


Erfarenheter från BeBo/SBUF/KTH-
Förstudie om förutsättningar analys
energieffektiva flerbostadshus

Presentation på
BeBo-WS Energiuppföljning Nyproduktion
2021-02-24

Tekn.dr Per Kempe
PE Teknik & Arkitektur AB
per.kempe@pe.se

1




Presentationen omfattar

- Sveby: Uppdaterad Checklista för Beställare samt Mätanvisningar 2.0
- Inledning – för att väcka tankar
- Flerbostadshus i förstudien
- Energiberäkningar: Ideala, relationsenergiberäkning, problem, kunskapsbrist, ...
- Ventilationens energier och hushållselens betydelse
- Exempel på övriga brister
- FTX-problem
- Mätdata och sampling
- BEN-normering


Viktigt att jämföra relationsenergiberäkningens delenergier med uppmätta delenergier samt erfarenhetsåterföring.

2021-02-24/PK 2

2



Sveby – Checklista för beställare finns att hämta på sveby.org




CHECKLISTA
 FÖR BESTÄLLARE SOM STÄLLER KRAV
 PÅ BYGGNADERS ENERGIPRESTANDA

BASERAD PÅ BRANSCHSTANDARDEN SVEBY
 VERSION 2, FEBRUARI 2021


CHECKLISTA

- ✓ Ställ krav på uppmätt energiprestanda (till skillnad från projekterat värde)
- ✓ Använd Energiavtal 12 för att tydliggöra entreprenörens ansvar för byggnadens energiprestanda
- ✓ Eliminera oklarheter i förfrågningsunderlaget
- ✓ Definiera tydligt vad som ska ingå i energikravet
- ✓ Klargör vad som händer om kravet inte uppfylls
- ✓ Gör medvetna avvägningar mellan olika krav och tydliggör dessa för entreprenören
- ✓ Ta hänsyn till faktiska förhållanden (läge, brukare)
- ✓ Ange hur energiberäkningar ska göras och redovisas
- ✓ Använd Svebys indata för brukarbeteende
- ✓ Granska energiberäkningarna kritiskt
- ✓ Se till att det finns tillräckliga marginaler i beräkningar
- ✓ Granska detaljerna i anbuden (t.ex. utlovade verkningsgrader, SFP-tal)
- ✓ Se till att det finns goda förutsättningar för uppföljning (t.ex. mätplan, mätare och rutiner)
- ✓ Använd Svebys verktyg för uppföljning och verifiering



2021-02-24/PK
3

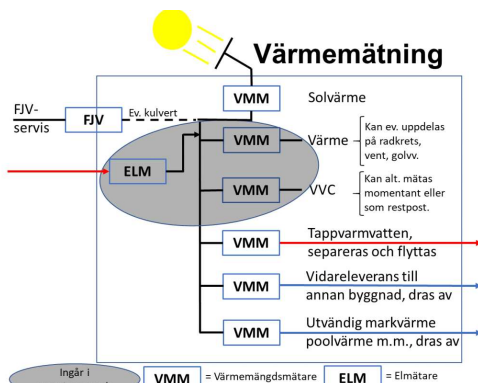
3



Sveby – Mätanvisningar, Ver.2.0, 2020-06-10 (Betjäningsomr., Mätarstruktur)

http://www.sveby.org/wp-content/uploads/2020/06/Sveby-Ma%CC%88tanvisningar-2.0_200610.pdf

Värmemätning



Värmemätning

FJV-servis → FJV → Ev. kulvert → VMM (Solvärme)

→ VMM (Värme) [Kan ev. uppdelas på radkrets, vent, golv.]

→ VMM (VVC) [Kan alt. mätas momentant eller som restpost.]

