

Felsökning och optimering

– Checklista vid avvikelse mellan uppmätt och
beräknad energianvändning

Svebyprogrammet

Version 1.0
2022-11-30

Förord

Detta dokument är tänkt att användas efter Sveby Verifieringsanvisningar, i de fall där uppmätt energiprestanda ej uppfyller energikraven. Förhoppningen är att denna rapport ska vara ett hjälpmedel för felsökning och optimering.

Vägledningen har tagits fram som ett delprojekt inom Sveby- programmet och har utarbetats med en arbetsgrupp bestående av:

Martin Falk, NCC
Peter Lindström, Vasakronan
Per Levin, PE Teknik & Arkitektur.

Utgångspunkter för arbetet har varit NCC:s och Vasakronans checklistor, kompletterat med detaljer från Riksbyggen, Sveby Energiprestandaanalys m.fl.

Projektet har förankrats i branschen genom en referensgrupp med representanter från bland annat fastighetsägare, byggherrar, entreprenörer, konsulter, myndigheter, m.m. Vägledningen har därefter behandlats och fastställts av Sveby styrgrupp.

Projektet har finansierats av Energimyndigheten och deltagarna i styr- och arbetsgrupp.

Ett stort tack till alla som har bidragit till arbetet.

November 2022

Per Levin

Sveby

Sveby betyder "Standardisera och verifiera energiprestanda för byggnader". Sveby är ett utvecklingsprogram som drivs av bygg- och fastighetsbranschen och finansieras av Energimyndigheten och SBUF samt av följande branschrepresentanter: NCC/Martin Falk, Skanska/Charles Caure, JM/Kjell-Åke Henriksson, Sveriges Allmännyttan/Kenneth Ahlström, Veidekke/Jörgen Persson, HSB/Mikael Rosén, Skandia Fastigheter/Lars Pellmark, Fastighetsägarna/Rickard Silverfur, Svenska Bostäder/Pia Hedenskog, PEAB/Johan Svensson, Byggföretagen/vakant, Vasakronan/Peter Lindström, Riksbyggen/Mari-Louise Persson, Familjebostäder/Lisa Engqvist.

Projektledare är PE Teknik & Arkitektur/Per Levin.
Ordförande är Byggherrarna/Tommy Lenberg.

Innehåll

| | | |
|-----|--|----|
| 1 | Inledning | 4 |
| 1.1 | Läsanvisning | 4 |
| 1.2 | Förutsättningar och syfte | 4 |
| 2 | Metod för felsökning och optimering | 6 |
| 2.1 | Steg 1: Är energiprestandakravet uppfyllt? | 6 |
| 2.2 | Steg 2: Indikering av orsak till avvikelse | 6 |
| 2.3 | Steg 3: Verifiering av orsak till för hög energianvändning | 6 |
| 3. | Checklista kontrollpunkter för steg 3 | 8 |
| 3.1 | För hög värmeanvändning | 8 |
| 3.2 | För hög kylanvändning | 12 |
| 3.3 | För hög elanvändning | 13 |

1 Inledning

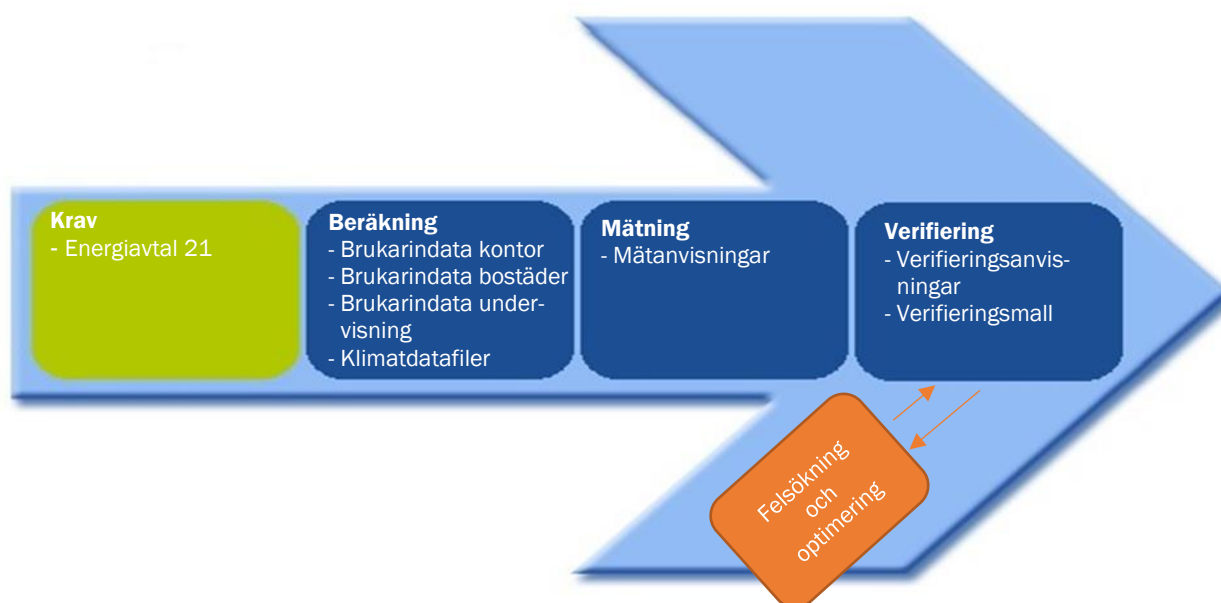
1.1 Läsanvisning

Rapporten är, efter en kort introduktion och metodbeskrivning, indelad i felsökning per delsystem. Vid vetskap om vilken delpost eller system som avviker, kan det avsnittet slås upp direkt, se kapitel 3.

