31
CO <sub>2</sub> inomhus	ppm	CO2	BYXX-CO2					01-01—12-31
Tryckdifferens klimatskärm	Pa	GP	BYXX-GP					01-01—12-31
Övrigt								01-01—12-31
Övrigt								01-01—12-31
Övrigt								01-01—12-31

## 6. Beskrivning av givarmontage i konstruktion

Nedan följer anvisningar hur montage av givare ska utföras utifrån konstruktionstyp. Givarna ska vara en temperatur/RF-givare med mätnoggrannhet [ $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ ,  $\pm 3\%$  RH] eller bättre, med möjlighet att regelbundet skicka resultat för loggning. Exempel på givare är WTH200 från Celsicom.

### 6.1 Fastigheter med betongstomme

De kombinerade temperatur- och RF-givarna placeras i urborrade hålrum enligt bild nedan för betongkonstruktion. Mätpunkter ska installeras så långt det är möjligt:

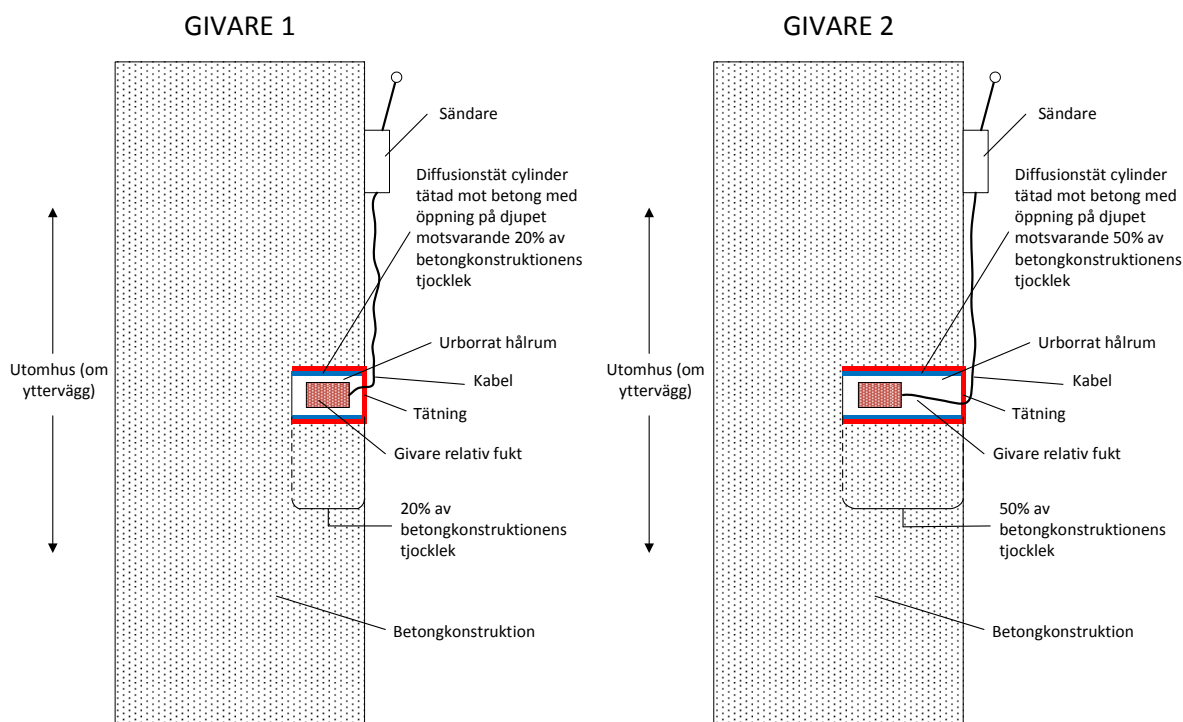
- 1st i yttervägg (valfritt väderstreck)
- 1st i bärande innervägg
- 1st i tak-/golvbjälklag

Varje mätpunkt ska bestå av två borrhål med olika djup enligt beskrivande bilder. Borrhålens centrum placeras i närheten av varandra. De bör dock inte vara närmare varandra än 50 cm. Borrhålen återsluts med diffusionstät tätning.

Montaget av givarna ska utföras av diplomerad fuksakkunnig personal och ska så långt som möjligt utföras enligt RBK. Dock ska loggning av mätdata under hela mätperioden fortfarande vara möjlig. Fuktnivån i betongen bör läsas av och loggas minst 1 gång per månad och ska pågå under hela mätperioden för fukt i konstruktion.

Vid montage i tak-/golvbjälklag mellan våningsplan görs monteringen underifrån (i tak).

### PLACERING AV FUKTGIVARE I BETONGKONSTRUKTION



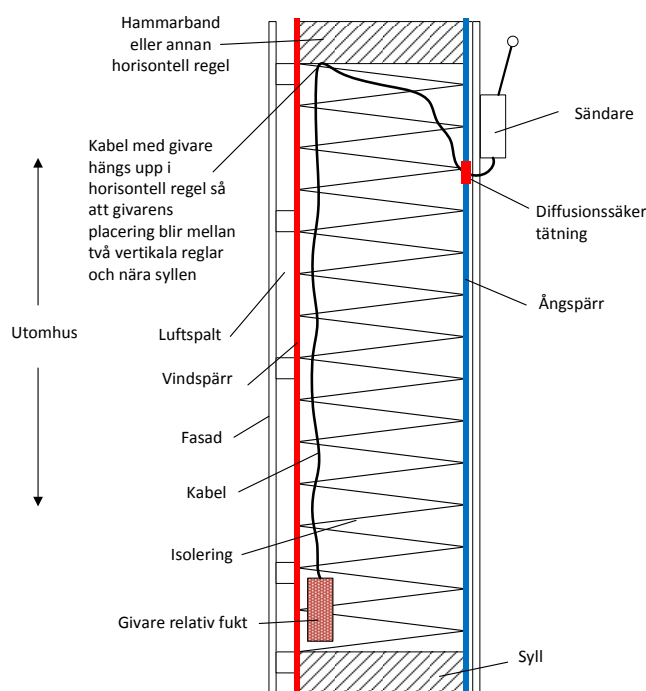
## 6.2 Fastigheter med regelstomme

De kombinerade temperatur- och RF-givarna placeras enligt bild nedan för regelkonstruktion. Mätpunkter ska installeras så långt det är möjligt:

- 1st i norrfasad (prioriterad)
- 1st i västfasad (prioriterad)
- 1st i östfasad
- 1st i sydfasad

Givarna ska placeras mellan stående regler så långt ut i regelkonstruktionen som möjligt och i nedre delen av väggen nära syll, där isoleringen är som kallast och fuktigast. Dock innanför vindspärren. Givarkabeln hängs upp i horisontell regel enligt bild dels för att underlätta montage men även för att ge extra kabellängd i isoleringen och därmed motverka värmeledning i kabeln. Kabelgenomföringen genom ångspärren tätas med ett diffusionstätt skikt (exempelvis med T-Flex tejp från T-Emballage enligt tillverkarens anvisning).

