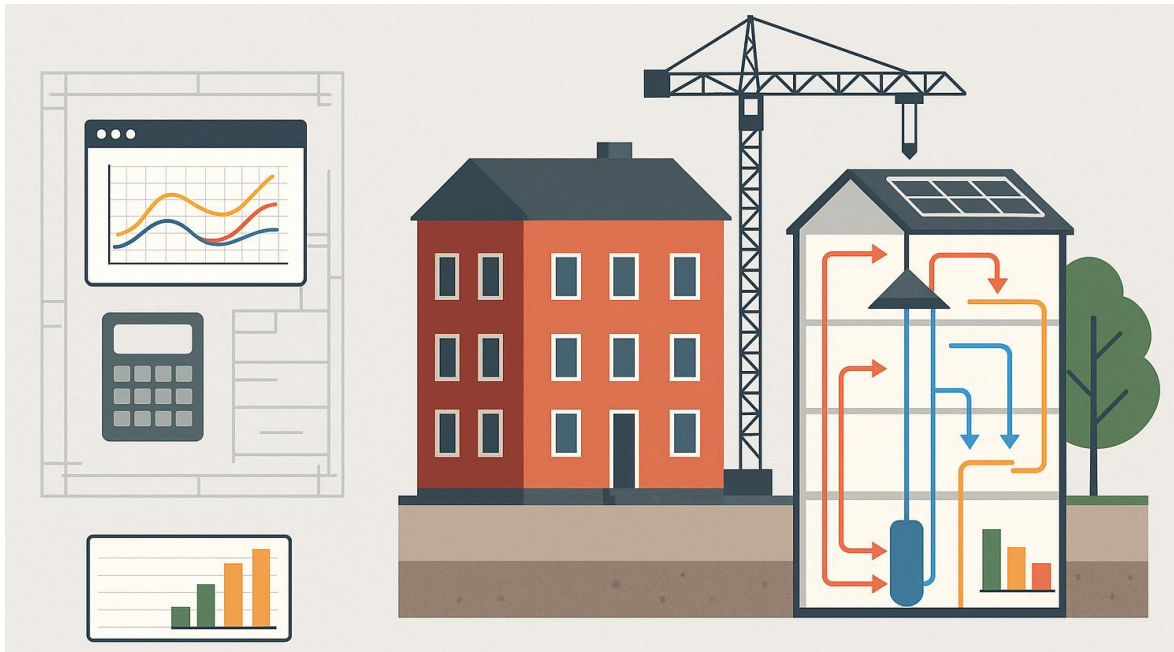




CHALMERS



Skillnader mellan projekterad och faktisk energianvändning i byggnader

Orsaker och lösningar

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Samhällsbyggnadsteknik

Jamie Bengtsson
Albin Sivertsson

INSTITUTIONEN FÖR ARKITEKTUR OCH SAMHÄLLSBYGGNAD
AVDELNINGEN FÖR INSTALLATIONSTEKNIK

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2025

www.chalmers.se

EXAMENSARBETE ACEX20

Skillnader mellan projekterad och faktisk energianvändning i
byggnader
Orsaker och lösningar

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Samhällsbyggnadsteknik

Jamie Bengtsson

Albin Sivertsson

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för installationsteknik

Torbjörn Lindholm

Anders Türschel

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, 2025

Skillnader mellan projekterad och faktisk energianvändning i byggnader

Orsaker och lösningar

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Samhällsbyggnadsteknik

Jamie Bengtsson

Albin Sivertsson

© JAMIE BENGTSSON/ALBIN SIVERTSSON, 2025

Examensarbete ACEX20

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik
Chalmers tekniska högskola 2025

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik
Avdelningen för installationsteknik
Chalmers tekniska högskola
412 96 Göteborg
Telefon: 031-772 10 00

Omslag:

AI-genererad illustration skapad av DALL·E via OpenAI (2025).

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik
Göteborg 2025

Skillnader mellan projekterad och faktisk energianvändning i byggnader

Orsaker och lösningar

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Affärsutveckling och entreprenörskap inom samhällsbyggnadsteknik

Jamie Bengtsson

Albin Sivertsson

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för installationsteknik

Chalmers tekniska högskola

SAMMANFATTNING

Bygg- och fastighetssektorn står i dagsläget för en betydande del av Sveriges totala utsläpp och energianvändning, vilket gör det extra viktigt att arbeta med energioptimering och energieffektivisering. För att leva upp till de energikrav som ställs krävs att byggnaden i drift presterar enligt de energiberäkningar som utförts. Trots detta uppstår det ofta skillnader mellan den projekterade och den faktiska energianvändningen i byggnader. I denna rapport har detta fenomen har valt att benämnas som energigapet.

Syftet med examensarbetet har varit att undersöka de vanligaste orsakerna till att detta energigap uppstår med ett särskilt fokus på hur byggprocessen och de installationstekniska systemen påverkar slutresultatet. Målet med arbetet har varit att ta fram riktlinjer och arbetsätt som kan användas i framtida byggprojekt för att minska skillnaden mellan beräknad och verklig energianvändning.

Arbetet har byggts på tre metoder: en litteraturstudie, kvalitativa intervjuer samt en dataanalys av tre nyproducerade flerbostadshus. Litteraturstudien har analyserat tidigare forskning kring orsakerna till energigapet samt förbättringsförslag. I intervjustudien har personer från olika roller i byggbranschen fått dela med sig av sina erfarenheter och insikter kring energigapet, vilket gett en bred praktisk bild av problemet. Dataanalysen har använts för att konkret jämföra projekterade värden med den faktisk uppmätta energianvändningen och därmed illustrera avvikelsernas omfattning.

Resultaten visar att orsakerna till energigapet kan delas in i tre huvudkategorier: tekniska orsaker, processrelaterade orsaker och drift- och beteendemässiga orsaker. Återkommande faktorer som identifieras är exempelvis brister i energiberäkningar, saknad energisamordning, sen involvering av driftpersonal och otillräcklig uppföljning. Därefter förs en diskussion där resultaten vägs samman och där det presenteras framtida förbättringsåtgärder. Arbetet avslutas med en slutsats där det nämns fyra konkreta rekommendationer till branschen för att minska energigapet.

Nyckelord: Energigap, energiberäkningar, byggprocessen, energianvändning, energideklarationer, specifik energianvändning

Difference between projected and actual energy use in buildings

Causes and solutions

*Degree Project in the Engineering Programme
Business Development and Entrepreneurship*

Jamie Bengtsson
Albin Sivertsson

Department of Architecture and Civil Engineering
Division of Installation technology
Chalmers University of Technology

ABSTRACT

The construction industry currently accounts for a significant portion of Sweden's total emissions and energy usage, making energy optimization and efficiency especially important. To meet the energy requirements in place, buildings must perform according to the calculations made during the planning. Despite these discrepancies often arise between the projected and actual energy usage in buildings which in this report will be referred to as the energy gap.

The purpose of this thesis has been to investigate the most common causes of this energy gap with a particular focus on how the construction process and the technical installations affect the outcome. The goal has been to develop guidelines and methods that can be used in future projects to reduce the difference between calculated and actual energy use.

This study has been based on three methods: a literature review, qualitative semi structured interviews and a data analysis of three newly constructed multi-family housing residential buildings. The literature review analyzed previous research on causes of the energy gap and proposed solutions. In the interviews, individuals from various roles within the construction industry shared their experiences and insights regarding the energy gap and provided a broad practical perspective on the issue. The data analysis was used to concretely compare projected data with actual energy use. Thereby illustrates the extent of deviation.

The results show that the cause of the energy gap can be divided into three main categories: technical issues, process related issues and operational- and behavior related causes. Recurring factors identified include, for example, flaws in energy calculations, late involvement of the operational staff and insufficient follow ups. This is then followed by a discussion that incorporates the results and presents future improvements. The report concludes with a conclusion that outlines four distinct recommendations for the industry to help reduce the energy gap.

Key words: Energy gap, Energy calculations, building process, energy use, energy declaration, specific energy usage.

Innehållsförteckning

| | |
|---|----|
| SAMMANFATTNING | I |
| ABSTRACT..... | II |
| FÖRORD | V |
| BETECKNINGAR | VI |
| 1 INLEDNING..... | 1 |
| 1.1 Bakgrund | 1 |
| 1.2 Syfte | 2 |
| 1.3 Problemformulering | 2 |
| 1.4 Avgränsningar | 2 |
| 2 METOD..... | 3 |
| 2.1 Teori | 3 |
| 2.2 Litteraturstudie | 3 |
| 2.3 Intervjuer | 3 |
| 2.4 Datainsamling..... | 4 |
| 3 TEORI..... | 5 |
| 3.1 Byggnaders energianvändning | 5 |
| 3.2 Byggprocessen och dess påverkan på energiprestanda | 5 |
| 3.2.1 Processens delar | 6 |
| 3.2.2 Involverade parter..... | 6 |
| 3.2.3 Entreprenadformer..... | 7 |
| 3.3 Olika metoder för kvalitetssäkring av energiprestanda | 8 |
| 3.3.1 Avtals- och uppföljningsmetoder | 8 |
| 3.3.2 Certifieringar och vägledningar..... | 8 |
| 3.4 Energiberäkningar och energideklarationer | 9 |
| 3.4.1 Energiberäkningar och energisimuleringar | 10 |
| 3.4.2 Energideklarationer | 10 |
| 4 INSAMLADE UNDERLAG OCH ANALYS..... | 12 |
| 4.1 Litteraturstudie | 12 |
| 4.1.1 Tekniska orsaker | 12 |
| 4.1.2 Processrelaterade orsaker | 13 |
| 4.1.3 Beteende- och driftmässiga orsaker..... | 14 |
| 4.2 Intervjusammanställning | 16 |
| 4.2.1 Bakgrund och verksamhet..... | 17 |
| 4.2.2 Byggprocessen..... | 17 |

| | | |
|-------|---|----|
| 4.2.3 | Energiberäkningar och mätplan..... | 18 |
| 4.2.4 | Miljöcertifieringar och hållbarhetsmål | 21 |
| 4.3 | Datainsamling..... | 22 |
| 4.3.1 | Projekt Alfa | 23 |
| 4.3.2 | Projekt Bravo | 23 |
| 4.3.3 | Projekt Charlie..... | 24 |
| 5 | RESULTAT..... | 25 |
| 5.1 | Literaturstudieresultat..... | 25 |
| 5.1.1 | Orsaker till skillnader mellan projekterad och verklig energianvändning | 25 |
| 5.1.2 | Framtida förbättringsförslag..... | 26 |
| 5.2 | Intervjuresultat | 27 |
| 5.2.1 | Orsaker till skillnader mellan projekterad och verklig energianvändning | 27 |
| 5.2.1 | Framtida förbättringsförslag..... | 29 |
| 5.3 | Datasamlingsresultat | 30 |
| 6 | DISKUSSION..... | 34 |
| 6.1 | Orsaker till energigapet | 34 |
| 6.1.1 | Tekniska orsaker | 34 |
| 6.1.2 | Processrelaterade orsaker | 34 |
| 6.1.3 | Beteende- och Driftmässiga orsaker | 35 |
| 6.2 | Framtida lösningar till energigapet | 36 |
| 6.3 | Diskussion kring dataanalysen | 37 |
| 7 | Slutsats – Rekommendationer till branschen..... | 40 |
| 8 | Svårigheter och förbättringsmöjligheter..... | 40 |
| 9 | Vidare undersökning..... | 41 |
| | REFERENSER..... | 42 |
| | BILAGOR..... | 45 |

FÖRORD

Detta examensarbete har utförts på Chalmers tekniska högskola i samarbete med konsultföretaget GICON. Vi vill tacka alla på GICON för ett trevligt bemötande och givande diskussioner. Ett särskilt tack riktas till våra handledare Göran Andersson och Kristina Nilsson på GICON för deras värdefulla stöd och vägledning genom hela arbetet. Vi vill även skicka ett stort tack till alla som deltagit under intervjuerna och bidragit med insikter på annat sätt under arbetets gång. Till sist vill vi tacka Anders Trüschel och Torbjörn Lindholm på Chalmers tekniska högskola för deras hjälp och handledning.

Göteborg, juni 2025

Jamie Bengtsson
Albin Sivertsson

BETECKNINGAR

| | |
|------------------------------|---|
| A_{temp} [m ²] | Arean avsedd att värmas till 10°C |
| NNE-byggnader | Nära-Noll-Energi byggnader |
| BBR | Boverkets byggregler |
| BEN | Boverkets författningar om fastställande av byggnadens energianvändning vid normalt brukande och ett normalår |
| Energiavtal 21 | Avsett att användas i totalentreprenader där parterna avtalat om att tillämpa ABT 06 samt Svebys standard för överenskommelse om energianvändning |
| VVC | Varmvattencirkulation |
| FTX-system | Ventilationssystem med värmeåtervinning |
| COP | Ett mått på en värmepumps prestanda |
| DUT | Dimensionerande utetemperaturer |
| Sveby | Branschorganisation som står för Standardisera och verifiera energiprestanda i byggnader |
| Lågenergihus | Byggnader som använder mindre energi vad byggnormen kräver |
| Geoenergi | Energi som lagras i mark, berg och grundvatten |
| Spetsvärme | Den extra värme som behöver tillföras till en byggnad vid höga effektbehov |
| PBL | Plan- och bygglagen, Boverket |

1 INLEDNING

1.1 Bakgrund

Klimatomställningen är ett ämne som blir allt viktigare i dagens samhälle med de globala uppvärmningarna och de konsekvenser som medföljer. År 2017 antog Sverige ett klimatpolitiskt ramverk som ska verka för att minska utsläppen till netto noll till år 2045, vilket innebär en utsläppsminskning med 85% (Naturvårdsverket, 2024a) från året 1990. Detta ramverk innehåller en klimatlag, ett klimat råd och klimatmål som alla ska hjälpa Sverige uppnå de satta målen. Det sattes även upp etappmål under åren 2020, 2030 och 2040 där utsläppen bör vara lägre än 40%, 63% och 75% respektive jämfört med utsläppen från år 1990. Utöver de svenska målen finns även EU:s egna klimatmål där man i juni år 2021, fastslog att unionen ska vara klimatneutralt till år 2050 (Naturvårdsverket, 2024b).

Under år 2022 stod bygg- och fastighetsbranschen för 22,1% av hela Sveriges utsläpp, vilket i koldioxidekvivalenter är ca 10,8 miljoner ton. Då byggbranschen är en stor faktor till utsläppen i Sverige kommer det innebära att branschen som helhet kommer att behöva agera för att minska sina utsläpp så att Sverige i sin tur ska klara sina mål. År 2022 stod uppvärmning för 28% av byggsektorns totala utsläpp vilket är 3 024 000 ton koldioxidekvivalenter (Boverket, 2025a).

Utöver byggsektorns stora bidraga till utsläppen, står den även för en stor del av energianvändningen. Sektorn använder 102 TWh vilket är 34% av den totala energianvändningen, av dessa var 71 TWh från förnybara energikällor, 31 TWh från fossil energi och 6 TWh kärnkraft. Enligt Boverket (2025b) har sektorn mellan åren 2008–2022 ökat sin energianvändning med 11% medan Sverige totalt sett minskat sin energianvändning med 8% vilket är en negativ utveckling mot den målbild som är satt. Av de delar som energin fördelas över är uppvärmning den stora konsumenten med 77% av den totala energianvändningen. Renovering, till- och ombyggnad står för 8%, nybyggnad står för 6% och fastighetsförvaltning utgör de sista 9%.

På grund av att en ansenlig del av den konsumerade energin inom sektorn kommer från fossila energikällor har det lett till ökade krav på energieffektiva lösningar. Genom åren har skarpere energikrav och en ökad andel förnybar energi bidragit till att minska klimatpåverkan. En viktig utmaning är därmed att säkerställa byggnadens faktiska energiprestanda, eftersom det i praktiken visar det sig ofta att vara en skillnad mellan den projekterade och den verkliga energianvändningen. Skillnaden mellan dessa kommer i rapporten benämnas som byggnadens energigap.

1.2 Syfte

Syftet med examensarbetet är att undersöka varför det uppstår skillnader mellan den projekterade och den verkliga energianvändningen i byggnader, med ett särskilt fokus på byggprocessen och de installationstekniska systemen. Genom att analysera avvikelser som uppstår under projekteringen och vid genomförandet av byggprojekt, vill vi förstå hur dessa påverkar byggnaders energieffektivitet och hållbarhet. Målet är att ta fram arbetssätt och riktlinjer som kan bidra till att minska energigapet i framtida byggprojekt.

1.3 Problemformulering

Vilka är de vanligaste avvikelserna mellan projekterad och verklig energianvändning i byggnader, särskilt med avseende på de installationstekniska systemen och byggprocessen? Hur och vart uppstår dessa skillnader under byggprocessen och vilka faktorer påverkar dem? På vilket sätt kan en ökad förståelse för orsakerna till energiprestandaavvikelser bidra till mer energieffektiva och hållbara byggnader?

1.4 Avgränsningar

Examensarbetet begränsas till ett antal djupgående analyser, främst på grund av tidsbegränsningen. Tillgången till viss information, såsom energiberäkningar och energideklarationer begränsas av sekretess vilket påverkar möjligheten till fullständiga analyser. Eftersom området är mycket brett leder detta till att det blir svårt att fördjupa sig i mycket detaljer.

2 METOD

Metoden är uppdelat i fyra delar: En teoridel, en litteraturstudie, intervjuer med experter inom energi och en datainsamlingsdel.

2.1 Teori

Syftet med teoridelen är att ge en övergripande bakgrund till byggnaders energianvändning och hur olika delar av byggprocessen och installationstekniska system påverkar energiprestandan. Detta för att skapa en grundläggande förståelse kring ämnesområdet och fungera som en inramning till det fortsatta arbetet. Detta används sedan som stöd för att tolka resultaten från litteraturstudien, intervjuerna och dataanalysen.

2.2 Litteraturstudie

Syftet med litteraturstudien är att analysera och sammanställa befintlig forskning och andra relevanta källor inom ämnet. I materialet söks det efter studier som behandlar faktorer som påverkar energianvändningen, exempel på vanligt förekommande brister, samt metoder för att upptäcka eller minska avvikelser.

Relevansen på underlaget bedöms utifrån hur aktuellt det är, dess koppling till byggnader i svensk eller liknande kontext samt om källan är granskad och vetenskapligt baserad eller utgiven av en trovärdig aktör som exempelvis myndigheter, forskningsinstitut eller relevanta branschorganisationer.

Litteraturstudien fungerar därmed som ett teoretiskt ramverk för att skapa en förståelse för problemet och ligger till grund för jämförelse analysen av det insamlade materialet från intervjuerna och projektdatan.

2.3 Intervjuer

Syftet med intervjuerna är att samla in perspektiv och kunskap från olika roller i byggprocessen i syfte att få en bredare förståelse för energigapet. Intervjuerna blir kvalitativa intervjuer där frågorna delades in under sex teman: Bakgrund och verksamhet, Miljöcertifieringar, Byggprocessen, Energiberäkningar och mätning, Orsaker till skillnader mellan projekterad och verklig energianvändning, samt Framtida förbättringsmöjligheter (se bilaga 12). För att möjliggöra förberedelser skickades frågorna ut i förväg tillsammans med inbjudan till intervjun.

Samtliga intervjuer spelades in med hjälp av röstmemo och transkriberades därefter med Chalmers AI transkriberingsverktyg. Varje intervju sammanställdes först individuellt innan en gemensam analys genomfördes som går att finnas under resultatkapitlet. Den gemensamma analysen utgör också ett centralt underlag för den avslutande diskussionen i rapporten.

För att säkerställa anonymitet har alla intervjudeltagare tilldelats ett nummer, där dessa anonymiserade svar behandlas konfidentiellt. Anledningen till att intervjuerna hålls anonyma är för att intervjudeltagarna fritt ska kunna dela med sig av insikter utan känna sig begränsade

i sina uttalanden. Intervjuerna har även en viktig funktion för att skapa en röd tråd genom hela arbetet eftersom de relateras till teorikapitlet, litteraturstudien och datainsamlingsanalysen.

2.4 Datainsamling

Datainsamlingen genomförs genom att jämföra data från olika projekt i syfte att kunna sätta intervjuerna och litteraturstudien i perspektiv. Projekten kommer hållas anonyma i syfte att inte hänga ut någon utan att endast hålla det objektivt. Den data som analyseras kommer att tas från initiala energiberäkningar samt offentliga energideklARATIONER hämtat från Boverket energideklarationsregister. För att sammanställa datan kommer Microsoft Excel användas för att därefter presenteras i grafer och diagram under resultatet, där projekten kommer att jämföras med varandra.

3 TEORI

Teoridelen ger en översiktlig bakgrund till energianvändning i byggnader och relaterade faktorer inför den kommande analysen.

3.1 Byggnaders energianvändning

Enligt Boverket avser energianvändningen i en byggnad den mängd energi som behöver tillföras till byggnaden för att säkerställa ett normalt brukande under ett normalår. Den omfattar energi som används för uppvärmning, tappvarmvatten, komfortkyla samt fastighetsel. Energi som används av boende eller verksamhet såsom hushållsel i bostäder och verksamhetsel i lokaler räknas däremot inte in i byggnadens energianvändning. Dessa energiformer klassificeras istället som hushållsenergi respektive verksamhetsenergi (Boverket, 2022).

Byggnadens energianvändning påverkas av en del olika faktorer som varierar från projekt till projekt. Till att börja med så är klimatzon och väderförhållanden en betydelsefull faktor då temperaturvariationer kan förändra behovet av uppvärmning och komfortkyla. Vanligtvis så används ett så kallat "normalår" som underlag i energiberäkningar vilket är ett genomsnitt av väderdata (SMHI, 2024).

Även byggnadens tekniska egenskaper och brukarbeteende spelar en avgörande roll för den totala energianvändningen. Faktorer som isoleringsförmåga, lufttäthet, fönsterkvalitet, köldbryggor och byggnadens form påverkar hur mycket energi som krävs för att uppnå och bibehålla det bestämda inomhusklimatet. Exempelvis så kan välisolerade byggnadsdelar och energieffektiva fönster bidra till att minska värmeförluster och därmed energibehovet (Boverket, 2020).

Samtidigt har brukarbeteende, det vill säga hur byggnadens användare agerar i praktiken, en stor inverkan på den verkliga energianvändningen. Val av inomhustemperatur, vädringsvanor, användning av varmvatten etcetera, kommer att påverka energiförbrukningen på ett sätt som ofta skiljer sig från de schablonvärden som används i projekteringsskedet. Detta kan leda till avvikelser trots att byggnadens tekniska lösningar i sig är väl utformade (Boverket, 2009).

Utöver detta har även de installationstekniska systemen en inverkan på den totala energianvändningen. Hit räknas system för uppvärmning, komfortkyla, ventilation, tappvarmvatten, fast installerad belysning, fastighetsautomation och tillhörande reglering, elproduktion i byggnaden eller på dess tillhörande reglering eller en kombination därav, inklusive sådana system som utnyttjar energi från förnybara energikällor. Dessa system reglerar inomhusklimatet och bidrar till komfort men har samtidigt en direkt påverkan på hur mycket energi som förbrukas i drift (Boverket, 2024).

3.2 Byggprocessen och dess påverkan på energiprestanda

Nedan beskrivs de olika skedena i byggprocessen och vad som pågår, hur de fungerar samt de personer som är involverade samt vilka avtal som vanligtvis används mellan de olika parterna.

3.2.1 Processens delar

Förstudie är den första delen i byggprocessen där en byggherre vill bygga eller anlägga något med frågeställningar som: vad ska byggas? Vart ska det byggas? Hur ser behovet ut? Utöver svaren på dessa frågor sätts även ramar för ekonomi, funktion, tekniska egenskaper, legala förutsättningar och miljöhänsyn som behöver beskrivas översiktligt samt visioner och målsättningar formuleras. Det är här som det är viktigt att ta detaljplanen i hänsyn, då ifall det som byggherren vill uppföra innebär en ändring eller upphävning av detaljplanen kan ett planbesked sökas hos kommunen (Boverket, 2021).

Nästa del är programskedet där mer precisa krav och mål sätts på byggnadsverket utifrån samhällets- och byggherrens krav. Dessa beskrivs sedan i programhandlingar som därefter används för att välja vilken typ av entreprenad som kommer användas under projektet (Boverket, 2021).

Efter programskedet kommer projekteringen där det nu börjar bli mer verkligt. Man jobbar med gestaltning, utformning och utredning där alternativa skisser och lösningar tas fram och jämförs. Därefter väljer byggherren vilken eller vilka idéer som denne vill gå vidare med. Sedan görs en systemprojektering där handlingar för byggnads-, konstruktions- och installationsritningar med mera tas fram för att kunna samordnas och se till att de uppfyller PBL:s och byggherrens krav. Vanligtvis söks även bygglov i detta skede och som förberedelse till det kommande startbeskedet kan det vara flera tekniska handlingar som tas fram och en detaljprojektering görs (Boverket, 2021).

Efter att kommunen beviljat det sökta bygglovet och startbeskedet är lämnat kan produktionen sätta i gång. Bygget ska följa de ritningar och anvisningar som togs fram under projekteringen lämnades in för bygglov och sist när kommunen lämnat slutbesked avslutas byggskedet och byggnaden sätts i bruk där förvaltningen tar vid (Boverket, 2021).

3.2.2 Involverade parter

Nedan presenteras de vanligaste aktörerna i byggprocessen, vad deras roll innebär samt vart i processen de involveras.

Byggherre

Byggherren som vanligtvis är beställare kan vara en person, ett företag, en organisation eller en myndighet som har ett behov att uppföra ett byggnadsverk och blir är den som initierar och organiserar byggprojektet. Byggherren behöver ofta ta hjälp av en projektledare som planerar och leder byggprojektet från start till slut men byggherren är den som tar de stora besluten av de förslag som presenteras av projektledaren. Framför allt gäller de hur projektet ska utformas med avseende på till exempel utseende, standard, kvalitet, miljökrav med mera. Det är byggherren som bestämmer vilka resurser såsom entreprenörer, konsulter och liknande som ska anskaffas till projektet, när de olika aktiviteterna ska startas och avslutas och vilka ekonomiska krav som ska gälla. I de flesta fall kommer byggherren vara den som i slutändan vara ägaren av den färdiga byggnaden (Nordstrand, 2007, s.54).