1.2 Förutsättningar och syfte

Denna vägledning och checklista syftar till att underlätta arbetet med felsökning, intrimning och energioptimering, när uppmätt energiprestanda avviker från den beräknade, se figur 1.

Utgångspunkten är att verifierad och normaliserad uppmätt energianvändning finns tillgänglig för byggnaden för de olika delposterna enligt definition i BBR. Hur verifierad energianvändning tas fram beskrivs i Sveby Mätanvisningar och Sveby Verifieringsanvisningar. Sveby Verifieringsmallar kan användas som hjälp för transparent redovisning av mät- och beräkningsdata.



Figur 1. Svebys krav och anvisningar under processen som föregår felsökningen.

En jämförelse mellan uppmätt och kontrakterad energiprestanda kommer i de allra flesta fall inte att stämma överens. Det finns många faktorer som kan avvika och påverka både beräknad och uppmätt energianvändning, se illustration i tabell 1 nedan.

De vanligaste och förhoppningsvis största avvikelserna som beror på brukandet, normaliserar vi för, se Sveby Verifieringsanvisningar. Övriga avvikelser och fel behöver hanteras när vi ska uttala oss om byggnadens energiprestanda är lika bra som förväntad.

Fel och avvikelser kan uppstå vid projektering, inköp, byggande, installation och drift. Ett vanligt fel är att energiberäkningen inte är uppdaterad med de ändringar som genomförts under projektets gång. Förhoppningen är att fel och avvikelser kan synliggöras och åtgärdas med ett mer systematiskt arbetssätt.

Den uppmätta energianvändningen kan vara högre än kontrakterad energianvändning på grund av felinställningar och behov av energioptimering av byggnadens tekniska system, vilket innehållet i denna rapport fokuserar på.

Dokumentation/Energiverifikat

Indata, förutsättningar och resultat inkl. delresultat för reviderade energiberäkningar, resultat från besiktning, kontroll och reviderade energiberäkningar, samt hur arbetet genomförts från "ax till limpa", bör dokumenteras.

Hjälp till checklistor m.m. finns i skriften Sveby Energiverifikat.

Tabell 1. Problemkarta med tänkbara orsaker till avvikelse mellan uppmätt och förväntad energiprestanda, samt fastighetsägares/byggherrens rådighet över detta (sista kolumnen).

| Projektering/Beräkning | Utförande/besiktning | Drift/mätning (12-24 mån) |
|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Osäkra indata• Handhavandefel<ul style="list-style-type: none">- Inmatning- Fel värde- Kunskapsbrist• Klimatdatafil<ul style="list-style-type: none">- Ej representativ för normalår/typår• Brister i beräkningsprogram<ul style="list-style-type: none">- Själva programmet som helhet- Saknar ev. funktioner | <ul style="list-style-type: none">• Tekniskt utförande avviker som är svårt att mäta/kvantifiera<ul style="list-style-type: none">- T.ex isolering i fasad eller bottenplatta• Tekniskt utförande avviker som kan mätas men är svårt att härleda till energianvändning<ul style="list-style-type: none">- T.ex luftläckning går att mäta men beräkning av påverkan på infiltration osäker• Mätning och kontroll vid besiktning<ul style="list-style-type: none">- Mätning av VVC-förluster och verkningsgrader m.m.- Kontroll att alla mätare fungerar | <ul style="list-style-type: none">• Identifiering av delavvikelsers storlek<ul style="list-style-type: none">- Mätning- Beräkning- Bedömning• Korrigerig av avvikelser<ul style="list-style-type: none">- Se Sveby Verifieringsanvisningar• Typ av avvikelse (orsak) (Rådighet/Ej rådighet)<ul style="list-style-type: none">- Teknisk lösning ändrad (R)- Tekniskt utförande (R)- Mätfel (ej R)- Verksamhetsrelaterat (ej R)- Beräkningsfel (ej R)- Klimatdatafil≠aktuellt år≠normalår (ej R) |

2 Metod för felsökning och optimering

Arbetet med att uppnå kontrakterad eller förväntad energiprestanda kan indelas i tre steg, vilka kortfattat beskrivs nedan.

2.1 Steg 1: Är energiprestandakravet uppfyllt?

Fastställande av uppmätt uppdelad energiprestanda vid normalt brukande och klimat. Detta är minimikravet vid verifiering enligt BBR/BEN och utgångspunkten för felsökningsarbetet. Säkerställ att en relevant uppdaterad energiberäkning finns (relation).