### PLACERING AV FUKTGIVARE I REGELKONSTRUKTION





# Momentana mätningar

Mätning och demonstration av nya lågenergibygnader

## Innehåll

1. Inledning.....	4
2. Klimatskärm.....	5
2.1 Luftläckning.....	5
2.2 Köldbryggor.....	6
2.3 U-värden .....	6
2.4 Solskydd .....	6
2.5 Fukt .....	6
3. Ventilationssystem .....	7
3.1 Luftflöde.....	7
3.2 Luftläckage i aggregat .....	7
3.3 Statiska tryckfall.....	7
3.4 Specifik fläkteffekt – SFP.....	7
3.5 Avfrostning.....	8
3.6 Luftutbyteseffektivitet .....	8
3.7 Koldioxid .....	8
3.8 Dontyp .....	8
3.9 Flöde över don .....	8
3.10 Tilluftstemperatur.....	8
3.11 Spisfläkt.....	8
3.12 Drag .....	9
4. Värmesystem, tappvarmvatten och VVC .....	9
4.1 Temperaturförhållanden tillförd värme .....	9
4.2 Specifik pumpeffekt -SPP.....	9
4.3 Kulvertförluster.....	10
4.4 Armaturer .....	10
4.5 Ackumulator, komponenter .....	10
4.6 VVC.....	10
5. Värmepump/kylsystem .....	10
5.1 Eleffekt.....	11
5.2 Temperaturförhållanden tillförd kyla/värme .....	11
5.3 Kyl/värmefaktor .....	11

## Bilaga 5 – Momentana mätningar

---

5.4	Tryckökning cirkulationspump.....	11
5.5	SPP Pump.....	11
6.	Fastighetsel.....	12
6.1	Belysning.....	12
6.1.1	Installerad systemeffekt .....	12
6.1.2	Standby-effekt .....	12
6.2	El till övrig fastighetsdrift.....	13
6.3	El till verksamhetens drift .....	13

## 1. Inledning

För att på ett effektivt sätt mäta och samla in data för utvärdering av en byggnads energiprestanda behövs både loggning av mätvärden för att fånga upp olika fysikaliska förlopp över olika årstider, plus mer intensiva mätinsatser under kortare perioder där randvillkor och yttre omständigheter kan kontrolleras eller övervakas på ett systematiskt sätt. Som komplement till loggning av mätdata och som underlag för analyser kommer därför ett antal momentana mätningar att utföras.

Loggning av timvärden under en längre period kräver särskilda resurser med avseende på teknik för mätning, insamling och leveranser av mätdata. För ett flertal områden är det inte ekonomiskt försvarbart att utföra denna typ av mätning som exempelvis för utvärdering av VVC förluster med mer eller mindre konstanta flöden och temperaturer.

För att förklara avvikelser för prestanda av delsystem som exempelvis förhöjd elanvändning för fläktdrift eller kraftiga insvängningsförlopp för en reglerventil krävs ingående mätningar med högre upplösning än timvärden. Brister i delsystemens funktioner kan vara svåra att upptäcka samtidigt som det kommer att påverka hela byggnadens energiprestanda.

Andra behov för genomförandet av momentana mätningar på plats gäller det som kan påverka den termiska komforten, vilket i sin tur kan leda till ökad innetemperatur och därmed ökad energianvändning. Det kan gälla låga yttemperaturer eller drag från ventilationsdon och kombinationer av dessa. Dessa förhållanden kan vara mycket svåra eller omöjliga att fånga upp med fast installerad mätutrustning.

I detta projekt har vi därför valt att fördela loggning och momentana mätningar utifrån ovanstående kriterier. Det innebär också att kostnaderna för den totala mätinsatsen kan hållas nere. De momentana mätningarna kommer att genomföras under 1-2 dagar på plats samordnat med insamling av annan beskrivande information om objekten (via dokumentationsprotokoll).

För olika områden följer här en beskrivning av hur dessa momentana mätningar ska genomföras samt delvis som underlag för dokumentationsprotokoll. Dessa protokoll kommer att fyllas i ett registerprogram som lagras i en databas hos Aktea/Aton. Protokollen är anpassade för att matcha övrig information och de olika byggnader som ingår i projektet.

Momentana mätningar kommer att genomföras för följande delar:

- Klimatskärm
- Ventilationssystem
- Värmesystem och tappvarmvatten
- Värmepump/kylmaskin
- Fastighetsel



Symbolen anger när fotodokumentation bör göras.

## 2. Klimatskärm

Underlag inför mätning:

- Indata från utförda energiberäkningar
- Kontrollplan

Mätning av prestanda för klimatskärm innefattar luftläckning, köldbryggor, U-värden för konstruktionsdelar, g-värden för fönster och fönsterkonstruktioner. Areor för omslutande byggnadsdelar mot uppvärmd inneluft och geometrier för köldbryggor skall finnas dokumenterade för beräkning av luftläckning och  $U_m$ -värden.

Provning och kontroll av luftläckning och köldbryggor utförs vid samma tillfälle under uppvärmningsperioden då temperaturskillnaden mellan ute och inne överstiger 10 °C.

Temperaturvariationer ute och inne skall under mätperioden understiga +/- 3 °C.

Vindhastigheten ute skall understiga 6 m/s. Provning av luftläckning ska utföras i samband med provning av ventilationssystemet.

Mätutrustning som används ska vara kalibrerad och i övrigt hanteras enligt tillverkarens anvisningar. I övrigt hänvisas till standarderna SS-EN 13829 för tryckprovningssmetod samt SS-EN 13187 för byggnadsteknisk termografering.

Följande skall kontrolleras:

### 2.1 Luftläckning

Protokoll från tryckmätning av luftläckning genom omslutande area (inklusive fogar, glasning, isolerade metallpartier, genomföringar, anslutningsfogar mellan byggelement, springor mellan karmar och bågar m.m.) utgör underlag för att bedöma om kompletterande tryckmätning behöver utföras som stickprov eller totalt. Även det undertryck som byggs upp vid t.ex. kökskåpaforcering kan ge vägledning. Samtidig termografering genomförs om större läckflöden identifierats.

## 2.2 Köldbryggor



Köldbryggor i anslutning till ytter/inner vägghörn, anslutningar mellan yttervägg och bjälklag, anslutningar runt fönster samt metallpartier identifieras med hjälp av konstruktionsdetaljer på ritning och/eller termografering. Detta gäller särskilt för utrymmen med hög fuktlast, exempelvis våtutrymmen.

Yttertemperaturer på identifierade köldbryggor från beräkningsunderlag och misstänkta köldbryggor dokumenteras med termografi i samband med provning av luftläckning, men utan tryckskillnad över yttervägg för att undvika påverkan från luftläckning.

Misstänkta köldbryggor som upptäcks i samband med provningen dokumenteras.

## 2.3 U-värden

U-värden för omslutande byggnadsdelar kontrolleras vid besiktning på plats, dvs. materialkvalitet, tjocklekar och glaskombinationer vilka jämförs med datablad och handlingar från leverantörer samt konstruktionshandlingar.

## 2.4 Solskydd



Specificerade g-värden på glas och solskydd fastställs med hjälp av datablad och handlingar från leverantörer samt typbeteckning vid besiktning på plats. Solskyddsskiktets placering i förhållande till specifikation skall kontrolleras och dokumenteras/fotograferas.

Horisontalavskärmning dokumenteras via fotografering i varje vädersträck och om möjligt från mittennivån i byggnadshöjd. För homogen avskärmning uppskattas horisontalvinkeln.

## 2.5 Fukt

Kontroll görs för att identifiera om riskanalys är dokumenterad i kontrollplanen.

### 3. Ventilationssystem

Momentana mätningar utförs för bestämning av luftflöden, läckande kanaler och aggregat (om tveksamheter i utförandet kan identifieras), statiska tryckfall och specifik fläkteffekt.

Underlag inför mätning

- Injusteringsprotokoll
- Dimensioneringsdata för aggregat ("aggregatkörning")
- Driftkort med inställningsvärden.

Aggregaten ska vara i drift med dimensionerande max flöde +/- 10 %. Provning ska utföras med rena filter.

#### 3.1 Luftflöde

Fasta mätuttag för flödesmätning och totala luftflöden kontrolleras genom tryckmätning respektive momentan spårgasmätning enligt "Metoder för mätningar av luftflöden i ventilationssystem". T9:2007/T22:1998.

Mätvärden för momentan mätning av luftflöden och avläst värde på mätuttag jämförs och dokumenteras.

#### 3.2 Luftläckage i aggregat

Läckage mellan från- och tilluft samt mellan uteluft och avluft kontrolleras med spårgas där så bedöms nödvändigt. Provning utförs enligt "Metoder för mätning av luftflöden i ventilationsinstallationer", T1982:32.

#### 3.3 Statiska tryckfall

Statiska tryckfall skall mätas över aggregat respektive kanalsystem. Resultaten redovisas som totalt externt, internt och totalt tryckfall för till- och frånluft.

