



LFM30 - Värmeförlusttal



LFM30 - Värmeförlusttal

Metoder och användning av värmeförlusttal i praktiken

Eje Sandberg
Aton Teknikkonsult



Energimyndighetens projektnummer: P2021-00216



Förord

E2B2s vision är en resurs- och energieffektiv byggd miljö.

Bebyggelsesektorn svarar för cirka en tredjedel av Sveriges totala energianvändning och en effektivare energianvändning är en viktig del av utvecklingen av energisystemet. Hållbarhet, effektivitet och robusthet i bebyggelsen behöver stärkas och utvecklas. Lösningarna behöver samspela för att fungera och utnyttjas. Forskning, utveckling, innovation och kommersialisering spelar en avgörande roll.

I E2B2 arbetar forskare och andra aktörer tillsammans för att utveckla samhällets byggande och boende och effektivisera energianvändningen. Syftet med E2B2 är att ta fram ny kunskap, teknik, tjänster och metoder som bidrar till en hållbar energi- och resursanvändning i bebyggelsen.

E2B2 är ett forsknings- och innovationsprogram från Energimyndigheten där IQ Samhällsbyggnad är koordinator. Programmet startade 2013 och en andra programperiod pågår mellan 2018 och 2024. Projektet som beskrivs i den här rapporten har genomförts i programmet med hjälp av statligt stöd från Energimyndigheten

Projektets arbetsgrupp har bestått av:

Eje Sandberg, Aton Teknikkonsult (projektledare)
Jennifer Cronborn, LFM30, projektkoordinator
Johan Larsson, IVL
Ulrika Viderum, Granitor, ersatt av Annika Mattsson, Granitor, för test av projektresultat
Petter Andersson, LFM30, har ansvarat för publicering av projektresultat

Projektresultat har diskuterats i LFM30s energiutskott och i projektets referensgrupp. Referensgruppen har bestått av:

David Edsbäcker, Kraftringen
Sofia Sparr, EON
Andreas Holmgren, Byggnadsfirman Otto Magnusson
Andreas Eggertsen- Teder, White arkitekter
Ingemar Jönsson, Malmö Stad/Trelleborgs kommun
Jennifer Cronborn, LFM30

Stockholm, 21 december 2022

Rapporten redovisar projektets resultat och slutsatser. Publicering innebär inte att Energimyndigheten tar ställning till framförda slutsatser, resultat eller eventuella åsikter.



Sammanfattning

I den lokala färdplanen för klimatneutralt byggande, LFM30, anges ett målgränsvärde på byggnadens värmeförlusttal (VFT). VFT är en enkel indikator på värmebehovet och säkrar ett lågt effektbehov, men begreppet är inte välbekant för alla. Inom ramen för E2B2 – projektet har ett beräkningsstöd för VFT-kalkylering anpassats och gjorts tillgänglig via LFM30 hemsida. Anvisningar och information om VFT har utarbetats. VFT kan enkelt mätverifieras. En anvisning för mätverifiering och ett beräkningsstöd i Excel har tagits fram baserat på mer omfattande beräkningstester. Videoinspelade utbildningar om beräkning och verifiering har hållits.

I en delrapport har sambandet mellan utetemperatur och klimatpåverkan ($\text{g CO}_2/\text{kWh}$) analyserats. Något generaliserbart samband kunde inte ses oavsett metodval och försörjningsalternativ för de system som analyserades. Som underlag för en klimatdeklaration borde därmed ett årsmedelvärde för energislagets klimatpåverkan också för framtida drift och uppvärmning vara väl så användbart om bara relevanta och robusta värden går att få fram.

Tanken att kombinera LCA för byggskedet med LCA också för byggnadens drift är lockande, kanske även som huvudsakligt styrmedel för hållbart byggande? Den tanken får inget stöd i denna rapport. Det finns många andra viktiga aspekter som vi även fortsättningsvis måste beakta, så som biodiversitet och resursbegränsningar och krav på energieffektivitet och effektreduktion är fortsatt ett centralt styrmedel. Vad gäller metodval och värden för att beskriva byggnadens klimatpåverkan från driftsfasen redovisas svårigheterna med att alls basera investeringsbeslut på resultat från LCA för driftskedet. Det blir allt för stora skillnader i utfall beroende på metodval, systemgränser och tidshorisonter. Den konsekvensbaserade metoden ger inledningsvis väsentligt högre emissionstal för el än för fjärrvärme. Därefter ökar osäkerheten påtagligt för el beroende på valt framtidsscenario. Detta ger betydande osäkerheter för långsiktiga beslut. För fjärrvärme saknas konsensus vad gäller värdering av avfallets plastinnehåll vilket är olyckligt då detta får stor effekt.

Den ekonomiska kalkylen bör normalt vara basen för investeringsbeslut, men dess konsekvenser för miljön bör samtidigt beaktas. Risker att klimatdeklarationer kan komma att felaktigt påverka investeringsbeslut bör minimeras, speciellt om bokföringsmetoden tillämpas för framtida drift och uppvärmning. En nordisk eller europeisk systemnivå bör därför väljas för elenergi. LFM30 har delvis löst risken för suboptimering vad gäller val av försörjningssystem med ett målgränsvärde för byggnadens värmeförlusttal.

Flera samhällssektorer vill använda biobaserade material för drivmedel och ersättning för fossila råvaror. Europa ska avveckla fossil energi. Knapphet på biobaserade bränslen kan därmed uppstå och påverka omställningstakten. Denna aspekt ingår inte i LCA-metodiken. En metodik som också tar hänsyn till systemeffektivitet och resurspåverkan (knapphet) behövs. Ett sådant upplägg ges i IVL-rapporten Resursindex för energi (Fjärrsyn 2011). Tills vidare bör grundstommen för en minskad klimatpåverkan i driftskedet vara en långt driven energieffektivitet.