Använd Sveby Verifieringsanvisningar och Verifieringsmall. Normaliserad uppmätt energiprestanda jämförs med kontrakterad energiprestanda och värde på energiprestanda enligt BBR. Jämförelse med uppmätta värden som mätaravläsningar underlättas om energiprestanda utan viktningsfaktorer och geografiska justeringsfaktorer används, dvs samma mått som "specifik energianvändning" i tidigare versioner av byggreglerna.

Energiprestandan bör åtminstone vara uppdelad på uppvärmning, tappvarmvatten, komfortkyla och fastighetsenergi enligt BBR. Korrigering för kända avvikelser i brukandet har genomförts enligt Sveby Verifieringsanvisningar och/eller Boverkets föreskrift BEN.

Energiprestandan har verifierats och avvikelser för olika delposter noterats.

2.2 Steg 2: Indikering av orsak till avvikelse

I steg 2 görs en översiktlig inledande analys av uppdelad energianvändning för att indikera trolig orsak till avvikelse. Beroende på tillgängliga och fungerande mätare kan avvikelsen härledas mer eller mindre noggrant.

Se till att mätarna fungerar korrekt. Använd mätarstrukturen och mätplan för att hitta vilken energipost som avviker. Först analyseras om det är värme, kyla eller driftel som avviker. Detta görs genom att jämföra storleken på uppmätta värden, gärna månadsvisa, med beräknade värden och notera avvikelserna för respektive delpost, se Sveby Mät- och Verifieringsanvisningar.

Finns ytterligare fungerande undermätare, t.ex. separata elmätare till allmän belysning och hissar, så görs analysen för samtliga undermätare. Fler undermätare underlättar analysen.

Att titta på inkomna felanmälningar kan ge en bra indikation på vad som inte fungerat efter ibruktageand. Kontrollera att anläggningen nu fungerar i enlighet med vad som anges i driftkort eller motsvarande.

Det finns en stor mängd möjliga fel och avvikelser, som kan ha uppstått vid projektering, byggande, installation eller idrifttagning och drift, några ledtrådar vad skillnader kan bero på visas i tabell 1. Ev. avvikelse för tappvarmvatten ska redan vara korrigerat för enligt Sveby Verifieringsanvisningar. Däremot kan installations- och byggnadstekniska förluster som inte tagits höjd för i energiberäkningen spela in.

Bedöm om avvikelsen för värme, kyla och driftel kan hänföras till annat brukande eller en annan verksamhet i byggnaden som tidigare inte normaliserats för.

2.3 Steg 3: Verifiering av orsak till för hög energianvändning

En mer noggrann avvikelseanalys för att härleda avvikelse på grund av felinställningar och behov av energioptimeringar vilket detta dokument fokuserar på.

I steg 2 har trolig orsak till avvikelse indikerats genom att jämföra avvikelser för värme, kyla respektive driftel. För att verifiera att orsaken kan förklara hela skillnaden mellan uppmätt och förväntad energiprestanda görs en fördjupad analys enligt följande steg:

1. Kontrollbesiktning på plats i byggnaden främst med avseende på den eller de parametrar som antas orsaka avvikelsen. Besiktning på plats kan behöva kompletteras med intervjuer med brukarna och/eller tillfälliga mätningar.
2. När nytt värde fastställts för en avvikande parameter görs en bedömning hur stor del av skillnaden som kan förklaras med avvikelsen. Ev. görs en ny energiberäkning för "verklig drift" som sedan jämförs med energiberäkning för relationshandling som förklaring. Energiberäkning för relationshandling använder indataparametrar som fastställts vid

- slutbesiktning. Energiberäkning för "verklig drift" använder samma indata som för relationshandling förutom den avvikande parametern vars nya fastställda värde används.
3. Om bedömd eller beräknad avvikelse för parametern är större eller i samma storleksordning som skillnaden mellan beräknad och kontrakterad energiprestanda, kan avvikelsen förklaras av den undersökta parametern. Om bedömd eller beräknad skillnad är mindre än den uppmätta, kan den undersökta parametern inte förklara hela skillnaden och en ny parameter som kan antas orsaka avvikelsen analyseras. Detta fortsätter sedan tills de parametrar som orsakar avvikelsen kan verifieras.
 4. Verifieringen kan avslutas när avvikelserna är förklarade och ev. reglering av avtal eller fel kan göras beroende på orsaker. De aktuella mätningarna och beräkningarna dokumenteras.
 5. Energioptimering kan utföras med resultatet som underlag.

3. Checklista kontrollpunkter för steg 3

Detta avsnitt är indelat i tre delar:

- 3.1 Värme,
- 3.2 Kyla,
- 3.3 Driftel.

Beskrivning av kontrollpunkter utgår från en generell byggnad med generiska system. Arbetet med energioptimering bör anpassas till de driftkort och den driftstrategi som har tagits fram för byggnaden. El till värmepumpar och kylmaskiner finns under elanvändning men även under värme respektive kyla, där de ska ingå enligt svensk definition på energiprestanda.