Konsult

Konsulter är experter som utför olika slags uppdrag inom nästan alla skeden i byggprocessen mot en ersättning. Oftast rör det sig om utrednings-, program- och projekteringsuppdrag men kan även vara involverade i ledning, planering, kalkyler, kontroller och besiktningar. Vid

stora och komplicerade projekt kommer det behövas många olika personer medan vid mindre projekt kan det krävas ett mindre antal personer. Exempel på konsulter kan vara projektledaren som hjälper byggherren genom processen. Geotekniker och markkonsulter, arkitekter, byggnadskonstruktörer, VVS-konstruktörer och EI-konstruktörer kan alla vara involverade i olika delar av byggprocessen (Nordstrand, 2007, s.80–82).

Entreprenör

Beställaren/byggherren har vanligtvis ett direktavtal med byggentreprenören som är den som utför majoriteten av byggproduktionen. Andra entreprenörgrupper inom husbyggnadsbranschen kan vara VVS- och elinstallatörer och måleri företag som i större projekt (totalentreprenad eller generalentreprenad) har ett avtal med byggentreprenören. För de mindre projekten har de blivit anställda direkt av byggherren. (Nordstrand, 2007, s.151).

3.2.3 Entreprenadformer

Nedan beskrivs kort de vanligaste entreprenadformerna samt hur avtalen och samarbetet mellan de olika parterna fungerar.

Utförande entreprenad

Vid en utförandeentreprenad står byggherren, tillsammans med konsulter, för att ta fram de färdiga bygghandlingarna och därefter anställs entreprenörer för att utföra produktionen enligt de givna bygghandlingarna (Nordstrand, 2007, s.137). Byggherren kommer då ha avtal med samtliga entreprenörer i projektet och de avtal som oftast tillämpas är AB 04 (Nordstrand, 2007, s.202).

Totalentreprenad

Vid en totalentreprenad kommer byggherren/beställaren låta en totalentreprenör projektera och genomföra hela byggprojektet. Vid en, så kallad, ”renodlad” totalentreprenad sätter byggherren/beställaren upp ett byggnadsprogram för att specificera de funktions-, standard- och andra krav som ska ställas på den färdiga byggnaden. Ifall byggherren/beställaren även har önskemål om utformning eller/och andra egenskaper som objektet skall ha kan denne beskriva detta i en rambeskrivning. Här har totalentreprenören ett funktionskrav vilket innebär att denne har krav att det färdiga objektet skall uppfylla de krav som byggherren/beställaren gav i byggnadsprogrammet, med andra ord, objektet ska uppfylla sin funktion för de ändamål som var givet (Nordstrand, 2007, s.137). De kontrakt som står skrivet mellan byggherren/beställaren och totalentreprenören är ABT 06 som är utarbetat av BKK (Byggandets kontraktkommitté) för att passa totalentreprenader (Nordstrand, 2007, s.202).

Generalentreprenad

Under en generalentreprenad tas ett förfrågningsunderlag fram av beställaren som ska omfatta hela projektet. Den entreprenör som sedan får uppdraget kommer kallas generalentreprenör och då ansvara för hela byggskedet. Beställaren kommer då endast ha ett avtal med generalentreprenören som i sin tur har underentreprenörer vilket gör att samordningsansvaret ligger hos generalentreprenören. Det finns även samordnad generalentreprenad som innebär att beställaren först handlar upp entreprenörer men sedan kommer en generalentreprenör som tar över avtalet med entreprenörerna som då kommer vara underentreprenörer till generalentreprenören under byggtiden. Detta gör att beställaren/byggherren kan bestämma vilka entreprenörer som kommer vara delaktiga under byggproduktionen (Nordstrand, 2007, s.137). Mellan byggherren/beställaren och generalentreprenören är det oftast skrivet ABT 06,

likt totalentreprenörer, och sedan mellan general- och underentreprenörer är det skrivet AB 04 (Nordstrand, 2007, s.202).

3.3 Olika metoder för kvalitetssäkring av energiprestanda

För att minska energigapet i byggnader finns det i dagsläget flera standardiserade metoder och certifieringar som kan användas för att kvalitetssäkra energiprestandan genom hela byggprocessen. Dessa verktyg syftar till att tydliggöra ansvar, mäta prestanda och följa upp energikrav med hjälp av strukturerade avtal och verifierbara mål. Samtliga metoder och certifieringar utgår från att kraven i BBR uppfylls, speciellt gällande byggnadens primärenergital och specifik energianvändning. BBR fungerar därmed som en referenspunkt för samtliga kvalitetssäkringsmetoder (Boverket, 2022). Nedan beskrivs endast några av de mest använda verktygen uppdelade i två kategorier.

3.3.1 Avtals- och uppföljningsmetoder

Till att börja med har Sveby tagit fram en branschstandard för beräkning, mätning och verifiering av byggnaders energiprestanda. I totalentreprenader används det så kallade ”Energiavtal 21” som bilaga till entreprenadavtal enligt ABT 06, för att reglera hur energiprestanda ska hanteras och följas upp (Sveby, 2021).

Energiavtal 21 fastställer specifika energiprestandakrav för byggnaden där det är möjligt att ange olika krav för år ett respektive efterföljande år, då högre energiåtgång kan uppstå i början på grund av till exempel uttorkning och injustering. Avtalet har även mätanvisningar för hur byggnadens energianvändning ska utföras och ska pågå i upp till 36 månader efter att byggnaden tagits i bruk (Sveby, 2021).

Det är dessutom givet i avtalet att ifall den uppmätt energiprestanda överskrider det som är beslutat uppstår ett ”energiprestandafel”, vilket entreprenören ansvarar för att åtgärda ifall det inte kan bevisas att orsaken ligger hos beställaren eller att felet beror på onormalt brukande. I sådant fall ska ett energivite betalas enligt överenskommen ersättning per överskriden kWh. Utöver detta anger avtalet mer om vilka energivärden som ska uppnås, hur de ska verifieras samt ansvarsfördelning mellan beställare och entreprenör (Sveby, 2021).

Även ByggaE har en metod för kvalitetssäkring av byggnaders energiprestanda med fokus på att hantera så kallade ”kritiska moment” under hela byggprocessen. Genom checklistor, rollfördelning och systematisk uppföljning skapas bättre förutsättningar att uppnå de energikrav som ställs och minska skillnaden mellan beräknad och faktisk energianvändning (Lane & Gustavsson, 2018).

3.3.2 Certifieringar och vägledningar

Ett annat verktyg för att säkra uppföljning av energiprestanda och miljö kvalitet i byggprojekt är Miljöbyggnad vilket är ett svenskt certifieringssystem framtaget av SGBC (Sweden Green Building Council). Till skillnad från tidigare nämnda metoder som används främst inom byggentreprenad och vid kvalitetssäkring av energiprestanda är Miljöbyggnad en tredjepartsgranskad certifiering som omfattar hela byggnadens miljöegenskaper och används för att visa att dessa uppfyller fastställda kriterier (SGBC, 2020).

Miljöbyggnad bygger på upp till 16 indikatorer inom områdena energi, inomhusmiljö och material där indikatorerna kan vara: byggnadens energianvändning, andel förnybar energi, ventilation, termiskt klimat och dagsljus. Betygsättningen sker enligt tre nivåer: brons, silver och guld, där brons motsvarar en uppfyllelse av gällande byggregler medan de högre nivåerna förutsätter en förbättrad prestanda. Denna certifieringsprocess sker i två steg där det först genomförs en preliminär certifiering baserad på projekteringshandlingar. Därefter genomförs en verifiering inom tre år efter att byggnaden tagits i drift för att säkerställa att faktisk prestanda överensstämmer med projekterad (SGBC, 2020).

Miljöbyggnad omfattar endast det som fastighetsägaren kan påverka. Detta innebär att certifieringen fokuserar på byggnadens förutsättningar för god energiprestanda och miljö, snarare än hyresgäststyrt brukande (SGBC, 2020).

Utöver Miljöbyggnad används även internationella certifieringssystem som BREEAM-SE och LEED för att bedöma och kvalitetssäkra byggnaders miljöprestanda. Dessa system fungerar som kompletterande verktyg till svenska standarder och erbjuder särskilt värde i projekt med internationell inriktning och höga hållbarhetsmål.

BREEAM-SE är den svenska versionen av det brittiska miljöcertifieringssystemet BREEAM (BRE Environmental Assessment Method), som sedan år 1990 har certifierat över 500 000 byggnader globalt. Systemet administreras av SGBC, där den nuvarande versionen är BREEAM-SE v6.0. Certifieringen bedömer byggnadens miljöprestanda inom områden som energianvändning, inomhusklimat, materialval, vattenhushållning och avfallshantering, där poäng delas ut inom varje område och summeras till en totalbetygsskala som sträcker sig från ”Pass till Outstanding” (SGBC, 2023)

LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) lanserades år 1998 och är idag anpassat till en mängd olika projekt. Allt från byggnader och stadsdelar till hela städer. LEED-certifieringen baseras också på poäng inom kategorier som energieffektivitet, vattenförbrukning, inomhusmiljö, materialval och avfallshantering och certifieringen sker i fyra nivåer: ”Certified, Silver, Gold och Platinum”, där särskilt fokus ligger på åtgärder som minskar klimatpåverkan (SGBC, u.å).

Utöver certifieringssystem så finns det även nationella initiativ som främjar energieffektivt byggande. Exempelvis är ”LÅGAN” (Program för byggnader med mycket låg energianvändning) ett program sedan år 2010, som syftar till att stimulera ny- och ombyggnation av byggnader med mycket låg energianvändning. LÅGAN är ett samarbete mellan Energimyndigheten, Byggföretagen, Boverket, SBUF, byggtreprenörer, byggherrar och konsulter. Programmet fokuserar på att synliggöra en nationell marknad för lågenergibyggnader samt bidra till ett brett utbud av leverantörer för produkter och tjänster. Det förväntade resultat av programmet inkluderar att det ska vara naturligt för byggsektorns aktörer att bygga lågenergihus enligt den inriktning som drivits och med de stödverktyg som utvecklats i programmet (LÅGAN, u.å).

3.4 Energiberäkningar och energideklarationer

För att kunna bedöma byggnaders energieffektivitet används i dagsläget olika metoder som energiberäkningar, energideklarationer och energisimuleringar. Dessa metoder är viktiga både för att kunna säkerställa byggnaders energiprestanda under projekteringsfasen och driftsfasen och utgör även en grund för certifieringar och ekonomiska incitament såsom gröna bolån.

3.4.1 Energiberäkningar och energisimuleringar

En energiberäkning eller även så kallade energibalansberäkning, utförs vanligtvis under projekteringsskedet och är en beräknad uppskattning på hur mycket energi en byggnad förväntas förbruka under ett år. Dessa beräkningar är ett krav enligt BBR och ligger till grund för att kunna påvisa att byggnaden uppfyller de satta energikraven (Boverket, 2022).

Energiberäkningarna baseras på en del antaganden och är direkt kopplade till BBR:s krav på energihushållning, där byggnadens primärenergital, energianvändning per kvadratmeter A_{temp} , samt installerad eleffekt för värmesystem är centrala mått i beräkningen. Kraven för dessa beräkningar specificeras ytterligare i Boverkets föreskrifter om energihushållning, BEN, där metod och indata för beräkningen regleras mer detaljerat. Exempelvis innehåller BEN instruktioner om hur primärenergital ska beräknas, vilken klimatdata som ska användas samt vilka schabloner som gäller för internlast och användarbeteende. Syftet med reglerna är därmed att skapa en enhetlig och rättvis jämförelse mellan olika byggnader utan hänsyn till geografisk plats eller användning (Boverket, 2025c).

För att genomföra energiberäkningar används ofta simuleringsprogramvara som kan möjliggöra mer detaljerade analyser. Ett vanligt verktyg inom branschen är IDA ICE (Indoor Climate and Energy). Programmet används för multizon-simulering av byggnaders energianvändning och inomhusklimat över tid och gör det möjligt att modellera upp byggnadsscenarioer med anpassningsbara indata för exempelvis klimatzoner, systemlösningar och materialegenskaper. Enligt utvecklarerna för programmet, EQUA Simulation AB, har IDA ICE i flera fall visat en god överensstämmelse mellan det simulerade resultatet och det uppmätta från verkliga byggnader, vilket stärker programvarans pålitlighet i projekteringsskedet och kan ses som ett användbart hjälpmedel för att säkerställa att byggnader uppfyller energikraven (EQUA Simulation AB, u.å.).

3.4.2 Energideklarationer

Energideklarationer är ett dokument med uppgifter om hur mycket energi som byggnaden använder under drift. Energideklarationen är bland annat till för den som ska köpa eller hyra en bostad, där syftet är att ge information om byggnadens faktiska energianvändning, energiklass samt förbättringsförslag för att minska energiförbrukningen. Deklarationen bygger på uppmätt mätdata från tidigare driftår och kompletteras därmed energiberäkningarnas teoretiska uppskattningar (Boverket, 2025d).

I dagsläget är det ett lagkrav att det finns en energideklaration för byggnader enligt vissa bestämmelser. Deklarationen får endast upprättas av en certifierad energiexpert på uppdrag av byggnadsägaren och måste upprättas inom två år från att byggnaden tagits i bruk. Från och med utfärdandedatumet är energideklarationen giltig i tio år så länge inte betydelsefulla renoveringar eller förändringar sker som påverkar byggnadens energiprestanda, där det krävs en ny deklARATION (Boverket, 2025e).

Byggnader kan klassificeras i en energiklass som dessutom anges i deklARATIONEN. Byggnadens energiklass baseras på en skala från A till G, där A representerar mycket låg energianvändning och G mycket hög. Skalan baseras på primärenergitalet som beräknas utifrån byggnadens uppmätta energianvändning justerat med faktorer som tar hänsyn till energislagets miljöpåverkan, geografisk klimatzon samt byggnadens typ och användning. Ett

lägre primärenergital ger därmed en bättre energiklass. Utöver energiklass innehåller deklARATIONEN även rekommendationer om åtgärder för att förbättra energiprestandan. Dessa åtgärder kan vara vägledande för fastighetsägare vid framtida energieffektiviseringsåtgärder (Boverket, 2025d).

För att få ett slutbesked för en byggnad måste byggnaden nå energikraven. Om det sen skulle visa sig att byggnaden inte klarar de ställda kraven, oavsett om verifieringen av kraven är gjorda med beräknade- eller uppmätta värden är det upp till byggnadsnämnden att göra en bedömning ifall skillnaderna är försumbara eller om det behövs rättas till. I det fall att byggnadsnämnden gör avvägningen att skillnaden är för stor och felet bör rättas till för att kunna få ett slutbesked och därmed sätta byggnaden i bruk kan byggnadsnämnden ålägga byggherren att vidta åtgärder för att uppfylla kraven (Boverket, 2020b).

Ett relativt nytt inslag inom fastighetssektorn är gröna bolån, där banker erbjuder en lägre ränta för bostäder med en bra energiprestanda. Syftet med gröna bolån är att främja hållbart byggande och minska klimatpåverkan och har därmed blivit ett motiv till att sträva efter en hög energiprestanda för både nyproduktion och för att renovera befintliga byggnader. Energiklass A eller B enligt energideklARATIONEN är vanligtvis ett krav för att kvalificera sig för ett grönt bolån (Boverket, 2025f).

4 INSAMLADE UNDERLAG OCH ANALYS

4.1 Litteraturstudie

Forskningen pekar på att det finns många olika orsaker till att det uppstår en skillnad mellan verkliga och projekterade energianvändningar i alla olika sorters byggnader. De Wilde (2014) menar att de kan delas in i tre huvudkategorier: Designstadiet, Konstruktionsstadiet (även inkluderat överlämningen) samt Användandet av byggnaden. Han fortsätter och påpekar att dessa kan uppkomma i kombinationer med varandra och att de, enligt rapporter, kan uppgå till två och en halv gånger den projekterade energianvändningen. Med De Wildes kategoriuppdelning i åtanke, kommer analysen kring orsakerna nedan att delas upp i underrubrikerna: Tekniska orsaker, Processrelaterade orsaker och Användar- och Driftrelaterade orsaker.

Kempe och Kurkinen (2024) har, i rapporten Ändrade arbetssätt för att minska energigapet i nya flerbostadshus, tagit fram vägledningar för olika discipliner där de utgår ifrån ett energieffektivt hus, i Stockholmsområdet, som använder 60 kWh/m², år. De fortsätter med att i dagens flerbostadshus blir detaljerna viktiga för att erhålla en mycket låg energianvändning. Rapporten byggs på att de hade under hösten 2023 fått synpunkter om att det uppstår en avvikelse mellan den projekterade- och verkliga energianvändningen, som exempel hade en representant från Svenska Bostäder i Stockholm upplyst att hälften av deras nyproducerade flerbostadshus som hade mål att nå Energiklass B endast nådde Energiklass D, vilket ligger under kravet på nyproducerade byggnader. Även representanter från ÖBO, Örebro samt Förvaltnings AB Framtiden, Göteborg menade att deras nyproducerade flerbostadshus hade stora energigap när de satts i drift.

4.1.1 Tekniska orsaker

En central orsak till energigapet är de tekniska brister som uppstår under projektering, installation och driftsättning. Dessa orsaker är oftast direkt kopplade till hur energiberäkningarna genomförs och hur de installationstekniska systemen implementeras. De Wilde (2014) menar att flera av de nya komponenterna som används blir alltmer komplexa, vilket leder till att kontrollerna för dessa blir mer komplicerade. Många blir även mer beroende av mjukvaror som kräver uppdateringar och underhåll vilket i sin tur leder till mer komplexitet i systemen. Kopplat till teoridelen så bygger energisimuleringsprogrammen på antaganden och beräkningar som görs. De Wilde (2014) påpekar att, för att simuleringsprogrammen ska kunna fungera som tänkt krävs det att användarna har rätt utbildning och kunskap. En bristande kompetens kan leda till felaktiga antaganden eller slutsatser. Utan förmågan att göra rimlighetskontroller av resultatet finns det en risk att dessa brister bidrar till energigapet senare i processen.

Även Kempe och Kurkinen (2024) menar också att det behövs ändringar i arbetssätt och bättre samarbete mellan de tekniska konsulterna och arkitekterna för att minska energigapet. De fortsätter påpeka att det är viktigt för fastighetsägaren/byggherren redan i ett tidigt skede att styra projektet åt ett arbetssätt som främjar erfarenhetsåterföring. Vid varje projekt är det viktigt att analysera energigapet för att minska i det pågående projektet samt lägga en förutsättning för att kunna göra det i nästa. Kempe och Kurkinen (2024) menar att deras vägledningar som tas upp i rapporten betonar vikten av att kunna mäta och verifiera energianvändningen för de olika delsystemen genom hela processen för att då kunna minska energigapet. De nämner specifika exempel på hur det kan bli fel om man inte samarbetar på

ett bra och effektivt sätt. VV/VVC förluster är en av dessa där beställaren måste kunna säkerställa i tidigt skede att det är möjligt för arkitekten och den tekniska konsulten som utför beräkningarna att samarbeta. För att säkerställa den rätta mängden ledningar menar Kempe och Kurkinen (2024) att ledningslängden bör beräknas redan när arkitekten har tagit fram ett första utkast. Om beräkningen visar förluster på 3-4 kWh/m², år anses det acceptabelt, men om förlusterna blir runt 12-15 kWh/m², år bör detta återkopplas till arkitekten för omjustering.

4.1.2 Processrelaterade orsaker

När det gäller organisatoriska och processrelaterade orsaker till energigapet handlar det om bland annat bristande kommunikation mellan aktörer, otillräcklig ansvarsfördelning, svag uppföljning och bristande erfarenhetsåterföring. Josephson och Saukkoriipi (2005) påpekar i deras studie angående slöseri i byggprojekt att byggsektorn präglas av omfattande mängder slöseri av resurser. De identifierar flera typer av slöseri bland annat onödiga arbetsmoment, väntetider, omarbetningar och bristande samordning mellan olika aktörer. Dessa slöserier påverkar inte bara kostnader och tidsplaner, utan leder även till brister som direkt kan kopplas till energiprestanda. Exempelvis kan en bristande samordning mellan projektering och produktion leda till fel vid installationerna vilket kan bidra energigapet. Vidare påpekar Josephson och Saukkoriipi (2005) att brister i erfarenhetsåterföring mellan projekt leder till att liknande misstag ofta upprepas. Detta understryker vikten av att införa systematiska rutiner för lärande och kvalitetskontroll under hela byggprocessen som en grundläggande åtgärd för att minska energigapet.

På samma tema visar Kempe och Kurkinen (2024) i sin studie att en av de största processrelaterade svagheter är just frånvaron av strukturerade arbetssätt för att återföra erfarenheter från projekt till projekt. De föreslår att fastighetsägaren redan i tidiga skeden bör etablera ett arbetssätt där varje projekts energimål dokumenteras, följs upp och utvärderas systematiskt. Kempe och Kurkinen (2024) rekommenderar att Sveby mätanvisningar används för att kontrollera placeringen av mätare. Detta för att senare kunna följa upp de riktlinjer och krav som var satta tidigt i processen. Vidare menar de att många fastighetsägare är medvetna om att en aktiv uppföljning av driften är viktig, men att de inte hinner med det. Detta beroende på olika faktorer som exempelvis att fastighetsägarna har bristande kunskap angående teknikens komplexitet, hur systemen påverkar varandra eller på grund av tidsbrist.

En annan punkt som Kempe och Kurkinen (2024) trycker på för att minska framtida energigap är erfarenhetsåterföring mellan olika fastighetsägare. De menar på att det största fokuset bör ligga på att tillsammans hantera förlusterna i VV/VVC, ventilation, luftflödesbalans, köldbryggor, lufttäthet och drift och energiuppföljning. Som en lösning på detta föreslår Kempe och Kurkinen att man bör hålla digitala seminarier samt fysiska undervisningstillfällen där det finns goda möjligheter att ställa frågor och skapa diskussioner. De trycker även här på att det är viktigt att öka kraven som ställs på uppföljning av den uppmätta energin och på funktioner. De föreslår även att de som utbildar inom ingenjörssdelen av bygg och VVS ska integrera kunskaper om energigap i undervisningen för att tidigt ge de som senare ska komma ut i verkligheten har koll på detta.

De Wilde (2014) menar att många författare påpekar att anledning till energigapet kan vara i just konstruktionen av klimatskalet. De menar att en otillräcklig noggrannhet av isolering och lufttäthet i byggnaden ger en sämre produkt och ett större energigap. Han fortsätter med att trycka på att detaljer ofta inte specificeras och därmed lämnas ansvaret över på entreprenören att själv hitta en lösning. Detta kan leda till ökade risker för potentiella köldbryggor.

Ytterligare skillnader kan bero på ändringar av ritningar samt att man försöker öka värdet på objektet med, vad som De Wilder (2014) kallar, ”value engineering”. Han fortsätter med lösningar på de ovanstående problemen som utvecklats i Storbritannien vilket kallas ”Soft Landing” där man vill ha konstruktörerna och projektörerna med i arbetet i upp till tre år för att åtgärda fel som kan uppkomma.

En annan viktig del för att minska energigapet är säkerställandet av att den projekterade energianvändningen verifieras genom faktisk uppföljning i drift. I ByggaE-forskningsstudie lyfts detta som en avgörande faktor för att förstå varför energikraven inte uppnås. Det nämns att uppföljningen av energiprestanda sällan sker med tillräcklig noggrannhet, vilket leder till att fel inte upptäcks och därmed inte åtgärdas. Detta gör att avvikelser mellan beräknad och faktisk energianvändning riskerar att kvarstå över tid. För att motarbeta detta har ByggaE tagit fram flera verktyg och dokument såsom mätplaner, kontrollprogram och uppföljningsprotokoll, som ska användas i olika skeden av byggprocessen. Redan i planeringsfasen ska en mätplan för uppföljning av byggherrens energikrav tas fram. Denna plan anger vilka energiparametrar som ska mätas och hur ofta de ska mätas. Det möjliggör att uppföljning kan göras per delsystem exempelvis FTX-aggregat, tappvarmvatten, belysning och uppvärmningssystem (Lane & Gustavsson, 2018).

ByggaE belyser dessutom vikten av att följa upp energiprestanda genom hela byggprocessen där de rekommenderar energironder. Detta innebär att energisamordnaren tillsammans med entreprenören granskar ”kritiska moment” såsom isolering, lufttäthet och klimatskalets genomföringar, vilket dokumenteras i särskilda protokoll för att möjliggöra åtgärder (Lane & Gustavsson, 2018).

Vidare betonas även behovet av energiuppföljning innan garantitidens slut, då brister kan upptäckas och åtgärdas innan ansvaret övergår från entreprenören till byggherren (Lane & Gustavsson, 2018). Detta tydliggör vikten av att inte bara ställa teoretiska energikrav, utan att även ha en plan för hur dessa ska verifieras. Detta är även kopplat till vad Kempe och Kurkinen (2024) framhåller: att uppföljning på systemnivå är avgörande för att upptäcka avvikelser och möjliggöra erfarenhetsåterföring mellan projekt. Brist på systematisk mätning riskerar annars att göra energiarbetet verkningslöst. Genom att införa mätning och uppföljning som en naturlig del vid varje skede ökar chansen att uppnå de uppsatta energimålen i praktiken.

4.1.3 Beteende- och driftmässiga orsaker

De Wilde (2014) menar att användarnas beteende i byggnaden nämns som en av de främsta anledningarna till att energigapet uppstår från första början. Detta eftersom det ofta finns en skillnad mellan verkligt beteende och med de antaganden man gör i projekteringen. Vad byggnaden har för typ av verksamhet har dessutom en stor betydelse på hur byggnaden presterar i slutändan. Exempelvis påstår De Wilde att en byggnad som innehåller IT-relaterade arbeten kommer att ge ifrån sig mer värme. Ifall man inte specificerat innan vad byggnaden har för syfte kan det leda till att energigapet blir mer påtagligt. De Wilde trycker även på att i dagens komplexa system finns det stora system med sensorer och mätare, men att det alltid finns en osäkerhet hos dessa system. Han menar att det är svårt att se till att alla mätare fungerar precis som planerat vid alla tillfällen och att det är en osäkerhet som kan leda till energigapet.