LFM30, värmeförlusttal, beräkning, mätverifiering, LCA-metodik, klimatdeklaration



Summary

The Local Roadmap for Climate Neutral Construction, LFM30, sets a target limit value for the building's heat loss rate (VFT). VFT is a simple indicator of heat demand and ensures low heat power demand, but the concept is not familiar to everyone. In the framework of the E2B2 project, a calculation tool for VFT calculation has been adapted and made available via the LFM30 website. Instructions and information on VFT have been prepared. VFT can be easily verified by measurements. An instruction for measurement verification and a calculation aid in Excel have been developed. Video-recorded training on calculation and verification has been held.

An interim report has analysed the relationship between outdoor temperature and climate impact (g CO₂/kWh). However, no generalizable correlation could be found regardless of the methodology and supply options. Thus, for a climate declaration, the annual average of the climate impact of the energy type can be used.

The report shows that emission values (GWP) have a wide range depending on the choice of method, system boundaries and time horizons. As a basis for investment decisions, an impact-based approach provides the best guidance. This methodology initially yields significantly higher emission figures for electricity than for district heating, but future emissions vary by a factor of ten between the best and worst case scenarios. This adds considerable uncertainty to long-term decisions. The accounting method for electricity yields large differences depending on the geographical system boundary. If these results influence investment decisions, the system boundary with the highest impact should be chosen. This justifies a Nordic or European level.

Several sectors of society want to use bio-based materials for fuels and substitutes for fossil raw materials. Europe should phase out fossil energy. Shortages of bio-based fuels may therefore occur and affect the pace of the energy transition. This aspect is not included in the LCA methodology. A methodology that also takes into account system efficiency and resource impacts (scarcity) is needed. Such an approach is given in the IVL report Resource Index for Energy (Fjärrensyn 2011). In the meantime, the basis for reducing the climate impact in the operational phase should be a far-reaching drive for energy efficiency.

Heat loss rate, calculation tools, verification methods, LCA methods, climate declaration,



INNEHÅLL

1	INLEDNING OCH BAKGRUND	7
1.1	BAKGRUND	7
1.2	SYFTE OCH MÅL	7
1.3	OMFATTNING OCH AVGRÄNSNINGAR	7
2	GENOMFÖRANDE	8
3	RESULTAT	10
3.1	MODELLTEST AV METODER FÖR MÄTNING AV VÄRMEFÖRLUSTTAL	10
3.1.1	RESULTAT FRÅN GENOMFÖRDA MÄTANALYSER	11
3.1.2	RESULTATDISKUSSION - MÄTANALYSER	11
3.2	DRIFTSKEDETS KLIMATPÅVERKAN OCH RELATION TILL VÄRMEFÖRLUSTTALET	12
3.2.1	RESULTAT OCH SLUTSATSER	12
3.2.2	RESULTATDISKUSSION	13
3.2.3	FÖRSLAG	14
4	REFERENSER	15
5	BILAGA 1	16
5.1	STRATEGI FÖR ATT SÄKRA ENERGIEFFEKTIVA BYGGNADER UNDER BYGG- PROCESSEN	16
5.2	BYGGSKEDE	19
6	BILAGA 2.	20



1 Inledning och bakgrund

1.1 Bakgrund

I lokal färdplan för ett klimatneutralt byggande (LFM30) har ett målgränsvärde ställts på byggnadernas energieffektivitet i form av krav på max värmeförlusttal (VFT). Bakgrunden till detta är att byggnadens i sig ska vara energieffektiv oavsett val av försörjningssystem. BBRs energikrav möjliggör kompensation med solceller eller värmepumpar för en byggnad med större värmeförluster. Men kunskapen om vad detta krav innebär är inte allmänt känt. I FEBY 18 är definition och närmre detaljer kring begreppet beskrivet, men det behövs också stöd, anvisningar och utbildning för att möjliggöra en bredare användning.

Från projektledningen har också frågan väckts om inte VFT kan korreleras med byggnadens klimatpåverkan. VFT är en utetemperaturberoende parameter och försörjningssystemen har sin toppbelastning vid lägre utetemperatur, ofta med mindre effektiva system.

1.2 Syfte och mål

1. Värmeförlusttal som godhetstal måste enkelt kunna beräknas och mätverifieras om det ska kunna implementeras framgångsrikt. Ett gemensamt beräkningsstöd baserat på definitionen enligt FEBY18 och direkt åtkomlig via LFM30 hemsida har därför efterfrågats.
2. Enkla tillgängliga anvisningar för hur VFT kan mätverifieras behövs och då baserad på en testad metodik. En enkel metodik som utgår från byggnadens energisignatur baserat på vecko- eller månadsvärden testas och tas fram.
3. Problematiken med att beräkna LCA för byggnadens framtida energianvändning och sedan jämföra med byggprojektets LCA skulle underlättas med en enkel LCA-relaterad indikator och om möjligt baserat på byggnadens värmeförlusttal. IVL har utvecklat en metod kallad Tidstegen för att förenkla framåtblickande konsekvensanalyser vid energibeslut, men baseras på utetemperaturuppdelad LCA-data för både el och fjärrvärmeleverantören. Ska fastighetsbranschen på stor bredd engageras i klimatreducerande åtgärder skulle en enklare LCA-relaterade indikatorer behövas.
4. Resultat i detta projekt kommer att användas inom LFM30. Implementering sker genom förankring internt, remisser, tester, seminarier och utbildning. Målgruppen är då förvaltare, byggherrar, entreprenadföretag samt arkitekter och konsulter.

1.3 Omfattning och avgränsningar

Projektet är i sin helhet begränsat vad gäller ekonomiska resurser och projektiden är begränsad till ett år efter start. Detta då resultaten behövde användas snarast möjligt i utvecklingsarbetet inom LFM30.