Innan inställningsvärden förändras är det viktigt att kontrollera vilka inställningar som krävs för att uppfylla funktionskrav (myndighetskrav) och inte skada installationer eller byggnad. Även de ursprungliga inställningarna kan vara viktiga att kontrollera och jämföra med.

Det är viktigt att använda sig av en driftlogg för dokumentation av ändrade och initiala inställningar. Detta är speciellt viktigt när det gäller säkerhetsfunktioner, eller driftsäkerhet för system med särskilt höga krav. Exempel på system med särskilt höga krav på driftsäkerhet är processkyla, nödkyla, skyddsventilation, brandgasfläktar och reservkraft.

3.1 För hög värmeanvändning

Avvikelse för värme

För avvikelse för värme kan möjliga orsaker vara:

- att innetemperaturen är högre än projekterat,
- en högre tappvarmvattenanvändning än projekterat,
- sämre prestanda (verkningsgrad, värmefaktor) på installationer, t.ex. avfrostning av FTX-aggregat, driftproblem för värmepumpar och kylmaskiner,
- sämre utnyttjande av återvinning m.m. på grund av mismatch i styrning med värme- och kylsystem,
- att luftfuktigheten inne är högre än projekterat,
- att byggnaden inte nyttjas i den utsträckning som den var projekterad för,
- att byggnaden har andra drifttider och verksamhet än vad den projekterats för,
- att brukarnas användning av verksamhetsel och hushållsel avviker och därmed alstrar annan internvärme,
- att de boende vädrar i större utsträckning än projekterat,
- att byggnadens placering är mer ogynnsam än den i beräkningen använda klimatdata, t.ex. sjönära, extra vindutsatt eller skuggigt läge, vänd mot norr,
- brister eller avvikelser i byggnadens klimatskärm som värmeisolering, lufttäthet, solskydd,
- brister i teknisk isolering av värmerör, ventilationskanaler m.m.

De två första punkterna ska ha tagits hänsyn till vid normaliseringen.

Om värmeanvändningen är hög sommartid och mätvärden från kallvattenmätare är hög, så kan avvikelser bero på en hög tappvarmvattenanvändning (mätning borde finnas). Om värmeenergianvändningen sommartid är hög under nätterna beror den dock ofta på att värmesystemet är i drift eller hög VVC-förlust. Generellt bör det inte föreligga något värmebehov för värmesystemet sommartid.

Värmekurva och rumsvärme

Onödigt höga framledningstemperaturer (och därmed ökade returtemperaturer) leder generellt till ökad energianvändning på grund av ökade distributionsförluster och sämre prestanda på värmepumpar, samt ökade flödeskostnader för fjärrvärme. De kan också leda till ett ökat kylbehov om kylsystem finns och är i drift. Frånluftreglering kan ge styrfel. I system med värmepump kan onödigt hög framledningstemperatur också leda till försämrat COP (värmefaktor) och energitäckningsgrad (beror dock på val av köldmedium).

Kontrollera att:

- Värmekurvan minskar kontinuerligt med stigande utetemperatur och är lätt krökt.
- Värmekurvan stämmer med projekterad (om sådan finns för byggnaden). Om projekterad kurva än inställd och inomhustemperaturen är högre än projekterat kan kurvan sänkas försiktigt tills avsedd inomhustemperatur uppnås. En sänkning med 3 °C på framledningstemperaturen motsvarar ca 1 °C sänkning på inomhustemperaturen.
- Framledningstemperaturen inte överskrider dimensionerande system-temperatur vid DVUT.
- Kurvan inte överstiger rumstemperatur när utomhustemperaturen överskrider byggnadens balanstemperatur. Balanstemperaturen beror på hur välisolerad och lufttät klimatskärmen är, samt hur stora internlasterna är. Balanstemperaturen för ett nybyggt kontor ligger ofta i spannet 8 - 15 °C. Balanstemperaturen för bostäder är generellt något högre. Balanstemperaturen kan sänkas med en genomtänkt driftstrategi. Exempelvis genom att säkerställa att byggnaden inte kyls ut av överventilation, eller onödig drift av komfortkyla.
- Kontrollera att temperaturgivare som styr framledningstemperatur är kalibrerad och mäter korrekt. Mäter den fel får byggnaden för hög eller för låg temperatur.

Eftervärme och markvärme

Kontrollera att:

- Värmekurvan inte ligger onödigt högt över inblåsningstemperaturen när aggregatens återvinning är tillräcklig för att eliminera eftervärmningsbehov. Värmekurvan behöver dock alltid vara tillräckligt hög för att säkerställa funktion på frysskydd vid minusgrader.
- Värmekurva för markvärme inte är onödigt hög när det inte föreligger någon risk för isbildning.
- Villkor för styrning av markvärme. Vid plusgrader utomhus behövs ingen markvärme. Om den är tänkt att bara vara i drift vid nederbörd, kontrollera sensorns funktion.