I en studie gjord av E2B2 där Bagge med flera analyserat nära-nollenergibyggnader (NNE-byggnader) och hur brukarna påverkar byggandens energianvändning och effektbehov. I studien undersöks byggnader av olika uppsättningar där de har allt mellan 2 och 64 lägenheter. Antalet lägenheter ändras i multipler av två så att det finns sex olika byggnadsstorlekar med mellan två och åtta våningar. Dessa analyserades sedan i IDA ICE där de totalt genomfört 36 000 helårssimuleringar av olika byggnadskombinationer i Malmö och Kiruna (Bagge m.fl. 2018). I deras analys av hushållsel och tappvarmvatten i bostäderna visas det att desto färre lägenheter som fanns i byggnaderna desto större blev spridningen av resultaten i total använd mängd hushållsel i enheten kWh/m², år. Samtidigt ligger medelvärdet för den totala hushållselanvändningen för samtliga byggnaderna på ca 30 kWh/m², år. I byggnader med två lägenheter ligger 50% av brukarsammanställningarnas spridning i ett intervall på 10 kWh/m², år medan i byggnader med 64 lägenheter ligger spridningen på ett intervall på 3 kWh/m², år. Bagge m.fl. drar slutsatsen att man tydligt ser att vilka som flyttar in i byggnaden kommer att påverka byggnadens prestanda.

När Bagge m.fl. (2018) senare undersöker energianvändningen för uppvärmning, både av lägenheterna och tappvarmvatten, menar de att för byggnader med 64 stycken lägenheter oavsett ort (Malmö, Kiruna och Stockholm), uppvisar en spridning på $\pm 2,5$ kWh/m², år. Därmed en total variation på 5 kWh/m², år, där Bagge m.fl. sedan drar slutsatsen att i orter med kortast uppvärmningssäsong blir den relativa påverkan störst. I denna rapport har Stockholm och Malmö minst en faktor 2 i skillnad mellan det högsta och lägsta värdet för uppvärmningsenergi, vilket förklaras av variationer i brukarsammansättningarna mellan byggnader av olika storlek.

Bagge m.fl. (2018) menar dock att det intressanta vi analys av uppvärmning i NNE-byggnader är att fokusera på uppvärmningen av tappvarmvatten. Detta eftersom det motsvarar majoriteten av byggnadens specifika energianvändningen exklusive fastighetselen. Likt de andra delarna menar Bagge m.fl. att spridningen minskar med antalet lägenheter, dock är spridningen för 64 lägenheter lika stor i alla orterna dvs. 20 kWh/m², år. Däremot utgör denna spridning drygt 30% av medelvärdet i Kiruna medan den utgör hela 60% i Malmö. Därmed menar Bagge m.fl. att uppvärmning av tappvarmvattnet utgör den största delen av den specifika energianvändningen i NNE-byggnader. De trycker också på att detta är en anledning till att det är viktigt att kunna mäta tappvarmvattenuppvärmningen specifikt för att kunna avgöra byggnadens prestanda. Detta för att inte behöva hantera osäkerheter i form av hur stor del av uppvärmningsenergin som utgörs av uppvärmningen av tappvarmvatten.

Bagge m.fl. (2018) påpekar också att det, vid beräkning av energianvändningen, används förenklingar som vanligtvis beskrivs i ett medelvärde. I deras undersökning såg de att hushållselen, som beskrevs med ett årsmedelvärde istället för varje timma, överskattade elanvändningen med runt mellan 0,5–0,8 kWh/m², år. Bagge m.fl. påpekar att även om skillnaden inte är stor kan hushållselsanvändningen variera mellan brukarna vid olika tidpunkter. Något som Bagge m.fl. menar att det måste baseras på faktiska mätvärden och inte går att beräkna med en genomsnittlig profil. De menar till sist att brukare inte är lätta att mäta och oavsett hur mycket man mäter kommer det alltid finnas osäkerheter. Det viktiga för en bra projektering är att kunna definiera osäkerheterna. Ett exempel kan vara att antalet boende i en byggnad kommer att påverka användningen av hushållsenergi och tappvarmvatten. Sett ur ett primärenergiperspektiv kan värmeanvändningen vara av vikt när man ska bedöma byggnadens energiprestanda. Bagge m.fl. påpekar också att samtliga parter i byggprocessen gynnas av en tillräcklig kunskap och förståelse kring hur brukarnas energianvändning kan hanteras.

Bagge m.fl. (2018) presenterar slutligen lärdomar angående att bygga både bättre NNE-byggnader och övriga energieffektiva byggnader i framtiden, där de bland annat påpekar att det är mycket viktigt att hålla koll på effekttoppar och energianvändningen för tappvarmvattnet. Att därmed analysera när dessa inträffar och hur dessa samvarierar för många hushåll, blir det relevant att optimera denna analys för att minska byggnadens energianvändning. Bagge m.fl. fortsätter att påpeka att vädring är en faktor som kan påverka byggandets energianvändning och tros bero till stor del på beteende och bedöms variera stort mellan brukarna. De trycker på att en större mätstudie med högre tidsupplösning bör genomföras för att kunna ge ett stabilt underlag till nya referensvärden. De menar också att många nya byggnader idag har avancerade mätsystem som samlar in mätdata från ventilation- och värmesystemen, men att kunskapen, förståelsen och verktygen ofta sakna hos förvaltarna. De betonar vikten av att den insamlade datan faktiskt används för att optimera byggnadernas drift och menar att det är ett slöseri att installera mätare som generar data utan att denna används. Istället bör fokus ligga på att utveckla processer, system, metoder och analyser som gör det möjligt att tillämpa datan effektivt i den praktiska driften. Till sist menar Bagge m.fl. att genom en kombination av smarta mätare som har möjlighet att beskriva byggnadens funktion i realtid och förståelsen för hur byggnaderna påverkas av olika parametrar kan man genom dagens moderna kommunikationsteknik bygga så kallade ”smarta nät”. Dessa kan användas för att optimera utnyttjandet av energi och effekt, Bagge m.fl. menar också att om byggnader samverkar i kluster kan energieffektiviseringen öka.

4.2 Intervjusammanställning

Under denna rubrik presenteras en gemensam sammanställning av de elva genomförda intervjuerna. För tydlighetens skull har de individuella intervjusammanställningarna valts att placeras som bilagor. Den gemensamma intervjusammanställningen strukturerats utifrån följande temarubriker: Bakgrund och verksamhet, Byggprocessen, Energiberäkningar och mätning, Miljöcertifieringar och Hållbarhetsmål. Intervjuperson nummer 11 hade ej möjlighet att medverka på plats eller digitalt. Frågorna ställdes då via mejl och fick svar i textform och för att inte ändra intervjupersonens ord kommer svaren läggas in utan att ta bort personens organisation. Frågorna återfinns i bilaga 13.

4.2.1 Bakgrund och verksamhet

| Benämning intervjudeltagare: | Roll: | Typ av verksamhet: |
|------------------------------|-------------------------------------|---|
| Intervju 1 | Energichef | Fastighetsbolag |
| Intervju 2 | Entreprenadingenjör | Byggentreprenörsbolag |
| Intervju 3a och 3b | Energikonsult och projektledare | Installationsentreprenörsbolag. |
| Intervju 4 | Energikonsult | Konsultföretag inom installationsteknik och energi. |
| Intervju 5 | Energiexpert | Fastighetsbolag. |
| Intervju 6 | Strategiansvarig energi | Fastighetsbolag. |
| Intervju 7 | Installations- och energispecialist | Kommunalt bolag. |
| Intervju 8 | Drifttekniker | Offentliga sektorn/konsult. |
| Intervju 9 | Energianalytiker | Fastighetsbolag. |
| Intervju 10 | Energiingenjör | Kommunal driftorganisation |
| Intervju 11 | Chef för byggnader i drift | Certifieringsorganisation |

4.2.2 Byggprocessen

I majoriteten av intervjuerna nämns tidig involvering av driftpersonal som en avgörande aspekt inom byggprocessen för att uppnå en god energiprestanda. Särskilt intervjuperson 1 och 2 betonar vikten av att driftens praktiska erfarenheter bör tas till beaktning redan i projekteringen för att undvika framtida problem med systemen. Intervjuperson 3b, 5 och 6 beskriver specifikt hur en tidig dialog och gemensamma möten mellan projekt och driftorganisationen bidrar till bättre överlämning och systemförståelse. Intervjuperson 8 pekar på att driften ofta utesluts i tidiga skeden på grund av förutfattade meningar om bristande kompetens trots att deras kunskap är central för att få till fungerande lösningar. Även intervjuperson 10 lyfter att en sen involvering av driftorganisationen leder till brister i förståelse för hur systemen sedan ska skötas i praktiken. Ingen intervjuperson uttrycker någon motsatt uppfattning kring driftorganisationens involverande. Intervjuperson 11 lägger större fokus på energisamordning än driftens roll men detta är inget som påvisar någon motsatsåsikt.

En betydelsefull nyckelfaktor som är gemensam för samtliga intervjuer är vikten av att det finns en energi- och/eller installationssamordnare med i projektet från tidigt skede ända till driftsättning för att säkerställa att energimålen följs upp under processens gång. Intervjuperson 4 beskriver energisamordnaren som en central aktör för att kvalitetssäkra energirelaterade beslut ända från förstudien till driftsättning. Intervjuperson 3a betonar att många energirelaterade avvikelser beror på att de ursprungliga energiberäkningarna inte följs upp när systemen förändras under produktionen, vilket är något en energisamordnare kan kontrollera. Ett liknande resonemang förs fram av intervjuperson 7 och 10 som lyfter att energifrågor ofta ”tappas” mellan skeden och att en tydlig och tekniskt insatt energisamordnare behövs för att bevaka dem konsekvent.

Flera intervjupersoner uppger dock att en energisamordnare sällan förekommer som en tydligt definierad roll i praktiken. Intervjuperson 3a uppskattar att en riktig energisamordnare endast finns i cirka 20 % av projekten. Även intervjuperson 8 bekräftar att rollen ofta saknas, trots att det finns ett tydligt behov. Hos intervjuperson 9 sker samordning mer informellt mellan olika funktioner. Däremot beskriver intervjuperson 4 och 6 att de regelbundet arbetar med energisamordnare, särskilt i certifierade eller mer komplexa projekt.

Det påvisas att behovet av en energisamordnare minskar risken för bristande kunskapsöverföring mellan projektering, byggproduktion och drift. Flera av intervjupersonerna beskriver att viktig information angående tekniska lösningar, energimål och systemfunktioner ofta riskerar att gå förlorad i övergången mellan de olika skedena. Intervjuperson 3, 5 och 10 menar att det är för få personer som följer med energifrågan genom hela processen, vilket skapar glapp i ansvar och förståelse. Intervjuperson 4, 7 och 9 beskriver att uppgifter ofta överlämnas utan att det finns tillräcklig dokumentation eller att det sker en muntlig överlämning. Med detta i åtanke lyfter Intervjuperson 6 vikten av att hålla ihop projektkedjan med gemensamma möten mellan projektorganisation och drift efter inflyttning, vilket anses minska förluster av erfarenhetsåterföring.

Det tas även upp i majoriteten av intervjuerna att energifrågorna ofta inte tas lika mycket i beaktning som exempelvis för tidsplan och ekonomi under byggskedet. Intervjuperson 5 och 10 beskriver utifrån deras erfarenhet att lösningar som uppfyller minimikraven vanligtvis prioriteras framför ett energimässigt bättre alternativ och särskilt vid en ekonomisk press. Flera betonar dessutom att detta kan leda till en försämrad energiprestanda trots att byggnaden rent formellt uppfyller sina energikrav.

När det gäller upphandlingsformer så konstateras det att totalentreprenad är den vanligast förekommande upphandlingsformen i nyproduktion. Intervjuperson 6 uppger att detta ofta sker inom ramen för ”partneringprojekt”, där beställare och entreprenör delar ansvar och incitament för att främja samarbete och måluppfyllelse. Intervjuperson 2 poängterar att det krävs en tydlig kravställning från beställaren för att energimål inte ska prioriteras bort. Intervjuperson 1 efterlyser dessutom en tydlig ansvarsfördelning angående installationer inom totalentreprenader eftersom dessa ofta pressas på grund av tid och budget. Det kan även konstateras att intervjuvärderna inte tyder på att det är upphandlingsformen i sig som avgör energiprestandan, utan att det snarare handlar om hur tydligt ansvar, krav och uppföljning hanteras.

En ytterligare aspekt som är kopplat till vad som tidigare nämnts angående förändringar av tekniska lösningar och material under byggprocessen är att de ofta inte analyseras tillräckligt eller dokumenteras. Detta riskerar att energiberäkningarna inte längre stämmer överens med det faktiska utförandet. Intervjuperson 5, 10 och 11 beskriver att sådana ändringar ofta sker av praktiska eller ekonomiska skäl, exempelvis för val av billigare installationer, vilket kan påverka energiprestandan negativt. Att detta är en vanlig orsak till att byggnader inte klarar sina energikrav vid verifiering eftersom man missar att uppdatera energiberäkningarna vid förändringar.

Dessa missar leder dessutom till att verifiering och injustering av de tekniska systemen inte alltid prioriteras i slutet av byggprojekt. Exempelvis nämner Intervjuperson 1 och 6 att det är vanligt att exempelvis värmesystemen tas i drift innan de är fullt injusterade, vilket leder till en betydligt sämre funktion och en förhöjd energianvändning. Intervjuperson 4 ser detta som ett tydligt resultat av att energifrågor ofta ses som en enstaka punkt och inte som en process som kräver en systematisk uppföljning.

4.2.3 Energiberäkningar och mätplan

Frågan angående relevansen kring schablonvärden som underlag för energiberäkningarna har kritiserats en del av de intervjudeltagarna med erfarenhet inom området. Det kan konstateras

att majoriteten av dessa intervjudeltagare tycker att schablonvärden inom vissa aspekter inte alltid speglar de verkliga förhållanden. Ett exempel som lyfts av intervjuperson 5 är att det är tydligt i användningen av schablonvärdet för hushållsel, där dagens energieffektiva apparater genererar mindre spillvärme än vad det kan ha gjort tidigare, vilket är något som inte tagit till hänsyn i Boverkets riktlinjer. Intervjuperson 6 bekräftar detta genom att lyfta tappvarmvatten som ett exempel, där användningen kan variera stort mellan olika typer av lokaler och där felaktiga antaganden kan ge stora följder för hela värmebalansen. Ett annat konkret exempel kommer från intervjuperson 1 som menar att spetsvärme ofta överskattas i energiberäkningarna. Att i vissa fall räknas 5–8 kWh/m², år in som ett extra tillskott trots att driftdata från befintliga fastigheter visar att byggnader klarar sig utan detta om systemen är rätt injusterade och optimerade. Intervjuperson 3a understryker dessutom att de schablonmässiga antagandena om byggnaders drifttider också är en påverkande källa till avvikelser. Ett exempel hen nämner är att lokaler ofta antas användas endast under dagtid trots att den verkliga användningen kan ske över kvällstid och/eller under helger, vilket påverkar energibehovet på ett annat sätt än vad som antagits. Hen framhåller även att olika byggnadstyper, såsom äldreboenden eller lagerlokaler har helt olika krav, vilket är något som schablonerna inte fångar upp. Kopplat till schablonvärden för tappvarmvatten och internlast i bostadsprojekt, har intervjuperson 7 erfarenheter angående att ”trångboddhet” i bostaden kan leda till en betydligt högre varmvattenförbrukning än det generella antagandet i BEN.

Ingen intervjuperson motsätter sig dock behovet av att ha en standardisering, men de är aningen skeptiska kring hur väl dagens schablonvärden speglar verkligheten. Därmed diskuterades det i vissa intervjuer behovet av att arbeta parallellt med två typer av energiberäkningar där man först gör en formell beräkning enligt myndighetskrav men sedan också en mer realistisk anpassad beräkning för projektets faktiska förutsättningar. Detta påstås förekomma ofta i dagsläget och anses enligt intervjuperson 3a vara nödvändigt för att få en korrekt bild av byggnadens förväntade energiprestanda. Den formella beräkningen är anpassad efter Boverkets regelverk och används för att få bygglov och startbesked medan den interna beräkningen skall användas som ett styrverktyg för projektering, teknikval och uppföljning. Detta är däremot inte någon typ av branschstandard och i flera av intervjuerna framgår det istället att energiberäkningar i första hand används för att endast uppfylla de formella kraven, mer än som ett aktivt verktyg för att styra projektets energiprestanda.

Intervjuperson 3a beskriver enligt sina erfarenheter att det sällan är ”någon som bryr sig” om energiberäkningarna efter att de är godkända, vilket bidrar till att projekten tappar sitt fokus på de energimål som är uppsatta. Som tidigare nämnt så lyfter intervjuperson 4 problemet angående att systemval kan förändras under produktionen utan att beräkningarna uppdateras, vilket medför att den ursprungliga energiberäkningen inte längre är relevant och därmed inte tas till lika mycket beaktning. Intervjuperson 5 påpekar även att den som gör själva beräkningen sällan är med i projektets senare skeden. Det kan innebära att kunskap kan gå förlorad, bland annat erfarenheter från driftfasen, som då inte återförs till framtida projekt. Detta påstående förstärks av intervjuperson 10 som ser att uppföljningen ofta uteblir trots att driftdata tydligt kan visa avvikelser mot beräknade värden. Baserat på sin erfarenhet uttrycker intervjuperson 6 att det i flera projekt fungerar bättre när energiberäkningen aktivt följs upp, men nämner även att det inte är en självklar process och särskilt inte i de projekten med begränsade resurser. I dessa fall behandlas energiberäkningen endast som en ”pappersprodukt” vilket minskar möjligheten att upptäcka och åtgärda avvikelser i tid.

Det konstateras dessutom att energiberäkningar ofta lämnas utan en vidare analys efter att byggnaden tagits i drift, vilket innebär att erfarenheter angående avvikelser till energigapet

inte alltid återförs till framtida projekt. Intervjuperson 5 beskriver att det är mycket ovanligt att den person som genomför energiberäkningen får ta del av den uppmätta data efter ett färdigställande av byggnaden. Därmed saknas det också ett tillfälle för analys och justeringar av antaganden som gjorts i andra framtida projekt, vilket gör att samma fel kan upprepas. Intervjuperson 4 delar denna insikt och förklarar att beräkningsmetoderna sällan utvecklas över tid eftersom utfallet i verkligheten inte följs upp i tillräckligt. Det finns varken tid, initiativ eller ansvarsfördelning för att utvärdera vilka antaganden som visade sig stämma eller inte. Med detta sagt påpekar intervjuperson 10 att detta inte bara är ett tekniskt problem utan även ett processrelaterat fel. När projektet väl är över och byggnaden tas i drift är det inte alltid klart vem som har ansvar för att verifiera energimålen. I många fall saknas både rutiner och resurser för att analysera uppmätta värden som sedan kan kopplas till ursprungliga beräkningarna.

Angående mätplaner påstår några av intervjudeltagarna att de kan vara otillräckliga eller saknas helt i flera byggprojekt, vilket försvårar uppföljningen av byggnadens energianvändning och möjligheten för förbättring. Intervjuperson 10 beskriver att det inom deras organisation ännu inte har någon fast modell för hur mätplaner ska utformas vilket gör att varje projekt hanteras individuellt. Detta kan leda till variation i vad som mäts och bristande möjligheter att jämföra data mellan projekt. Däremot önskar hen tydligare riktlinjer men att det är svårt eftersom det skiljer sig mycket från projekt till projekt. Liknande upplevelser uttrycks av intervjuperson 3a och 3b som säger att mätningen ofta utförs utan en plan över vad som faktiskt ska följas upp, vilket i praktiken gör datan svår för analys. De beskriver även att felaktigt placerade mätpunkter är vanligt förekommande. Intervjuperson 6 håller med angående att det ofta saknas en enhetlighet, särskilt i mindre projekt där energifrågorna inte ges samma relevans som i större och certifierade byggnader.

I kontrast till detta finns det ett par av intervjupersonerna som aktivt arbetar med standardiserade mätplaner inom sina organisationer. Intervjuperson 1 arbetar med en enhetlig mätplan som tillämpas i all nyproduktion inom deras verksamhet. Planen omfattar bland annat separata mätpunkter för spetsvärme, tappvarmvatten, fastighetsel och individuell vattenmätning i lägenheter, vilket möjliggör en uppföljning på detaljnivå och analys för avvikelser. Intervjuperson 4 nämner att de som energikonsulter alltid levererar en mätplan i samband med energiberäkningen. Mätplanen anpassas efter byggnadens tekniska egenskaper och kan omfatta mer avancerade system, beroende på projektets målsättning. Hen nämner även att förebyggande larm även ibland implementeras för att snabbt kunna identifiera energiförluster. Intervjuperson 9 nämner inget angående standardiserade mätplaner direkt, men beskriver att en individuell mätning tillämpas i deras bostäder som ett sätt att påverka användarbeteendet. Detta tyder på att det finns någon form av standardiserad mätstruktur inom deras verksamhet men att fokuset mer ligger på användarstyrning än på uppföljning.

Det är även värt att notera att ingen av intervjupersonerna uttrycker någon form av motsatt uppfattning om vikten av mätplaner, men att skillnaden ligger i graden av struktur och hur systematiskt arbetet inom de olika verksamheterna. De organisationer som implementerat interna riktlinjer upplever en större möjlighet till kontroll och uppföljning, medan de andra beskriver ett arbetssätt som ofta är mer beroende av enskilda individers kompetens och engagemang i energifrågan.

Ett annat sammanknyttande tema som konstaterats av majoriteten av intervjuerna är att mätningen betraktas som en avgörande förutsättning för att kunna verifiera energiprestandan och att energimålen faktiskt uppnås. Intervjuperson 1 understryker att utan en tillräcklig

mätning är det omöjligt att veta om byggnaden fungerar som planerat och använder sig av liknelsen:

"Utan ett bra mätsystem kör vi fastigheten som att köra bil utan hastighetsmätare. Vi vet inte om vi ligger rätt förrän vi får en räkning".

Genom att installera separata mätpunkter för olika energiposter (uppvärmning, el, tappvarmvatten etc.) kan man upptäcka avvikelser tidigt och kunna åtgärda dessa innan problemen får större ekonomiska eller tekniska konsekvenser. Även intervjuperson 3a och 3b instämmer och beskriver att bristen på tillförlitliga mätdata ofta gör det omöjligt att avgöra varför energianvändningen avviker från beräkningen. De nämner att i de fall där mätning finns, används den främst för att konstatera att något är fel, men de efterfrågas en mer aktiv användning av mätning. Där data analyseras mer löpande för att kunna kopplas tillbaka till både driftstrategi och projektering. Intervjuperson 4 förklarar att verifiering via mätning blivit en självklar del av deras roll som energikonsult. Hen ser det som en viktig punkt för att kunna säkerställa att de projekterade lösningarna också fungerar i verklig drift, speciellt inom mer komplexa projekt med flera energikällor. Även intervjuperson 6 lyfter vikten av att kunna verifiera med faktiska siffror i samband med miljöcertifieringar eller gröna lån, där det krävs en dokumentation av energianvändningen. Vidare förklarar intervjuperson 10 att mätningen är det enda sättet att få det "svart på vitt" när något inte stämmer. De nämner att i offentliga byggnader där verksamheten har egna krav på komfort, blir det extra viktigt att följa upp temperaturer, flöden och energianvändning i realtid för att kunna göra justeringar.

I vissa intervjuer diskuterades även inflytandet av individuell mätning och debitering som ett styrmedel för att minska energianvändningen hos brukarna. Det upplevs av bland annat intervjuperson 9 att ha en positiv effekt på energianvändningen gällande användarbeteendet då hen lyfter det som konkret strategi i deras bostadsprojekt. Vidare beskriver hen att en individuell mätning av el, varmvatten och kallvatten i lägenheter har införts i flera av deras projekt i syfte att öka medvetenheten hos hyresgäster och därmed påverka deras konsumtionsvanor. Enligt hen kan detta leda till en minskad användning av exempelvis varmvatten som annars kan vara svårt att påverka med tekniska lösningar i befintliga byggnader. Även Intervjuperson 1 nämner individuell mätning som en del av deras standardiserade mätplan då det enligt dem bidrar till en mer rättvisare debitering. Utöver dessa nämns individuell mätning som inte bara en energi sparsam åtgärd. Det är också en åtgärd som inte är allmänt prioriterad i samtliga verksamheter, bland annat inom offentliga eller mer teknikfokuserade projekt där användarbeteendet inte har störst fokus.

4.2.4 Miljöcertifieringar och hållbarhetsmål

Bland intervjudeltagarna kan det konstateras att användningen av miljöcertifieringar varierar betydligt beroende på verksamhetstyp, projektstorlek och målgrupp. Några av deltagarna arbetar med certifieringar som en del av byggprocessen, medan andra väljer att endast följa certifieringsprinciperna utan att certifiera projektet och vissa arbetar inte alls med formella certifieringar.

De intervjudeltagarna med störst erfarenhet angående miljöcertifieringar återfinns främst bland de större fastighetsbolagen och konsulterna med fokus på energi och hållbarhet. Intervjuperson 1 beskriver att de använder Miljöbyggnad Silver som standard i sina bostadsprojekt och tillämpar dessutom BREEAM i kommersiella byggnader. De anser att certifieringen är ett kvalitetsverktyg som också kopplas till finansiering genom gröna bolån.

På liknande sätt beskriver intervjuperson 6 att miljöcertifieringar som Miljöbyggnad är en grundläggande del av deras verksamhets hållbarhetsstrategi. Certifieringen upplevs som ett sätt att kunna säkerställa kvalitet och driva en långsiktig energieffektivisering i kombination med andra hållbarhetsmål. Intervjuperson 4 deltar regelbundet i certifierade projekt i rollen som konsult. Hen påstår att certifieringar är mer förekommande i kommersiella projekt där de ibland utgör ett investeringskrav, samt att efterfrågan kan vara lägre inom bostadsbyggande.

Utöver dessa aktörer finns det de som arbetar enligt certifieringssystemens riktlinjer men aktivt väljer att inte certifiera projekten rent formellt. Intervjuperson 10 beskriver att de inte har några krav på att tillämpa en formell certifiering, men att principerna från bland annat Miljöbyggnad används som stöd i deras planering och uppföljning, exempelvis genom att skapa ett systematiskt arbete angående inomhusklimat, dagsljus och energianvändning. Intervjuperson 3a och 3b berättar dessutom att flera av deras beställare efterfrågar en prestanda som motsvarar Miljöbyggnad Silver men att de vill avstå från certifieringen främst på grund av kostnader eller administrativa belastningar. Speciellt inom bostadsprojekt sägs det att bemärkelsen ofta inte efterfrågas av själva slutkunden. Intervjuperson 9 arbetar också i linje med hållbarhetsmål men fokuserar mer på de konkreta åtgärderna som exempelvis individuell mätning än på certifieringsriktlinjer.