2 Genomförande

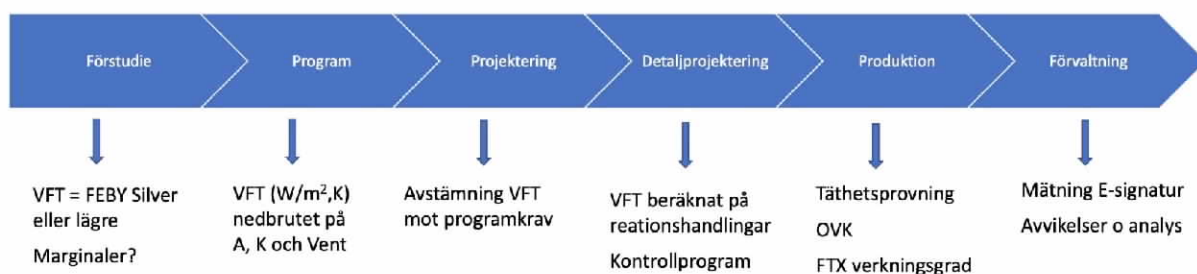
Dataunderlag för test av metodik för mätverifiering av värmeförlusttalet på flerbostadshus har hämtats från EONs databas Navigator och stämts av mot resultat i Navigator. Det metoddokument som ligger till grund för [tillämpningsanvisningar](#) och [beräkningsmall](#) i excel för mätverifiering har publicerats på [LFM30 hemsida](#); <https://lfm30.se/varmeforlusttal-vft/>.

Beräkningsstödet [LFM30.energihuskalkyl](#) för beräkning av värmeförlusttal och årsenergi har hämtats från det kommersiella programmet Energihuskalkyl, men har uppdaterats och öppnats för tillämpning i LFM30. För projekt där ett likartat begrepp för värmeförlusttal redan tagits fram i form av Miljöbyggnads värmeeffektbehov, har anvisningar för en [omräkning från värmeeffektbehov](#) tagits fram.

Beräkning, tillämpning och utvärdering av värmeförlusttal i skarpa projekt planerades inom ramen för pågående byggprojekt inom Granitor. Det visade sig att när projekten upphandlades var inte LFM30 metodiken på plats. Något krav på att t.ex. beräkna värmeförlusttal har inte alltid funnits med. Därför utarbetades ett styrdokument fram ”Strategi för att säkra energieffektiva byggnader under byggprocessen”, se bilaga 1 och en frågemall för att underlätta utvärderingen, se bilaga 2. Det visade sig dock att få av dessa projekt låg i tidsfas med E2B2-projektet som behöver avrapporteras redan samma år. Istället genomfördes utbildningsinsatser om VFT, Värmeförlusttal Utbildning 1 (ca 40 deltagare), riktad till arkitekter, projektledare och fastighetsförvaltare och ytterligare en utbildning inom LFM30 Klimatberäkningsstuga (ca 30 deltagare), som hölls i samarbete med GodaHus/Energikontoren Sydost och som riktade sig till energi- och miljöansvariga, projektörer och beräkningskonsulter som vill tillämpa LFM30 metodiken på eget testprojekt.

Men för att få en direkt återkoppling till de frågor vi var särskilt intresserade av att utvärdera intervjuades de konsultföretag som var engagerade av Granitor i deras projekt. Detta gav ett bra underlag för att skapa och revidera styrdokumentet.

Dokumentet enligt bilaga 1 följer byggprocessens delar enligt figur 1 och är nu inlagd i LFM30 Metoddokument Projektnivå, ver. 1.7, bilaga 4 kapitel 5.



Utöver de aktiviteter och produkter som redovisats ovan har två mer traditionella utredningar genomförts kopplade till punkt 3 och 4 i syfte och mål;

**Modelltest av föreslagen metod för mätverifiering av värmeförlusttalet.**

Denna test baserades på dygnsdata för 10 flerbostadshus i Malmö genom att beräkna korrelationen mellan utetemperatur och effektbehov i form av byggnadens energisignatur och med den som underlag beräkna byggnadens värmeförlusttal. Ett kalkylark som ger stöd för kalkylarbetet användes och klarar att beräkna resultatet baserat på 6 – 12 mätpunkter och utgör nu en publik beräkningsmall. Data kan bestå av månadsmedelvärden eller veckomedelvärden, se resultat i avsnitt 3.1. Länk till [modelltestet](#).

Driftskedets klimatpåverkan och dess relation till värmeförlusttalet

I denna utredning utreds eventuella samband mellan klimatpåverkan (GWP) och utetemperatur, dvs skillnader under året. Därefter undersöks vilka värden andra studier rekommenderar, samt hur metodval, tidsperspektiv och systemgränser påverkar resultaten, se resultat i avsnitt 3.2.

Material som integreras i LFM30 metoddokument har gått ut på remiss.



3 Resultat

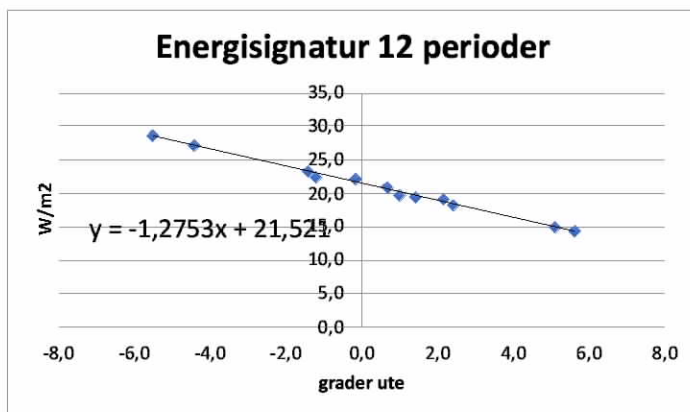
Resultaten för flertalet av de aktiviteter som beskrivs i genomförandebeskrivningen är som redan nämnts nu publicerade som anvisningar, beräkningsmallar, beräkningsstöd på LFM30 hemsida. Därtill redovisade via utbildningar som också finns bevarade. Ett resultat som framkom via intervjuer som underlag för styrdokumentet i bilaga 1, är vikten av att redan i skiss-skedet få snabba återkopplingar om energikraven, i vårt fall värmeförlusttalet, kommer klaras med de utkast man arbetar med. Det förutsätter att man får en direktkoppling mellan BIM-baserade skisser och VFT och därmed ser konsekvenserna av byggnadens geometri och konstruktionslösning. Ett pågående arbete med att integrera Energihuskalkyl med en BIM-baserad plattform (Prodikt) är en spinn-off från detta E2B2 – projekt.