Värmepumpars energitäckningsgrad

Om värmepumpens energitäckningsgrad är låg ökar behovet av tillskottsenergi från spetsvärmekällan (elpatronen) och därmed energianvändningen.

Kontrollera:

- Elpatronens drifttid och energianvändning och jämför med värmepumpsberäkningen.
- Värmepumpens inställningar och om det kan vara en felinställning som gör att värmepumpen får låg energitäckningsgrad

Orsaken till att spetsvärmens (elpatronen) har hög energianvändning kan vara antingen ett för högt värmebehov i byggnaden eller en för liten värmepump i förhållande till byggnadens behov.

Drifttider och pumpstopp

Kontrollera att:

- Kontrollera att temperatur för pumpstopp är anpassad till byggnadens värmebehov och balanstemperatur, samt ev. överensstämmelse med energiberäkning. Värmesystem behöver generellt inte vara i drift under sommarmånaderna.
- Värmesystem som enbart betjänar eftervärme inte är i drift om värmeventiler är stängda och utetemperatur är tillräckligt hög.

Ventilläckage och samtidig kyla/värme

Kontrollera att:

- Ventiler inte läcker när de är stängda. Detta kan exempelvis vara svårupptäckt i ventilationsaggregatens eftervärmningsbatterier, eftersom ett ventil-läckage kan innebära att återvinningsgraden minskar. På så sätt behöver inte ventilläckaget medföra någon regleravvikelse på inblåsningstemperaturen, men värmebehovet ökar. Ventilläckage i shuntgrupper för VS kan upptäckas genom att ärvärde överskrider börvärde trots att utsignal till ventil är 0 %. Motsatt förhållande gäller för shuntgrupper i kylsystem.
- Värme- och kylsystem inte är i drift samtidigt längre än vad som behövs. Kylsystem som betjänar processkyla behöver ofta vara i kontinuerlig drift. Under perioden som systemet

enbart betjänar processkyla kan framledningstemperaturen ofta vara högre än vad som krävs vid höglast för komfortkyla. Det är dock viktigt att högsta tillåtna framledningstemperatur för processkyla kontrolleras, eftersom leveranssäkerhet ofta har väldigt hög prioritet.

- Värme och kylventiler inte är öppna samtidigt i ventilationsaggregat.
- Reglersekvenser är rätt inställda och ger god funktion. Detta kan kontrolleras med hjälp av loggning av ärvärden och börvärden. Exempel på dålig funktion är instabil reglering, stora reglerfel och ventiler som öppnar trots att inget behov borde föreligga. Detta kan exempelvis bero på att:
 - Utsignal värme och kyla inte är kopplad till rätt ventil.
 - Ventiler reglerar i fel riktning. (Kontrollera att ventiler är NO/NC¹, enligt handling).
 - Att regulatorparametrar är fel inställda, eller att inställd dödzon inte är tillräcklig.
- Rumsreglering fungerar som det är tänkt. Börvärden är rätt inställda med tillräcklig dödzon och sekvens mellan kyla, forcering och värme.
- Eventuella termostatventiler fungerar som det är tänkt med rätt maxbegränsning. Radiatorkoppel är rätt inställt för ett-/två-/tre-rörssystem enl. handling

Felaktig inblåsningstemperatur

För hög inblåsningstemperatur i aggregat med värmebatteri är en av de parametrar som kan ge störst inverkan på värmeanvändningen. Hög inblåsningstemperatur kan också medföra att ev. VAV-spjäll öppnar så att luftflöde ökar, vilket skapar en ökad elanvändning och värmebehov. För låg inblåsningstemperatur kan göra att värmeväxlare inte utnyttjas fullt ut, särskilt höst och vår.

Kontrollera att:

- Rätt funktion för börvärdeberäkning används. Om exempelvis frånluftsstyrd inblåsningstemperatur (ex. FRT) används i stället för utetempkompenserad inblåsning kan detta öka energianvändningen, framförallt om dödzon mellan värme, återvinning och ev. kyla är liten.
- Börvärdet för inblåsning är rätt. Eventuell börvärdeskurva jämförs med driftkort.
- Att återvinningen inte reglerar ned när betjänade ytor har ett värmebehov.

För höga luftflöden

Onödigt höga luftflöden skapar en utökad utkylning av byggnaden. Höga luftflöden kompenseras ofta med höga inblåsningstemperaturer. Höga luftflöden i kombination med hög inblåsningstemperatur kan ge ett kraftigt ökat eftervärmningsbehov. Kontroll av luftflöden beskrivs även under rubriken hög driftel och kan även inverka på kylanvändningen.

Kontrollera att:

- Kontrollera om luftflödet i aggregatet är högre än projekterat värde. Högre värde leder till större värmeförluster.
- Minflöden och maxflöden i ev. VAV-spjäll är rätt inställda. För höga minflöden kan även resultera i att ytan kyls ut. För låga minflöden kan medföra att spjällen inte längre kan avläsa något flöde.