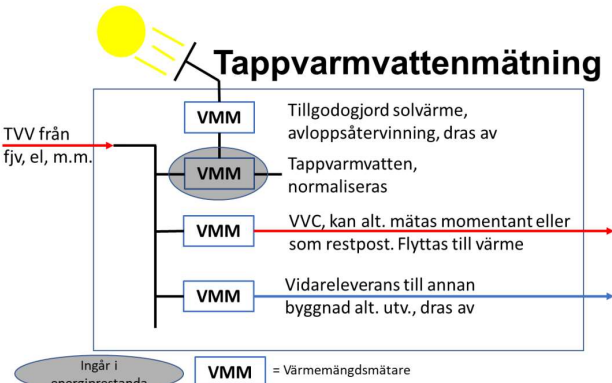
→ VMM (Tappvarmvatten, separeras och flyttas)

→ VMM (Vidareleverans till annan byggnad, dras av)

→ VMM (Utvändig markvärme poolvärme m.m., dras av)

Ingår i energiprestanda: VMM = Värmemängdsmätare, ELM = Elmätare

Tappvarmvattenmätning



Tappvarmvattenmätning

TVV från fJV, el, m.m. → VMM (Tillgodogjord solvärme, avloppsåtervinning, dras av)

→ VMM (Tappvarmvatten, normaliseras)

→ VMM (VVC, kan alt. mätas momentant eller som restpost. Flyttas till värme)

→ VMM (Vidareleverans till annan byggnad alt. utv., dras av)

Ingår i energiprestanda: VMM = Värmemängdsmätare

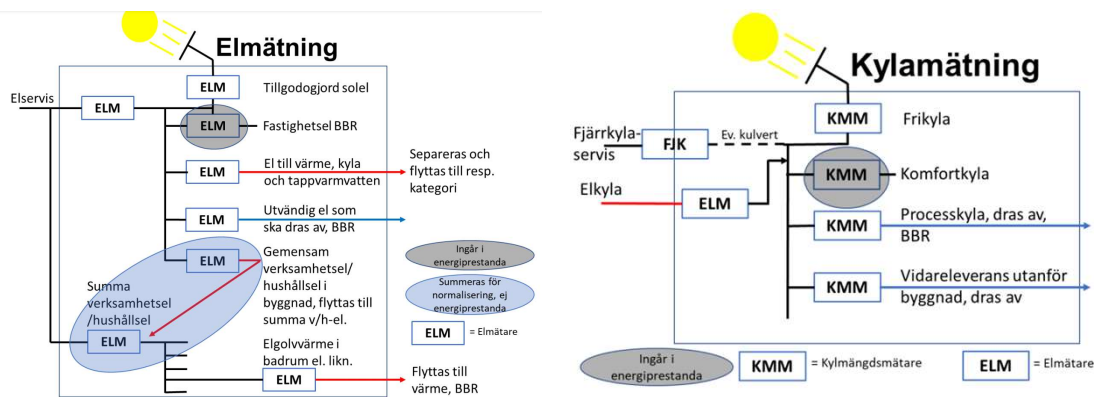
2021-02-24/PK
4

4



Sveby – Mätanvisningar, Ver.2.0, 2020-06-10 (Betjäningssomr., Mätarstruktur)

http://www.sveby.org/wp-content/uploads/2020/06/Sveby-Ma%CC%88tanvisningar-2.0_200610.pdf



2021-02-24/PK

5

5



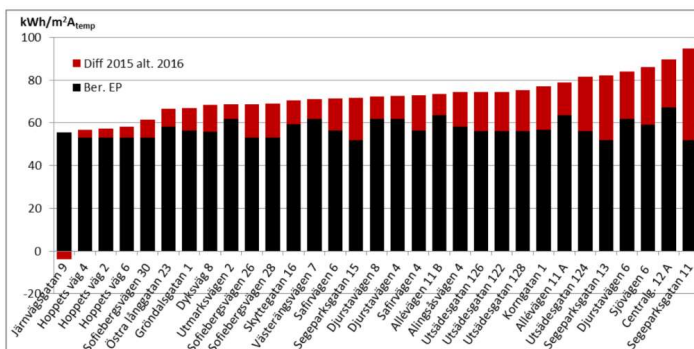
Bakgrund – Tidigare undersökningar - 2

Energi prestanda i SABO Kombohus Bas 2015 - 2017 ; 46 fbh 2-4 vån,
Beräkning medel 57 kWh/kvm,år,
uppmätt medel 70 kWh/kvm,år
uppmätt korr 77 kWh/kvm,år

Problem med idrifttagning, injustering,
VV-mätning saknas i hälften av fbh

Teoretisk värmekorr 4-vån Kombohus Bas

Inomhustemperatur (°C)	22	21 (normal)	20
Hudiksvall	1,4	0	-1,4
Malmö	1,1	0	-0,9
Hushållsel (kWh/m ² ,år)	40	30 (normal)	20
Hudiksvall	-3,0	0	3,1
Malmö	-1,9	0	2,4