#### 3.4 Specifik fläkteffekt – SFP

Aktiv effekt till fläktar ska vara uppmätt. Mätning sker före frekvensomformare om mätprotokoll saknas. Provning av specifik fläkteffekt – SFP och beräkning av total fläktverkningsgrad utförs enligt beskrivning i skrift "Eleffektivitet hos fläktar och luftbehandlingsaggregat- beräkning och kontroll av SFP-värden" (Föreningen V, V-skrift 1995:1 reviderad 2000).

### 3.5 Avfrostning

Inställningsvärden för avfrostning skall kontrolleras, där det går att läsa av. Många moderna aggregat känner av flöde och tryckökning och avfrostar då utan inställda värden.

Driftförhållanden analyseras via loggning.

### 3.6 Luftutbyteseffektivitet

Luftutbyteseffektivitet mäts i utvalda objekt med avklingnings- eller homogenspridningsmetod (typ Pentiaq).

Urvalet av mätobjekt baseras på ventilationslösningar med risker för bristfällig luftutbyteseffektivitet

### 3.7 Koldioxid

Inställningsvärden för CO<sub>2</sub> skall kontrolleras för system med variabelt luftflöde- VAV.

### 3.8 Dontyp



Typ av don, fabrikat, inställningsvärden och placering kontrolleras och jämförs med projektering. Fotograferas.

### 3.9 Flöde över don

Mäts stickprovsmässigt om möjligt.

### 3.10 Tilluftstemperatur

Mäts stickprovsmässigt så långt ifrån aggregatet som möjligt och jämförs med avläst värde vid aggregat.

### 3.11 Spisfläkt

Typ av fläkt/kolfilter och inställningsvärden för forcering kontrolleras. Flöden mäts om möjligt.



### 3.12 Drag

För att bedöma om det finns risk för drag i anslutning till tilluftsdon och om lufthastigheten i vistelsezoner överstiger 0,15 m/s för vinterfall 0,2 m/s för sommarfall används röktest/dragprovare.

Den rök som används ska ha ungefär samma densitet och temperatur som omgivande luft och inte innehålla ämnen som kan vara skadliga för inomhusmiljö eller hälsa.

Rök doseras i direkt anslutning till tilluftsdon. I vistelsezon doseras rök 0,1 m och 1,7 m över golv och 0,6 m från yttervägg. Lufthastighet kan beräknas med hjälp av måttstock och tidur. Alternativt används beskrivning från tillverkare eller leverantör av utrustning för kontroll av drag.

## 4. Värmesystem, tappvarmvatten och VVC

Underlag inför mätning:

- Dimensioneringsdata
- Driftkort
- Produktinformation armaturer

### 4.1 Temperaturförhållanden tillförd värme

Temperaturförhållanden för fram- och returledning på värmesystemets sekundärsida kontrolleras och jämförs med projekterade värden vid aktuell temperatur utomhus.

### 4.2 Specifik pumpeffekt -SPP

Provning av eleffektuttag för större cirkulationspumpar skall vara utförda genom mätning av aktiv effekt före frekvensomformare. Kompletterande mätning görs i förekommande fall. Specific Pump Power – SPP (kW/l/s) beräknas genom att jämföra tillförd aktiv effekt med projekterat/uppmätt flöde enligt:

$$SPP = \frac{\text{Aktiv effekt (kW)}}{\text{Vätskeflöde (l/s)}}$$

### 4.3 Kulvertförluster

Kulvertens förläggning och placering av givare för värme kontrolleras som underlag för bedömning av mätdata för värmeförluster.

### 4.4 Armaturer



Typ av varmvattenarmaturer fastställs (neutralt mittläge, motfjädrande forceringsläge) och dokumenteras/fotograferas.

### 4.5 Ackumulator, komponenter

Fabrikat, typ och volym dokumenteras, liksom isolertjocklek om isolerad på plats. Spjäll, mätgivare och andra komponenter som inte är isolerade i undercentral dokumenteras med bild och antal i varmvattensystem kvantifieras separat från antal i värmesystem.

### 4.6 VVC

Temperaturer i fram- och returledning mäts, liksom tryck över pump. Märkeffekt, fabrikat och typbeteckning på VVC-pump, samt isolertjocklek på ledningssystem för VVC och VS dokumenteras.

## 5. Värmepump/kylsystem

Underlag inför mätning:

- Projekteringsdata
- Dimensioneringsunderlag från leverantör

Vid provning ska systemet vara i drift så nära nominell drift (normalt driftfall) som möjligt som grund för kontroll av prestanda.

Mätmetoder och utrustning för provning ska vara kontrollerade med dokumenterade specifikationer för onoggrannhet enligt SS-ISO 5725-1.

## 5.1 Eleffekt

Aktiv effekt för cirkulationspumpar och kompressorer mäts före styrutrustning.

## 5.2 Temperaturförhållanden tillförd kyla/värme

Temperaturförhållanden för fram- och returledning på kylsystemets kalla och varma sida kontrolleras så att värdena överensstämmer med projekterade värden vid aktuellt driftfall.

## 5.3 Kyl/värmefaktor

Kyl- och värmeeffekt beräknas med hjälp av flöde, tryck och temperaturdifferenser. Kyl/värmefaktor beräknas genom att jämföra förhållandet mellan kyl-/värmeeffekt med tillförd effekt till kompressor baserat på Nord Test NT VVS 076 och SS 2620.

## 5.4 Tryckökning cirkulationspump

Tryckökning vid provning av cirkulationspump bestäms till exempel genom avläsning av differenstrycksmanometer vid pump.

## 5.5 SPP Pump

Cirkulationspumpens prestanda Specific Pump Power – SPP (W/l/s) beräknas genom att jämföra tillförd aktiv effekt med projekterat/aktuell flöde enligt:

$$\text{SPP} = \frac{\text{Aktiv effekt (kW)}}{\text{Vätskeflöde (l/s)}}$$

## 6. Fastighetsel

Underlag inför mätning:

- Projekteringsdata

Angivna elmätare som loggas kontrolleras vad avser matning enligt dokumentationen (Bilaga 3 Mätpunkter och givarbestyckning för loggning).

### 6.1 Belysning



Som underlag för uppföljning och kontroll av belysning används resultat från genomförda beräkningar för den specifika byggnaden enligt kravspecifikationer för olika rumstyper. Uppgifter om belysningsprestanda och installerade effekter skall tillhandahållas av projektören. Anläggningens prestanda skall jämföras med gällande programhandling.

Anläggningstyp, belysningsstyrka, installerade effekter och typ av styrning kontrolleras och dokumenteras.

Externa belysningspunkter som inte mäts med egen mätare dokumenteras vad avser effekt, antal och typ av styrning.

#### 6.1.1 Installerad systemeffekt

Totalt installerad systemeffekt i drift inklusive ljuskälla, förkopplingsdon och styrutrustning för respektive rumstyp kontrolleras och relateras till angiven area från projekterat underlag.

Specifik installerad systemeffekt beräknas med enheten  $W/m^2$  samt totalt installerad systemeffekt för belysning med enheten kW.

#### 6.1.2 Standby-effekt

Summa standby-effekt som aktiv effekt och tomgångsström när belysning är frånslagen kontrolleras med hjälp av fabrikantdata och om möjligt mätning med avstängda ljuskällor för belysningsgrupper som mättekniskt kan avgränsas.

Specifik standby-effekt anges som totalt uppmätt effekt i kW och per yta med enheten  $W/m^2$ .

## **6.2 El till övrig fastighetsdrift**

Installerad effekt för el till övrig fastighetsel för motorvärmare, ladduttag för elfordon snösmältning m.m. kontrolleras. Hissens energiegenskaper dokumenteras (elektronik med sovläge, närvarostyrd belysning) och vid avsaknad av dokumentation dokumenteras belysningseffekt och om belysningen är närvarostyrd.