Låg temperaturverkningsgrad

Om ventilationsaggregatens temperaturverkningsgrad underskrider beräknade värden så ökar behovet av energi för eftervärmning (alternativt rumsvärme om värmebatteri saknas).

Temperaturverkningsgrad kan beräknas som frånluftsverkningsgrad och tilluftsverkningsgrad enligt formler nedan. En stor differens mellan dessa indikerar obalans mellan till- och frånluftsflöde. Vid undertryck förbättras tilluftsverkningsgraden, vilket ger ett lägre eftervärmningsbehov, men luftläckage genom klimatskärmen ökar. Vid övertryck ökar eftervärmningsbehovet. Generellt är det önskvärt med ett litet undertryck (upp till 10 Pa) för att undvika fuktproblem i klimatskärmen (speciellt vid stora fuktlasten). I kommersiella ytor med stora entréer och låga fuktlasten kan det dock vara aktuellt med ett visst övertryck.

¹ Normally open/normally closed.

$$\text{Frånluftsverkningsgrad} = \frac{T_{\text{frånluft}} - T_{\text{avluft}}}{T_{\text{frånluft}} - T_{\text{uteluft}}}$$

$$\text{Tilluftsverkningsgrad} = \frac{T_{\text{tilluft}} - T_{\text{uteluft}}}{T_{\text{frånluft}} - T_{\text{uteluft}}}$$

Vid beräkning av temperaturverkningsgrad exkluderas eventuella temperaturhöjningar över fläktar.

För roterande och plattvärmväxlare kontrollera:

- Om obalans finns mellan tilluft och frånluft. Stor obalans (ofta för att skapa undertryck) kan förändra verkningsgraden för FTX och ger mer luftläckage genom klimatskärmen. Vid obalans med lägre tilluftsflöde än frånluftsflöde kan verkningsgraden bli högre men luftläckning genom klimatskärmen ökar.
- Finns bypass? Kontrollera att spjället är stängt vid normal drift. Om inte eller om läckage sker genom spjället värmväxlas inte denna del av luften.
- Hur avfrostningsfunktionen fungerar genom att titta på loggade mätvärden vintertid. Vid avfrostning ökar värmebehovet då verkningsgraden minskar kraftigt. Stort behov av avfrostning kan även bero på hög luftfuktighet inomhus.

Vid låg temperaturverkningsgrad i vätskekopplad återvinning kontrollera att:

- Vätskeflödet är anpassat till luftflödet. Vid VAV kan vätskeflödet behöva varieras. För låga vätskeflöden kan dock ge upphov till laminär strömning, vilket kraftigt försämrar verkningsgraden.
- Vätskesystemet är avluftat.
- Vätskan har rätt typ och rätt halt av frysskydd. (Hög halt försämrar värmekapacitet och värmeavgivning, samt ökar risk för laminär strömning).
- Batterier är inkopplade med rätt strömriktning.
- Parametrar för avfrostning är rätt inställda, så att återvinningen inte reglerar ned i onödan.

VVC - flöde och temperatur

VVC-förluster bör mätas så tidigt som möjligt, eftersom det är en vanlig orsak till avvikelse mellan uppmätt och beräknad energianvändning. Vid mätning syns ofta VVC-förlusten som en restpost på mätaren för uppvärmningsenergi.

VVC-förlusten kan vara stor om rördragningen är lång, isoleringen otillräcklig eller returtemperaturen onödigt hög (bör dock aldrig understiga 50 °C pga. risk för legionella).

Oisolerade rör-i-rör i betongplatta kan ge upphov till stora värmeförluster. Kan även påverkas av felkopplade blandare och tvättmaskiner. Det är tyvärr inte ovanligt att olika VVC-slingor har ojämna temperaturer, detta medför en del klagomål och risk för legionella även då returtemperaturen på VVC-slingan är över 50 °C

Kontrollera storleken på VVC-förlusten (om inte mätning finns installerad):

- Ta reda på VVC-pumpens inställda flöde.
- Läs av temperaturfallet mellan utgående varmvatten och returen när inget varmvatten tappas i huset.
- Beräkna VVC-förlusten ($\text{Energi} = \text{Volym} \times C_p \times \rho \times \Delta T$).
- Alternativt kan värmeanvändning timvis kontrolleras vid perioder utan tappvarmvattenanvändning och med avstängd uppvärmning, t.ex. sommarnätter. Värmen är då VVC-förluster och distributionsförluster.

Givare för utomhustemperatur

Det är viktigt att säkerställa funktion på den/de utomhustemperaturgivare som styr kurvor och övriga funktioner.

Kontrollera att:

- Givaren är rätt kalibrerad
- Givaren inte är solutsatt.

Om det är svårt att hitta tillräckligt bra givarplacering, så kan medianvärdet av tre (eller fler) givare användas.