Utöver ovan beskrivna aktiviteter genomfördes två mer traditionella utredningar som översiktligt redovisas här.

3.1 Modelltest av metoder för mätning av värmeförlusttal

För att förenkla det praktiska arbetet vid mätuppföljning av byggnadens värmeförlusttal har ett beräkningsstöd i form av en excelmall tagits fram för LFM30 och en anvisningstext. Beräkningsstödet har sedan testats på 10 bostadsbyggnader i Malmö.

Malmö har som klimatort ett DVUT3 på - 8,7 grader är hämtat från Boverkets klimatdatatabell för en byggnad med en tidskonstant på max 3 dygn, dvs enligt FEBY18 metodik. Detta värde är tillämbart för tunga och halvtunga byggnader med ett värmeförlusttal under 80¹. Med detta beräkningsstöd erhålls ett delresultat enligt figur 1.



Figur 1. Energisignatur för perioden v 1 – 12 med veckomedelvärden.

¹ Detta baserat på att den specifika värmeförlustkoefficienten HT /Atemp är lägre än 2,7. Se även tabell 10 i bilaga 2 till dokumentet "LFM30 Metod, klimatbudget, kriterier på projektnivå", LFM30.se, ver 1.6 eller i bilaga 4 ver 1.7.



Baserat på energisignaturens lutningskoefficient H_T , där värdet i figuren anges med -1,2753, kan värmeförlusttalet (exkl markvärmeförluster) bestämmas enligt ekvationen:

$VFT = H_T / A_{temp} \times DT$, där $DT = T_{inne} - T_{DVUT3}$, där T_{DVUT3} är dimensionerande utetemperatur för en byggnad med 3 dagars tidskonstant.

Exempel på resultat beroende på antal valda mätveckor under perioden v 1 – 12 framgår av tabell 1.

perioder	antal	VFT
v 1-12	12	37,9
v 1 - 10	10	37,8
v 1 - 8	8	37,3
v 1-6	6	36,8

Tabell 1. VFT för olika långa mätperioder (antal) med veckomedelvärden under v 1 - 12

Mätperiod med veckomedelvärden har fått variera mellan 6 och 12 veckor, dvs från vecka ett i januari till vecka tolv i slutet av mars månad och med den kallaste perioden i vecka fem till vecka sex (minus 5 grader). Resultatet med samtliga mätvärden för vecka 1 – 12 inkluderade ses i figur 1.

På motsvarande sätt har även vinterperioden före årsskiftet testats, liksom för alla veckor under året med lägre medelutetemperatur än 13 grader, samt även månadsmedelvärden.

3.1.1 Resultat från genomförda mätanalyser

Samtliga trendanalyser har mätvärden som ligger bra i anslutning till trendlinjen, dvs de utgör användbara mätvärden. Val av mätperiod och mätupplösning ger vissa skillnader i utfall men är ganska små och kan mycket väl förklaras av varierande innetemperaturer som vi i denna studie saknar mätvärden för. Följande mätperioder och mätmetodik bör därför alla vara godtagbara:

- ✘ Månadsmedelvärden för perioden okt – april
- ✘ Dygnsmedelvärden omfattande hela året (tillämpas i Navigator)
- ✘ Vecko- eller dygnsmedelvärden för perioden 1 okt – 31 maj omfattande minst 10 veckor.
- ✘ Om möjligt bör mätdata från v. 52 uteslutas.
- ✘ Veckomedelvärden under perioden v 1 – v 12, bör minst omfatta 6 mätvärden, men fler rekommenderas om något eller några värden avviker från trendlinjen.

Om möjligt bör mätvärden för innetemperatur ingå.

3.1.2 Resultatdiskussion - mätanalyser

Då syftet är att hitta en enkel metod som är praktiskt tillämpbar har mätvärden hämtats från EONs kundbas i Malmö för 10 bostadsbyggnader. Dessa värden inkluderade både värme och varmvatten summerat vid leveranspunkten. Vi vet inte byggnadens innetemperatur, inte heller om byggnaderna har en styrning av ventilationen så att de varvar ner vid låga utetemperaturer. Testets styrka är att många byggnader ingår, men med nackdelen att vi inte kan stämma av resultaten mot teoretiska simuleringar (modellstudier) och därmed validera att uppmätt värde stämmer mot beräknat värde. Samtidigt finns också osäkerheter vid en teoretisk beräkning, så som köldbryggevärden, FTX-



systemets verkningsgrad under period då avfrostning sker, hur vädringsbeteendet relaterar sig till varierande utetemperatur, etc. Ett test med alla dessa aspekter beaktade skulle dock kräva en mycket omfattande arbete. Studien ger dock stöd för den utformning av mät- och beräkningsstöd som lagts ut på LFM30 hemsida och baseras på mätdata från v 1 – 12.

[Mätstudien](#) finns utlagd på aton.se/rapporter.

3.2 Driftskedets klimatpåverkan och relation till värmeförlusttalet

Metodikerna för beräkning av klimatpåverkan under byggskedet är etablerade och får allt större påverkan vid materialval, mm. Klimatpåverkan från driftskedet har en ännu större roll för byggnadens totala klimatpåverkan, men här finns betydande problem och osäkerheter att hantera. En sådan är att det alltid är svårare att uttala sig om framtiden. Olika scenarier ger betydande skillnader i utfall. Därtill påverkas resultatet av valda systemgränser och vald LCA-metodik. Mot denna bakgrund har LFM30 för nyproduktion antagit ett målgränsvärde för VFT motsvarande FEBY Silver (Feby 2018). För att kunna beräkna byggnadens behov av kompensering åtgärder har LFM30 också en beräkningsrutin där ett framåtsyftande bokföringsvärde ingår. Vidare efterfrågas ett tänkbart samband mellan VFT och byggnadens klimatpåverkan i driftskedet.