Segarparksgatan felaktig maxbegränsning av termostater gav över 25 °C i lgh under vintern

2020-11-11/PK

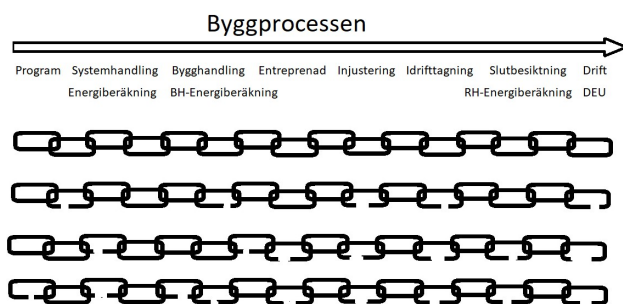
6

6



Inledning – för att väcka tankar

I två större utvärderingar av energieffektiva byggnader de senaste åren (Utvärdering av lågenergibyggnader – Fallstudie 2017, Energiprestanda i SABO Kombohus Bas 2015 – 2017) uppfyller endast 25 % av byggnaderna beräknad energianvändning => **Branschproblem**



Byggprocessen är en kedja av processer och överlämningar.

En kedja är inte starkare än sin svagaste länk!

Ibland **dålig kontroll på viktiga detaljer i energieffektiva byggnader.**

En del avvikelser har setts i förstudien



Inledning – för att väcka tankar - 2

- Energiberäknaren arbetar hårt med att beräkningsmässigt uppfylla energikraven – optimera lösningarna i byggnaden.
- Har energiberäknaren samma systemutföranden som VVS-konsulten?
- Är distributionsförlusterna korrekt beräknade/ (uppskattade)?
- Kan energiberäknaren modellera de önskade system eller blir det något system som kanske inte blir likartat?
- Är systemen i konsultens bygghandling samma som i systemhandlingen och energiberäkning?
- Görs uppdatering av energiberäkningen till Bygghandlingen - Bygghandlingsenergi-beräkning?
- Följer aktörer (konsult/UE) (ram)handlingarna eller gör de som i förra projektet?



Inledning – för att väcka tankar - 3

- Föreslår entreprenören förändringar av systemval och produkter under entreprenaden, för en mer kostnadseffektiv byggnad/ entreprenad? (Uppdateras energiberäkningen? För dyrt?)
- Är systemen korrekt injusterade, drifttagna och samordnad funktionsprovning genomförd till slutbesiktningen? **(Vad är konsekvenserna vid brister?)**
- Fungerar mätsystemen vid slutbesiktning, så driften kan se funktion och energianvändning för byggnadens olika delsystemen.
- Utförs uppdatering av energiberäkningen till Relationsenergiiberäkning (hur byggt) med månadsenergier för respektive delsystem. Teoretiskt "facit" för driftens energiuppföljning.
- Startar drift- och energiuppföljning direkt efter slutbesiktningen.
År 1: Felavhjälpning och optimering; År 2: Bevaka energianvändning och funktioner

2021-02-24/PK

9

9



Inledning – för att väcka tankar - 4

Teoretisk energianvändningen i ett flerbostadshus med hög energieffektivitet 55 kWh/m²,år är:

- Varmvatten är 25 kWh/m²,år alternativt $0,9 \cdot 25 = 22,5$ kWh/m²,år (A-klassade blandare)
- Fastighetsel ca 10 kWh/m²,år
- Kvarstår till värme $20 / 22,5$ kWh/m²,år (varav icke tillgodogjord VVC-förlust är någon kWh/m²,år, vädring 4 kWh/m²,år samt ca 10 % säkerhetsmarginal på beräkningen.) 15 - 20 år sedan ca 4 ggr högre värmeanvändning.

Olika åtgärder kan bidra till att minska energianvändningen i de olika systemen, så att lite mer kan användas till värme.

Solceller kan bidra med någon kWh/m²,år, som direkt kan nyttjas till fastighetsel.

Solfångare och avloppsvärmeväxlare kan ge ett bidrag till varmvattenenergin om de erhåller en korrekt funktion.