Vissa av intervjudeltagarna arbetar medvetet inte med certifieringar i sina projekt. Intervjuperson 2 fokuserar mer på tekniska krav och energieffektivitet genom entreprenadstyrning, samt intervjuperson 5 har tidigare använt Miljöbyggnad som inspiration, men förlitar sig numera på egna styrdokument. Intervjuperson 8 fokuserar på byggnadens praktiska funktion i drift och lyfter inte hållbarhetscertifieringar som något verktyg i deras dagliga arbete.

I samband med detta lyfter flera intervjupersoner behovet av att tydliggöra ansvarsfördelning och uppföljning av energiprestanda mellan de olika aktörerna i ett byggprojekt som exempelvis mellan byggherre, entreprenör och förvaltning. Därmed diskuterades innebörden av att införa energiavtal såsom Svebys energiavtal 21 som ett ramverk för att skapa struktur i processen. Intervjuperson 7 nämner energiavtal 21 som ett viktigt ramverk i projekt där energiprestanda är högt prioriterat och menar att energiavtalet kan fungera som ett komplement för miljöcertifiering. Särskilt i de fall där certifiering inte genomförs men energikrav ändå har ställts. Ett tydligt avtal gör det lättare att följa upp projektets mål utan att det skapas gråzoner kring vem som ansvarar för uppstådda avvikelser. Även intervjuperson 6 nämner att Svebys principer används i deras interna kravställning för energiprestanda. Hen förklarar att dessa används som riktlinje för att säkerställa att projekterade energimål följs upp med mätning som i sin tur skapar en bättre kontinuitet mellan projektering, byggnation och drift.

Vissa av intervjudeltagarna hade sämre koll på vad just Svebys energiavtal 21 innebar, samt att vissa nämnde att det möjligtvis hade kunnat innebära att ett större fokus läggs på ansvarsfördelningen vid avvikelser snarare än att vidta åtgärder för problemet.

4.3 Datainsamling

Under detta kapitel kommer tre utvalda nyproducerade flerbostadshusprojekt att presenteras baserat på de analyserade energiberäkningarna och energideklarationerna för projekten. För varje projekt redovisas grundläggande information om byggnaden som exempelvis area, antal lägenheter, byggår och avtalsform. Vidare beskrivs även vilka energikrav som har tillämpats,

version av BBR som använts, klimatdata, energiklass, vilka byggnadstekniska system som används samt information om beräkningsmetodiken etc. Detta för att ge en övergripande bild av projektet i sin helhet. Själva jämförelsen mellan beräknad och uppmätt energianvändning kommer att presenteras under resultatkapitlet, där energiberäkningarna och energideklarationerna presenteras i diagram.

4.3.1 Projekt Alfa

Ett av de projekt som analyseras i denna studie är projekt Alfa som avser nybyggnationen av ett flerbostadshus i Göteborg som färdigställdes år 2021. Energideklarationen färdigställdes i juni år 2021 där byggnaden klassificerades enligt energiklass B. Byggnaden omfattar nio våningsplan ovan mark plus ett fläktrum på den tionde våningen. Den uppvärmda tempererade arean (A_{temp}) uppgår till 3648 m² och antalet bostäder är 51.

Energiberäkningarna utfördes under projekteringsskedet med hjälp av IDA ICE (version 4.8) där beräkningarna baserades på ritningsunderlag, klimatzon Göteborg IV samt brukarindata enligt Sveby version 1.0. Beräkningarna utfördes enligt BEN 2 som styr vilken klimatdata, schablonvärden och metoder som bör användas i beräkningsunderlaget. De energikrav som tillämpas i projektet utgår från huvuddokumentet BBR 25, beställarorganisationens checklistor och Svebys energiavtal 12. Dessa ställde krav på att byggnaden ska ha ett primärenergital på 85 kWh/m², år och en specifik energianvändning på 60 kWh/m², år.

Byggnaden värms upp med hjälp av fjärrvärme som även används för produktionen av tappvarmvatten där uppvärmningen sker via radiatorer. Ventilationssystemet består av FTX-system med två separata luftbehandlingsaggregat där ett är för bostäderna och allmänna utrymmen och det andra för teknikutrymmen, förråd och källarplan.

Projektet genomfördes som en totalentreprenad där det är värt att notera att två av intervjudeltagarna har varit direkt involverade i processen, samt att ytterligare en av intervjudeltagarna arbetar inom beställarorganisationen för projekt Alfa. Detta möjliggör en senare mer djupgående analys där deras insikter från intervjuerna kan kopplas till de tekniska resultat som framkommit i projektets dokumentation, vilket skapar ett intressant underlag för jämförelser.

4.3.2 Projekt Bravo

Objektet som vi valt att kalla projekt Bravo, är ett flerbostadshus som färdigställdes år 2022 i Göteborgsområdet. Byggnaden består av sex våningar med bostäder samt en våning som är förråd och teknikutrymme. Byggnaden har en A_{temp} på 1984,4 m² som är fördelat på 22 lägenheter. Beställaren ställde krav på en specifik energianvändning på 60 kWh/m², år.

Beräkningarna är utförda i IDA ICE (version 4.8) där brukarindata samt andra schablonvärden togs primärt ur BFS2017:6 BEN 2 och sekundärt ur Sveby. Klimatzonen som objektet befinner sig i är Göteborg IV. Upphandlingen sker enligt energiavtal 12 och Svebys riktlinjer. Byggnadens värmesystem består av fjärrvärme för både rumsvärme och tappvarmvatten samt distribueras via radiatorer och konvektorer. Ventilationen sker via ett FTX-system med värmeåtervinning. Energideklarationen upprättades under 2024 där det uppmätta primärenergitalet 56 kWh/m², år vilket motsvarar en energiklassning B enligt BBR 29 (BFS 2020:4).

4.3.3 Projekt Charlie

Projekt Charlie ligger på samma gata som projekt Bravo. Objektet är ett flerbostadshus där kravställningen är samma som för Bravo med ett krav på en specifik energianvändning på 60 kWh/m², år. Byggnaden består av fem våningar med bostäder samt en våning som är förråd och teknikutrymme. Byggnaden har en A_{temp} på 728,6 m² som är fördelat på 9 lägenheter. Dessa lägenheter är BmSS boenden, vilket innebär en bostad med särskild service för personer med funktionsnedsättning (Göteborgs stad, u.å.).

Byggnadens värmesystem består av fjärrvärme för både rumsvärme och tappvarmvatten samt distribueras via radiatorer och konvektorer. Ventilationen sker via ett FTX-system med värmeåtervinning. Beräkningarna är utförda i IDA ICE (version 4.8) där brukarindata samt andra schabloner togs primärt ur BFS2017:6 BEN 2 och sekundärt ur Sveby. Klimatzonen för projektet är Göteborg IV. Upphandlingen sker enligt energiavtal 12 och Svebys riktlinjer. Energideklarationen upprättades under 2024 där det uppmätta primärenergitalet 112 kWh/m², år vilket motsvarar en energiklassning E enligt BBR 29 (BFS 2020:4), då nybyggnadskravet ligger på energiklassning C och byggnaden ligger därmed långt under kravet.

5 RESULTAT

5.1 Literaturstudieresultat

Nedan kommer de orsaker som uppkom ur litteraturstudien presenteras för att senare under diskussionen kunna användas som bakgrund till de slutsatser som dras. Resultatet kommer att delas upp i samma rubriker som under själva litteraturstudien där de kommer redovisas i punktform. Punkterna kommer sammanfatta litteraturstudien med orsaker till energigapet i de olika delarna av byggprocessen.

5.1.1 Orsaker till skillnader mellan projekterad och verklig energianvändning

För tydlighetens skull och för att kunna dra vidare jämförelser mellan de olika resultaten kommer den ovanstående temarubriken att delas in i underrubrikerna: Tekniska orsaker, Processrelaterade orsaker och Beteende- och Driftmässiga orsaker.

Tekniska orsaker

- Nya komplexa komponenter kommer leda till mer komplicerade kontroller samt hanteringen av mjukvaran som i sin tur kräver underhåll. Detta kan leda till ytterligare komplexitet och ett ökat energigap.
- Simuleringsprogram bygger på antaganden vilket inte alltid stämmer överens med verkligheten. Det krävs därför rätt utbildning för att kunna hantera dessa program och att den som använder programmet vet vad normalbilden är så att personen i fråga inte drar fel slutsatser, vilket kan leda till fel dimensioneringar senare i processen.
- Felaktiga installationer samt noggrannheter kring isolering och lufttäthet kan öka energigapet.
- Detaljer kring klimatskalet specificeras inte och lämnas istället över till entreprenörerna, vilket i sin tur kan leda till okontrollerade energigap.
- Mätare och dylikt kommer med en osäkerhet vilket, om inte hanterat på rätt sätt, kan leda till felmätningar och därmed ett energigap.

Processrelaterade orsaker

- Bristande samordning mellan olika aktörer leder till onödiga arbetsmoment, väntetider och omarbetning, något som i senare skeden kan leda till ett ökat energigap.
- Samordningen mellan projektering och produktion blir viktig och kan leda till fel utförande av de tekniska installationerna.
- Bristande erfarenhetsåterföring leder till att vanliga fel uppstår flera gånger då man inte får med sig feedback från tidigare projekt.
- Fastighetsägaren/Beställaren har en uppgift att etablera ett bra arbetssätt med styrdokument för projektets energimål där varje mål dokumenteras, följas upp och utvärderas.
- Erfarenhetsåterföring mellan fastighetsägare är bristande och om man istället sprider erfarenheter och kunskap mellan varandra kan man tillsammans trycka ner energianvändningen. Störst fokus menar Kempe och Kurkinen (2024) ligger på VV/VVC, ventilation, luftflödesbalans, köldbryggor, lufttäthet samt drift och uppföljning.
- Bristande noggrannhet kring mätning och uppföljning vilket kan leda till fel förblir oupptäckta.
- Se till att hitta brister genom energiuppföljning innan garantitidens slut. Detta för att entreprenören då ansvarar att lösa de problem som kan uppkomma.

Beteende- och Driftmässiga orsaker

- Användarnas beteende kommer att påverka hur byggnaden presterar, samt vilken verksamhet som befinner sig i byggnaden.
- Fler lägenheter i byggnader visas ge en mindre spridning av energianvändningen för tappvarmvatten och hushållsel, även om medelvärdet förblir det samma.
- Spridningen i energianvändning för uppvärmning är lika mellan olika orter. Däremot har de sydliga orterna en lägre total energianvändning, vilket innebär att samma absoluta spridning får en större procentuell påverkan. Anledningen kan bero på att orter med kortare uppvärmningssäsong påverkas relativt mer.
- För tappvarmvatten, som är den största energiposten i NNE-byggnader, är spridningen likartad mellan byggnader av samma typ men, likt uppvärmning, är den specifika energianvändningen lägre ju längre söderut byggnaden är placerad. Därmed innebär för den absoluta variationen en större procentuell påverkan på de sydliga byggnaderna.
- Ett årsmedelvärde används för hushållsel istället för att ta värden för varje timma, trots en mindre skillnad kan brukare använda olika mycket hushållsel vid olika tidpunkter där ett årsmedelvärde blir för övergripande.
- Det kommer alltid finnas uppskattningar kring brukares energipåverkan men att det är en fördel för alla involverade att se till att tillräcklig kunskap och förståelse finns för att kunna hantera brukarnas energiförbrukning.
- Hantering av effekttoppar och energianvändning för tappvarmvatten, när dessa uppkommer samt hur dessa samvarierar för ett större mängd hushåll.
- Vädring är en stor påverkan på energianvändningen som i stor del kan skilja mellan olika brukare.
- Saknaden av kunskap, förståelse eller verktyg om nya avancerade system inom ventilation och värme hos förvaltare gör att de inte optimerar driften rätt och därmed inte maximerar byggnadens energiprestanda.

5.1.2 Framtida förbättringsförslag

- Öka utbildning och kompetens inom energisimulering, dimensionering och programverktyg.
- Stärk samarbetet mellan projekterande parter samt mellan projektering och produktion.
- Inför en strukturerad erfarenhetsåterföring i tidiga skeden och mellan projekt.
- Använd styrdokument och tydliga målformuleringar för energiprestanda, samt följ upp med mätningar enligt kravställningar.
- Säkerställ kontinuerlig uppföljning och kontroll under och efter byggprocessen genom en person med den specifika rollen. Det rekommenderas att energironder genomförs med entreprenörer och energisamordnare där de granskar "kritiska moment".
- Förbättra driftpersonalens kunskap och kompetens för att ge dem verktyg att optimera systemen.
- Uppmuntra användning av realtidsdata och smart mätteknik.
- Utveckla nya metoder för att förstå och påverka brukarbeteende.
- Förbättra datainsamling för schablonvärden, särskilt för tappvarmvatten och vädring.
- Skapa nätverk och forum för fastighetsägare att dela erfarenheter och lösningar.
- Öka energieffektivisering genom att byggnader samverkar i kluster.
- Använda digitala seminarier som ett sätt att föra vidare erfarenheter mellan projekt.

- Ingenjörutbildningar inom VVS och bygg rekommenderas utbildas om energigap för att kunna öka uppmärksamheten om ämnet.
- Jobba tidigt med arbetssätt som främjar erfarenhetsåterföring, något som ligger på byggherrens bord.
- Var noggranna med detaljerna då många små fel kan leda till påtagliga energiförluster.
- Med en kombination av smarta mätare och värden i realtid samt förståelsen för påverkan av olika parametrar, kan de tillsammans dagens moderna kommunikationssystem leda till att utnyttjandet av energi och effekt optimeras.

5.2 Intervjuresultat

I detta kapitel kommer resultaten från intervjusammanställningen att presenteras.

Intervjuresultatet är uppdelat i temarubrikerna: Orsaker till skillnader mellan projekterad och verklig energianvändning samt Framtida förbättringsförslag. Resultatet är baserat på iakttagelser från intervjusammanställningarna där deras insikter kommer att redovisas kortfattat och precist i punktform. Syftet är att tydligt lyfta de insikter som diskuterats vilket kommer att utgöra en betydelsefull grund för den fortsatta diskussionen.

5.2.1 Orsaker till skillnader mellan projekterad och verklig energianvändning

För tydlighetens skull och för att kunna dra vidare jämförelser mellan de olika resultaten kommer den ovanstående temarubriken att delas in i underrubrikerna: Tekniska orsaker, Processrelaterade orsaker och Beteende- och Driftmässiga orsaker.

Tekniska orsaker

- Förändringar av de tekniska systemen under byggskedet dokumenteras eller återkopplas inte till energiberäkningarna, vilket gör att de ursprungliga beräkningarna förlorar sin relevans.
- Verifiering och injustering av de tekniska systemen prioriteras inte i slutet av projektet, vilket kan leda till en ineffektiv drift från start och högre en energianvändning än vad som var planerat.
- Schablonvärden i energiberäkningarna speglar inte alltid de verkliga förhållanden, till exempel gällande inomhustemperatur, tappvarmvatten, internlast och drifttider, vilket gör beräkningarna missvisande.
- Felaktig eller sen placering av mätpunkter kan leda till att en viss del av energianvändningen inte kan spåras eller analyseras korrekt. Detta kan försämra möjligheten att upptäcka avvikelser och optimera driften.
- Energisimuleringsmodellerna uppdateras inte efter produktionsförändringar, vilket gör att den teoretiska energibalansen blir irrelevant redan innan byggnaden ens tagits i drift.
- En saknad förståelse för energimålens betydelse bland involverande aktörer kan leda till att det levereras lösningar som fungerar rent tekniskt men inte är tillräckligt energieffektiva.
- Driftsättningen sker ofta under tidspress och ibland innan alla system är injusterade, vilket sätter byggnaden med felaktiga förutsättningar.

Processrelaterade orsaker

- Energi- och/eller installationssamordnare saknas eller involveras inte genom hela projektet, vilket gör att energimålen inte alltid följs upp eller hålls samman mellan olika skeden. Avvikelse kan därmed uppstå när ingen har ett kontinuerligt ansvar för att bevaka energifrågorna.
- Brister i kunskapsöverföring mellan byggprocessens olika skeden, där viktiga tekniska detaljer, energimål och systeminställningar inte förmedlas vidare. Detta kan leda till en ansvarsglapp och att information går förlorad under projektets gång.
- Brister uppstår vid överlämningen av dokumentationen till driftpersonalen, vilket kan skapa otydligheter och försvaga optimeringen i driftskedet.
- Energiberäkningar uppfattas främst som ett formellt krav och används inte som ett aktivt underlag, vilket gör att projekten kan sakna en energistyrning under byggprocessen.
- Avsaknad av uppföljning och erfarenhetsåterföring från verklig drift innebär att felaktiga antaganden och metoder riskerar att återanvändas i framtida projekt. Den som gjort beräkningarna får sällan återkoppling.
- Mätplaner saknas, är otydliga eller icke standardiserade, vilket gör att insamlad data inte kan användas för att utvärdera byggnadens energiprestanda eller identifiera avvikelser.
- Indata från verklig mätning används sällan för att justera framtida projekteringsantaganden, vilket gör att samma fel tenderar att upprepas.
- Ineffektiv användning av mätdata kan innebära att avvikelser upptäcks för sent, snarare än att de upptäcks i tidigare skeden under kontinuerlig övervakning.
- Roller och ansvar för uppföljning efter färdigställande av byggnaden är ofta oklara, vilket gör att en verifiering av energiprestanda inte sker trots att mätdata finns tillgänglig.
- Certifieringar och energiavtal bör användas kontinuerligt genom hela processen för att kunna förbättra resultatet.
- Kravspecifikationer på energiprestanda är ibland otydliga eller alltför generella, vilket gör att entreprenörer inte vet exakt vad som ska uppnås.
- Projektledare och beställare saknar ibland en godtycklig energikompetens, vilket gör att det kan tas viktiga beslut utan någon förståelse för konsekvenserna för energiprestanda.
- Interna mål angående energiprestanda saknas inom organisationen, vilket gör att det kan bli oklart vad projektet faktiskt ska uppnå utöver myndighetskraven.
- Uppföljningen kan vara beroende på enskilda projektledares engagemang och kunskap, snarare än endast systematiska rutiner, vilket kan skapa en ojämn kvalitet mellan olika projekt.
- En ekonomistyrning i projektet kan påverka systemvalen kraftigt, speciellt ifall upphandlingen av de tekniska systemen kommer sent i processen.
- Otydlig kravställning i upphandlingsformerna gör att energimål inte förverkligas. Problemet anses inte ligga i upphandlingsformerna i sig, utan i bristen på krav och uppföljning från beställare.

Beteende- och driftmässiga orsaker

- Driftpersonal involveras för sent i byggprocessen, vilket leder till att deras kunskap och praktiska erfarenheter inte tas tillvara under projektering och systemval. Detta kan medföra bristande systemförståelse vid driftstart och bidra till en sämre optimering.

- Byggnadens faktiska användning kan avvika från antaganden i energiberäkningen angående oförutsägbara händelser, exempelvis förändrade öppettider, annan verksamhet än planerad eller andra förändrade användarbeteenden.
- Driften anses ofta ha en "låg status" i projekten, vilket leder till att deras insikter inte efterfrågas trots att de har en praktisk förståelse över hur systemen fungerar i verkligheten.
- Mätdata som inte används aktivt i driften, utan endast när förbrukningen är ovanligt hög eller när klagomål uppstår. Detta försenar möjligheten att upptäcka felaktigheter.
- Den verkliga energianvändningen påverkas mer än tänkt av brukarbeteende, exempelvis genom en ökad vattenanvändning och komfortspecifikationer hos brukarna.

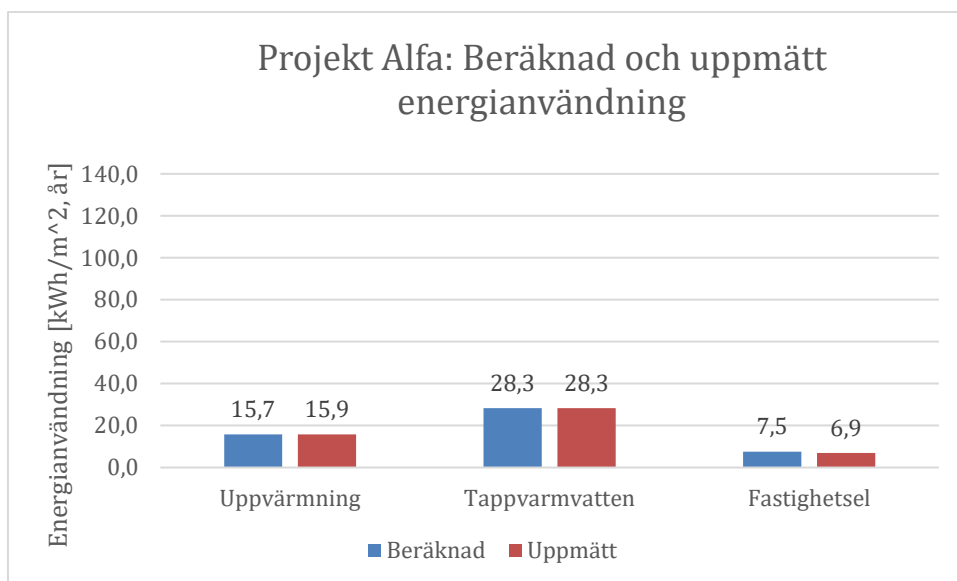
5.2.1 Framtida förbättringsförslag

- Involvera driftpersonal redan i projekteringen för att säkerställa att de tekniska lösningarna fungerar i praktiken och är anpassade för en energieffektiv drift. Detta kan bidra till en ökad systemförståelse och färre justeringsbehov i efterhand.
- Etablera en tydlig och kompetent energi- och/eller installationssamordnare som följer projektet hela vägen från ett tidigt skede till driftsättning. Rollen ska bland annat ansvara och säkerställa att energimålen bevakas kontinuerligt.
- Införa strukturerade rutiner för kunskapsöverföring mellan skeden i byggprocessen, exempelvis genom att införa gemensamma överlämningsmöten mellan projektering, produktion och drift för att undvika ansvarsglapp och informationsförluster.
- Prioritera energifrågor i hela byggprocessen då fokus annars ofta hamnar på tid och budget. Energifrågorna bör hanteras med samma betydelse som övriga projektmål.
- Tillämpning av energiavtal för att tydliggöra ansvarsfördelning, uppföljning och kravställning angående energiprestandan.
- Införa standardiserade mätplaner i alla projekt som är anpassade efter byggnadens och systemens komplexitet. Detta för att möjliggöra en tydligare uppföljning på en komponentnivå samt för att tidigt kunna hantera avvikelser och brister som uppstår.
- Kontinuerligt säkerställa att tekniska förändringar under byggskedet dokumenteras, samt att energiberäkningarna justeras därefter för att bibehålla sin relevans.
- Kombinera två typer av energiberäkningar: En formell och en realistisk. Den realistiska energiberäkningen ska därmed kunna spegla den verkliga energianvändningen som ett styrverktyg för projektering, teknikval och uppföljning.
- Skapa en tydlig struktur för erfarenhetsåterföring från drift till projektering, där mätdata och driftensinsikter återkopplas till framtida projekt för att förbättra energimodeller och antaganden.
- Använda mätdata aktivt som ett optimeringsverktyg, då en datadriven uppföljning gör det möjligt att identifiera avvikelser och förbättra driften redan under själva garantitiden.
- Införa en individuell mätning och debitering där det är relevant. Detta för att kunna påverka användarbeteendet och minska energiförbrukningen på brukarnivån.
- Använda miljöcertifieringar eller deras principer som strukturverktyg även ifall en formell certifiering inte är inom målsättningen. Detta för att kunna hålla kvaliteten inom hållbarhetsarbetet.
- Förbättra utbildningen och dokumentationen till driftpersonalen så att de får rätt förutsättningar till att hantera och optimera de tekniska systemen redan från start.
- Formalisera ansvar för uppföljning vid inflyttning så att verifieringen av energimålen inte glöms bort efter färdigställandet av byggnaden.

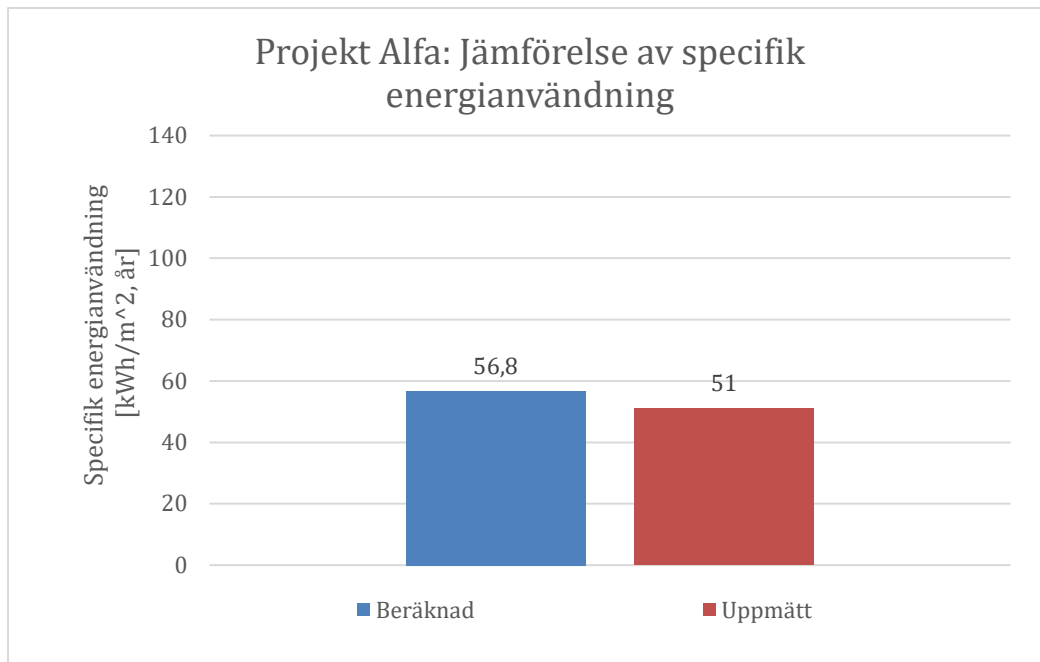
- Utveckla interna energimål inom organisationerna utöver myndighetskraven. Detta för att möjliggöra en tydligare riktning och incitament i projekten.
- Stärka energikompetensen hos projektledare och beställare så att beslut som påverkar energiprestandan tas med rätt förståelse för de efterföljande konsekvenserna.
- Samordna tekniska discipliner bättre under projekteringen så att energisystemen samverkar effektivt och inte motverkar varandra efter färdigställandet av byggnaden.