## **6.3 El till verksamhetens drift**

El till verksamhet som inte ger spillvärme dokumenteras (t.ex. storkökens belysning, disk, spis, tvätt, kylsystem som värmer varmvatten, etc.) och utifrån dess drifttider kan möjlig andel av el till verksamhet som inte ger spillvärme till byggnadens rumsuppvärmning uppskattas.

## Klasslista mätpunkter (fi2class\_scheme\_id)

	Typ/ Klass	Mätstorhet	Enhet	Mätområde	Upp- lösning	Onoggrann- het	Utsignal/ Kommunikation
1	GT	Temperatur	°C	-40 °C + 100 °C	0,1 °C	+/- 0,2 °C	M-bus/Modbus
2	GM	Relativ fuktighet	%	30 % till 95 %	1 %	+/-3 %	M-bus/Modbus
3	GPL	Lufttryck låg	Pa	1-50 Pa	1Pa	+/- 1 Pa	M-bus/Modbus
4	GPH	lufttryck hög	Pa	1-1000 Pa	10 Pa	+/- 2 Pa	M-bus/Modbus
5	GF	Luftflöde aggregat	m <sup>3</sup> /s	0,2-10 m <sup>3</sup> /s	0,1 m <sup>3</sup> /s	+/-10 %	M-bus/Modbus
6	S	Solinstrålning	W/m <sup>2</sup>		10 W/m <sup>2</sup>	+/-5 %	M-bus/Modbus
7	CO <sub>2</sub>	Koldioxid	ppm	500-2000 ppm	10 ppm	+/-5 %	M-bus/Modbus
8	Q	Vätskeflöde	l/m		0,1 l/s	+/-2 %	M-bus/Modbus
9	V	Volym	m <sup>3</sup>		0,01	+/-2 %	M-bus/Modbus
10	E	Energi	kWh		0,1 kWh	+/-2 % MID klass A	M-bus/Modbus
11	VM	Värmemängd	kWh		0,1 kWh	+/-5 %	M-bus/Modbus
12	KM	Kylmängd	kWh		0,1 kWh	+/-5 %	M-bus/Modbus
13	X	Aux					M-bus/Modbus

**Definition av mätintervall och levererade mätvärden**

För klass 1-8 (se klasslista) ska mätintervallet vara högst 10 minuter som underlag för medelvärdesbildning per timme. Mätvärden ska levereras och lagras som timmedelvärde

Mätvärden ska även kunna levereras och lagras som 5-minutersvärden under specificerade perioder på upp till 14 dagar i samband med momentana mätningar.

Integrerade mätdata för klass 9 -12 som levereras som integrerat summa värde senast uppmätta timmen. Levereras och lagras som integrerad summa.

## **Objektsrapport för byggnad S2**

*Utvärdering av lågenergibygnader*

<b>Beställt av:</b>	Energimyndigheten och Boverket
<b>Utfört av:</b>	CIT Energy Management
<b>Datum:</b>	2017-12-19
<b>Version:</b>	Slutgiltig

## Innehåll

1. Inledning.....	1
2. Beskrivning av byggnaden .....	1
3 Byggnadens energianvändning .....	2
3.1 Energimätningar i byggnaden.....	2
3.2 Uppmätta årsvärden för byggnaden.....	2
3.3 Normalårskorrigering .....	3
4 Energiberäkningar .....	4
4.1 Beräkningsförutsättningar .....	4
4.2 Energiberäkning och modellkalibrering .....	5
4.2.1 Den verkliga byggnadens uppfyllelse av BBR-kraven .....	5
4.2.2 Kalibrering och justering av grundmodell .....	5
4.2.3 Sammanfattning av energianvändning innan alternativ utformning.....	6
5 Analys av alternativa byggnadsutföranden .....	7
5.1 Kravnivåer och riktvärden enligt BBR.....	7
5.2 Alternativa byggnadsutföranden.....	7
5.2.1 Åtgärder på Klimatskalet .....	7
5.2.2 Åtgärder på de tekniska installationerna.....	9
5.3 Resultat från modelleringen av BBR-alternativen.....	10
5.4 Ekonomisk analys: Är lågenergiutförandet mer lönsamt än ett BBR hus? .....	12
6 Kommentarer om tekniska egenskapskrav .....	13
6.1 Bristande ventilationsflöden .....	13
6.2 Termisk komfort sommar och vinter .....	13
7 Osäkerheter i modellen och beräkningar.....	14
8 Kommentarer till resultatet.....	15
8.1 Resultatets pålitlighet .....	15



## 1. Inledning

I projektet utvärderas ett antal lågenergibyggnader utifrån energiprestanda och lönsamhet. Analysen har sin utgångspunkt i uppmätt energi för en verklig lågenergibyggnad. För varje byggnad skapas en energimodell med hjälp av ett datorprogram, som kalibreras mot uppmätta värden och en grundmodell tas fram. Utifrån den skalas sedan olika typer av byggnadsåtgärder och tekniska åtgärder av tills vi når ett hus byggt i enlighet med energiprestanda kraven i BBR 22 samt BBR 19.

## 2. Beskrivning av byggnaden

S2 är en 2-plans villa belägen i ett villaområde utan närliggande hus i söderläge. Det finns en grannfastighet öster om fastigheten och en mindre byggnad har viss skuggningseffekt åt väster. Många fönster saknar yttre solavskärmning.

Både värme och tappvarmvatten produceras med fjärrvärme, men i två separata system, och värmen distribueras i byggnaden via golvvärme och luftvärme. Byggnaden ventileras via ett FTX-system med återvinnig. Byggnaden saknar solenergi.

Angiven  $A_{temp}$  (uppvärmd golvarea) i underlagen var  $140 \text{ m}^2$  vilken bedöms vara korrekt vid kontrollmätning från ritningar.

Tabell 1: Kort beskrivning av byggnad S2

BYGGNAD	S2
Typ av byggnad	Småhus
Byggnadens utformning	Standardsmåhus
Byggår	2012
Projekterad enligt BBR	BBR 16
Projekterad energianvändning	61 kWh/m <sup>2</sup> år
Klimatzon BBR 19/BBR 22	III/IV
Antal graddagar	1 285
Tempererad area, $A_{temp}$	140 m <sup>2</sup>
Antal våningsplan inkl. under mark	2
Energikälla för uppvärmning och varmvatten	Fjärrvärme
Ventilationssystem	FTX
Värmedistribution	Golvvärme + luftvärme
Byggnaden klassas som eluppvärmd?	Nej
Kylsystem	Byggnaden saknar kyla
Har byggnaden solenergi?	Nej

### 3 Byggnadens energianvändning

Byggnaden är uppvärmd via fjärrvärme och saknar solenergi.

#### 3.1 Energimätningar i byggnaden

Byggnaden har flera olika mätare som mäter på samma system. I listan nedan redovisas de mätningar som har legat till grund för modelleringen.

- Total inköpt el har loggats
- Värme till uppvärmning har loggats
- Fastighetselen har loggats via en mätare.
- Hushållselen har beräknats utifrån total köpt el och fastighetsel. Det finns undermätning för motorvärmaren vilken ska ingå i hushållselen.
- Mängden varmvatten har beräknats med hjälp av flödet till byggnaden och även framledningstemperaturen till byggnaden
- Uppmätta rumstemperaturer varierade mellan +8,5°C och 23,7°C under okt 2015-apr 2016. I beräkningar har vi antagit min innetemperatur att vara 20,9°C (samma som uppmätt medeltemperatur).

För mer kommentarer om mätningarna se *kap 7: Osäkerheter i modellen och beräkningar*. I byggnaden har även andra mätningar gjorts, som inte använts i analysen, till exempel av luftfuktighet.

#### 3.2 Uppmätta årsvärden för byggnaden

Information om uppmätt och/eller beräknad årsenergi för byggnaden visas i *tabell 2 och 3* nedan. I anslutning till tabellerna anges även schablonvärden enligt Boverkets föreskrifter om ändring av verkets föreskrifter och allmänna råd (2016:12) om fastställande av byggnadens energianvändning vid normalt brukande och ett normalår, BEN 1. Normalt brukande berörs närmare i projektets huvudrapport. Vald mätperiod är 2015-07-01 till 2016-06-30.