Det ställer väldigt höga krav på design, produkter, injustering, drift, etcetera, för att byggnaden ska kunna bli så bra som tänkt/projekterat. Mycket bra kvalitetssäkring erfordras av funktioner och energianvändning i energieffektiva flerbostadshus.

I Sthlm NDS2 (2019) är i genomsnittlig fastighetsel + värme ca 50 % högre än beräkningen. (VV standardiserat brukande) Analys med ett antal rimliga avvikelser för eneff flerbostadshus blir summan av dessa nästan lika stor som värmeenergin.

2021-02-24/PK

10

10



Flerbostadshus i förstudien

fbh	Atemp	Huskroppar	lgh	Färdigställt	Energiberäkna	Ber EP	Värmeprod	Vent	VVC-t	VVC-m
fbh 1	5033	1	93	2018	VIP Energy 2.1.1 2017-01-11	48,4	FVP + FJV	FVP	4	
fbh 2	9203	3	85		VIP Energy 2.1.2 2015-02-17	63,7	FJV	FTX	2,5	
fbh 3	20961	7	226	2018	Ida ICE 4.7 2017-06-23 Sys1	63,7	FJV	FTX		1,5 ??
fbh 4	8182	3	64	2015	VIP Energy 1.5.6 2012-06-11	74,6	FJV	FTX	2,5	
fbh 5	3217	1	37		IDA ICE 4.7.1 RH 2019-05-27	50,1	FVP + FJV	FVP	4	
fbh 6	7887	5	73		VIP Energy 4.0.0 2016-06-10	49,8	FJV + solfångare	FTX m förv		5
fbh 7	19210	6	154		IDA ICE 4.6 BH 2015-12-01	53,4	FJV	FTX	3,9	
fbh 8	18282	2	195	2019	VIP Energy 4.1.8 RH 2019-07-01	54,3				3,4
fbh 9	4200	2	43		2014-06-23	64,2	FJV	FTX+Geo		
fbh 10	7863	2	72	2016		53,4	FJV	FTX	3,9	8,3
fbh 11	3256	2	30	2016	VIP Energy 3.1.1 RH 2017-01-24	54,8	FJV + solfångare	FTX	2	8
fbh 12	19500	12	357	2018	VIP Energy 2.1.1 BH 2015-11-30	62	FJV	FTX	4	
fbh 13	16319	4	187		VIP Energy 2.1.1 2014-10-01	72	FVP + FJV	FVP	4	
fbh 14	14376		141	2015	VIP Energy 2.1.1 2015-10-26	54,8	FJV	FTX m förv	4	
fbh 15		6	111	2015		47	FVP + FJV	FVP		
fbh 16	4317	1	45	2019	TMF Energi 6.4 flb, RH, 2019-02-12	64,3	FJV	FTX+Geo	4,1	
fbh 17	avbrutet									
fbh 18	avbrutet									
	161806	57	1913							

Fastighetsnamn och ägare är inte med för det är inte viktigt, för vi ser på ett branschproblem

- 16 fbh-projekt bidrar (2 avbrutna)
 10 från BeBo-medlemmar
 2 hyresbostadshus från JM
 2 flerbostadshusprojekt från SKB
 1 flerbostadshusprojekt från HEBA
 1 Brf via byggtreprenör
- 57+ huskroppar (161806 kvm Atemp)
- 1913+ lgh
- Byggår 2015-2019
- 4 med FVP
- 4 med förvärmning
- 9 VIP Energy, 3 IDA ICE, 1 TMF Energy flb

2021-02-24/PK

11

11



Energiberäkningar ideala på "volymer" – Exempel på avvikelser mot verklig byggnad

- Värmeförluster från rör och kanaler får adderas separat. (System med en medietemperatur som avviker från omgivningens (inne) temperatur):
 VVC-förluster, Värmeförluster ute- och avluftskanaler, ...
- Luftflödesbalans lgh och vent.-aggregat, mätfel luftflöde, brist injustering
- Vidareleveranser, betjäningsområden energimätare
- Felaktig styrning, "dold" styrning eller saknade/olämpliga styrfunktioner,
 funktion ventilation värmeåtervinning, avfrostning, sommartdriftfall, ...