För att i detta projekt studera eventuella samband har dels detaljerade driftsdata från en större fjärrvärmeproducent analyserats med såväl bokföringsmetod som en konsekvensbaserad metod baserad på marginalmix. Vidare har begreppet värmeförlusttal och dess koppling till utetemperatur redovisats samt de olika begrepp som LCA-metodiken bygger på, hur de skiljer sig och vilka frågor de kan förväntas ge svar på. Vidare diskuteras de osäkerheter som de har kopplade till tidsperspektiv (2020 samt 2050), scenariobeskrivningar, systemgränsvärden vad gäller geografiskt område men också om indirekta konsekvenser ingår och mer metoddetaljmassiga frågor, så som hur fossilinnehållet i avfallsbränsle ska allokeras. Denna genomgång och diskussion redovisas i sin helhet i rapporten "Driftskedets klimatpåverkan och dess relation till värmeförlusttalet" (Aton 2023).

Merparten av underlaget hämtas från andra studier som här tolkats och diskuterats utifrån våra frågeställningar.

3.2.1 Resultat och slutsatser

Är klimatpåverkan från driftskedet utetemperaturkorrelerat?

I rapporten redovisas både egna och andra studiers resultat utifrån frågan om klimatpåverkan (g CO₂/kWh) för el och fjärrvärme är utetemperaturkorrelerad under uppvärmningssäsongen. En resultatsammanställning ges i tabell 2.

Emission av CO ₂ e/kWh	Bokförings LCA	Konsekvens LCA
Fjärrvärme < 2020	Negativ	Nej inom +7 – (-15)
Fjärrvärme 2050	Ja, men mkt låga nivåer	Underlag saknas
El < 2020	Nej/mkt svag	Nej
El 2050	Nej /negativt	Nej

Tabell 2. Sammanfattning av förekomst av korrelation mellan utetemperatur och klimatpåverkan för bokföringsmetod och konsekvensmarginal.



Slutsatsen är att vi inte kan se något tydligt och användbart samband mellan värmeförlusttalet och driftskedets LCA i de system vi analyserat och de samband vi kan hitta ligger på en så låg nivå (+/- 5 g/kWh inom uppvärmningsintervallet) att resultatet blir ointressant. Med användningsbart avses vårt syfte att hitta en korrelation mellan värmeförlusttal och utetemperatur under uppvärmningssäsongen. En förklaring till resultatet är att fossil energi som spetslast ersatts eller förväntas ersättas med biobaserad olja under den kalla årstiden. En annan är att stora fjärrvärmesystem med avfallsbränsle värderas utifrån sitt inslag av fossilbaserad plast vid tillämpning av bokföringsmetoden, men inte alltid vid tillämpning av konsekvensmetoden.

Resultatet utesluter inte att det kan finnas lokala fjärrvärmenät där sådana samband finnas. Därtill finns i flera fall en skillnad mellan uppvärmningssäsong och sommarperiod, som t.ex. kan utnyttjas vid säsongslagring i mark. Resultatet utgör alltså inte ett ställningstagande mot att tillämpa tids- eller utetemperaturuppdelade analyser för de försörjningssystem där de kan motiveras.

Som underlag för en klimatdeklaration borde därmed ett årsmedelvärde för energislagets klimatpåverkan vara en enklare utgångspunkt.

Finns pålitliga värden för klimatpåverkan för framtida drift?

Vad gäller metod och värden för att beskriva byggnadens klimatpåverkan för driftsfasen ges en spretig bild både vad avser metodval, systemgränser och tidshorisonter.

Den konsekvensbaserade metoden ger inledningsvis väsentligt högre emissionstal för el än för fjärrvärme, men sen ökar osäkerheten påtagligt för el beroende på valt framtidsscenario. Det ger betydande osäkerheter för långsiktiga beslut och påverkar indirekt också kraftvärmens värdering.

För fjärrvärme verkar konsensus saknas för värdering av avfallets plastinnehåll. En konsensus i hur bränslet ska värderas vore önskvärt. Men även osäkerheten för elenergens framtidsscenarios slår tillbaka på fjärrvärmens emissionstal. Detta via kraftvärmeproduktion och värmepumpsdrift. Sammantaget ger detta osäkerhet även för fjärrvärmens framtidsbaserade LCA-värden.

Investeringsbeslut bör baseras på konsekvensbaserad LCA men på grund av nämnda osäkerheter bör de begränsas till åtgärder med relativt kort tidshorisont och för driftoptimering.

Slutsatsen blir att den ekonomiska kalkylen bör vara basen för investeringsbeslut, förutsatt att taxekonstruktioner och miljöstyrande skatter och avgifter återger dess verkliga kostnader.

Bokföringsmetodiken ger stora skillnader i emissionsvärden för el beroende på var den geografiska systemgränsen läggs. Om en framåtsyftande bokföringsmetod väljs som deklaraionsdata för driftsskedet bör systemgränsen för el flyttas upp till nordisk eller europeisk nivå. Möjligen kan en avgränsning till elområde SE 4 ge ännu högre värden.