Tabell 2: Energibehov för värme och kyla för byggnad S2

	kWh/år	kWh/m <sup>2</sup> år	KÄLLA
<b>Använd värme</b>	3 860*	27,6*	Uppmätt
<b>Använt tappvarmvatten*</b>	1 805*	12,9*	Beräknad från uppmätt värden
<b>Använd kyla</b>	-	-	-

\*Schablonvärde enligt BEN 1 är 20 kWh/m<sup>2</sup> år

Tabell 3: Uppmätta och beräknade årsvärden för byggnad S2

	KWh/år	kWh/m <sup>2</sup> år	KÄLLA
Värme, köpt el	_*	_*	
Värme, köpt fjärrvärme	3 860*	27,6*	Uppmätt
Värme till tappvarmvatten, köpt el	_*	_*	
Värme till tappvarmvatten, köpt fjärrvärme	1 805*	12,9*	Beräknad från uppmätt värden
Köpt fjärrkyla	_*	_*	
Köpt el till kylmaskin	_*	_*	
Solvärme till byggnaden	-	-	
Sol-el till byggnaden	-	-	
Var av byggnaden kan tillgodogöra sig	_**	_**	
Fastighetsel, totalt	730*	5,2*	Uppmätt
Hushållsel/verksamhetsel***	3 390	24,2	Beräknad från uppmätt värden
<b>Specifik energianvändning enligt BBR</b>	<b>6 395 kWh/år</b>	<b>46 kWh/m<sup>2</sup> år</b>	

\*Ingår i beräkningen av specifik energianvändning enligt BBR.

\*\* Räknas bort från energianvändningen i beräkningen av specifik energianvändning enligt BBR.

\*\*\*Schablonvärde enligt BEN 1 är 30 kWh/m<sup>2</sup> år

Både varmvattenanvändningen och användningen av hushållsel i byggnaden är något låg. Se mer under *kapitel 4.2.1*.

### 3.3 Normalårskorrigerig

Värden för utomhustemperaturen har hämtats från Sveby (SMHI) och Svebys normalår har använts för normalårskorrigerig. Mätåret, 1 juli 2015 - 30 juni 2016, hade 1 258 graddagar och var 5,4 % varmare än normalåret. Den temperaturberoende energianvändningen bör således ökas för att beskriva normalåret. Balanstemperaturen för byggnaden har beräknats till 9 °C. Balanstemperaturen används för normalårskorrigerig

För byggnaden är det använd fjärrvärme för uppvärmning som ska korrigeras. Den korrigerade energianvändningen återfinns i *tabell 4* nedan.

Tabell 4: Normalårskorrigerig av energi för uppvärmning, enligt BBR, för byggnad S2

	ENERGIANVÄNDNING [kWh/år]	KORRIGERAD ENERGIANVÄNDNING [kWh/år]
Icke-utetemperaturberoende energianvändning, enligt BBR <sup>1</sup>	2 535	2 535
Utetemperaturberoende energianvändning, enligt BBR <sup>2</sup>	3 860	-
Klimatkorrigerad utetemperaturberoende energianvändning	-	4 068
Total energianvändning, enligt BBR	6 395	6 603
Specifik energianvändning, enligt BBR	46 (kWh/m <sup>2</sup> , år)	47 (kWh/m <sup>2</sup> , år)

<sup>1</sup> Fastighetsel och fjärrvärme till varmvatten

<sup>2</sup> Fjärrvärme till uppvärmning

## 4 Energiberäkningar

Indata till energiberäkningarna för alla byggnader i projektet har tagits fram via en Excel mall, där byggnadens konstruktion och U-värden samt areor beräknas. Egenskaper för tekniska system loggas och mätdata analyseras. Hela arbetsprocessen är väl dokumenterad.

### 4.1 Beräkningsförutsättningar

Datormodellen för lågenergibygnaden skapas i energiberäkningsprogrammet BV<sup>2</sup>. I tabellerna nedan listas de viktigaste parametrarna som använts vid modelleringen.

Tabell 5: Indata till modellering av byggnad S2 - Konstruktion

PARAMETER	VÄRDE	KÄLLA
<b>Väggkonstruktion</b>	Lätt träregelvägg	Ritningar
<b>Area (<math>A_{temp}</math>)</b>	140 m <sup>2</sup>	Ritningar
<b>Omslutningsarea (<math>A_{om}</math>)</b>	314 m <sup>2</sup>	Ritningar
<b>Fönster och dörrarea (ingår i <math>A_{om}</math> ovan)</b>	23,1 m <sup>2</sup>	Ritningar
<b>Köldbryggor (% påslag på u-värde)</b>	20 %	Antagen
<b><math>U_m</math> (U-medelvärde) inkl. köldbryggor</b>	0,15 W/m <sup>2</sup> K	Beräknad från ritningar
<b>Klimatskärmens lufttäthet, q50</b>	0,2 l/s, m <sup>2</sup>	Uppmätt
<b>Antal våningar ovan mark, Totalt/uppvärmda &gt;10 °C</b>	2/2	Ritningar
<b>Antal våningar under mark, Totalt/uppvärmda &gt;10 °C</b>	0/0	Ritningar

Tabell 6: Indata till modellering av byggnad S2 – Tekniska system

PARAMETER	VÄRDE	KÄLLA
<b>Ventilationssystem</b>	FTX	Projektdokumentation
<b>Temperaturverkningsgrad (% vid balanserat luftflöde)</b>	85 %	Beräknad från projektdokumentation
<b>Luftflöde, genomsnittligt flöde under verksamhetstid inkl. forcering</b>	TL 52 l/s FL 47 l/s + forcering köksfläkt	Uppmätt
<b>Luftflöde, genomsnittligt årsflöde</b>	53 l/s	Beräknad från uppmätta värden
<b>Vädring*</b>	+ 0,2 l/s, m <sup>2</sup> i luftläckage	Antaget
<b>Specifik fläkt effekt, SFP</b>	1,2 kW/(m <sup>3</sup> /s)	Beräknad från uppmätta värden
<b>Drifttid för ventilation</b>	24 h	Projektdokumentation
<b>Värmeproduktion</b>	Fjärrvärme, separata system för värme och varmvatten	Projektdokumentation
<b>Verkningsgrad för värmeproduktion</b>	0,98	Antaget
<b>Innetemperatur (sep-maj) **</b>	20,9°C	Uppmätt

\*Schablon enligt BEN 1 är ett påslag på 4 kWh/m<sup>2</sup>år.

\*\*Schablon enligt BEN 1 är ett påslag på 21°C.

Tabell 7: Indata till modellering av byggnad S2 – Interna laster

PARAMETER	VÄRDE	KÄLLA
Antal personer	4	Projektdokumentation
Drifttid för närvaro	14 h/dag	Sveby
Beräknad internvärmelast – personer (års medel)	1,2 W/m <sup>2</sup>	Beräknat från uppmätta värden och Sveby
Beräknad internvärmelast – hushållsel (års medel)*	1,9 W/m <sup>2</sup>	Beräknat från uppmätta värden och Sveby
Beräknad internvärmelast – solinstrålning (års medel)	1,0 W/m <sup>2</sup>	Beräknat

\*Årsmedel utifrån Sveby schablonen att 70 % av hushållselen kan tillgodoräknas under året.

## 4.2 Energiberäkning och modellkalibrering

### 4.2.1 Den verkliga byggnadens uppfyllelse av BBR-kraven

#### Luftflöden

BBR-kravet ligger på ett luftflöde om 0,35 l/s,m<sup>2</sup>. För en area på 140 m<sup>2</sup> motsvarar det ett flöde på 49 l/s vilket är lägre än dimensionerade och uppmätta flöden på 53 l/s.