Klimatskärm

Fel och brister i klimatskärmen kan orsaka hög värmeanvändning. De flesta kontroller borde ha gjorts vid besiktningar, men följande punkter bör kontrolleras:

- Finns indikation på otätheter i klimatskärmen? Drag, nedsvärtningar m.m. Har lufttäthetsmätning genomförts? Termografering? Resultat?
- Är vindsisoleringen intakt och heltäckande? Finns nedtrampade partier?
- Finns indikation på köldbryggor, kalla partier?

Se även rapporten Sveby kontroller i färdig byggnad. (Kommande skrift)

3.2 För hög kylanvändning

Avvikelse för komfortkyla

För avvikelse för komfortkyla kan möjliga orsaker vara:

- Avvikande drifttider och verksamhetsenergi,
- Brister och avvikelser i solskyddet,
- Varmare väder än i beräkningen använda klimatdata (vilket kan kontrolleras genom jämförelse med en upprepad energiberäkning med för mätperioden aktuella klimatdata).

Om avvikelsen på kylanvändning **uppstår** vintertid kan detta vara på grund av att mängden processkyla är större än vad som antagits. Om kylanvändningen vintertid varierar kraftigt över dygnet beror den dock ofta på att komfortkyla är i drift, eftersom processkyla (ex. serverkyla, kyl-/frysrum etc. tenderar att vara relativt konstanta över dygnet).

Kontrollera:

- Att börvärdet för kyla är enligt projekterade värden. Om den är sänkt används mer kylenergi än projekterat.
- Att kylåtervinning är rätt inställd. Kylåtervinning bör aktiveras när entalpin i frånluften är lägre än i uteluften. I system med liten avfuktning är det ofta tillräckligt att starta funktionen när temperaturen i frånluften är lägre än i uteluften.
- Att nattkyla är rätt inställd. Nattkyla ska minska kylbehovet dagtid, men inte ge värmebehov. Affinitetslagarna gör att det ofta är energieffektivt att köra nattkyla lång tid med låga luftflöden. Värmesystem bör vara avstängt efter att nattkyla har aktiverats och nattkyla bör köras utan aktiverad återvinning (såvida den inte körs vid låga utetemperaturer).
- Att framledningskurvor för olika kylsystem är rätt inställda. För låg framledning kan ge onödig avfuktning och ventilläckage.
- Att temperaturgivare är kalibrerade och visar rätt temperatur (både i luft och rörsystem).
- Att pumpstopp för komfortkyla är rätt inställd. Kontrollera eventuellt pumpstopp för kylanläggningen (exempelvis utanför verksamhetstider).
- Att inblåsningstemperaturer är rätt inställda. För låg inblåsningstemperatur gör att ytor riskerar att kylas ut, samt att tilluften avfuktas onödigt mycket.
- Att inställningar för eventuell frikyla överensstämmer med driftkort.
- Att eventuella funktioner för indirekt evaporativ kyla, eller dylikt är rätt inställda.
- Att temperaturgivare som styr framledningstemperatur är kalibrerad och mäter korrekt. Mäter den fel får byggnaden för hög eller för låg temperatur.
- Kylbatteri inte har smutsbeläggning som försämrar prestandan.

Solskydd

Kontrollera att:

- Inställda värden för till exempel soleffekt stämmer med driftkort.

3.3 För hög elanvändning

Avvikelse för driftel

För hög driftelanvändning är tyvärr vanligt och kan ha många olika orsaker. Även om effektiviteten på elanvändande apparater har ökat, så har antalet apparater också ökat, vilket kan vara svårt att ta hänsyn till i energiberäkningen. Några möjliga orsaker:

- För höga tryckfall i ventilationsaggregat,
- Avvikande verksamhet och längre drifttider kan påverka belysning och luftflöden,
- Verksamhetsenergi på mätare för fastighetsenergi och omvänt. Kontrollera vad som mäts,
- Utvändig elanvändning som inte räknats av, t.ex. utebelysning på tomt, motorvärmare, elbilladdning, grundvattenpump, poolvärme, trottoarvärme.
- Styrning av elkablar för snösmältning på tak, hänggrännor, stuprör m.m.,

Byggnaden behöver ofta besiktigas på plats, eventuellt med kompletterade intervjuer med brukarna och "nattbesiktning", för att analysera den höga elanvändningens orsaker. Timvärdesanalys kan hjälpa till i felsökningen för detta. Fler undermätare underlättar analysen.

Elanvändning kylmaskin och värmepump

Om COP i värmepumpar eller kylmaskiner är lägre än vad som beräknats kan detta få stor inverkan på fastighetens elanvändning. COP påverkas i hög grad av anläggningens temperaturnivåer och hur dessa är anpassade till valt köldmedie.

Värmepumpars energitäckningsgrad är också viktig. Om den levererade energin från en värmepump är lägre än vad som beräknats kan energin för spetslast i form av exempelvis el eller fjärrvärme öka.

Samtliga punkter som beskrivs under rubrikerna för hög värmeanvändning och kylanvändning, inverkar även på värmepumpar resp. kylmaskiners elanvändning. Detta gäller även om det finns elspets (i detta fall ska det finnas mätning).