5.3 Datainsamlingsresultat

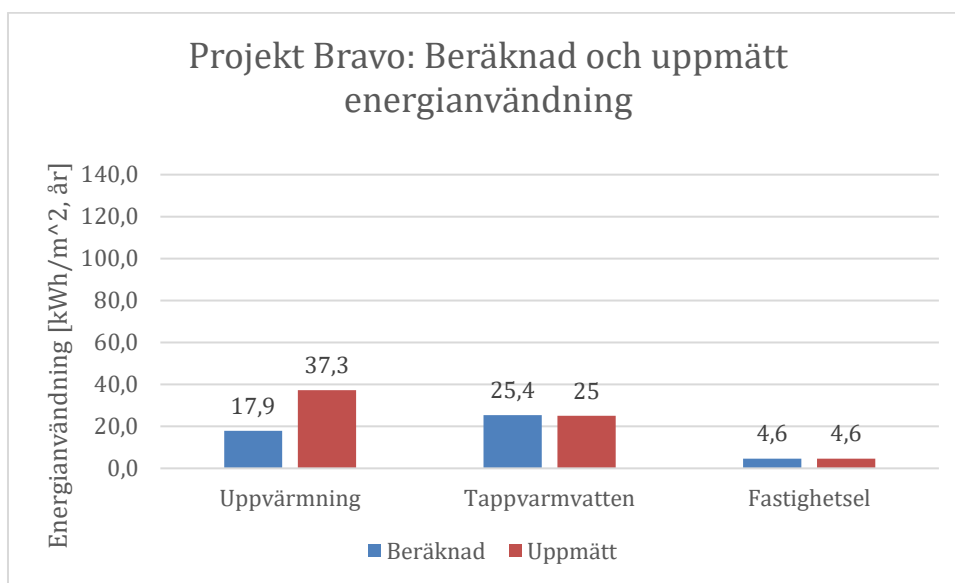
Nedan illustreras figurer för de olika energiposterna och en jämförelse mellan den uppmätta och den beräknade specifika energianvändningen i byggnaderna. Dessa kommer ligga till grund för diskussionen.



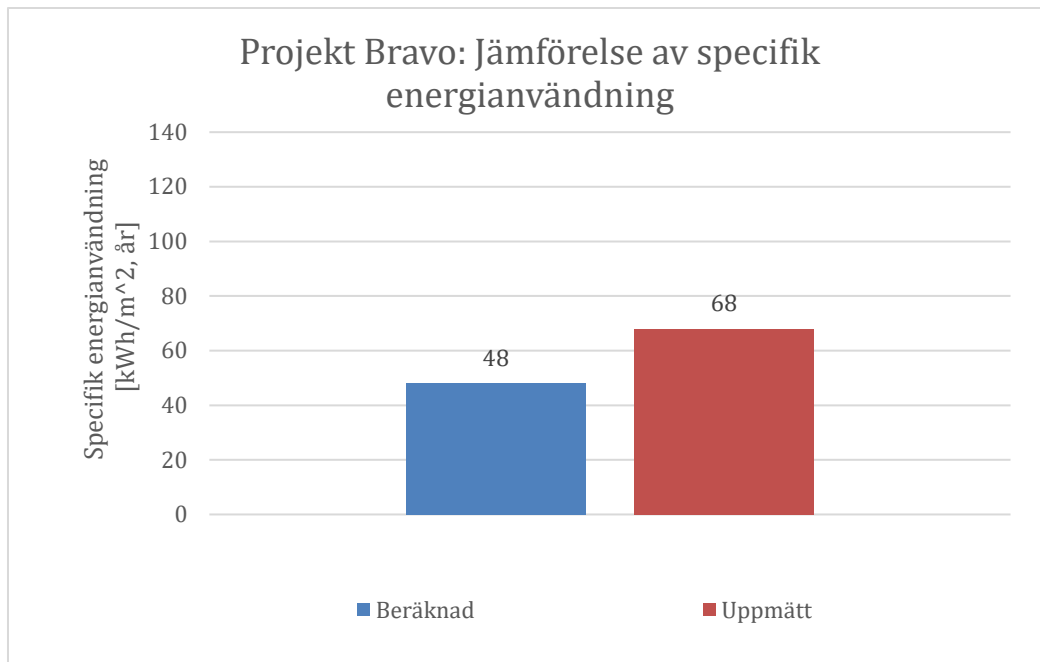
Figur 1: Beräknad och uppmätt energianvändning för de olika energiposterna för projekt Alfa.



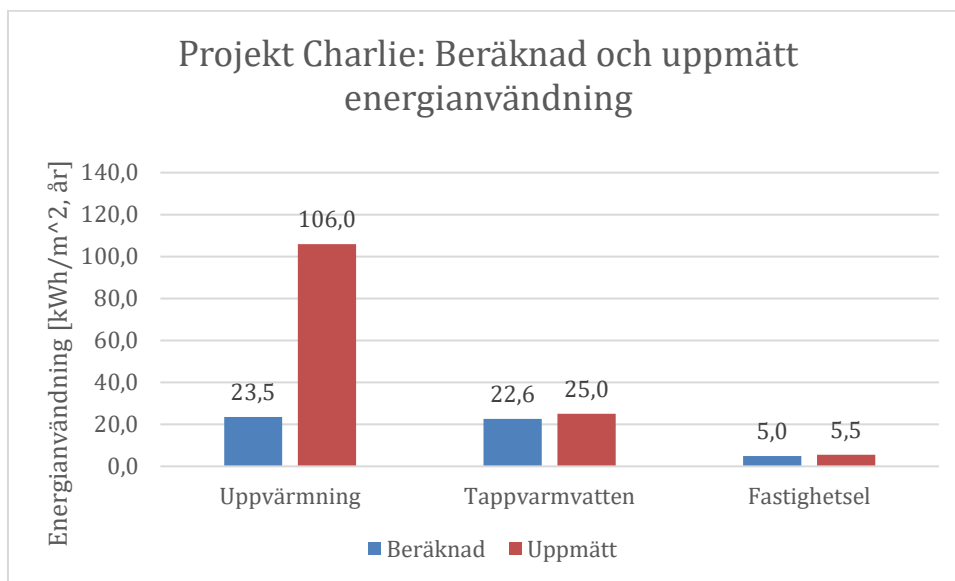
Figur 2: Beräknad och uppmätt specifika energianvändning för projekt Alfa.



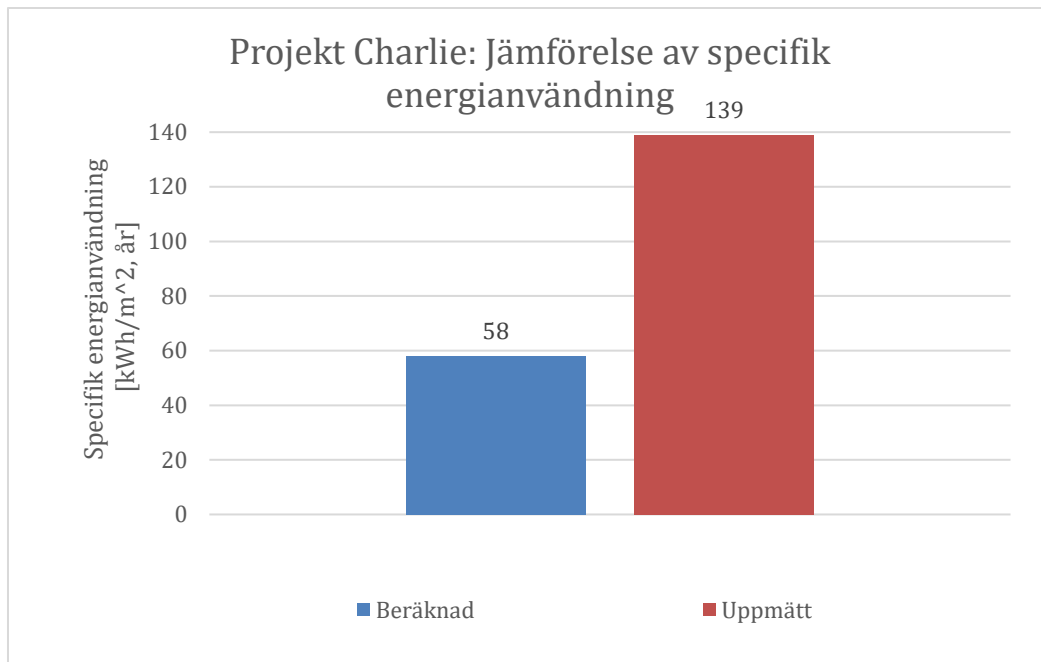
Figur 3: Beräknad och uppmätt energianvändning för de olika energiposterna för projekt Bravo.



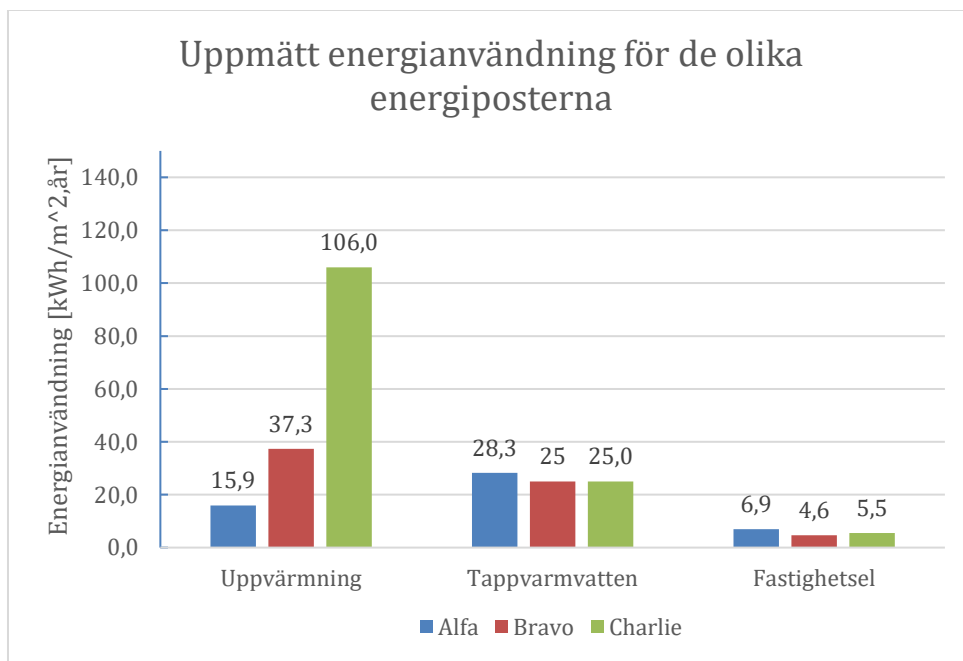
Figur 4: Beräknad och uppmätt specifika energianvändning för projekt Bravo.



Figur 5: Beräknad och uppmätt energianvändning för de olika energiposterna för projekt Charlie.



Figur 6: Beräknad och uppmätt specifik energianvändning för projekt Charlie.



Figur 7: Uppmätt energianvändning för de olika energiposterna i projekten.

6 DISKUSSION

6.1 Orsaker till energigapet

Ovanstående rubrik kommer att delas in i samma tidigare använda underrubriker: Tekniska orsaker, Processrelaterade orsaker och Beteende- och Driftmässiga orsaker. Detta för att tydligt kunna dra paralleller och jämförelser med vad som tidigare tagits upp i rapporten.

6.1.1 Tekniska orsaker

Energigapet i byggnader kan ofta härledas till tekniska lösningar där de tekniska orsakerna ofta är kopplade till projektering, systemval, installationskvalitet samt brister i verifiering. Som litteraturen pekar på blir dagens byggnader alltmer komplexa och underhållet på dessa lika så. Vi märkte att många respondenter nämnde att förändringar i byggnaders tekniska system under byggskedet inte alltid dokumenteras, vilket medför en svårighet kring energiberäkningarnas relevans då de inte längre speglar hur byggnaden är uppbyggd.

Ett återkommande tema är osäkerheten kring energiberäkningsmodeller, alltså simuleringsprogrammen som IDA ICE. Dessa bygger ofta på schablonvärden som inte alltid speglar de faktiska förutsättningarna utan istället leder till att byggnaden blir feldimensionerad. Vi hörde under intervjuerna att även om beräkningarna var rätt utförda utifrån schablonerna och klimatskalet blir rätt byggt, kommer ett energigap uppstå på grund av att schablonvärdena är felaktiga från början. Dagens tekniska produkter släpper ifrån sig mindre värme än tidigare vilket vi tror leder till att schablonerna blir missvisande och leder därmed till en underdimensionering av värmesystemet. Det blir även viktigt att hålla energiberäkningarna relevanta då det kan göras förändringar under projektet, vilket snabbt gör det teoretiska underlaget inaktuellt. I litteraturstudien fokuserade de istället på att själva simuleringsprogrammet gör uppskattningar och att dessa behöver kontrolleras av personer med rätt kompetenser för att inte dra fel slutsatser.

Både litteraturen och intervjupersoner pekar på att detaljerna i projekten blir avgörande för hur byggnaden presterar. Under vår genomgång av litteraturmaterialet och intervjuerna har vi observerat att enstaka mindre avvikelser inte har någon större påverkan var för sig, men att de tillsammans kan leda till betydelsefulla konsekvenser. Det kan vara att hålla koll på köldbryggor och luftläckage eller att se till att rätt indata är med i beräkningarna. Något som både nämns i litteraturstudien och i intervjuerna är att beställare inte alltid är tydliga i sin kravställning. Detta möjliggör för val av billigare lösningar hos entreprenörerna, främst i totalentreprenader, för att de ska maximera sin vinst vilket i sin tur istället kan leda till ett energigap.

Brister i installation, injustering och verifiering tas upp i både litteraturstudien och intervjuerna. Om byggnaden inte injusteras på rätt sätt vid driftskedet kan detta leda till ett energigap. Därtill är kontroller av mätare och givare ofta otillräckliga. I kombination med att det inte alltid finns en grundläggande mätplan att utgå från, kan detta medföra i en försvårad uppföljning och verifieringen där man behöver sätta in mätare i efterhand.

6.1.2 Processrelaterade orsaker

De processrelaterade orsakerna till energigapet handlar i grunden om att det saknas en röd tråd genom projektets gång. Det finns brister i samordning, ansvarsfördelning och uppföljning, som i sin tur kan leda till ett brett slöseri i form av omarbetning, väntetider och

dålig kommunikation. Utöver denna ekonomiska- och tidsbaserade påverkan, riskerar installationer att utföras felaktigt på grund av ett bristande samarbete mellan projektering och produktion. Vi har märkt att smarta lösningar under projekteringen bortprioriteras senare under projektet på grund av olika skäl såsom budget eller dåligt engagemang, vilket kan bidra till energigapet.

Vi har dessutom märkt att energiberäkningar ibland mer ses som ett sätt att uppfylla formella krav istället för att man använder de som ett aktivt styrmedel i projekten. De kan efter färdigställning läggas på hög och glömmas bort, vilket kan leda till att beslut som tas under byggskedet inte tar hänsyn till energiberäkningarna.

Flera intervjudeltagare lyfter dessutom avsaknaden av en energi- eller installationssamordnare som har ansvar för energifrågor under projektets gång. Om inte energifrågan tas upp under processen finns det risk att denna glöms bort och bortprioriteras. Vi har också märkt att det saknas en övergång mellan de olika faserna i projektet där man inte får med sig alla tankar och lösningar i bygganden. Detta leder till att man istället riskerar att välja lösningar som inte var med i energiberäkningarna, vilket kan bidra till energigapet.

Erfarenhetsåterföring är något som både litteraturstudien och intervjuerna pekar på då det saknas ett etablerat arbetssätt kring erfarenhetsåterföring. Om man inte tar med sig lärdomar mellan projekten finns det en risk att kunskap går förlorad som hade gynnat branschen i sin helhet. Detta blir extra tydligt när aktörer inte pratar med varandra eller missar att dokumentera förändringar under projektets gång. Vi har också lagt märke till att flera tycker att beställare och projektledare saknar kunskap angående de tekniska systemvalen, vilket därmed kan leda till att de tar beslut som försvagar energiprestandan.

6.1.3 Beteende- och Driftmässiga orsaker

Denna kategori av orsaker beror på faktorer som inte alltid kan modelleras i projekteringen. I litteraturen ser vi att brukarnas beteende har stor inverkan på byggnader med låg dimensionerade energiförbrukning, såsom NNE-byggnader och lågenergihus. Exempelvis variationer angående vädring, användning av tappvarmvatten eller hushållsel kan få relativt stora konsekvenser. Det tas även upp i intervjuerna att verkliga brukarmönster inte stämmer med de antaganden som gjorts. Där vi, som exempel, ser att årsmedelvärden används för hushållsel. Detta värde tar inte hänsyn till variationer över dygnets gång där det kan variera från boende till boende. Resultatet av detta blir då att de simuleringar som görs inte speglar verkligheten, särskilt i byggnader med få lägenheter där den statistiska spridningen blir större.

Driften av byggnaderna är en mycket viktig del av byggnadens livscykel. Ifall denna blir bristande över en längre tid kan den ge stor inverkan på byggnadens energiprestanda. I intervjuerna nämns ofta att man ska involvera driften tidigare i processen för att ge dem förståelse för hur byggnaden fungerar. Anledningen till att de inte kommer in tidigare i projekten är att, som intervjupersonen som jobbat inom drift menar, det finns ett stigma i branschen att driftpersonalen saknar kunskap kring byggnaderna. Litteraturen menar också att kunskapen kring dagens komplexa system hos förvaltningen är bristfällig och att ifall driftpersonalen saknar den rätta kunskapen angående de tekniska systemen så riskeras byggnaderna att hanteras felaktigt.

6.2 Framtida lösningar till energigapet

För att kunna minska energigapet i byggnader kan vi konstatera utifrån undersökningarna att det krävs en kombination av tekniska, organisatoriska och beteendemässiga åtgärder som samordnas genom hela processen. Det påvisas även tydligt att lösningarna inte ligger i någon enskild metod eller teknik, utan mer i ett samspel mellan de olika aktörerna.

Till att börja med är behovet av att införa en tydlig roll för energisamordning genom hela processen något som lyfts upp i litteraturstudien, i samtliga intervjuer och som vi själva ser som en intressant lösning. Vi uppfattar att energisamordnarrollen borde fungera som en teknisk kontrollfunktion, men med ett större fokus på att fungera som en kommunikationslänk mellan projektering, produktion och drift. Detta för att skapa en röd tråd genom hela projektet. Utifrån vår uppfattning handlar det i praktiken inte om att införa något nytt eftersom det påvisats att energisamordningsrollen redan förekommer. Syftet handlar mer om att tydliggöra och stärka rollens innebörd i projekten, då det anses att rollen riskerar att ”försvinna” bland övriga projektroller. Kopplat till litteraturen så har detta redan uppmärksammats i branschen. Exempelvis så har Bygga-E valt att beskriva energisamordningsrollen rent formellt utifrån den kunskap de anser behövs tillföras till projektet. Med endast små medel som en tydligare rollfördelning, skulle det därmed vara möjligt att åstadkomma betydligt färre energigap med förutsättningarna att energifrågan behandlas med samma prioritet som bland annat ekonomi och tid.

Miljöcertifieringar och energiavtal kan dessutom vara till stöd för att minska energigapet eftersom de ofta medför tydligare rutiner, krav på uppföljning och energisamordning. I våra intervjuer lyftes certifierade projekt som mer strukturerade och målmedvetna kring energifrågor. Samtidigt framkom det att certifieringar inte alltid garanterar en god energiprestanda. Flera intervjudeltagare menade att det ibland ses som en formalitet snarare än som ett styrverktyg. Framför allt har vi även lagt märke till att det ofta saknas eller är otydliga krav på verifiering för den uppmätta energiförbrukningen efter inflyttning, vilket begränsar möjligheten att åtgärda avvikelser. Vi anser att certifieringar behöver kompletteras med tydliga interna energimål och en aktiv uppföljning för att de inte ska tappa sin effekt. Ett extra fokus på faktisk energianvändning och bättre koppling till ekonomiska drivkrafter skulle kunna göra certifieringarna mer relevanta som en lösning till energigapet.

En annan noterbar lösning handlar om att genomföra mätning för energiförbrukningen och att den ska göras på rätt sätt. I litteraturstudien och intervjuerna anses det vara lämpligt att det finns standardiserade mätplaner. Exempelvis bör tappvarmvatten och fastighetsel mätas separat så att man faktiskt kan förstå var avvikelserna uppstår. Det är också när uppföljningen görs på denna nivå som energiberäkningarna blir meningsfulla. Vår uppfattning är att detta egentligen inte är ett tekniskt hinder, utan att det mer handlar om struktur och prioriteringar. Det påvisas i intervjuerna att de organisationer som varit villiga att lägga ner mer engagemangen i att arbeta kontinuerligt med tydliga mätstrategier, upplever ett bättre resultat. För att bidra till ett minskat energigap går det därmed att dra slutsatsen att det krävs en förändring där mätning och uppföljning blir en självklar del av byggprocessen och inte bara ”läggs till” i efterhand.

För att säkerställa byggnadens energiprestanda lyfts användningen av energiberäkningar som en viktig förbättringsåtgärd, där det betonas att de bör fungera som ett aktivt styrverktyg genom hela processen. Ett förslag som lyfts fram är att arbeta med två parallella energiberäkningsmodeller, det vill säga, en formell för att uppfylla myndighetskraven och en realistisk modell som är anpassad för projektets specifika förutsättningar. Den realistiska modellen möjliggör därmed bättre tekniska val, mer relevanta dimensioneringar och tydligare prioriteringar för när förändringar sker. Dessutom blir det möjligt att följa upp energimålen

mer exakt vid driftsättningen, vilket skapar förutsättningar till att åtgärda avvikelser innan de leder till långsiktiga problem. Vi uppfattar det som att denna dubbla beräkningsstrategi redan är vanligt förekommande i branschen, särskilt i större eller certifierade projekt, men att det ännu inte är någon branschstandard. Syftet är därmed att belysa denna metod eftersom det bidrar till att förbättra energiprestandan och till att skapa erfarenhetsåterföring mellan projekt.

Samtidigt kan det konstateras att brukarna själva en stor påverkan på energianvändningen, speciellt inom bostäder varierar det kraftigt. Detta är enligt litteraturstudien och intervjuerna något som ofta beskrivs som "svårt att styra". Här kan individuell mätning och debitering vara ett effektivt verktyg för att synliggöra energianvändningen och inspirera till ett mer energibesparande användarbeteendet. Flera intervjupersoner beskrev hur detta lett till ökad medvetenhet bland deras brukare, särskilt när det gäller varmvattenförbrukning. Här är det dock viktigt att mätningen är tydlig, begriplig och kopplad till någon form av återkoppling för att det ska vara effektivt.

Till sist är en annan viktig insikt att involvera driftpersonalen tidigt i byggprocessen. Genom att istället bjuda in driften redan under projekteringen kan deras praktiska kunskap bidra till bättre tekniska lösningar, mer genomtänkta systemval och till färre justeringsbehov i efterhand. Flera av intervjudeltagarna lyfte att driftens erfarenheter kan förutse problem som annars upptäcks vid inflyttning efter färdigställandet av byggnaden. Exempelvis angående deras rimlighetsbedömning av styrsystemen och kännedom kring hur liknande system fungerat i andra projekt. Ett tidigt samarbete med driften tycks därmed minska risken för missförstånd och att det införs onödigt komplexa system, samt att det ökar chansen till att systemen optimeras rätt från start.

6.3 Diskussion kring dataanalysen

Vid en jämförelse av den projekterade specifika energianvändningen mellan de tre analyserade projekten: Alfa, Bravo och Charlie, framträder det tydliga skillnader i förväntad energiprestanda redan i planeringskedet. Enligt figur 2 har projekt Alfa hade en beräknad specifik energianvändning på 56,8 kWh/m², år vilket ligger strax under det uppsatta kravet på maximalt 60 kWh/m², år. Detta tyder på att byggnaden redan i projekteringen bedöms vara relativt energieffektiv. Projekt Bravo uppvisade däremot något lägre beräknat värde för den specifik energianvändning på 48 kWh/m², år (se figur 4) och projekt Charlie med det högsta beräknade värdet på 58 kWh/m², år (se figur 6). Trots att beräkningarna ligger under kravet så kan vi se redan på förhand att projekt Charlie har en högre beräknad energianvändning än övriga, tätt följt av Alfa. Detta kan bero på att projekt Charlie är ett BmSS boende där det kan finnas andra krav och därmed andra schabloner att räkna med. Fallet blir extra intressant eftersom projekt Bravo och Charlie är belägna på samma gata, men att det redan här skiljer sig 10 kWh/m², år i energiberäkningarna.

Det är dessutom viktigt att tillägga att vi har sökt svar från ansvariga för projekten Bravo och Charlie om vart och varför avvikelser uppstod och ifall de hittat någon lösning av problemet. Däremot har vi ej fått någon återkoppling, vilket innebär att alla tolkningar är spekulativa, men baseras på tidigare diskussioner som genomförts i arbetet.

Gällande projekt Alfa visar analysen att den uppmätta specifika energianvändningen i stort sett är i relation med den beräknade värdena och klarade det satta kravet på 60 kWh/m², år, (se figur 2). Vi ser att skillnaden mellan värdena är 5,8 kWh/m², år. Här är det viktigt ha i åtanke att i beräkningen så användes ett säkerhetspålägg på 10%. Om vi bortser från detta pålägg blir siffrorna väldigt nära varandra. Detta ser vi även på de enskilda posterna i figur 1,

där de uppmätta värdena ligger väldigt nära de beräknade värdena. Anledningen tror vi beror på att processen hade stort fokus på just energifrågan, både ekonomiskt och tidsrelaterat. Under intervjuerna hade vi två personer (intervjudeltagare 2 och 4) som direkt var involverade i projekt Alfa där båda personerna pratade mycket gott om hur processen gick till. Intervjuperson 2 var med från entreprenörsidan där hen beskriver arbetssättet som systematiskt med en tydlig struktur för uppföljning och verifiering av energiprestandan, vilket kostade mer initialt men sparades in snabbt när avvikelser kunde upptäckas tidigt (se bilaga 2). Hen fortsätter med att beställaren varit tydlig i sina kravställningar och noga med detaljerna kring energin, något som hen uttrycker som positivt och avslutar med:

”De sa att vi inte behövde fler möten, huset levererade precis som de skulle”

Intervjudeltagare 4 hade rollen som energisamordnare i projektet där hen var med från tidig projektering och energiberäkningen till besiktningen och kontroll av samtliga system. Hen menade att det lades ned runt 100 extra timmar på detaljer för att säkerställa att energikraven uppfylldes. Vidare berättar hen att de jobbade nära konstruktörerna för att tidigt kunna identifiera problem och därefter hitta lösningar till dessa (se bilaga 4).