#### Tappvarmvattenanvändningen

Varmvattenanvändningen i byggnaden är något låg. Byggnaden har en uppmätt varmvattenanvändning på 12,9 kWh/m<sup>2</sup> och år (1 805 kWh/år), vilket är lägre än Svebys schablon på 20 kWh/m<sup>2</sup> och år (2 800 kWh/år), se kap 7: Osäkerheter i modellen och beräkningar

#### Hushållsel

Den uppmätta hushållselen ligger på 24,2 kWh/m<sup>2</sup>och år jämfört med schablonens 30 kWh/m<sup>2</sup> och år. En lägre energianvändning kan påverka värmebalansen i byggnaden och kompenseras med mer eller mindre värme från uppvärmningssystemet.

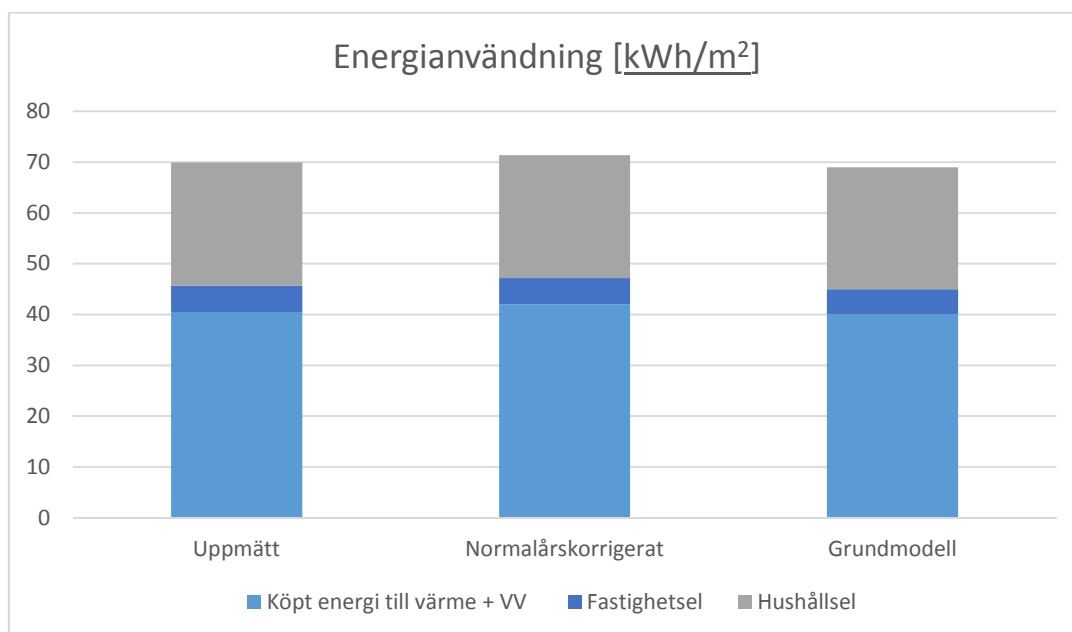
### 4.2.2 Kalibrering och justering av grundmodell

Energianvändning från normalårskorrigerade uppmätta värden är 6 603 kWh/år. Då den uppmätta infiltrationen på 0,2 l/s,m<sup>2</sup> används, får modellen en energianvändning på **6 288 kWh/år**. Ytterligare kalibrering av modellen har inte gjorts då skillnaden mellan beräknad normalårskorrigerad energianvändning och uppmätt normalårskorrigerad energianvändning är 4,8 %, vilket är under det använda gränsvärdet på 10 %.

Specifik energianvändning enligt BBR blir då: **45 kWh/m<sup>2</sup> och år**.

#### 4.2.3 Sammanfattning av energianvändning innan alternativ utformning

Diagrammet nedan visar energianvändningen inklusive hushållsel, per  $A_{temp}$ . De blå blocken visar den specifika energianvändningen enligt BBR medan det grå blocket är hushållselen.



**Figur 1: Energianvändning för S2**

Den specifika energianvändningen enligt modellen är **45 kWh/m<sup>2</sup> och år**. Och byggnaden kan med marginal klassas som ett lågenergihus, vilket för S1 motsvarar en specifik energianvändning på 67,5 kWh/m<sup>2</sup> och år för BBR 19 och 60 kWh/m<sup>2</sup> och år för BBR 22.

## 5 Analys av alternativa byggnadsutföranden

Nedan presenteras den alternativa utformningen av byggnaden om den skulle byggts för att precis uppfylla kraven i BBR. Konstruktionerna som valts är framtagna för att vara realistiska och spegla verkliga standardhus som byggs enligt BBR 19 eller BBR 22.

Grundförutsättningar som väggkonstruktionstyp, antal fönster och dess storlek och innermått på byggnaderna har behållits.

### 5.1 Kravnivåer och riktvärden enligt BBR

Kravnivåerna för byggnaden enligt BBR 19 och BBR 22 återfinns i tabellen nedan.

Tabell 8: Kravnivåerna för byggnad S2 enligt BBR

BYGGNAD	BBR 19	BBR 22
Byggnadskategori	Bostad	Småhus
Uppvärmning	Fjärrvärme	Fjärrvärme
Klimatzon	III	IV
A <sub>temp</sub> [m <sup>2</sup> ]	140	140
Luftflöde [l/s]	49	49
Specifik energianvändning [kWh/m <sup>2</sup> , år]	90	80
Lågenergibygnad (75 % av BBR) [kWh/m <sup>2</sup> , år]	67,5	60
Effektbehov, el [kW]	4,75	4,75
U <sub>m</sub> (U-medelvärde)[W/m <sup>2</sup> , K]	0,4	0,4
Specifik fläkteffekt [kW/(m <sup>3</sup> /s)]	2,0	2,0

### 5.2 Alternativa byggnadsutföranden

Byggnad S2 har olika krav för specifik energianvändning i både BBR 19 och 22 och olika förslag på åtgärder föreslås, se nedan. Modellerna ska spegla verkliga standardhus och det har varit en teknikutveckling mellan BBR 19 som kom 2012 och BBR 22 som kom 2015.

För byggnaden har nio alternativa utförande, nedan kallade åtgärder, tagits fram. Byggnaden är byggd med ett tydligt lågenergitänk men samma byggnad finns även att köpa i ett så kallat standardutförande med sämre klimatskal.

#### 5.2.1 Åtgärder på Klimatskalet

För byggnaden finns ritningar för samma hus i standardutförande, vilka har legat till grund för ändringar i konstruktionen.

##### Åtgärd 1) Ändrat U-värde för fasad

Nuvarande fasad ersätts med en standardkonstruktion från tillverkaren.

Standardkonstruktionen har 155 mm mindre isolering i båda BBR-alternativen.

	Lågenergi- byggnaden	BBR 22- byggnaden	BBR 19- byggnaden
U-värde [W/m <sup>2</sup> K]	0,12	0,17	0,17

#### Åtgärd 2) Ändrat U-värde för tak

För BBR 22 används samma isoleringstjocklek som i ritningarna för standardhuset motsvarande 250 mm mindre isolering. För BBR 19 minskas isoleringen ytterligare med 50 mm. Påslaget för köldbryggor behålls på 20 %.

	Lågenergi- byggnaden	BBR 22- byggnaden	BBR 19- byggnaden
<b>U-värde [W/m<sup>2</sup>K]</b>	0,07	0,10	0,12

#### Åtgärd 3) Ändrat U-värde för bottenplatta

För BBR 22 används samma isoleringstjocklek som i ritningarna för standardhuset, motsvarande 100 mm mindre isolering. För BBR 19 minskas isoleringen ytterligare med 50 mm. Påslaget för köldbryggor behålls på 20 %.