Kontrollera att:

- COP för värmepump stämmer med projekterat. Högre vid värmeproduktion (ca 3-4,5) lägre vid varmvattenproduktion (ca 2,5).
- Kontrollera eventuell elanvändning av elspets för värmepump. Detta kan säga om energitäckningsgraden är låg eller om värmepumpen har ett problem som minskar effektiviteten.
- Framledningstemperaturen på KB (vätskekylaggregat), eller VS (värmepump) stämmer med driftkort.
- Maskinernas gångtider är tillräckliga, så att antalet start och stopp inte är för många.
- Kontrollera temperaturskillnad över ev. växlare och KMK i systemet. Felaktiga temperaturdifferenser kan exempelvis bero på bristande injustering, vätske kvalitet och avluftning. I system med "smutsigt" vatten (ex. sjövattnet och älvvattnet) kan värmeavgivning försämrats kraftigt om filter inte fungerar som det är tänkt.
- Kontrollera temperaturer i ev. borrhål/akvifer. Temperatur vid start värmesäsong resp. kylsäsong är speciellt viktiga och bör jämföras med vad som antagits i energisimulering.
- Inställningar för eventuella driftfall (ex. frikyla, utnyttjande av kondensorvärme etc.)
- Inställningar på eventuella funktioner för att kyla, eller värma borrhålen (ex. via ventilationsaggregat, solvärme eller KMK).
- Optimera värmesystem så att man får så låg returtemp som möjligt, då arbetar värmepumpen oftast effektivare. Omvänt gäller för kylmaskin.

Driftel fläktar

Om ventilationsaggregatens luftflöden eller SFP är högre än vad som beräknats kan det få stor inverkan på elanvändningen. Höga luftflöden kan också ha stor inverkan på värmeanvändningen och i vissa fall även kylanvändningen.

Kontrollera att:

- Luftflöden och tryck i injusteringsprotokoll stämmer överens med antaganden i energisimulering. Om trycket i injusteringsprotokollet är högre än vad som beräknats bör den kanal som har högst tryckfall kontrolleras (indexjakt).

- Tryckbörvärdet stämmer överens med driftkort. I VAV system kan funktion finnas som anpassar fläktarnas tryckbörvärden till öppningsgrad på VAV-spjäll. I detta fall kontrolleras att funktionen inte medför instabil reglering.
- Eventuella VAV-spjäll och spjäll för sektionering fungerar
- Tryckfall i ventilationsaggregat stämmer med aggregatkörning (filter, batterier, återvinning etc.)
- Tidkanaler inkl. spjällmotorer är anpassade till verksamhetstider. Ofta vädras byggnader dygnet runt en längre tid efter idrifttagandet för att få bort emissioner.
- Aggregat inte är försmutsat. Speciellt viktigt i storkök. I förekommande fall kontrolleras funktion på rening (ex. ozon/UV). Ozon/UV-rening kräver ofta ett visst undertryck för att starta. För låga flöden kan således medföra att rening inte startar.

Fläktverkningsgrad. Elanvändning vid valt tryck och flöde mäts och jämförs med leverantörens aggregatkörning.

Driftel pumpar

El till pumpar i stora kylanläggningar, geoenergianläggningar eller dylikt kan utgöra en ansevärd del av fastighetselen, framförallt vid höga drivtryck och små temperaturdifferenser.

Kontrollera att:

- Vätskeflöden och tryck i injusteringsprotokoll stämmer överens med antaganden i energisimulering.
- Rätt funktion för tryckreglering används. Vid intern styr kontrolleras att vald styrfunktion stämmer med driftkort (exempelvis konstanttryck, proportionaltryck, eller anpassning till systemkurva). Felaktigt vald funktion kan även medföra att de ventiler som betjänas får svårt att reglera.
- Tryckinställning är rätt. Vid konstanttryck jämförs tryckbörvärde med injusteringsprotokoll och driftkort.
- Placering på ev. differenstrycksgivare
- Silar/filter inte är igensatta. Kontrolleras generellt på tryckmanometer över sil.
- Pumpverkningsgrad är rätt. Elanvändning vid valt tryck och flöde mäts och jämförs med leverantörens pumpkörning.
- Att rätt systemtryck erhålls vid expansionskärl och att kärlet är rätt placerat i relation till pump. Om larmmanometer larmar kontrollera öppningstryck för säkerhetsventil (kolla om det ligger vatten under ventilen).

Elanvändning belysning

Kontrollera att:

- Gårdsbelysning eller annan belysning till verksamhet inte ingår,
- Tidkanaler är rätt inställda,
- Närvarodetektering fungerar,
- Skymningsrelä fungerar,
- Luxvärden för ev. dagsljuskompensering är rätt inställda och att reglering fungerar.

Elanvändning värmeslingor

Hög elanvändning i värmeslingor kan upptäckas genom att studera dygnsprofilen för fastighetsel vid plusgrader (gäller kommersiellt). Hög effekt nattetid kan indikera att värmeslingor är i drift.

Kontrollera att:

- Temperaturnivå för tillåten värmning är rätt inställd.
- Temperaturgivaren fungerar.