Sammanfattningsvis kan vi se att detta projekt innehåller både saker som tas upp ur intervjuerna och ur litteraturstudien som bra riktmedel för att maximera byggnadens energiprestanda. De hade en energisamordnare som var med under hela projektets gång och kunde vara med och granska kritiska detaljer. De hade även beställare som hade tydliga kravställningar kring energifrågorna. Detta resulterade i en byggnad som presterade snarlikt beräkningarna och höll kraven. Värt att notera är att energideklarationen är utförd år 2021, alltså under samma år som byggnaden togs i bruk. Detta gör att byggnaden riskerar att inte visa rätt värden eftersom det tar tid för byggnaden att optimeras enligt vad som sades i intervjuerna.

När vi sedan analyserar den verkliga energianvändningen för projekt Bravo påvisas det i figur 4 att det finns ett tydligt energigap. Den uppmätta specifika energianvändningen uppgick till 68 kWh/m², år, vilket innebär att byggnaden överskrider den projekterade energianvändningen på 48 kWh/m², år med 20 kWh/m², år. Detta representerar en avvikelse som förmodligen tyder på att en eller flera faktorer under bygg och driftskedet lett till att byggnadens energiprestanda försämrats i förhållande till beräkningarna, baserat på vad som tidigare diskuterats angående avvikelser.

Efter en fortfarande relativt översiktlig, men ändå närmare granskning av de olika energiposterna, ges en tydligare bild av var detta energigap uppstått. Enligt figur 3 var den projekterade energianvändningen för uppvärmning satt till 17,9 kWh/m², år, medan i verkligheten uppmättes den till 37,3 kWh/m², år, vilket innebär mer än en fördubbling. För tappvarmvatten och fastighetselen var överensstämmelsen mycket bättre, vilket tyder på att antaganden i stort sett speglar det verkliga utfallet. Det som tydligast drar upp den totala energianvändningen i projekt Bravo är därmed den kraftiga avvikelsen i uppvärmningsposten, vilket troligtvis beror på flera samverkande faktorer. En vanlig orsak till överförbrukningen av uppvärmningen är en bristande injustering av värmesystemet. Flera intervjupersoner nämner att detta ofta missas i nyproduktionen, vilket kan leda till att systemet kompenserar med en högre värmeförlust än nödvändigt. Vidare kan brister i FTX-systemets styrning och värmeåtervinning bidra till energiförluster ifall ventilationsaggregaten inte är rätt inställda. Trots detta klarar projekt Bravo de uppställda energikraven för primärenergitalet, men att resultatet visar att det finns förbättringspotential i projektering, injustering och drift. Särskilt

med tanke på att delar av systemet verkar ha fungerat enligt plan medan andra bidragit till ett tydligt energigap.

Projekt Charlie har, jämfört med både Bravo och Alfa, en ansevärd skillnad mellan den beräknade och uppmätta specifika energianvändningen där den skiljde sig med 81 kWh/m², år. Detta innebär en mer än en dubbling av den specifika energianvändningen (se figur 6) och gör att byggnaden hamnar långt över kravet som sattes i projektet. Detta väcker frågor kring vilka faktorer som kan vara anledningen till att energigapet blev så stort. En förklaring kan vara att byggnaden är klassad som BmSS boende där det kan skilja sig i krav för byggnaden, som i sin tur kan leda till att något blev fel i beräkningen och att den därmed blev för låg. När vi undersöker de specifika energiposterna (se figur 5) blir det då tydligt att byggnadens uppvärmning är nästan fyra gånger så stor som den beräknades att bli. Detta tror vi tyder på att det uppstått något fel eller misskommunikation i projekteringsfasen och/eller i byggskedet där man missat något stort som då lett till att energigapet för uppvärmning blir väldigt stort.

Eftersom vi ser stora avvikelser i uppvärmningen för projekt Bravo och Charlie kan det tyda på att orsakerna till problemet uppstår tidigt i processen. Till exempel har vi fått till oss att A_{temp} i energiberäkningen och energideklarationen skiljde sig med den verkliga A_{temp} i projekt Charlie, vilket gjort att man har fått en högre energianvändning per area än vad det egentligen är. Andra problem som kan ha gjort att uppvärmningen inte är rätt, för varken projekt Bravo eller Charlie, är att de kan vara sämre optimerade och att detta då ger en högre energipåvekan vilket är något som nämns flertalet gånger under intervjuerna. Kopplat till litteraturstudien kan vi se att byggnader med fler lägenheter tenderar att ha en lägre spridning när det gäller uppvärmning än byggnader med färre lägenheter, vilket då kan kopplas till att projekt Bravo är en större byggnad med 22 lägenheter medan projekt Charlie endast har 9 och kan därmed vara en förklaring till att projekt Charlie har högre uppvärmningsenergi. Värt att notera är även att energideklarationen upprättades år 2024, det vill säga två år efter färdigställandet av projekt Bravo och Charlie vilket är inom kravställningen. Som tidigare nämnt, är det därmed vanligt att en ny byggnad behöver tid för att ”trimmas in”. Enligt teorin bör två år vara en tillräcklig tidsperiod för att uppnå en representativ drift som speglar byggnadens faktiska energianvändning. Detta skiljer sig från projekt Alfa där energideklarationen uppfördes samma år som byggnaden färdigställdes.

7 Slutsats – Rekommendationer till branschen

Nedan presenteras våra viktigaste rekommendationer som vi vill att läsarna tar med sig till framtida projekt för att möjliggöra en minskning av skillnaden mellan projekterad och faktisk energianvändning i byggnader.

- Etablera en tydlig roll för energiuppföljning och -samordning genom hela processen.
- Ta vara på driftpersonalens- och andra aktörers energikompetens tidigt i processen.
- Skapa strukturer för erfarenhetsåterföring för att öka energikompetensen allmänt i branschen.
- Skapa standardiserade rutiner inom organisation och bransch för mätning och uppföljning av energimål.

Sammanfattningsvis visar vårt examensarbete att ett minskat energigap kräver åtgärder på flera håll i byggprocessen. Vi rekommenderar att branschen etablerar en tydlig roll för energiuppföljning och samordning som följer projektet hela vägen från tidig projektering till driftsättning. Det är avgörande att driftpersonalens- och andra aktörers energikompetens tas tillvara tidigt i processen, för att säkerställa att de tekniska lösningarna fungerar i praktiken. För att skapa långsiktig förbättring bör strukturer för erfarenhetsåterföring mellan projekt utvecklas, vilket bidrar till att öka energikompetensen i hela organisationen. Därtill behövs standardiserade rutiner för mätning och uppföljning av energimålen, så att avvikelser identifieras tidigt och blir en självklar del av det lärande som driver branschen mot mer energieffektiva byggnader.

8 Svårigheter och förbättringsmöjligheter

Under arbetets gång har vi stött på en del utmaningar som påverkat vårt genomförande och resultat. En av svårigheterna har varit osäkerheten kring vad som faktiskt ingår i energiberäkningarna då de ofta varierat mellan olika aktörer. Detta har medfört att i jämförelsen mellan projekten blev mer begränsad.

Dessutom var vi medvetna om att det undersökta området är mycket brett, vilket har gjort det svårt att fördjupa sig detaljer. Till exempel så fanns ambitioner att fördjupa sig mer i simuleringsprogrammet IDA ICE, som var tänkt att användas som underlag för att fördjupa analysen av energiberäkningarna. På grund av tidsbrist och begränsad tillgång på data kunde vi även endast dra generella slutsatser kopplat till vad som undersökts i arbetet.

Tanken med dataanalysen var, till en början, att försöka ta fram mer kvantitativa, datadrivna rekommendationer baserade på olika parametrar för byggnader, som sedan hade kunnat ligga till grund för rimlighetsanalyser i branschen.

En invändning mot den valda intervjumetoden är att den inte var standardiserad. Detta kan ha lett till att följdfrågorna varierade mellan intervjuerna i takt med att vår kunskap inom området ökat. Det hade dessutom varit värdefullt att få med insikter från regelverksorganisationer såsom Boverket för att få med deras synpunkter på energiprestanda och schablonvärden. Även intervjuer med personer som inte är lika insatta i energifrågan men fortfarande jobbar i branschen för att få en bild hur de ser på orsaker och lösningar kring energigapet.

Till sist så användes Chalmers AI-transkriberingsverktyg för att underlätta hanteringen av all information från intervjuerna. Dock visade det sig att verktyget inte alltid återgav samtalet helt korrekt, vilket innebär att vi under sammanställningarna fick granska och tolka materialet själva i efterhand.

9 Vidare undersökning

I samband med arbetet har flera intressanta spår identifierats som kan skapa relevanta undersökningar till framtida arbeten.

En fördjupning av LOU:s (Lagen om offentlig upphandling) påverkan av byggnaders energiprestanda vore spännande att arbeta vidare om. En undersökning om hur LOU:s krav på transparens och konkurrens i praktiken påverkar energigapet.

En vidare undersökning om hur AI (Artificiell Intelligens) kan användas för att förutse brukarbeteende, hur de reagerar och beter sig vid olika förutsättningar för att då skapa möjligheter till dynamiska och mer realistiska energiberäkningar.

Det finns också ett behov av att vidare undersöka träffsäkerheten hos olika simuleringsprogram med avseende på byggnadstyper och användningsutfall. Därmed en mer systematisk analys över hur väl simuleringsprogrammets resultat överensstämmer med verklig uppmätt data i byggnader för att stärka programmets trovärdighet eller hitta behov av justeringar.

En annan intressant frågeställning som bör undersökas vidare är kostnadsperspektivet kopplat till energigapet. Det skulle kunna handla om att kartlägga vilka typer av energimässiga brister som medför störst ekonomisk påverkan, samt vilka och hur investeringar angående uppföljning av energianvändning hade kunnat gynna branschen över tid.

Slutligen hade ett möjligt vidare forskningsspår varit att undersöka hur väl de schabloner och riktvärden som används idag speglar verkligheten. Även ifall det hade varit möjligt att utveckla mer specifikt uppdaterade indata värden beroende på exempelvis byggnadens användning eller geografiskt läge.

REFERENSER

- Bagge, H., Fransson, V., Hiller, C., Johansson, D., & Rydén, J. (2018). *Brukarnas påverkan på energianvändning och effektbehov i NNE-byggnader* (Rapport 2018:12). E2B2. https://www.e2b2.se/media/4057/brukarnas_paverkan_pa_energianvandning_och_effektbehov_i_nne-byggnader.pdf
- BFS 2020:4. *Boverkets författningssamlingar*. Boverket. <https://rinfo.boverket.se/BFS2011-6/pdf/BFS2020-4.pdf>
- Boverket (2025a). *Växthusgaser*. <https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/miljoindikatorer---aktuell-status/vaxthusgaser/> Hämtad 2025-03-03
- Boverket (2025b). *Energianvändning*. <https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/miljoindikatorer---aktuell-status/energianvandning/> Hämtad 2025-03-03
- Boverket (2025c). *Beräkning av byggnadens energiprestanda*. <https://www.boverket.se/sv/energideklaration/for-energiexperter/berakning-av-byggnadens-energianvandning/> Hämtad 2025-05-11
- Boverket (2025d). *Energiprestanda baserat på beräkning*. <https://www.boverket.se/sv/energideklaration/for-energiexperter/berakning-av-byggnadens-energianvandning/energiprestanda-baserat-pa-berakning/> Hämtad 2025-05-11
- Boverket (2025e). *Om energideklarationer*. <https://www.boverket.se/sv/energideklaration/energideklaration/> Hämtad 2025-05-11
- Boverket (2025f). *Gröna bolån*. <https://www.boverket.se/sv/energideklaration/energideklaration/grona-bolan/> Hämtad 2025-05-11
- Boverket (2023). *Föreskrifter och allmänna råd*. <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/regler-om-byggande/boverkets-byggregler/om-bbr/foreskrifter-och-allmanna-rad/> Hämtad 2025-04-11
- Boverket (2022). *Primärenergital och byggnadens prestanda*. [Primärenergital och byggnadens energiprestanda - Boverket](https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/regler-om-byggande/boverkets-byggregler/primarenergital-och-byggnadens-energi-prestanda/) Hämtad 2025-03-15
- Boverket (2021). *Olika skeden i byggandet*. https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/teman/ekosystemtjanster/metod_byggande/skeden/ Hämtad 2025-03-21
- Boverket (2020a). *Energihushållning*. <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/regler-om-byggande/boverkets-byggregler/energihushallning/> Hämtad 2025-03-16
- Boverket (2020b). *Verifiering av energikraven*. <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/regler-om-byggande/boverkets-byggregler/energihushallning/verifiering-av-energi-kraven/> Hämtad 2025-04-20

- Boverket (2009). *Bygg för morgondagens klimat*.
https://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2009/bygg_for_morgondagens_klimat.pdf
- De Wilde, P. (2014). *The gap between predicted and measured energy performance of buildings: A framework for investigation*. Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2014.02.009>
- EQUA Simulations AB. (u.å.). *IDA ICE*. <https://www.equa.se/en/ida-ice> Hämtad 2025-03-15
- Göteborg stad (u.å.). *Bostäder med särskild service*.
<https://goteborg.se/wps/portal/start/goteborg-vaxer/sa-arbetar-staden-med-stadsutveckling/sa-utvecklas-bostader-och-bebyggelse/bostader-med-sarskild-service-bmss> Hämtad 2025-05-15
- Josephson, P. E., Saukkoriipi, L. (2005). *Slöseri I byggprojekt*. FoU-Väst. https://www.cmb-chalmers.se/wp-content/uploads/2015/10/sloseri_byggprojekt.pdf
- Kempe, P., Kurkinen, E. L. (2024). *Ändrade arbetsätt för att minska energigap i nya bostäder*. RISE. <https://www.bebostad.se/media/7181/bebo-%C3%A4ndrade-arbets%C3%A4tt-f%C3%B6r-att-minska-energigap-i-nya-flerbostadshus.pdf>
- Lane, A. L., Gustavsson, T. (2018). *ByggaE – Metod för kvalitetssäkring av energieffektiva byggnader*. E2B2.
https://www.e2b2.se/media/4430/slutrappport_byggae_bas_metod_for_kvalitetssakring_av_energieffektivt_byggande.pdf?utm_source=chatgpt.comenergieffektivt_byggande.pdf
- LÅGAN. (2025). *LÅGAN – för energieffektiva byggnader*. <https://laganbygg.se/> Hämtad 2025-05-12
- Naturvårdsverket. (2024a). Sveriges klimatmål och klimatpolitiska ramverk.
<https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/klimatomstallningen/sveriges-klimatarbete/sveriges-klimatmal-och-klimatpolitiska-ramverk/> Hämtad 2025-03-03
- Naturvårdsverket (2024b). Sveriges del av EU:s klimatmål.
<https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/klimatomstallningen/sveriges-klimatarbete/sveriges-del-av-eus-klimatmal/> Hämtad 2025-03-03
- Nordstrand, U. (2007). *Byggprocessen* (4. Uppl.). Liber
- SGBC. (2020). *Miljöbyggnad 3.1*.
<https://www.sgbc.se/app/uploads/2020/05/Milj%C3%B6byggnad-3.1-Nybyggnad.pdf>
Hämtad 2025-04-15
- SGBC. (2023). *Vad är BREEAM-SE?*. <https://www.sgbc.se/certifisering/breem-se/vad-ar-breem-se/> Hämtad 2025-04-15
- SGBC. (u.å.). *Vad är LEED?*. <https://www.sgbc.se/certifisering/leed/vad-ar-leed/> Hämtad 2025-04-15

SMHI (2024). *Beräkning av byggnadens energianvändning*. [Beräkning av byggnadens energianvändning — SMHI](#) Hämtad 2025-03-15

Sveby. (2021). *Energiavtal 21*. <https://www.sveby.org/wp-content/uploads/2021/03/Energiavtal-21.pdf>

BILAGOR

Bilaga 1 – Sammanställning av intervju 1

Bakgrund och Verksamhet

Intervjupersonen arbetar idag som energiansvarig på ett större fastighetsbolag. Hen har en bakgrund inom installationsbranschen med erfarenhet från både praktiskt arbete och projektledning inom styr- och reglerteknik. Övergången till fastighetssektorn skedde efter flera år inom entreprenörsledet, där fokus gradvis flyttades mot teknisk utveckling och energieffektivisering. Inledningsvis låg en stor del av arbetet i att höja bolagets kompetens inom installationsteknik och att förankra tekniska lösningar. Genom att tydliggöra de ekonomiska och driftsmässiga fördelarna med teknisk utveckling har personen spelat en viktig roll i att etablera en strukturerad strategi för energihantering och teknisk standardisering inom bolaget.

Det aktuella fastighetsbolaget har valt att satsa på egenproducerad förnybar energi för att minska sitt klimatavtryck och stärka sin energiförsörjning. Genom en omfattande utbyggnad av vindkraft täcker bolaget idag i stor utsträckning både den egna driftens och hyresgästernas elbehov. Produktionen är dimensionerad för att på årsbasis motsvara merparten av fastighetsbeståndets förbrukning.

Satsningen har även möjliggjort förbättrade finansieringsvillkor genom gröna lån kopplade till miljöklassificerad nyproduktion. Samtidigt lyfts utmaningar fram gällande nuvarande regelverk för primärenergifaktorer, där egenproducerad el från förnybara källor fortfarande bedöms utifrån föråldrade värden, vilket påverkar byggnaders energiklassificering negativt. För att uppnå långsiktig driftsäkerhet, energieffektivitet och kostnadseffektiv förvaltning har fastighetsbolaget infört en genomgripande standardisering av alla installationstekniska system i nyproduktion. Standardiseringen omfattar bland annat värme-, ventilations-, el- och styrsystem och baseras på egna framtagna rambeskrivningar, principalscheman och funktionsbeskrivningar.

Dessa dokument fungerar som styrande handlingar i projekten och får inte ändras av externa konsulter eller entreprenörer utan ett särskilt avvikelseförfarande. Detta säkerställer att de tekniska lösningarna håller en jämn och hög nivå oavsett projekt och att förvaltningen kan arbeta med igenkännbara system, vilket underlättar drift och underhåll över tid.

Enligt intervjupersonen infördes denna modell efter tidigare erfarenheter där individuella lösningar i varje byggnad ledde till svårigheter i drift och ökad energianvändning. Personen uttrycker det som att:

"Hade vi inte styrt tekniken centralt hade vi suttit med tjugo olika tekniska lösningar och förvaltningen hade inte vetat hur systemen fungerade."

Ett konkret exempel på standardisering är användningen av spillvattenvärmeväxlare som numera installeras systematiskt för att förvärma tappkallvatten och därmed minska energibehovet för varmvattenproduktion. Även dimensioneringen av ackumulatortankar har standardiserats för att optimera drift av värmepumpar och minska effektbelastningen på fjärrvärmenätet vid spetsbehov. Ventilationssystem är en annan komponent där bolaget infört sekventiell avfrostning som standard för att undvika energiförluster under vinterdrift.

Intervjupersonen betonar att syftet inte är att låsa fast utvecklingen utan att skapa en stabil och kontrollerbar bas där projektanpassningar kan göras när så krävs men under tydlig kontroll:

"Vi vill ha en grundstruktur som är likadan överallt, men med möjlighet till anpassning via avvikelser där det verkligen behövs."

Genom denna systematik kan bolaget även dra nytta av erfarenhetsåterföring från driftorganisationen och förbättra standarderna kontinuerligt, då drifterfarenheter från tidigare projekt återkopplas och implementeras i kommande byggnader.

Dessutom möjliggör standardiseringen att ny teknik och nya energilösningar, som till exempel återvinning av kylenergi från kommersiella verksamheter, kan integreras på ett kontrollerat sätt i framtida projekt.

Byggprocessen

En av de största utmaningarna som framhölls under intervjun är den ökade komplexiteten i byggprocessen kopplad till installationstekniska system, och hur branschens traditionella arbetssätt inte anpassats till denna utveckling. Intervjupersonen påpekade att medan byggproduktionen historiskt sett dominerats av enklare installationer, har moderna byggnader mycket högre krav på samordning av avancerade system för värme, ventilation, kyla och styrteknik.

Ett återkommande problem som lyfts fram är att byggprojekt ofta styrs av byggplatschefer med begränsad förståelse för de tekniska systemens funktion. Detta leder till att installationsarbetet inte prioriteras på rätt sätt i tidplanen, vilket får stora konsekvenser för funktionalitet och energiprestanda. Intervjupersonen beskriver situationen så här:

"Platschefen är expert på bygg men kan inte alltid grekiskan, alltså installationerna. När installationerna blivit så här komplexa fungerar det inte längre att driva allt som ett traditionellt byggprojekt."

Ett konkret exempel som lyfts är värmesystem, där injustering och avluftning ofta skjuts upp till veckorna precis före inflyttning. Detta skapar allvarliga problem eftersom systemen inte hinner optimeras innan lägenheterna tas i bruk, vilket leder till kalla bostäder, klagomål från hyresgäster och kostsamma efterjusteringar. Personen betonar vikten av att ha en realistisk och baklängesplanerad tidplan där kritiska system, särskilt värmesystem, färdigställs och injusteras i god tid före inflyt.

Som lösning föreslår intervjupersonen att en särskild "installationsplatschef" tillsätts i varje projekt, med ansvar för hela installationskedjan från projektering till driftsättning och verifiering. Detta skulle säkerställa att installationerna prioriteras rätt.

Personen uttryckte vikten av detta tydligt:

"Vi behöver någon som kan leda installationerna på samma sätt som byggplatschefen leder byggproduktionen."

Vidare framhålls behovet av att installationsarbetet måste ses som en integrerad och styrande del av hela byggprocessen, inte som en avslutande detalj. Genom rätt ledning och tidig driftsättning skulle många av de fel och avvikelser som idag uppstår i fastigheters energiprestanda kunna förebyggas.

Energiberäkningar och Mätplan

Ett centralt område som diskuterades i intervjun var kvalitetssäkringen av energiberäkningar och vikten av en strukturerad verifieringsprocess. Intervjupersonen beskriver att det är avgörande att noggrant granska och analysera energiberäkningar som tas fram under projekteringen för att säkerställa att de återspeglar realistiska driftförhållanden och inte bara teoretiska antaganden.

Arbetet med energiberäkningar baseras på etablerade erfarenhetsvärden från tidigare byggprojekt inom företaget. Enligt intervjupersonen är målet att nyproducerade bostäder ska ha en total energianvändning på mellan 35 och 40 kWh/m²/år. Om en ny energiberäkning visar ett högre värde, exempelvis 55 kWh/m²/år, inleds en systematisk analys där varje delpost i beräkningen granskas. Fokus ligger särskilt på fördelningen mellan värmeförluster, varmvattenbehov och fastighetsel.

Ett återkommande problem som identifierats är att konsulter ofta antar ett för högt behov av spetsvärme, det vill säga extra värmetillskott utöver den huvudsakliga värmekällan. I beräkningsmodeller kan spetsvärmerna ibland stå för 5–8 kWh/m²/år, trots att driftdata från befintliga fastigheter visar att rätt injusterade och optimerade anläggningar i praktiken klarar sig utan denna extra energianvändning.

Intervjupersonen förklarar:

"Om vi inte ifrågasätter spetsvärmerna så bygger vi in en onödig energikostnad i systemet redan från början. Vår erfarenhet visar att vi kan optimera bort den helt om vi planerar och justerar systemen rätt från början."

Genom en detaljerad analys kan felaktiga antaganden identifieras. Exempelvis undersöks om transmissionsberäkningarna bygger på korrekta U-värden, om lufttätheten är realistiskt angiven och om värmepumparnas verkningsgrader stämmer med de verkliga produkterna som installeras. Om avvikelser upptäcks sker dialog med konsulterna för att justera beräkningarna så att de bättre återspeglar den tekniska verkligheten och det verkliga driftutfallet. Intervjupersonen betonar vikten av att energiberäkningen inte bara betraktas som ett kravdokument, utan mer som ett styrmedel för att optimera byggnadens faktiska energianvändning redan från projekteringsfasen.

Under intervjun betonades vikten av en genomtänkt mätstrategi och kontinuerlig energiuppföljning som centrala delar i arbetet med att säkerställa energiprestanda i nyproducerade byggnader. Enligt intervjupersonen är det avgörande att fastigheter från början förses med ett omfattande mät- och insamlingsystem som möjliggör detaljerad uppföljning och analys av energi- och vattenförbrukning.

I bolagets nyproduktion installeras separata mätare för huvudvärme, spetsvärme, värmepumpsproduktion, fastighetsel och tappvarmvatten, samt individuell kall- och varmvattenmätning för varje lägenhet. Den insamlade datan överförs till ett digitalt system som gör det möjligt att övervaka energianvändningen i realtid och identifiera eventuella avvikelser snabbt.

Intervjupersonen förklarar:

"Utän ett bra mätsystem kör vi fastigheten som att köra bil utan hastighetsmätare. Vi vet inte om vi ligger rätt förrän vi får en räkning."

En konkret nytta som lyfts fram är möjligheten att utvärdera och optimera dimensioneringen av elserviser i byggprojekten. Tidigare baserades elservisers storlek ofta på schablonvärden som inte längre stämmer överens med den faktiska energianvändningen i moderna, energieffektiva byggnader. Genom att använda mätdata från pågående och tidigare projekt har bolaget kunnat justera och ofta halvera dimensioneringen av elserviser, vilket i flera fall lett till betydande kostnadsbesparingar vid både nyproduktion och ombyggnad.

Vidare används den detaljerade mätningen för att följa upp och analysera energifördelningen mellan olika system såsom uppvärmning, ventilation och tappvarmvattenproduktion. Detta gör det möjligt att snabbt identifiera om ett system, exempelvis ventilationsaggregat eller värmepumpar, inte fungerar som avsett och att vidta åtgärder innan problemen påverkar energiprestandan i stort.

Intervjupersonen lyfter också fram vikten av att projekteringen anpassas till mätstrategin redan från början, så att samtliga energikritiska system kan följas upp separat och så att insamlad data kan användas för en systematisk energioptimering under drift.