3.2.2 Resultatdiskussion

Det vore olyckligt om LCA-metodiken i LFM30 skulle påverka val av försörjningssystem. Med ett målgränsvärde för byggnadens värmeförlusttal minskar risken för taktiska investeringsbeslut som ger lägre byggkostnad men högre driftkostnader (större värmeförluster). Den kvarstående risken bör dock uppmärksammas i den fortsatta processen baserat på utvärderingar framöver för ett antal byggprojekt. Vilka beslut har påverkats av LFM30 metodiken som gäller byggnadens drift (el- och värmebehov) och val av försörjningssystem? Driver de mot ökat behov av eleffekt så skulle regionen



få en ännu svårare elförsörjningsproblematik. Risken för felbeslut, som rör byggnadens drift och val av energiförsörjning, är beroende av vilken betydelse LCA för driftskedet får relativt kompletterande åtgärder (solceller), kompenserande åtgärder (CCS avtal) och initial belastning från byggskedet. Den kommer också påverkas av de scenariovärden som läggs in för el och fjärrvärme i driftskedet. Hur påverkar detta de teoretiska resultaten och hur har det påverkat de faktiska besluten?

Flera samhällssektorer vill använda biobaserade material för drivmedel och ersättning för fossila råvaror. Europa ska avveckla fossil energi. Knapphet på biobaserade bränslen kan därmed uppstå och påverka omställningstakten. Denna aspekt ingår inte i LCA-metodiken. Det vore önskvärt med en indikator som också tar hänsyn till systemeffektivitet och resurspåverkan (knapphet) behövs. Ett sådant upplägg ges i IVL-rapporten Resursindex för energi (Fjärrsyn 2011).

3.2.3 Förslag

Tills vidare bör grundstommen för en minskad klimatpåverkan i driftskedet vara en långt driven energieffektivitet. Detta gäller inte minst för nyproduktion där merkostnaden för energieffektiva val är låga jämfört med klimatåtgärder inom andra sektorer. Det är också grunden i EU-kommissionens byggnadsdirektiv. Först när byggnaden säkrats för låga värmeförluster har val av försörjningssystem och dess utformning också en betydelse.

Förslag

1. Fokusera på energieffektivisering. Först när byggnaden säkrats för låga värmeförluster har val av försörjningssystem och dess utformning också betydelse för klimatpåverkan. Skarp målgränsvärdet inom LFM30 för värmeförlusttalet senast 2025.
2. Test av LFM30 metod 2023-2025 för nyproduktion och ROT för byggherrar och fastighetsförvaltare. Ett test dels i form av parameterstudier och dels vad gäller tagna beslut i olika projektskeden ger erfarenhetsunderlag för översyn av metod/kriterier, utbildningsbehov och målgränsvärde framåt. Är den risk som beskrivs i denna utredning, att osäkerheten i LCA-metodiken för driftskedet leder till felaktigt beslut försumbart eller överhängande?
3. LCA metodiken hanterar inte allt, varken biodiversitet eller resursförbrukning. Biobränsle kan förväntas bli en allt mer begränsad resurs. Någon form av resursindikator kan behöva utvecklas, där knapphet och uthållighet beaktas.
4. Om LCA-data även för driftfasen ska ingå i en klimatdeklaration bör deklareringsvärdet för elenergi baseras på den systemgräns som är mest relevant. Det kan vara nordisk elmix, en europeisk elmix eller möjligen elområde SE 4 eftersom effektsituationen inom SE 4 motiverar en metodik som minimerar ytterligare effektbelastning på elsystemet.
5. Driftoptimering och val av försörjningssystem bör baseras på kostnadsanalyser. Kompletterande LCA bör göras med vetskap om de osäkerheter detta ger på mer långsiktiga åtgärder.

Läs mer i den fullständiga rapporten: [Driftskedets klimatpåverkan](#) och dess relation till värmeförlusttalet, (Aton 2023).



4 Referenser

Aton 2022. [Modelltester](#) – mätning av VFT.

<https://aton.se/resources/Modelltester%20för%20mätning%20av%20VFT.pdf>

Aton 2023. [Driftskedets klimatpåverkan](#) och dess relation till värmeförlusttalet.

<https://aton.se/resources/Rapport%20VFT-LCA%202023.pdf>

FEBY 2018. FEBY kriteriedokument, www.feby.se/kriterier.

Fjärrsyn (2011). Resursindex för energi – konsekvensanalys för byggnader med fjärrvärme. Fjärrsyn Rapport 2011:7, IVL B2156, 2011

LFM30 – VFT. <https://lfm30.se/varmeforlusttal-vft/>



5 Bilaga 1

5.1 Strategi för att säkra energieffektiva byggnader under byggprocessen

Bakgrund

För organisationer som följer LFM30 finns ett åtagande om klimatpåverkan från byggprocess och drift, samt att målgränsvärdet FEBY Silver ska klaras för byggnadens värmeförlusttal (VFT). Målet netto noll i klimatpåverkan kommer underlättas om byggnaden från start minimerat sina värmeförluster liksom behovet av el för sin drift. Ett så lågt värmeförlusttal som möjligt är därför en klok strategi. Ett annat skäl är den snabbt förändrade omvärldsbilden där Europa skyndsamt ska avveckla sitt beroende från rysk fossilenergi. Detta ger högre priser på el och bränslen.

Att bygga energieffektivt, dvs påtagligt bättre än BBR och med lågt VFT som en tidig styrindikator, kommer också att vara kostnadseffektivt. Men när krav skärps kan man inte "göra som man alltid har gjort". Erfarenhetsmässigt kommer energiaspektrerna in allt för sent. Det mest kostnadseffektiva upplägget är att redan från start, i skisskedet, skapa bra förutsättningar för energieffektivitet så som byggnadens geometri, vårumsplaceringar och schaktutrymmen. Därtill ökar behovet av uppföljning och kontroll genom hela byggprocessen när kraven skärps.

En checklista på vad som kan förväntas komma ut som resultat från respektive skede och finnas dokumenterat ges under rubriken "B. Vad har gjorts" där också exempel på kontrollpunkter till byggskedet redovisas. Föreslagna punkter under rubriken "A. Vad behöver göras" ska ge stöd i uppstartsmötet för respektive byggskede för projekt där energieffektivitet är ett mål. Lämpliga punkter kan föras in som beställningspunkter för projektgruppens arbete.