2021-02-24/PK

12

12



Relationsenergiberäkning

- Förutom i tidiga skeden bör tre energiberäkningar utföras: SystemHandlings-, ByggHandlings- samt RelationsHandlings-energiberäkning (hur det blev byggt).
- RH-energiberäkningen är den enda beräkningen som man kan jämföra sina uppmätta energier med. **Utfördes/ redovisades i ca 40 % av förstudieprojekten och ökande.**
- Relationsenergiberäkningen ska vara så nära verkligheten som möjligt för att bli ett bra mål för driften.
- Redovisningen av relevanta energianvändningar för delsystemen så att de kan jämföras med sina uppmätta energier för att verifiera att flerbostadshus fungerar på avsett vis.
- Det ger grunden till felsökning och felavhjälpning och inte förrän vi har ordning på det mesta kan vi uttala oss om vilken säkerhetsmarginal vi behöver i energiberäkningarna.

2021-02-24/PK

13

13



Energiberäkning – exempel på problem

- Energiberäkning – Samisolering VV-VVC (Meby klass B => 2 kWh/ m²,år)
Steg 2 enligt MEBY ej utfört, dvs beräkning utifrån rörlängd VV/VVC och isolering.
Projektering och verkligheten: Fördelare i källargången och separata rör till lgh, vilket ger en verklig VVC-förlust på 8 kWh/ m²,år **Stor skillnad trots samma konsultföretag**
- Enligt energiberäkningen är värme till radiatorsystem och ventilation 20,1 kWh/m²,år och sedan görs olika påslag för sådant som energiberäkningen inte tar hänsyn till på sammanlagt 10,2 kWh/m²,år; Det vill säga **påslag/schabloner på +51%.**
- Fastighetsägare/ beställare har slutat lämna med sin energiberäkning till entreprenör för att de ska tvingas göra egna energiberäkningar och inte se beställarens energiberäkning som facit oberoende av vad de installerar, hur de injusterar och drifttar systemen i byggnaden.

2021-02-24/PK

14

14

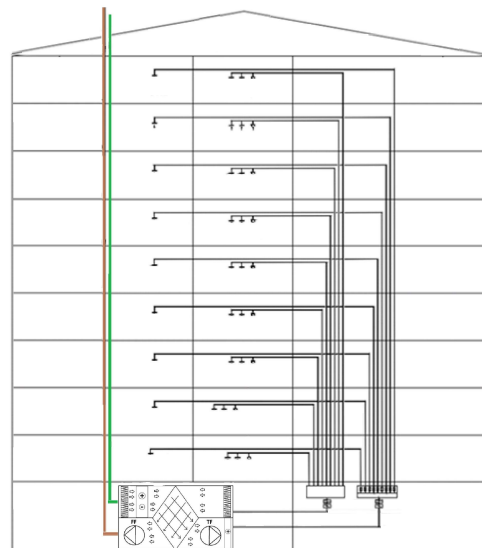


Energiberäkning – Problem – Kunskapsbrist

Identifiera rör och kanaler med en medietemperatur som avviker från omgivningens temperatur och beräkna värmeflöde från/till

Ute (grön) och **avluftskanalerna (brun)** går genom flerbostadshuset som en kall pinne och ökar värmeanvändning

Ofta är dessa kanaler bara kondensisolerade



2021-02-24/PK

15

15



Missad isolering av ute- och avluftskanalerna

När problematiken med värmeförluster till utelufts- och avluftskanalerna togs upp på Workshop framkom att i ett av projekten hade entreprenören glömt att isolera utelufts- och avluftskanalerna, så under första vintern hade hyresgästerna haft 10–12°C på badrumsväggarna mot ventilationsschaktet.

Överslag på värmeförlusterna för 2 * 20 meter 625-kanal i flerbostadshus på 2500 m².

1) Förlusterna in i avluftskanalen är beroende på hur effektiv ventilationens värmeåtervinning är samt avfrostning, men för överslag sätts den till 70 % av uteluftskanalens värmeförlust. Sedan är det beroende på hur det ser ut runt utelufts- och avluftskanalerna i flerbostadshuset.

Kanal och isolering	oisolerad	30 mm isolering	50mm isolering	100 mm isolering
Värmeförlust in i uteluftskanalen kWh/m ² ,år	10	1,5	1,1	0,6
Total förlust utelufts- och avluftskanal kWh/m ² ,år	17	2,5	1,8	1

Lägenhetsaggregat med 2 * 4 m 125-kanal har ungefär 50 % högre värmeförluster in i kanalerna.