Miljöcertifieringar och hållbarhetsmål

Ett viktigt inslag i bolagets strategi för nyproduktion och förvaltning är arbetet med miljöcertifieringar och hållbarhetsmål. Under intervjun framhölls att certifieringssystem inte enbart används för att visa upp ett miljöarbete utåt, utan framför allt som ett styrmedel för att säkerställa hög kvalitet på byggnaders energiprestanda och inomhusmiljö.

Bolaget tillämpar Miljöbyggnad Silver som standard för sina bostadsprojekt. I vissa fall används även internationella certifieringar som BREEAM, främst för kommersiella fastigheter där krav från hyresgäster och investerare är ännu högre.

Intervjupersonen betonar att även när full certifiering inte eftersträvas, används kriterierna från certifierings systemen som interna riktlinjer för projektering och produktion. Syftet är att säkerställa att byggnaderna uppfyller tydliga krav på energi, komfort, dagsljus och materialval.

"Vi använder miljöbyggnadsindikatorerna som ett styrverktyg oavsett om vi certifierar eller inte. Det hjälper oss att hålla en jämn och hög kvalitet."

Ett viktigt mål är att alla nyproducerade bostäder ska uppnå minst energiklass B, vilket innebär en betydligt lägre energianvändning än minimikraven. Detta krav påverkar utformningen av byggnaderna redan från tidiga skeden och styr exempelvis val av klimatskal, tekniska system och energilösningar.

En ytterligare fördel med att arbeta strukturerat med miljöcertifieringar är enligt intervjupersonen att det underlättar finansiering. Genom att bygga certifierade eller certifieringsanpassade fastigheter kan bolaget kvalificera sig för gröna lån och andra former av hållbar finansiering, vilket sänker lånekostnader och stärker bolagets konkurrenskraft.

Avvikelser mellan projekterad och faktisk energianvändning

Skillnader mellan projekterad och faktisk energianvändning utgör en av de största utmaningarna i byggprojekt, trots utvecklade beräkningsmodeller och ökade krav. Flera återkommande orsaker identifierades under intervjun.

- **Bristande kvalitet i projekteringskedet**

En grundläggande orsak är att energiberäkningar ofta baseras på teoretiska schablonvärden snarare än faktiska förutsättningar. Detta gäller särskilt antaganden om transmissionsförluster, verkningsgrader för tekniska system och brukarbeteende.

Intervjupersonen beskrev detta på följande sätt:

"Många energiberäkningar är formellt rätt, men praktiskt fel."

- **Överskattning av spetsvärmebehov**

Spetsvärmebehovet är en annan faktor som ofta överskattas i beräkningar. I många fall antas ett extra vämetillskott på 5–8 kWh/m²/år, trots att erfarenheter från drift visar att detta tillskott kan undvikas genom korrekt systemdimensionering och injustering. En överskattning av spetsvärme leder till både ökade investeringskostnader och onödig energianvändning.

- **Bristande injustering och driftsättning**

Om tekniska system som värme och ventilation inte injusteras och verifieras i god tid före inflyttning, kan betydande avvikelser uppstå. Ett dåligt injusterat värmesystem kan exempelvis medföra högre energibehov för att uppnå komfortnivåer, vilket inte var förutsatt i projekteringsberäkningen.

- **Påverkan av brukarbeteende**

Användarnas beteende är en faktor som ofta underskattas i energiberäkningar. Skillnader i inomhustemperaturer, vädringsvanor och användning av varmvatten kan påverka den faktiska energianvändningen avsevärt. Dessa variationer är svåra att förutse vid projektering och kan endast i viss mån påverkas genom information och driftuppföljning.

- **Felaktig dimensionering av tekniska system**

Om värmepumpar, ventilationsaggregat eller ackumulatortankar dimensioneras felaktigt i förhållande till byggnadens verkliga behov, kan detta leda till ineffektiv drift och ökad energiförbrukning. Exempelvis kan en överdimensionerad spetsvärmekapacitet ge ett onödigt högt energibehov vid låg belastning.

- **Ändringar i byggskedet och komponentbyten**

Under byggproduktionen förekommer det att specificerade komponenter byts ut mot billigare alternativ utan att energiprestandan beaktas. Dessa förändringar dokumenteras inte alltid tydligt, vilket kan leda till att byggnaden inte uppnår den planerade energiprestandan och att analysen försvåras vid driftuppföljning.

- **Brister vid överlämning och verifiering**

En annan viktig faktor är att tekniska system inte alltid verifieras korrekt vid överlämning från produktion till drift. Om exempelvis ventilationsflöden inte är balanserade eller om värmesystem inte är injusterade innan inflyttning, övergår ansvaret till driftorganisationen att rätta till dessa brister, vilket påverkar energianvändningen negativt.

- **Små avvikelser som ackumuleras**

Intervjupersonen påpekade att även små avvikelser, var för sig marginella, tillsammans kan adderas till stora skillnader mellan projekterad och faktisk energiprestanda:

"Om vi tappar några procent här och några där så kan vi plötsligt hamna långt ifrån projekterad energiprestanda."

Framtida förbättringsmöjligheter

Utifrån intervjun framkom ett antal tydliga områden där bygg- och fastighetsbranschen kan utvecklas för att minska avvikelser mellan projekterad och faktisk energianvändning och för att säkerställa högre driftkvalitet över tid.

- **Förbättrad kravställning och projekteringskvalitet**

En av de viktigaste förbättringsmöjligheterna är att redan i tidiga skeden lägga större vikt vid kravställning och kvalitetssäkring av tekniska lösningar. Intervjupersonen framhöll att investeringar i noggrann projektering är avgörande för att undvika problem längre fram i processen:

"Ska vi få rätt resultat måste vi ställa rätt krav från början och följa upp att de hålls hela vägen."

Det innebär både att använda erfarenhetsbaserade indata i energiberäkningar och att säkerställa att tekniska lösningar anpassas till verkliga driftförhållanden snarare än enbart till teoretiska modeller.

- **Tidig involvering av energisamordnare i projekt**

En ytterligare förbättringsmöjlighet som lyftes fram är vikten av att tidigt i byggprocessen knyta en särskild energisamordnare till projektet. En energisamordnare fungerar som en sammanhållande funktion med ansvar för att bevaka energifrågorna genom hela processen – från projektering, produktion, driftsättning till överlämning och tidig drift.

Intervjupersonen framhöll att energisamordnaren bör delta redan i projekteringskedet för att säkerställa att energimål tydligt formuleras och integreras i projekteringsunderlagen, samt att kontrollpunkter införs under byggskedet för att följa upp att energikraven faktiskt uppfylls. En energisamordnare skulle enligt intervjupersonen även vara en nyckelresurs vid verifiering av systemens funktion före överlämning, samt ansvara för att samla in, analysera och återkoppla mätdata från den inledande driftfasen.

Personen uttryckte vikten av denna roll tydligt:

"Vi behöver någon som har energifrågan som sin huvudsakliga uppgift genom hela projektet, annars riskerar den att drunkna bland alla andra prioriteringar."

Syftet är inte att ersätta projektledare eller installationssamordnare, utan att komplettera dessa roller med en specialistfunktion som fokuserar på energieffektivitet, systemoptimering och erfarenhetsåterföring.

En sådan förstärkning i projektorganisationen skulle, enligt intervjupersonen, kunna bidra till att systematiskt minska glappet mellan projekterad och verklig energianvändning och säkra en högre teknisk kvalitet i byggnaders energiprestanda.

- **Strukturerad och tidig driftsättning**

För att säkerställa att byggnader uppnår planerade energimål är det också viktigt att tekniska system injusteras och driftsätts i god tid före inflyttning. Enligt intervjupersonen bör en baklängesplanering användas där varje tekniskt systems färdigställande tidssätts utifrån ett gemensamt slutmål.

Exempelvis ska värmesystem vara injusterade och optimerade minst två månader före inflyttning för att tillåta verifiering och eventuella korrigeringar. Detta minskar risken för komfortproblem och onödig energianvändning i tidiga driftskeden.

- **Förbättrad energiuppföljning och analys**

Intervjupersonen betonade vikten av att inte enbart installera mätutrustning utan också systematiskt använda insamlad data för att analysera och optimera drift. En strukturerad energiuppföljning kan på ett tidigt stadium identifiera avvikelser och driftproblem som annars riskerar att kvarstå under byggnadens livslängd.

Vidare är det viktigt att drifterfarenheter från befintliga projekt används för att förbättra framtida projekteringsunderlag. Detta innebär ett systematiskt erfarenhetsåterföringsarbete från förvaltning till projektutveckling.

- **Skydd mot komponentbyten och avsteg under byggskedet**

För att bevara den projekterade energiprestandan är det också nödvändigt att motverka oplanerade byten av tekniska komponenter under byggtiden. Intervjupersonen föreslog striktare kontroll av ändringar och en tydligare koppling mellan tekniska beskrivningar och slutliga leveranser:

"Vi måste säkerställa att det vi beställer också är det som faktiskt installeras."

Genom bättre kontroll över komponentval kan onödiga försämringar av energiprestanda undvikas och byggnadernas energimål nås på ett mer tillförlitligt sätt.

- **Fortsatt arbete med teknisk standardisering**

Avslutningsvis lyfte intervjupersonen fram vikten av att kontinuerligt vidareutveckla och anpassa tekniska standarder baserat på nya erfarenheter och innovationer. Standardiserade lösningar ger stabilitet och kvalitet, men måste vara flexibla nog att kunna integrera nya tekniker och energieffektiva lösningar i takt med att teknikutvecklingen går framåt. Att bibehålla en tydlig teknisk bas samtidigt som nya lösningar utvärderas och införs när de är tillräckligt beprövade beskrevs som en avgörande framgångsfaktor för att skapa framtidens energieffektiva och hållbara byggnader.

Bilaga 2 – Sammanställning av intervju 2

Bakgrund och verksamhet

Intervjudeltagaren har en teknisk utbildning inom byggområdet och inledde sin yrkeskarriär som arbetsledare. Efter flera år praktiskt arbete på byggarbetsplatser övergick personen till rollen som entreprenadingenjör. I denna funktion kombineras projektledning, tekniska inköp och ekonomisk uppföljning, med ett tydligt fokus på helhetsförståelse av byggprocessen. Praktisk erfarenhet från produktionen lyfts fram som avgörande för att framgångsrikt kunna navigera de komplexa krav som ställs i entreprenadprojekt.

Energiberäkningar och mätplan

För att säkerställa hög teknisk kvalitet i projekten anlitas externa konsulter för installationssamordning och energiberäkningar. Enligt intervjudeltagaren är detta ett strategiskt beslut som möjliggör ständig tillgång till den senaste kompetensen. Användningen av externa specialister minimerar risken att fastna i föråldrade arbetsmetoder, något som kan inträffa om energisamordningen hanteras internt av enstaka individer.

Granskningen av energibalansberäkningar baseras huvudsakligen på erfarenhetsvärden från tidigare projekt. Genom att jämföra nya byggnader med liknande tidigare genomförda projekt kan rimligheten i angivna siffror bedömas, exempelvis när det gäller tappvarmvattenförluster, ventilationssystemens effektivitet och byggnaders konstruktion, som loftgångshus eller punkthus.

I projekt med höga energikrav följs beräkningarna upp löpande genom hela projekteringsfasen. Detta säkerställer att valda tekniska lösningar fortlöpande stödjer projektets energimål, även vid förändringar under projektering och byggnation.

Ett återkommande problem i projekten är att schablonvärden används i energiberäkningar, exempelvis för hissars energianvändning, utan att anpassas efter byggnadens verkliga användningsmönster. Detta kan leda till betydande avvikelser mellan beräknad och faktisk energianvändning.

Specifikt lyftes behovet av mer precisa mätdata vid projektering och en mer nyanserad syn på energiförbrukning hos till exempel hisssystem. Flera leverantörer saknade detaljerad information om sina produkters energiförbrukning, vilket försvårade korrekta antaganden redan från start.

Miljöcertifieringar och hållbarhetsmål

I projekten eftersträvas i regel certifiering enligt Miljöbyggnad Silver samt Energiklass B. Dessa mål är inte enbart miljömässigt motiverade, utan har också en ekonomisk gynning genom möjligheten att erhålla gröna lån med fördelaktigare lånevillkor för fastighetsägare. Detta skapar incitament att hålla energiprestandan på en hög nivå redan från projekteringsbörjan.

Byggprocessen och Erfarenheter från Projekt Alfa

Projekt Alfa utgjorde ett omfattande bostadsprojekt bestående av flerbostadshus med huvudsakligt syfte att skapa energieffektiva hyresrätter. Projektet hade mycket högt ställda krav på energiprestanda, där byggnaderna skulle uppnå ett energibehov motsvarande 42 kWh/m² och år. Detta krav var kopplat till möjligheten att erhålla gröna lån, vilket ytterligare förstärkte vikten av att projektet lyckades nå sina energimål.

Projektet drevs som en totalentreprenad, där stor vikt lades vid att få in installations- och energikonsulter tidigt i processen. Redan i inledningen av systemprojekteringen togs beslut om tekniska lösningar och byggnadens installationssystem anpassades konsekvent för att uppnå energimålen. Projektets arbetssätt kan därför beskrivas som proaktivt och systematiskt, med en tydlig struktur för uppföljning och verifiering av energiprestanda under hela byggprocessen.

En central åtgärd i projektet var installationen av ett utökat system för energimätning. Förutom standardmätning av den totala energianvändningen installerades separata mätare för enskilda energikrävande system, såsom hissdrift och garageventilation. Detta möjliggjorde en mer detaljerad uppföljning av respektive systems faktiska energiförbrukning och en snabb identifiering av avvikelser.

Intervjudeltagaren påpekade särskilt nyttan av denna strategi:

"Det kostade några tusenlappar att sätta in extra mätare, men det sparades in mångdubbelt när vi snabbt kunde se om något drog mer energi än det skulle."

Tack vare denna detaljerade mätstruktur kunde ett problem med ventilationsaggregaten upptäckas redan under driftens första månader. Genom samordnade insatser mellan projektledning, installatörer och driftpersonal åtgärdades felet snabbt, vilket säkrade byggnadens energiprestanda innan några större ekonomiska konsekvenser hann uppstå. Resultatet blev att projektet, vid uppföljningen efter första driftsäsongen, kunde konstateras prestera enligt plan:

"De sa att vi inte behövde fler möten – huset levererade precis som det skulle."

Avvikelser mellan projekterad och faktisk energianvändning

Som kontrast till detta exempel nämndes projekt där energimålen inte uppnåddes på grund av bristande kontroll och uppföljning. I ett fall upptäcktes fel i ett ventilationsaggregat först flera år efter att byggnaden tagits i drift, vilket resulterade i stora energiförluster och ekonomiska konsekvenser för fastighetsägaren. Avsaknaden av separata mätpunkter och otillräcklig driftövervakning nämndes som avgörande faktorer bakom problemen.

Det framkom även att vissa fel, såsom ineffektiv drift av hissar eller felaktig styrning av ventilationssystem, kan vara mycket svåra att upptäcka utan särskild mätutrustning. Detta understryker vikten av detaljerad mätstruktur och uppföljning under byggnadens första driftår. Ett annat problemområde är bristen på systematisk erfarenhetsöverföring mellan projekt. Trots att projekt ofta dokumenteras efter avslut, används dessa erfarenheter sällan aktivt i nya projekt. Detta leder till att liknande misstag riskerar att upprepas.

Organisatoriskt framhölls vikten av bättre strukturer för att samla och sprida lärdomar från färdigställda projekt till nya projektteam, inte minst för att ständigt förbättra arbetssätt och tekniska lösningar.

Förbättringsmöjligheter

Utifrån intervjudeltagarens erfarenheter framgår det tydligt att en byggprocess som syftar till hög energiprestanda kräver flera avgörande faktorer. För det första är det centralt att installations- och energikonsulter involveras tidigt i processen, så att energifrågorna integreras tidigt i projektets utformning. Därtill måste energimålen definieras på ett tydligt sätt och inte enbart anges under projekteringen, utan följas upp kontinuerligt under både bygg- och driftskedet för att säkerställa att målen verkligen uppnås. En väl genomtänkt mätstruktur är också av stor betydelse, då den bör utformas för att möjliggöra uppföljning av energianvändning, särskilt när det gäller energikrävande system som hissar och ventilation. Under driftstarten krävs dessutom regelbunden kontroll och analys av systemen för att bekräfta att byggnaden presterar enligt förväntningarna. Slutligen betonas vikten av ett engagerat och tekniskt kunnigt beställarteam som också har förståelse för värdet av uppföljning, kontroll och driftoptimering.

Bilaga 3 – Sammanställning av intervju 3

Bakgrund och verksamhet

Intervjudeltagare 3a har en civilingenjörsexamen i energiteknik och lång erfarenhet inom energiområdet. Hen har arbetat med energiberäkningar, energieffektivisering, entreprenader och uppföljning av energiprestanda och har tidigare erfarenhet från förvaltningsarbete och tekniska installationer.

Intervjudeltagare 3b är civilingenjör inom väg- och vattenbyggnad och har även studerat fastighetsmäklari och ekonomi. Hen har främst arbetat med bygglogistik och entreprenad i stora och små projekt och har under senare tid breddat sitt arbete till att även omfatta energiområdet.

Verksamheten de arbetar inom arbetar med både projektering, byggnation och uppföljning av energi- och klimatanpassade byggprojekt, där företaget kombinerar konsultinsatser med praktiskt byggarbete. Intervjudeltagare 3a fokuserar på energiberäkningar och energianalys, medan intervjudeltagare 3b främst arbetar med byggprocess och projektledning.

Byggprocessen

Under intervjun framkom att intervjudeltagarna ofta kommer in i byggprocessen relativt sent, vanligtvis efter att stora delar av projekteringen är klara. Deras huvudsakliga roll i dessa skeden är då att ta fram energiberäkningar inför startbesked och senare verifiera dessa vid slutbesked. Detta sena inträde begränsar deras möjligheter att vara med och påverka energiprestandan på ett effektivt sätt.

De beskrev att den vanligaste processen är att energiberäkningar tas fram först när ett startbesked krävs, snarare än att energifrågorna implementeras tidigt i projekteringen. Detta innebär att de tekniska lösningar redan är fastställda, vilket gör det svårt att optimera byggnadens energi.

Det framhölls att ett optimalt arbetssätt hade varit att involvera energikompetens redan från det tidiga systemskedet, när byggnadens form, klimatskalets egenskaper och installationssystemet beslutas. Enligt intervjudeltagare 3a:

"Egentligen borde energibiten komma in direkt när arkitekten börjar rita huset."

En viktig reflektion som gjordes är att det ofta saknas en röd tråd genom hela projektet när det gäller energifrågor. När energiberäkningar och energisamordning inte integreras från början, ökar risken för avvikelser mellan projekterad och verklig energianvändning.

Intervjudeltagare 3a beskrev hur bristande samordning mellan olika aktörer leder till ineffektivitet och problem:

"Det är ingen som kan eller bryr sig då det bara ska bli gjort."

De konstaterade att ekonomiska drivkrafter ofta styr processen, där kostnadsbesparingar prioriteras framför långsiktig energiprestanda. När projektet når driftskedet har ofta viktig kunskap gått förlorad mellan projektering, byggnation och förvaltning.

Ett konkret exempel som nämndes var att energisamordnare ibland kan anställas, men då ofta på byggentreprenörens eller beställarens villkor, vilket gör att samordningen kan bli partisk. Det saknas ofta en oberoende funktion som ansvarar för både byggbarhet och energiprestanda i hela kedjan. De poängterade också att i större projekt kan energisamordnare förekomma mer frekvent, medan det i mindre projekt är ovanligt.

"Det kanske finns en femtedel av projekten som har en riktig energisamordnare."

Sedan lyftes det fram att okunskap om energifrågor bland vissa beställare och byggare är en stor orsak till att energikraven inte efterlevs i praktiken.

Energiberäkningar och mätplan

Intervjudeltagare 3a arbetar med att ta fram och granska energiberäkningar för olika byggprojekt. Beräkningarna används dels i tidiga skeden för att uppfylla krav vid bygglovsansökningar och i samband med slutbesked vid verifiering av byggnadens energiprestanda.

Vid utförandet av energiberäkningar följer de gällande regelverk och använder de schablonvärden som anges. Samtidigt poängterar intervjudeltagare 3a att dessa schablonvärden ofta inte speglar verkligheten:

"Schablonvärdena är ofta ganska dåliga, men det är fortfarande det som ska användas."

Det lyftes som exempel att olika byggnadstyper har helt olika krav på inomhustemperatur och komfort. Ett lager behöver exempelvis inte hålla samma inomhusklimat som ett äldreboende, vilket schablonvärdet inte alltid tar hänsyn till. Därför krävs en viss "fingertoppskänsla" vid tolkning och justering av indata.

Ett vanligt arbetssätt som beskrevs är att göra två separata energiberäkningar:

- En "formell" beräkning som följer standardiserade schabloner och krav för att få bygglov och startbesked.
- En "realistisk" beräkning som bättre speglar den faktiska användningen och som används internt för att styra projekten mot rimliga energimål.

Enligt intervjudeltagare 3a försöker de hålla realistiska temperaturantaganden även i de formella beräkningarna:

"Temperaturerna försöker vi hålla hyfsat realistiska för att få ett rätt resultat."

Både intervjudeltagare bekräftade att det är vanligt att energianvändningen i verkligheten skiljer sig från de ursprungliga beräkningarna ifall schablonvärdena användas utan hänsyn till projektets unika förutsättningar.

En ytterligare reflektion från intervjun var vikten av att energiberäkningarna inte bara ska användas för att klara myndighetskraven, utan som ett styrinstrument under hela bygg- och driftskedet. Det påpekades också att tekniska installationer måste dimensioneras korrekt utifrån verkliga driftförhållanden.

"Man dimensionerar värmesystemet efter hur varmt det ska vara. Har man räknat för lågt, då funkar det inte."

Om energiberäkningarna utförs utan tillräcklig förståelse för projektets specifika behov riskerar både tekniska system och energiprestanda att bli felaktiga, vilket kan leda till dyra justeringar eller driftproblem längre fram.

Miljöcertifieringar och hållbarhetsmål

Intervjun visade att efterfrågan på miljöcertifieringar minskat bland deras kunder, där många fastighetsägare fortfarande vill ha en låg energianvändning, men avstår från certifieringar för att slippa kostnader. Däremot arbetar de ofta ändå mot de krav och nivåer som certifieringar som Miljöbyggnad Silver innebär, utan att själva ansöka om märkning.

Orsaker till skillnader mellan projekterad och verklig energianvändning

Intervjudeltagarna lyfte flera faktorer som bidrar till skillnader mellan projekterad och verklig energianvändning i byggnader. De betonade att skillnaderna oftast inte beror på slarv eller medvetet fusk, utan mer på strukturella brister i byggprocessen och kunskapsöverföringen. En orsak som nämndes är att fel personer utför energiberäkningarna. Det är vanligt att aktörer utan tillräcklig helhetskompetens kring tekniska system gör beräkningarna. Ett konkret exempel var ett projekt där en isoleringsfirma ansvarade för energiberäkningen, vilket ledde till allvarliga brister i installationsdelen.

"Firman kan uppbyggnad av väggar, men inte installationer för två öre."

- Ett annat återkommande problem är också att antaganden i energiberäkningarna ofta är för generella. Exempelvis kan det antas att en byggnad används mellan åtta och fyra varje dag, när den i verkligheten används längre, vilket påverkar energianvändningen.

"Man antar ett beteendemönster på huset men verkligheten är ofta något helt annat."

En annan viktig faktor är att beteendeförändringar hos användarna kan ha stor påverkan. Driftoptimering, temperaturinställningar och ventilationens drifttider justeras ofta efter inflyttning utan att detta speglas i de ursprungliga energiberäkningarna.

Kunskapsbrister i byggprocessens olika skeden framhölls som en central förklaring. När olika aktörer tar över projektet vid olika faser (projektering, bygg, drift) sker ett betydande tapp av information och förståelse. Som intervjudeltagare 3b beskrev:

"Det blir ett kunskapsglapp varje gång projektet byter händer."

Intervjudeltagarna påpekade också att installationssystemen sällan är felinstallerade tekniskt, utan att problemen oftare beror på systemfel och bristande samordning.

"Det är inte installationerna som är dåliga, det är projekteringen och samordningen som brister."

Vidare är tidsbrist och ekonomiska prioriteringar en återkommande faktor. I pressade byggprojekt blir lösningarna ofta snabba och anpassade till de fysiska förutsättningarna på plats, vilket kan leda till att energiprestanda kompromissas.

"Det är ofta ont om tid så upptäcker man en krock på bygget löser man det snabbt utan att tänka på energikonsekvenserna."

Slutligen konstaterades att bristande erfarenhetsåterföring mellan projekt gör att samma misstag upprepas. Trots att små fel ofta upptäcks i efterhand sker ingen systematisk uppföljning och lärande på bred front då "Det är väldigt få som vill betala för uppföljning och då lär vi oss inte heller."

Förbättringsförslag

Intervjudeltagarna lyfte dessutom flera förbättringsåtgärder för att minska energigapet och skapa mer energieffektiva byggnader.

Ett återkommande tema var vikten av en röd tråd genom hela byggprocessen, där energifrågor följs kontinuerligt hela vägen från tidig projektering till färdig drift.

"Det kanske inte måste vara samma person hela vägen, men det måste vara tydligt vid varje överlämning."

De menade att det behöver vara klart redan i projekteringen hur byggnaden ska drivas, så att både projektering, byggande och drift kan styras mot gemensamma energimål.

En viktig åtgärd som lyftes fram var tidigare och tydligare involvering av driftorganisationen. Genom att koppla på drifttekniker redan under projekteringen kan viktiga praktiska erfarenheter tas in i beslut kring utformningen av installationer och övergången till driftfasen förenklas.

Vidare föreslog de att energisamordnare eller annan teknisk specialist borde vara en naturlig del av varje projekt. Denna funktion skulle ha i uppgift att bevaka energifrågorna i takt med att ritningar och byggdetaljer ändras under projektets gång.

"Det är inte en heltidstjänst, bara några timmar då och då för att hålla koll och fånga upp förändringar."

De framhöll också vikten av att ta fram och använda mätplaner redan under projekteringen och att dessa följs upp systematiskt under drift. En strukturerad mätstrategi är en förutsättning för att verkligen kunna verifiera och justera energianvändningen i verkligheten. Intervjudeltagarna beskrev även att erfarenhetsåterföring måste bli en självklar del av varje projekt. De föreslog att byggnader borde följas upp strukturerat under de första driftåren och att lärdomar från uppföljningen används för att förbättra framtida projekt. Detta är i dag ovanligt eftersom beställare sällan vill betala för sådan uppföljning, trots att det är en relativt liten investering i förhållande till möjliga energibesparingar.