Programskede

A. Vad behöver göras?

- ¥ Informera arkitekt och programansvarig/energiansvarig om att:
- ¥ Energieffektivitet är ett uttalat mål och viktig del i klimatstrategin.
- ¥ Ange att alla möjligheter till att uppnå lägre värden bör sökas, dvs kostnadsoptimerade lösningar. Störst påverkan på byggnadens kostnad och energibehov har byggnadens design och den avgörs i programskedet.
- ¥ "Normal verksamhet" och verksamhetstider beskrivs så avvikelser vid mätuppföljningar kan normaliseras och förklaras. Uppskatta aktuella luftflöden och med marginaler.
- ¥ Ange nivå på värmeförlusttal som ska klaras och som ska beräknas. Beräkningsstöd enligt FEBY18 metodik och beräkna VFT parallellt med alternativa skisser på byggnadens layout.
- ¥ Stäm av målvärdet för VFT med beräknat primärenergital och med schablonvärden för VVC, vädring, fastighetsel och eventuella tillskott via solpaneler. Detta ger en budget för värmeenergi och VFT som sen följs upp löpande i processen.
- ¥ Specificera de kontrollpunkter som berör energi och värmeförlusttal i kontrollplanen och som sen ska utvecklas och dokumenteras i systemskedet.

**Checklista. Väsentliga aspekter;**

- ¥ byggnadens formfaktor ($A_{\text{omsl}}/A_{\text{temp}}$) via antal våningsplan och geometri.
- ¥ Fönsterareor, relationen små och stora fönster
- ¥ beakta dagsljuskravet vid fönsterutformningen
- ¥ våtrummens placering (VVC-förluster)
- ¥ täthetskrav fastställs
- ¥ data på ventilationsflöde och verksamhet
- ¥ om komfortvärme med elslingor i golv, se fasta värden enligt sveby.se (1)
- ¥ målvärde för aggregatens verkningsgrad, efter avdrag för praktisk drift (2)

1) 1000 kWh/golv, år. Påslag vid beräkning

2) t.ex 3% för roterande och 5% för motströms växlare

B. Vad har gjorts? (beställarens kontrollfrågor)

- ¥ Har programhandlingen angivit tydliga och uppföljningsbara programkrav för energi, värmeförlusttal och vilka marginaler som ska finnas i respektive skede?
- ¥ Har det i programskedet redovisats hur byggnadens olika systemdelar bidrar till värmeförlusttalet, t.ex. illustrerat enligt effektdiagrammet i resultatrapporten från LFM30-kalkylen (lfm30.energihuskalkyl.se) och har alternativ utformning analyserats för de större posterna?

Systemskede**A. Vad behöver göras?**

- ¥ Energieffektivitet är ett uttalat mål och en viktig del i klimatstrategin.
- ¥ Byggnadens värmeförlusttal ska beräknas utifrån systemskedets alternativa lösningar. Alternativa lösningar för konstruktion, aggregatens placering, dragning av rör och kanaler är en del av systemskedets arbetsprocess. Alla möjligheter till att uppnå bättre värden till lägre kostnad ska sökas.
- ¥ Systembeskrivning för varmvatten, värme, dess rördragning och isolerklass tas fram
- ¥ Specificera de kontrollpunkter som ska tas fram i projekteringskedet (vad, när och hur) och som ska tillämpas i byggskedet.
- ¥ Tydliggör att kommande skeden ska inkludera en energirelaterad riskanalys och att program för energikontroll och mätning ska tas fram, samt omfattning?
- ¥ Energikalkyler, beräknat värmeförlusttal, kontrollprogram för energi, mätprogram, mm läggs i en separat handling – Energi. Följs upp fram till byggbesiktningen.
- ¥ Genomför en riskanalys över svaga punkter i energikalkylen som kan få stor påverkan. Kontrollpunkter för dessa utarbetas vid projekteringen, t.ex. mäta verkningsgrad på aggregaten.
- ¥ Ange hur avvikelser ska hanteras (konsekvenser) i byggskedet.



Checklista. Viktiga systemdelar för energi och värmeförlusttal är;

- ¥ Täthetskrav
- ¥ Fönsterarea och dess U-värde, samt köldbrygga runt fönster.
- ¥ Takets och ytterväggarnas isolervärde.
- ¥ Ventilationsaggregatets verkningsgrad (placering och utrymme för aktuell storlek). Kanaldragningar för kalla luftflöden innanför klimatskärm kan få stora konsekvenser, liksom varma kanaler i kalla utrymmen. Förlusterna ska beaktas i kalkylerna.
- ¥ Köldbryggor, mängdas och skattas med marginaler
- ¥ Systemval, ledningsdragnings och isolerklass för VVC, kyla och värme beskrivs. Förluster beräknas och skattas med marginaler. Schaktets dimensioner jfr isolerklass stäms av.
- ¥ Systemutformning och placering av tilluftens eftervärmare i bostadsbyggnader anges i förekommande fall.
- ¥ Mätplan

B. Vad har gjorts? (beställarens kontrollfrågor)

- ¥ Har valt U-värde i den egna energikalkylen för angiven fönster- och glastyyp identifierats som tillgänglig på marknaden?
- ¥ Om byggnaden har små marginaler för dagsljus kan glasets ljustransmission och max karmbredd specificeras alternativt glasarea.
- ¥ Finns tillräckligt utrymme för aggregat av den storlek som kan krävas för att uppnå den i energikalkylen angivna verkningsgraden?

Projekteringskedje

A. Vad behöver göras?

- ¥ Samtliga relevanta köldbryggor ska beräknas. Alternativa utformningar diskuteras.
- ¥ En kontrollplan skall upprättas, se checklista.
- ¥ Alla energirelaterade handlingar revideras och samlas i en gemensam Bygghandling – Energi.