Detta bör beräknas i projekten.

Andel av värmen 12% 5%

2021-02-24/PK

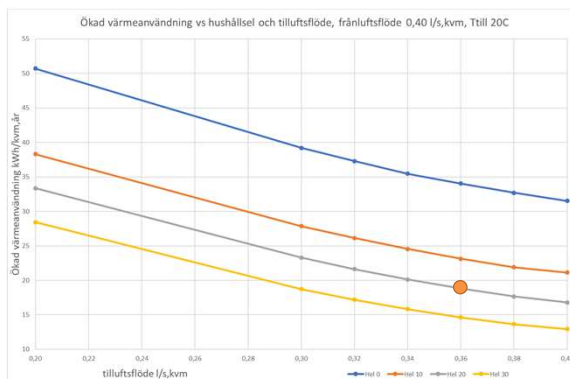
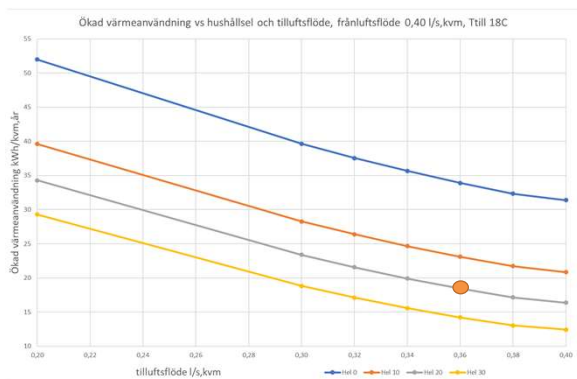
16

16



Ventilationens energier

Värmeenergi i IDA-modell av 4-vån SABO Kombo bas i Stockholm utan hänsyn till vädring, VVC och säkerhetsmarginal. Hushållselen är 10, 20 eller 30 kWh/kvm,år. Hel o är utan hushållsenergi och personvärme.
Luftflödesbalans 0,9 och Hushållsel 20 kWh/kvm,år ger + 6 kWh/kvm,år (ca + 30 %)



2021-02-24/PK

17

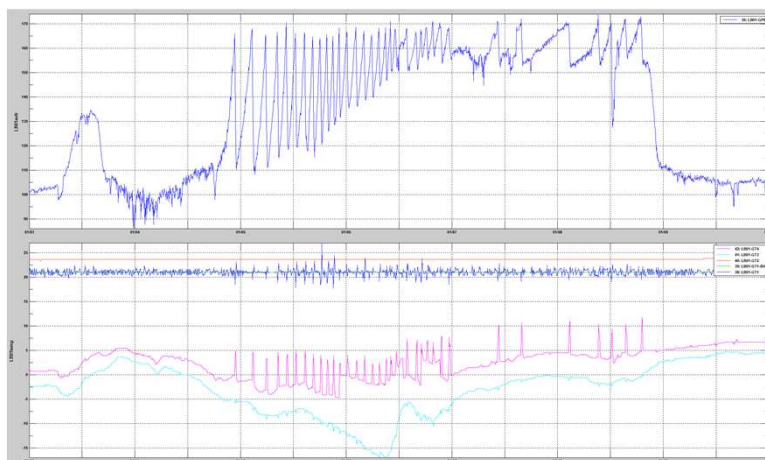
17



Mätdata och sampling

Exempel 5-min data avfrostning vent.agg. jan 2017

- De flesta projekten kan få ut timdata i ett år med vissa möjligheter för detaljerad loggning.
- 6 projekt kan få ut detaljerade mätdata (5-min)