	Lågenergi- byggnaden	BBR 22- byggnaden	BBR 19- byggnaden
<b>U-värde [W/m<sup>2</sup>K]</b>	0,12	0,14	0,16

#### Åtgärd 4) Ändrat U-värde och g-värde för fönster och dörrar

Byggnadens fönster har i grundutförandet ett U-värde mellan 0,7 och 1,2 W/m<sup>2</sup>K, g-värdet är uppskattat till 0,5. Dörren antas ha ett U-värde på 1,0 W/m<sup>2</sup>K. Följande förändringar görs:

	Lågenergi- byggnaden	BBR 22- byggnaden	BBR 19- byggnaden
<b>FÖNSTER &amp; FÖNSTERDÖRRAR</b>			
<b>U-värde [W/m<sup>2</sup>K]</b>	0,7 till 1,2	1,1	1,5
<b>G-värde</b>	0,5	0,6	0,6
<b>DÖRRAR</b>			
<b>U-värde [W/m<sup>2</sup>K]</b>	1,0	1,1	1,1

#### Påverkan på U<sub>m</sub> (U-medelvärde) om åtgärd 1-4 genomförs

Om åtgärd 1-4 genomförs ändras byggnadens genomsnittliga värmegenomgångskoefficient U<sub>m</sub> enligt tabellen nedan:

	Lågenergi- byggnaden	BBR 22- byggnaden	BBR 19- byggnaden
<b>U<sub>m</sub></b>	0,15	0,22	0,25

#### Åtgärd 5) Ändrat lufttätheten

Huset är tätt med ett uppmätt luftläckage på 0,2 l/s m<sup>2</sup> (vid 50 Pa). Ett BBR-hus som inte har provtryckts har vanligen ett luftläckage som är högre.

- För BBR 22 minskas lufttätheten vilket gör att läckaget ökar till 0,40 l/s m<sup>2</sup> (vid 50 Pa).
- För BBR 19 minskas lufttätheten vilket gör att läckaget ökar till 0,45 l/s m<sup>2</sup> (vid 50 Pa).



## 5.2.2 Åtgärder på de tekniska installationerna

Byggnaden är ansluten till fjärrvärme vilken kommer att behållas men förändringar kan göras för varmvattnet. Det har även bedömts vara möjligt att välja ett sämre ventilationsaggregat samt göra förändringar distributionen av värme.

### Åtgärd 6) Byte av ventilationsaggregatet

Byte till ett ventilationsaggregat med lägre temperaturverkningsgrad, vid balanserat flöde, samt ett högre SFP värdet. Följande värden används:

	Lågenergi- byggnaden	BBR 22- byggnaden	BBR 19- byggnaden
Temperaturverkningsgrad [%]	85	70	70
SFP Värdet [kW/(m <sup>3</sup> /s)]	1,2	2	2

Även typ av värmeväxlare ändras från roterande till plattvärmeväxlare för att bättre passa den lägre temperaturverkningsgraden.

### Åtgärd 7) Ändring i värmesystemet: Varmvatten

Byggnaden har en lösning där tappvarmvattnet levereras från en centralvärmeväxlare som är gemensam för flera hus. I ett standardhus hade byggnaden haft ett klassiskt system med egna värmeväxlare för tappvarmvatten.

I de beräknade BBR-alternativen har en sådan lokal värmeväxlare för tappvarmvattnet satts in. Det medför att energiförlusterna för BBR-byggnaderna ökar samt att effekten för VVC pumpen tillkommer.

### Åtgärd 8) Ändring i värmesystemet: Värmedistribution

Byte av värmedistribution från luftvärme till golvvärme då luftvärme har svårt att klara komfortkraven i ett hus med sämre klimatskal. Byggnaden får ett ökat effektbehov för fjärrvärmen på grund av ändringar i klimatskalet. Värmesystemet måste dimensioneras upp för att klara det högre effektbehovet, se åtgärd 9.

### Åtgärd 9) Ändringar av utrustning för värmeproduktion

Förändringarna av klimatskalet ger ett ökat värmebehov. På grund av ökat effektbehov för uppvärmning behövs ett byte av värmeväxlaren för fjärrvärmen till en värmeväxlare med högre kapacitet och även cirkulationspumpen behöver en högre kapacitet. Åtgärden påverkar inte energianvändningen utan innebär enbart en påverkan på investeringskostnaden för byggnaden.

### 5.3 Resultat från modelleringen av BBR-alternativen

I tabell 9 samt 10, nedan, presenteras de föreslagna åtgärdernas påverkan på investeringskostnaden samt skillnaden i energianvändning. Åtgärderna har grupperats utifrån totalmetodiken<sup>3</sup> och den energipåverkan som presenteras uppnås endast om alla åtgärder i paketet genomförs.

Tabell 9: Beräknad skillnad mellan lågenergihuset och det alternativa utförande enligt BBR 22, för byggnad S2

ÅTGÄRDSNUMMER	SKILLNAD I INVESTERINGS KOSTNAD* [ kr ]	PÅVERKAN PÅ ENERGI- ANVÄNDNING** [ kWh/år]	KOMMENTAR
1: Fasad	- 22 800	+725	
2: Tak	- 21 200	+255	
3: Bottenplatta	- 67 000	+130	
4: Fönster	- 24 000	+805	
5: Lufttätet	- 20 000	+1 095	
6: Ventilation	- 500	+1 340	Den sämre prestandan innebär en kostnadsminskning, men den äts till stor del upp av kostnaden för plattvärmeväxlaren.
7: Varmvatten	+ 25 000	+155	
<i>Summa ökat energibehov</i>		<i>+ 4 505</i>	
8: Värmedistribution	+ 55 000	-	Förändringen har ingen energipåverkan, då den tas hänsyn till i övriga åtgärder.
9: Ändringar av utrustning för värmeproduktionen	+ 19 000	-	Förändringen har ingen energipåverkan, då den tas hänsyn till i övriga åtgärder.
<b>Summa</b>	<b>- 56 500 kr</b>	<b>+ 4 505 kWh/år</b>	

\*Skillnad Lågenergihus vs BBR 22: Ett negativt tal innebär att BBR-utförandet är billigare än lågenergiutförandet

\*\* Skillnad Lågenergihus vs BBR 22: Ett positivt tal innebär att energianvändningen ökar i BBR-utförandet.

Ett BBR 22-hus med samma grundförutsättningar har en investeringskostnad som är 56 500 kr lägre än lågenergihuset, men energianvändningen ökar.

<sup>3</sup> Mer info på: <http://belok.se/totalmetodiken/>

**Tabell 10: Beräknad skillnad mellan lågenergihuset och det alternativa utförande enligt BBR 19, för byggnad S2**

ÅTGÄRDSNUMMER	SKILLNAD I INVESTERINGS KOSTNAD* [kr]	PÅVERKAN PÅ ENERGI- ANVÄNDNING** [ kWh/år]	KOMMENTAR
<b>1: Fasad</b>	- 22 800	+745	
<b>2: Tak</b>	- 25 500	+350	
<b>3: Bottenplatta</b>	- 69 400	+260	
<b>4: Fönster</b>	- 54 400	+1 695	
<b>5: Lufttätthet</b>	- 20 000	+1 500	
<b>6: Ventilation</b>	500	+1 340	Den sämre prestandan innebär en kostnadsminskning men den äts till stor del upp av kostnaden för plattvärmväxlaren.
<b>7: Varmvatten</b>	+ 25 000	+155	
<i>Summa ökat energibehov</i>		<i>+ 6 045</i>	
<b>8: Värmedistribution</b>	+ 55 000	-	Förändringen har ingen energipåverkan, då den tas hänsyn till i övriga åtgärder.
<b>9: Ändringar av utrustning för värmeproduktionen</b>	+ 19 000	-	Förändringen har ingen energipåverkan, då den tas hänsyn till i övriga åtgärder.
<b>Summa</b>	<b>- 93 600 kr</b>	<b>+ 6 045 kWh/år</b>	

\*Skillnad Lågenergihus vs BBR 19: Ett negativt tal innebär att BBR-utförandet är billigare än lågenergiutförandet

\*\* Skillnad Lågenergihus vs BBR 19: Ett positivt tal innebär att energianvändningen ökar i BBR-utförandet.

Ett BBR 19-hus med samma grundförutsättningar har en investeringskostnad som är 93 600 kr lägre än lågenergihuset, men energianvändningen ökar.