B. Vad har gjorts? (beställarens kontrollfrågor)

- ¥ Har verkningsgraden för valt aggregat korrigerats för praktisk drift?
- ¥ Har avvikelser från systemhandlingens utformning dokumenterats och konsekvensberäknats vad avser energi och värmeförlusttal?



Checklista kontrollprogram. Denna ska minst inkludera vad som ska göras, hur och vem som ansvarar, samt också ofta när. Bra anvisningar och stöd ges i rapporten; Energiverifikat – uppföljning av energikrav under byggprocessen, Sveby 2009-12-31

(<https://www.sveby.org/wp-content/uploads/2012/01/Energiverifikat-09.pdf>)

se exempel i dokumentets bilaga B, D och F.

I en kontrollplan Energi, bör minst följande punkter ingå:

- ¥ Riskanalys vid projekteringen för upprättad energikalkyl och anpassade kontrollpunkter.
- ¥ Avvikelselista för väsentliga funktionskrav under projekteringskedet.
- ¥ Anvisning för mätverifiering av energitekniska delsystem under byggskedet (täthet, ventilationsflöden, SFP, värme, styrsystem för belysning, ljud från installationer).
- ¥ Drift- och underhållsinstruktioner för VVS- och belysningsystem.
- ¥ Om mätning av värmeförlusttal ska genomföras under första vintersäsongen ska detta anges i mätplanen, liksom aktuell mätperiod. Se även LFM30 Anvisning för mätverifiering av värmeförlusttal. Tidplan för drifttagning av styr- och övervakning kan behöva anpassas.
- ¥ Mätplan med mätare (värme, varmvattenvolym, VVC, fastighetsenergi och verksamhet/hushållsel, innetemperatur) som krävs för att genomföra en normalisering enligt BBR/BEN för byggnadens årsenergianvändning. Observera att en summamätare för hushållsel kan behövas som komplement om en normalisering ska vara möjlig (beställs av nätoperatören). Även mätare för solel från solelinstallation, elvärmare (golvvärme, aggregat eftervärmare, handdukstorkar såvida de inte är timerstyrda, dvs bedöms understiga 3 kWh/m² BOA) kan också behövas. Större delposter av fastighetsenergi som används utanför klimatskärmen bör kunna mätas separat (el till laddningsstolpar, motorvärmare, etc) då dessa inte ger spillvärme.
- ¥ Samtliga mätare ska ha tagits i drift och kopplats till enhet för mätdatainsamling innan slutbesiktning.

5.2 Byggskede

Väsentliga delar i värmeförlusttalet som påverkas i byggskedet ska kontrolleras och dokumenteras, se checklista. Eventuella avvikelser noteras och ger underlag för en reviderad energiberäkning för primärenergital och värmeförlusttal i en relationshandling.

Checklista.

- ¥ Att fönstren har levererats med rätt energiegenskaper (kontroll av leveransdokumentation och stickprovskoll av produkt, energimärkning).
- ¥ Täthetsprovning och eventuella avvikelser.
- ¥ Ventilationsflöden uppmätt vid aggregat och dess temperaturverkningsgrad under vinterperiod (kan innebära en kvardröjande punkt i byggbesiktningsprotokollet).



6 BILAGA 2.

Dokumentering och utvärdering av dokumentet ” Strategi för att säkra energieffektiva byggnader under byggprocessen”.

Svar lämnas senast 14 november, med CC till eje.sandberg@aton.se

Namn: Företag: Deltagit i projektet med:

Besvara de av följande frågor som varit relevanta i pågående byggnadsprojekt. För de byggskedan som redan kan ha passerats och inte haft uttalade mål för energi och värmeförlusttal kanske det ändå går att lite hypotetiskt diskutera hur sådana mål skulle kunna ha påverkat projektet enligt följande punkter, men ange i så fall att detta är en efterhandsdiskussion.

Att dokumentera från **programskedet** i E2B2 -projektet:

1. Har ambitionsnivån ökats i projektet jfr innan, på vilket sätt (numeriska krav, vilka, eller målformuleringar, ange)?
2. Vad har den ökade ambitionsnivån i programskedet resulterat i?
Påverkan på byggnadens utformning (påverkan på dess formfaktor); ja/nej,
3. Motivera nej och ange vad om ja:
4. Har byggnadens uppglasning påverkats? ja/nej,
5. Motivera nej och ange vad om ja:
6. Har isolertjockleken för tak, vägg, golv påverkats av det ställda målen?
7. Har programkravet för byggnadens täthet skärpts?
8. Har programkraven för hur köldbryggor ska hanteras i systemskede och projekteringskede ändrats (anvisningar, krav på kalkylering, etc)?
9. Bifoga en pdf på kalkylresultatet från LFM30-kalkylen (lfm30.energihuskalkyl.se) i programskedet.


Att dokumentera från **systemske**det i E2B2 -projektet:

1. Vad har den ökade ambitionsnivån i programskedet resulterat i? Ange resultatet och diskutera eventuella ändringar jämfört med programskedet.
2. Har programkraven för hur köldbryggor ska hanteras i systemskede skärpts i detta projekt. På vilket sätt och till vilken nytta?
3. Bifoga en pdf på kalkylresultatet från LFM30-kalkylen (lfm30.energihuskalkyl.se) i programskedet.
4. Har strategidokumentet bidragit till nya kontrollpunkter i kontrollprogrammet (eller att de angivits vilka punkter som ska in i kontrollprogrammet).

Att dokumentera från **byggskedet** i E2B2 -projektet:

Vilka avvikelser har noterats jämfört med bygghandling?



 *Runt 35 procent av all energi i Sverige används i bebyggelsen. I forskningsprogrammet E2B2 arbetar forskare och samhällsaktörer tillsammans för att ta fram kunskap och metoder för att effektivisera energianvändningen och utveckla byggandet och boendet i samhället. I den här rapporten kan du läsa om ett av projekten som ingår i programmet.*

E2B2 är Energimyndighetens program där IQ Samhällsbyggnad är koordinators. Läs mer på www.E2B2.se.