2021-02-24/PK

18

18

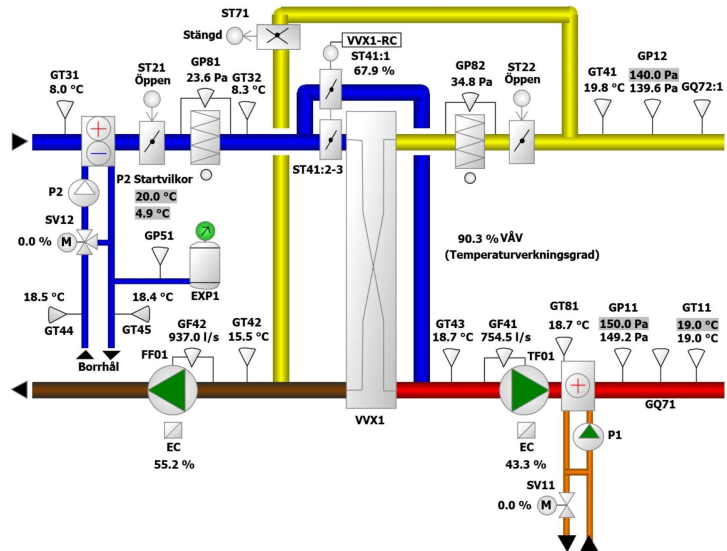


FTX problem

Garantiåtaganden
 Obalans luftflöden, omjusterade

Rökdetektor har för få anslutna lgh, så den öppnar ST71 Brandgasförbigång ibland vid matlagning. Vilket kopplar bort återvinningen och värmeventilen öppnar

Dessa två avvikelser ökar fbh värmeanvändningen.



2021-02-24/PK

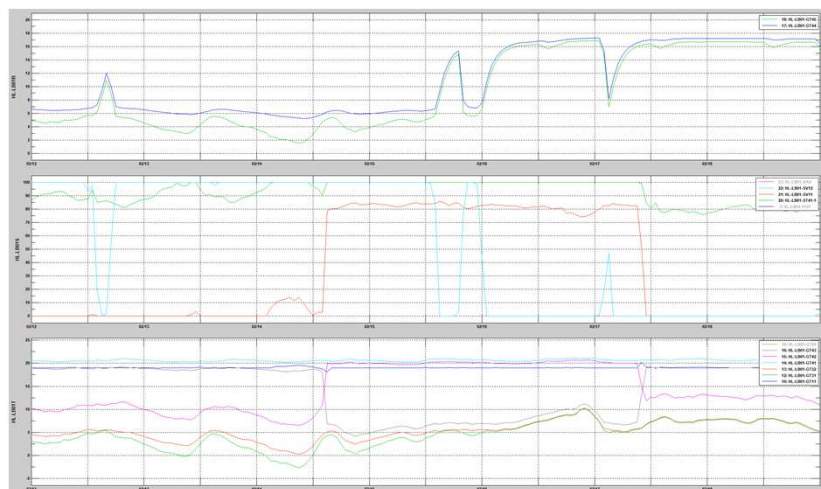
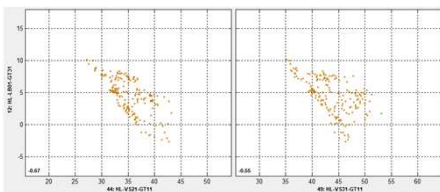
19

19



Brandgasförbigång öppnar

Eftervärmeventilen öppnar till 80 %
 Hög framledningstemp till vent.
 10 °C högre än till radiatorsystem
 6 ggr på en uppvärmningssäsong



Timdata

2021-02-24/PK

20

20



Exempel på övriga brister/ avvikelser

- Dålig funktion solfångare
- Dålig funktion avloppsvärmeväxlare
- Dålig injustering värmesystem
- Felkopplade/ felmärkta golvvärmesystem – Rumstermostat styr annat rum.
- Fel maxbegränsning på radiatortermostater
- Köldbryggor från loftgångar
- Vidareleveranser, betjäningsområden för energimätare

2021-02-24/PK

21

21



BEN-normering (Månadsvis) är önskvärt

Rullande 12-mån uppföljning av delenergier vilka jämförs med relationsenergiBERÄKNINGEN för att tidigt se avvikelser

- Referenstemperaturer fbh / lgh (månadsmedel)
- Summa hushållsel (Månadssumma hushållsel (tillgängligt??, GDPR))
- Summa varmvatten (Månadssumma varmvatten (ink kallvatten varierar))
- Uteklimat GD/EI (SMHI uppdaterar våren 2021 med nya kategorier
Ny Normalårsperiod, 1991-2020, från jan 2022)

Sveby (2020): Sveby – Mätanvisningar, Ver.2.0, 2020-06-10

2021-02-24/PK

22

22



Tack för att Ni har lyssnat

Frågor?