I *tabell 11* visas specifik energianvändning samt  $U_m$  för lågenergibyggnader samt modellbyggnaderna enligt BBR 19 respektive BBR 22.

**Tabell 11: Jämförelse mellan BBR-kraven och beräknade datormodeller för S2**

	Specifik energianvändning, [kWh/m <sup>2</sup> år]		$U_m$ (U-medelvärde) [W/m <sup>2</sup> K]	
	RESULTAT	KRAV BBR 22	RESULTAT	KRAV BBR 19
<b>Projekterad</b>	61	-	-	-
<b>Uppmätt normalårskorrigerat lågenergibyggnaden</b>	47	-	0,15	-
<b>Modell enligt BBR 22</b>	79	80	0,22	0,4
<b>Modell enligt BBR 19</b>	90	90	0,25	0,4

## 5.4 Ekonomisk analys: Är lågenergiutförandet mer lönsamt än ett BBR hus?

Skillnaden för den ekonomiska kalkylen<sup>4</sup> mellan lågenergiutförandet respektive BBR 19- och BBR 22-utförandet visas i tabellen nedan. För att kunna beräkna energibesparing har åtgärderna först utvärderats en och en och sedan rangordnats efter lönsamhet innan slutgiltig ekonomisk utvärdering gjorts.

Tabell 12: Skillnad i lönsamhet för byggnad S2

	RESULTAT BBR22	RESULTAT BBR19
Merkostnad i investering för lågenergihuset	56 500 kr	93 600 kr
Kostnad för ökad energianvändning i BBR-utförandet	5 640 kr/år	7 473 kr/år
Nettonuvärde (NPV)	- 105 530 kr	- 106 330 kr
Mer lönsamt i BBR-utförande	Nej	Nej

För byggnad S2 får vi ett negativt nuvärde för byggnaden i både BBR 19 och BBR 22 utförande jämfört med i lågenergiutförandet. Det ger att huset, med nuvarande energianvändning, är mer lönsamt att bygga som ett lågenergihus, om redovisade<sup>4</sup> förutsättningarna för den ekonomiska kalkylen används.

Analysen visar inte om huset i sig är lönsamt att bygga eller ej, utan bara om det var mer eller mindre lönsamt att bygga ett lågenergihus.

<sup>4</sup> Följande förutsättningar har använts för de ekonomiska kalkylerna. Mer information återfinns i projektets huvudrapport.

- Kalkylperiod: 30 år och kalkylränta: 4 %,
- Elpris 1,76 kr/kWh exkl. moms, fjärrvärmepreis 1,19 kr/kWh exkl. moms, energiprisutveckling: 0 %
- Livslängder för fasta konstruktioner: 40 år, installationer: 20 år och solfångare/solceller: 20 år

## 6 Kommentarer om tekniska egenskapskrav

En övergripande genomgång av övriga tekniska egenskapskrav, enligt BBR 19, har genomförts för byggnaden. Brister har identifierats beträffande:

- Ventilationsflöde
- Termisk komfort

Analysen bygger på mätningar samt platsbesök gjorda under inledande studier inom projektet.

### 6.1 Bristande ventilationsflöden

Det finns indikationer på en viss obalans mellan till och frånluftsflödena i byggnaden som gör att ventilationen behöver en ny injustering. Det blir ett mycket stort undertryck i huset vid drift av köksfläkt. Detta bekräftas av enkätsvar från de boende: Man måste öppna fönster när köksfläkten är i igång. Detta kan betraktas som en brist, men strider troligtvis inte mot BBR.

### 6.2 Termisk komfort sommar och vinter

Termiskt klimat förefaller enligt mätningar och enkät uppfylla myndighetskrav, eventuellt med undantag för sommartid då det kan bli varmt speciellt på övervåningen. Det finns dock inget underlag som visar ett det uppenbart strider mot exempelvis Folkhälsomyndighetens allmänna råd<sup>5</sup>.

---

<sup>5</sup> Folkhälsomyndighetens allmänna råd om ventilation: FoHMFS 2014:18

## 7 Osäkerheter i modellen och beräkningar

På grund av att det saknas en del indata kommer resultaten från modelleringen att innehålla en del osäkerheter.

Det saknas information om fönstrens g-värden utan dessa är antagna utifrån tillverkarens information. Det saknas även information om dörrarnas U-värden, vilka har antagits utifrån tillgängliga data.

Använt varmvatten har beräknats med hjälp av flöde och framledningstemperatur till fastigheten då energimätning saknades.

Uppgifter om styrning av ventilationsaggregatet, temperaturverkningsgrad för värmeväxlaren, SFP värden och luftflöden hämtas från mätningar och egenskapskrav från projekteringen. Det saknas uppmätt fläkeffekt och uppmätt temperaturverkningsgrad. SFP värden har beräknats baserat på uppmätta värden för fastighetsel och uppskattad energianvändning för pumpen i värmesystemet. Värdet har antagits att gälla vid balanserade luftflöden.

Enligt en genomförd energienkät, ställer boende in rumstemperaturer på 17°C om de inte är hemma och 19 till 20°C om de är hemma. Uppmätta rumstemperaturer varierade mellan 18 och 23,7°C under okt 2015-apr 2016. I beräkningar har vi antagit min innetemperatur att vara 20,9°C, samma som uppmätt medeltemperatur. Enligt energienkät vädrar boende alltid när de lagar mat. I beräkningar har vi gjort ett påslag på infiltrationen för att ta hänsyn detta.

För fördelning av hushållsel och personlast i tid har schablonvärden från SVEBY använts och en profil för närvaro och användning av apparater har uppskattats utifrån dem.

Förluster i värmedistributionssystemet har antagits motsvara ca 2 % av det totala energibehovet för uppvärmning

Varmvattenförbrukningen ligger på 12,9 kWh/m<sup>2</sup> och år (1 085 kWh/år), vilket är 7,1 kWh/m<sup>2</sup>,år under schablonvärdet. Den låga användningen gör det lättare för huset att komma ner i de nivåer som krävs för att räknas som lågenergihus. En ökning av varmvattenförbrukningen till schablonvärdet skulle motsvara en ökning i specifik energianvändning enligt BBR till 52 kWh/m<sup>2</sup> och år istället för 44,9 kWh/m<sup>2</sup> och år, dock skulle byggnaden ändå klassas som ett lågenergihus.

Även siffrorna för hushållselen är lägre än schablonen och ligger på 24,2 kWh/m<sup>2</sup> och år istället för schablonens 30 kWh/m<sup>2</sup> och år Enligt schablonen kan 70 % av energin tillgodoräknas som internlast, det vill säga bidrar till uppvärmningen av byggnaden. En lägre elanvändning ger ett lägre bidrag och kan på så sätt bidra till ett ökat behov av köpt värme.

## 8 Kommentarer till resultatet

Byggnaden uppnår energiklass A på grund av att byggnaden har ett bra klimatskal som når passivhusstandard. Ventilationsaggregatet är också bra med en hög temperaturverkningsgrad och lågt SFP. Byggnaden är byggd med ett tydligt lågenergifokus.

### 8.1 Resultatets pålitlighet

Indata för konstruktionen har varit bra och lufttätheten finns uppmätt.

Mätningarna är bra för köpt värme och total köpt el. Varmvatten ingår inte i köpt fjärrvärme då det matas via separat ledning. Andelen använt varmvatten har uppskattas utifrån uppmätt flöde, vilket blir endast 12,9 kWh/m<sup>2</sup>,år, men bygganden skulle klara kraven för att klassas som lågenergihus även om vattenanvändningen skulle vara enligt schablonen.

Varmvattenanvändningens påverkan på föreslagna åtgärder är försumbar.

Temperaturen i fastigheten har en viss osäkerhet och kan vara lägre än använd för modellen. En lägre temperatur skulle innebära en lägre energianvändning enligt modellen men då modellen kalibreras efter uppmätt värmeanvändning så är påverkan på resultatet liten.

Resultatet att byggnaden klassas som ett lågenergihus och att nuvärdet visar att det är lönsamt, bedöms vara säkert.