Bilaga 4 – Sammanställning av intervju 4

Bakgrund och Verksamhet

Respondenten har varit i branschen i drygt 30 år med erfarenheter från runt 1000 projekt som Hen har varit involverad i. Hen startade eget företag år 2001 där de jobbar med energiberäkningar, energieffektivisering och energikartläggningar samt att hen har jobbat mycket med simuleringsprogram som IDA ICE.

Byggprocessen

Respondenten, likt många andra, tryckte på att rollen som energisamordnare är viktigt i projekt för att hålla en röd tråd genom hela projektet och lyfta energifrågan som annars kan hamna långt ner i prioriteringsordningen. Energisamordnare, menar respondenten på, har som ansvarsområde att kvalitetssäkra de processer som kan komma att påverka energiprestanda, från första förstudien till driftsättning och uppföljning. Rollen innebär att gå igenom de parametrar från energibalansberäkningen för att sedan kunna lyfta dessa under de senare delarna av processen så att dessa inte glöms bort och bortprioriteras. En energisamordnare kan hjälpa till under projekteringen genom att identifiera kritiska detaljer som, om inte hanteras på rätt sätt, kan påverka byggnadens prestanda.

Energiberäkningar och Mätplan

När de initiala energi beräkningarna tas fram gör man ett antal bygg- och systemval som görs använder sig av förutsättningar som satts i programskedet. Respondenten menar att det är vanligt att man senare i produktionsskedet inte följer de val som gjordes i energiberäkningen.

Detta kan leda till att byggnaden inte presterar som tänkt. Detta menar respondenten kan bero på att man inte förstår konsekvenserna av vissa systemlösningar, där Hen använder för höga luftflöden i FX-system som ett exempel. Hen menar vidare på att man inte alltid jobbar systematiskt med alla parametrar i energibalansberäkningen genom hela byggprocessen eller att man inte lyfter upp och granskar alla detaljer gemensamt i projekteringen. Genom att inte jobba noggrant med alla detaljer kan något missas som blir dyrt att lösa i slutändan.

Respondenten nämner att hen jobbar aktivt med mätplaner i projekt för att kunna verifiera byggnadens energiprestanda, för 2-3 år sedan började Hen göra det som standard att leverera en mätplan tillsammans med energiberäkningen för att säkerställa att mätningen blir korrekt utförd. Mätplanerna justeras individuellt mellan projekt beroende på ambitionsnivå, för enklare bostadsprojekt används en basmätning som ska säkerställa att BBR:s krav uppfylls medan för mer komplexa system med t.ex. värmepumpar, frikyla eller geoenergilagrar lägger Hen till extra mätpunkter för att kunna driftoptimera och följa upp energianvändningen. Hen nämner vidare att om beställaren i projektet har en egen mätplan, kommer de utgå ifrån denna och därefter anpassar den för det specifika projektet. Det finns instanser där de även väljer att placera in proaktiva larm som larmar ifall någon parameter sticker iväg istället för att, som respondenten menar, behöva gå igenom fakturor för att märka att något drar för mycket energi.

Miljöcertifieringar och hållbarhetsmål

Respondenten menar på att mängden miljöcertifieringar som görs i branschen har minskat med en stadig takt under de senaste 3-4 åren. På bostadssidan uppskattar hen att 30-40% av hyresrätter certifieras medan bostadsrätter certifieras mycket sällan där miljöbyggnad är en vanlig form av certifiering. På den kommersiella sidan ser det lite annorlunda ut där byggnader oftare certifieras med BREEAM eller LEED systemet där Hen påpekar att energikravet inte alltid är det viktigaste. Anledningen till att fler kommersiella byggnader certifieras menar Hen beror på att det är ett hygienkrav från köpare av kommersiella fastigheter, vilket därmed driver på certifieringen. Men även om de inte alltid certifierar så menar respondenten på att vissa beställare försöker bygga riktigt bra hus med låg driftskostnad och lång livslängd, snarare än att fokusera på certifiering menar till och med att vissa certifieringar snarare är en suboptimering där Hen säger:

“Särskilt många certifierings modeller innebär någon form av suboptimering så att dom flesta är egentligen det intresset för certifieringen är stort på kommersiella lokaler”

Avvikelse mellan projekterad och faktisk energianvändning

Respondenten nämner installationsrelaterade problem som en anledning till energigapet där Hen nämner att en obalans mellan till- och frånluft kan leda till problem med hur effektivt värmeväxlaren är, Hen nämner också att ett vanligt problem kan vara att man kör värmepumpar att radiatorerna blir feldimensionerade och får för hög framledningstemperatur vilket minskar deras effektivitet vilket kommer leda till en högre energiförbrukning.

Respondenten nämner att problem med klimatskalet kan skapa problem i energiförbrukningen där köldbryggor är mest påverkande. Hen menar att anslutningarna för fönsteröppningar och balkonganslutningar kan ge stora köldbryggor om inte rätt hanterade, Hen menar att skillnaden mellan en bra och dålig lösning kan slå upp mot 2-3 gånger ökade värmeförluster och menar att de lätt kan slå 10 kWh/m², år på energianvändningen. Respondenten menar att Hen till och med menar att Hen har varit med om att köldbryggorna kan uppgå till hela 100%

av U_m , Hen menar också att det kan ta mellan 30-50 timmar av beräkningsarbete för en duktig konsult att beräkna de teoretiska köldbryggorna. Hen trycker på vikten av att noggrant beräkna och kontrollera köldbryggorna genom hela processen för att undvika stora avvikelser i energigap. Man behöver även vara försiktig vid beställning av prefabricerade element då även dessa kan ge oväntade köldbryggor som kan vara svåra att hålla koll på.

Framtida förbättringsmöjligheter

För att minska skillnaden mellan beräknad och faktisk energianvändning lyfter respondenten behovet av att stärka energisamordnarens roll genom hela byggprocessen. En kontinuerlig granskning av energirelaterade parametrar, från förstudie till drift, kan förhindra att viktiga detaljer tappas bort eller prioriteras ner.

En tydligare koppling mellan energiberäkningar och genomförande i produktion efterfrågas, särskilt när det gäller systemval och tekniska lösningar. Respondenten ser även ett värde i att fortsätta utveckla och anpassa mätplaner, inklusive användning av proaktiva larm, för att förbättra uppföljning och driftoptimering.

Hen pekar också på vikten av att förbättra hanteringen av köldbryggor och klimatskalets detaljer, där bristande lösningar kan leda till stora energiförluster. Här krävs både mer tid för noggranna beräkningar och större medvetenhet vid beställning av prefabricerade element. Slutligen ifrågasätter respondenten ett ensidigt fokus på miljöcertifieringar och menar att långsiktig prestanda bör prioriteras över formella krav.

Erfarenheter om Projekt Alfa

Respondenten hade rollen som energisamordnare i projekt alfa där Hen var med redan i upphandlingen och bevakade varje steg i processen. Hen var med och gjorde energi beräkningarna och RAM-projekteringen. Därefter jobbade hen tillsammans med konstruktörerna för att identifiera kritiska detaljer för att då kunna tidigt lösa potentiella problem. Respondenten menade att det las runt 100 timmar extra sammanlagt i projektet för att kunna säkerställa att energikraven uppfylls och resulterade att byggnaden presterade bättre än vad beräkningarna hade sagt, vilket kan ses genom datainsamlingen. Respondenten var även med under besiktningen och genomförde kontroller av alla system i syfte att säkerställa driften.

Bilaga 5 – Sammanställning av intervju 5

Bakgrund och verksamhet

Intervjun genomfördes med en person som jobbar på ett stort fastighetsbolag som har både bostäder och lokaler. Respondenten har drygt 40 år i branschen och har stor erfarenhet av entreprenör-, konsult- och beställarsidan inom energi och fastigheter, med särskilt fokus på installationer och energieffektivisering.

Byggprocessen

Något hen nämnder är kompetensen hos projektledare i projekt och hur de jobbar med organisationen kring projekt. Något som hen nämner är att man tidigt vill involvera driftpersonalen i projekt så de får säga sitt då det är de i slutändan som ska sköta och driva byggnaden. Om den erfarenhet och kunskapen finns hos projektledare att de vet vad de ska fråga driften kan man redan då se till att de får in de bästa sakerna i projektet som driften kan jobba med och vet hur den ska användas för att maximera byggnadens energiprestanda. Detta

glider in på en annan punkt som respondenten nämnde som en anledning till energigapet kopplat till den tidigare punkten, hur noggranna beställaren är i sitt anbud till entreprenören. Om beställaren endast har sagt att de vill ha en mätare för individuell mätning öppnar det möjligheter för entreprenören att endast köpa det billigaste som fyller syftet för att då maximera sina vinster, men som respondenten säger, en mätare som funkar kan det kosta fyra gånger så mycket. Hen fortsätter med att trycka på vikten med en strukturerad mätplan och menar att om denna blir dålig blir mätningen och därmed förståelsen hur byggnaden presterar helt omöjligt. Respondenten har skapat en egen mätplan för sitt företag som är applicerbar på alla sorters byggnader för att då kunna se till att de ska nå sina uppsatta mål gällande energi, hållbarhet och driftsäker reglering och därmed minska energigapet.

Energiberäkningar och mätning

Respondenten nämner felaktiga antaganden i energiberäkningar som en anledning till energigapet. I intervjun använder Hen varmvattencirkulation som ett exempel där det antas 4 kWh/m², år medan Hen menar att det kan bli upp mot 20-35 kWh/m², år. Hen menar att en anledning till att detta händer är att det inte sker någon uppföljning i projekt där personen som gjorde energiberäkningen sällan får någon uppföljning av sin energiberäkning och därmed sällan ändrar på detta till nästa projekt. Ett annat ställe där Hen menar att det uppkommer fel antagande är på kontor där Hen menar att det är svårt att veta exakt vilken verksamhet som kommer drivas i byggnaden och därmed blir det svårt att veta vad man ska projektera för. Hen menar också att det är enklare att beräkna på bostäder då användarbetendet är enklare att förutspå

Miljöcertifieringar

Respondenten menar att när de bygger som standard då Hen anser att det är bra standard som passar bra i de svenska förhållandena. Hen menar också att det finns andra certifieringar som BREEAM och LEED som fungerar också men inte är lika anpassade till de svenska förhållandena i värmeåtervinning och fjärrvärme menade att dessa utländska system ofta handlar mer om att samla poäng, vilket kan leda till meningslösa åtgärder som inte nödvändigtvis förbättrar själva byggnaden. Robert gav ett exempel där man kunde få fler poäng genom att, exempelvis, flytta en busshållplats, vilket Hen ansåg var meningslöst för själva byggnaden.

Respondenten berättar att de inte har som standard att certifiera utan använder miljöbyggnad som riktlinjer då, som sagt innan, passar bra i de svenska förhållandena. Respondenten säger

"Vi har inget sånt som standard. Nej, men miljöbyggnad är väl det vi bygger eftersom vi bygger någonting."

Avvikelser mellan projekterad och faktisk energianvändning

Lite kopplat till de som nämndes i tidigare stycke är erfarenhetsåterföring, något som respondenten nämnde som ett problem, speciellt hos konsulter som kommer in och gör punktinsatser i projekt. Hen menar på att de ofta lämnar projekten när det är färdigbyggt och därmed inte får möjligheten att följa upp projekten och skaffa sig erfarenheter som de kan föra vidare till nästa projekt. Detta menar respondenten att mer är en fråga om ekonomi då det inte finns någon som betalar för att, till exempel, konsulterna ska komma in och dra lärdomar av projekt som redan är klara. Detta, tillsammans med att man ofta väljer kortsiktiga billigare lösningar, leder till att energigapet blir mer påtagligt.

Respondenten menar hen aldrig varit med om att byggnader har samma energianvändning som beräknat och det inte alls är ovanligt att det skiljer mellan 30-40% mellan projekterad och uppmätt energianvändning

Framtida förbättringsmöjligheter

För att minska energigapet identifierar respondenten flera förbättringsområden. Ett centralt fokus är att tidigt involvera driftpersonal i byggprocessen. Genom att använda deras praktiska kunskap redan i projekteringen kan man säkerställa att valda lösningar blir hållbara och effektiva i drift.

Ett annat förbättringsområde är utformningen av anbud och kravställningar. Tydligare specifikationer, särskilt kring mätutrustning och funktion, kan förhindra att entreprenörer väljer undermåliga alternativ enbart för att minimera kostnader. Här lyfter respondenten betydelsen av en noggrant utformad mätplan som stöd för uppföljning, energianalys och reglerbarhet.

Respondenten ser också ett behov av ökad erfarenhetsåterföring, särskilt bland konsulter som ofta lämnar projekten innan driftfasen. Utan återkoppling missar man chansen att viktiga lärdomar till framtida projekt. Hen menar dock att detta är en ekonomisk fråga då ingen budgeterar för uppföljning. Genom att skapa strukturer för kontinuerlig återkoppling skulle man kunna justera schablonvärdet samt antagandena och förbättra energiberäkningarnas precision.

Slutligen betonar respondenten vikten av att använda rätt verktyg och certifieringssystem anpassade för svenska förhållanden. Snarare än att fokusera på poäng i internationella certifieringssystem bör fokus ligga på åtgärder som verkligen förbättrar byggnadens prestanda och funktion i det lokala klimatet.

Bilaga 6 – Sammanställning av intervju 6

Bakgrund och verksamhet

Intervjuperson 6 har en teknisk utbildning med inriktning på energieffektivisering. Hen har arbetat som energikonsult och haft flera tekniska roller inom fastighetsförvaltning. I sin nuvarande roll ansvarar intervjupersonen för det strategiska energiarbetet inom ett större fastighetsbolag. Arbetet omfattar kravställning i nyproduktion, stöd i energieffektiviseringsprojekt, samarbeten med energibolag samt utveckling av driftoptimering.

Byggprocessen

Intervjuperson 6 förklarar att det i nyproduktionsprojekt främst används totalentreprenad och ofta i form av partneringsprojekt. I sådana upplägg delar parterna på risk och incitament:

”Gör vi ett projekt billigare så tjänar båda lite på det, och blir det dyrare så förlorar båda lite pengar”.

Denna form anses skapa ett gemensamt ansvarstagande, vilket är fördelaktigt särskilt i komplexa energiprojekt.

I större projekt sägs det vara en standard att ha en installations- och/eller en energisamordnare, där rollen kan tillhöra både projektorganisationen eller beställarsidan. För

nyproduktion och större ombyggnader finns alltid sådan samordning men för mindre lokalanpassningar är det däremot inte alltid motiverat. Rollen är central för att upprätthålla en röd tråd genom projektet och minska kunskapsförluster mellan projektering, byggproduktion och drift.

”I projekt där energisamordnaren är delaktig hela vägen och inte bara gör punktinsatser ser vi generellt bättre resultat.”

Samarbetet mellan projektorganisation och driftfunktion är också avgörande. För att säkerställa god övergång till drift hålls gemensamma möten efter inflyttning där energianvändning, systeminställningar och garantifrågor diskuteras. Intervjuperson 6 betonar vikten av att driftansvariga förstår hur byggnaden är tänkt att fungera och säger att i lyckade projekt:

”Får vi igång gemensamma möten, gärna där vi har ett etablerat arbetssätt och kan följa upp mot energimål.”

Energiberäkningar och mätplan

Intervjuperson 6 förklarar att företaget använder Svebys riktlinjer som standard för indata vid energiberäkningar. Tidigare nämns det att man granskade indatan manuellt i varje projekt, men detta har man nu gått ifrån.

”Vi hade mera detaljkrav på energisimuleringarna tidigare, men kände att det inte alltid var rätt, då vi har varken tid eller kompetens att granska indata i detalj.”

Istället hänvisas nu till branschstandarder för att säkerställa kvaliteten.

Ett vanligt problem som lyfts är att energiberäkningar ibland behandlas som pappersprodukter, då de tenderar att användas för att få startbesked men följs inte upp under bygg- och driftfasen. Trots det ser intervjuperson 6 att företaget i många projekt lyckas bibehålla kopplingen till beräkningarna.

”Där det funkar bra så jobbar vi tydligt mot energimålen och det som energisimuleringarna säger.”

Det poängteras dock att tydligare struktur krävs för att spåra och analysera avvikelser mellan beräknad och uppmätt energiförbrukning.

När det gäller mätning finns idag ingen enhetlig mätplan, vilket är en svaghet enligt intervju-person 6.

”Det här är ett område med stor utvecklingspotential. När vi har en eldsjäl som driver på frågan, så funkar det bra. Annars blir det stökigt.”

Företaget planerar att uppdatera sina interna anvisningar och tar inspiration från dokument som Svebys mäthanvisningar.

Miljöcertifieringar och hållbarhetsmål

Intervjuperson 6 beskriver att bolaget i princip certifierar alla sina byggnader enligt LEED. I nyproduktion är målet nästan alltid att nå LEED Platinum, vilket enligt intervjupersonen hänger samman med att:

”Vi har dels en hel del internationella kunder, men också internationella finansiärer.”

LEED upplevs som mer relevant i dessa sammanhang än svenska alternativ som exempelvis Miljöbyggnad.

Certifieringssystemet används som en märkning men även som ett medel för att påverka projektets utformning. Ett exempel är kravet på att ta fram en “Measurement and Verification Plan”, vilket säkerställer att energiprestandan kan följas upp med faktiska mätdata. Dessutom krävs det att en “commissioning provider” (tidigare kallad Commissioning Authority) kopplas in, vilket beskrivs som en funktion som ofta motsvarar en energisamordnare och som bidrar till kvalitetssäkring genom hela projektet.

Orsaker till skillnader mellan projekterad och verklig energianvändning

Enligt intervjuperson 6 är den främsta orsaken till energigapet brister i driftstrategin under överlämnings skedet. Det är vanligt att nybyggda fastigheter förbrukar betydligt mer energi än vad som simuleras, men att detta ofta kan justeras över tid.

”Vi har jättemånga exempel där byggnaden drar 70 kWh/m² år från start, men sen jobbar vi ner den till 35 kWh/m² år på några år. Det är avslutningsskedet som är problemet”

Erfarenheten visar att byggnader i regel är tillräckligt välprojekterade för att nå uppsatta energimål men att det krävs injustering och kontinuerlig uppföljning för att de ska nå sin verkliga potential.

Felaktiga systeminställningar är en återkommande orsak till energislöseri, exempelvis när både kyla och värme är i drift samtidigt på grund av styrsekvenser som inte fungerar som de ska. Intervjuperson 6 betonar vikten av att kontrollera att energikrav faktiskt uppfylls och menar att det funnits en tendens att fokusera för mycket på att ställa höga krav och för lite på att verifiera att de nås:

”Vi har haft en tendens att ställa höga krav, men inte kolla att kraven uppfylls.”

Utöver det förekommer problem med teknisk injustering där fel i sekvensstyrningar och undermåliga provningar i slutfasen leder till att systemen inte presterar som förväntat. Geoenergi- och kylsystem kan ibland ge sämre COP än projekterat, vilket påverkar helheten negativt. Särskilt ventilationssystem lyfts fram som ett riskområde då överventilation är vanligt i lokaler som är projekterade för alldeles för höga personbelastningar.

”Man bygger för att det ska sitta jättemånga människor där, men det är aldrig fullt och då får man inte ner luftflödet nog”

En annan orsak till avvikelser är att projektering ofta fokuserar på extrema DUT som exempelvis -16°C eller +27°C, medan byggnaden under större delen av året befinner sig runt 0 grader. Det leder till att systemen inte är optimerade för de vanligaste klimatförhållandena. I kontorslokaler anses användarbeteende inte vara en betydande felkälla, men i butiksmiljöer är det däremot en utmaning. Öppna entréer och felanvändning av värmeridåer är exempel på beteenden som kan driva upp energianvändningen.

Framtida förbättringsmöjligheter

Enligt intervjuperson 6 finns flera områden där förbättringar kan göras för att minska energigapet. En central aspekt är att stärka överlämningen till drift då mycket kunskap riskerar att försvinna om inte rätt personer involveras i tid.

”Det är jätteviktigt att behålla kunskapen ifrån projektet på något sätt, så att de som ansvarar för driften kan bolla hur det funkar med hur det var tänkt”

Att tillämpa regelbundna uppföljningsmöten efter inflyttning där man går igenom energimål och systeminställningar framstod vara en metod som visat sig fungera väl.

Ett annat viktigt förbättringsområde är mätstruktur. Idag varierar mätlösningarna mycket mellan projekt till projekt, vilket påverkar möjligheten till noggrann uppföljning. Intervjuperson 6 menar att det finns ett stort behov av att utveckla tydligare riktlinjer.

”Vi borde ha med oss hur vi tänker kring var vi sätter mätare, var vi inte sätter mätare, och hur vi bygger upp systemen.”

Det betraktar en gemensam mall eller checklista som anger vad som bör mätas, hur ofta och med vilken detaljnivå. Samtidigt vill man undvika att låsa sig vid specifika punkter för att behålla flexibilitet.

För att uppnå bättre energiprestanda pekar intervjuperson 6 också på behovet av att fokusera mer på funktionsprovning. Det handlar om att verifiera att tekniska system verkligen presterar enligt specifikationerna. Särskilt när det gäller värmeåtervinning och eleffektivitet i ventilationssystem har det funnits stora brister i uppföljningen. Här ser intervjupersonen att certifieringssystem som LEED kan fungera som verktyg, eftersom de kräver både mätplan och en “commissioningprocess”. Men det krävs också att dessa verktyg används aktivt och inte bara uppfylls på papper.

Slutligen betonas vikten av en aktiv och närvarande energisamordnare som följer projektet från början till slut. I projekt där den rollen fungerar väl ser man tydligt bättre energiprestanda. Samarbete mellan projektorganisation och driftfunktion bör stärkas så att energiambitioner och systemförståelse inte försvinner mellan de olika leden.

Bilaga 7 – Sammanställning av intervju 7

Bakgrund och verksamhet

Vi intervjuade en person med 15 års erfarenhet inom branschen med rollen som konsult och har under den senaste tiden jobbat på ett kommunalt företag. Företaget jobbar med att producera och utveckla hyresbostäder i Göteborgsområdet. Hen har en roll som stöttar produktionen i energifrågor. Hen är involverad i närmare 700 av de 1000 lägenheter som är under nyproduktion.

Byggprocessen

Respondenter lyfte fram flera aspekter kring erfarenhetsåterföring i projekt och hur de kan påverka energigapet. Hen menar att personer, som konsulter och entreprenörer, kommer in i projektet under endast ett skede i byggprocessen inte får med sig nyttig erfarenhet från andra delar av projektet som kan öka deras kunskap och förståelse i nästa projekt. Detta kan leda till att information kan gå förlorad mellan faserna, speciellt mellan projektering och byggskedet. I början av projekt sker ofta en mer kreativ dialog kring lösningar där i senare skeden blir det

mer fokus på att uppfylla kraven i upphandlingen till den lägsta möjliga kostnaden. Entreprenörer och underentreprenörer jobbar med pressad ekonomi för att kunna vinna anbudet och väljer därmed den billigaste lösningen som uppfyller de ställda kraven, vilket kan leda till sämre energiprestanda om man inte är noggrann över hur man ställer kraven. Hen fortsätter med att det kan uppstå missförstånd och feltolkningar av ritningar och krav i utförandefasen, samt att kunskapen om installationssystem är ofta sämre än om byggnadskonstruktion, vilket kan leda till att energiaspekter förbises.

Energiberäkningar och mätning

Respondenten kom tidigt in på att boverkets schablonvärden var en av anledningarna till att energigapet uppstår, Hen nämnde internlasten som en av anledningarna. I dag så används 30 kWh/m², år som hushållsenergi (BEN 2) och där 70% kan tillgodoräknas som internvärme så 21 kWh/m², år men respondenten menar på att denna siffra egentligen idag är mellan 5-10 kWh/m², år lägre än vad värdet säger. Så även om energiberäkningen är rätt utförd och bygghandlingarna gjorda enligt dessa så kommer det att bli ett energigap på grund av att schablonvärdet är fel. Anledningen till att värdet i BEN 2 är högre är att alla våra elektroniska apparater har blivit bättre och släpper inte ifrån dig lika mycket värme jämfört med vad de gjorde innan.

Vid diskussioner kring schabloner för tappvarmvatten berättade respondenten om exempel där energianvändningen för tappvarmvatten uppgått till 60 kWh/m², år. Detta är mer än en dubbling av standardvärdet, som respondenten menar är 25 kWh/m², år. Anledningarna till detta menar respondenten kan vara trångboddhet där fler personer kan bo i lägenheten än vad som antas eller att vi använder generellt mer vatten än vad schablonvärdet är. Hen menar att genom individuell mätning kan de mäta energianvändningen för varmvatten och använda dessa för att korrigera värdet i senare energiuppföljningar. Detta menar intervjupersonen är något som måste hanteras och tas hänsyn till.

Miljöcertifieringar

Respondenten nämner att de när de köpt mark har krav på miljöanpassat byggande från kommunen där de sedan använder sig av Svebys energiavtal 21. Hen menar att de använder detta för att då kunna reglera energianvändningen rent kontraktsmässigt och att då kunna lyfta fram energifrågan så att den tas på allvar. Vid köp av mark kan markägaren få krav från kommunens miljöanpassat byggande eller miljöbyggnad gällande miljö för att få genomföra köpet. Respondenten menar till sist att användningen av miljökrav som är högre än BBR och myndighetskrav för dem är att kunna skapa trygghet hos entreprenörerna och samt säkerställa att de höga miljökrav som ställs från kommunen, för att de sedan ska nå sina hållbarhetsmål, klaras av.

Orsaker till skillnader mellan projekterad och verklig energianvändning

Hen fortsätter med att det kan uppstå missförstånd och feltolkningar av ritningar och krav i utförandefasen, samt att kunskapen om installationssystem är ofta sämre än om byggnadskonstruktion, vilket kan leda till att energiaspekter förbises.

Respondenten menar på att det saknas förståelse kring att avluft- och utluftkanaler i ouppvärmda utrymmen behöver lika mycket isolering som en yttervägg. Detta gäller speciellt utluftkanaler då de kommer ha samma temperatur som utomhus året runt men ändå ibland isoleras väldigt lite. Respondenten nämner även på samma spår att man inte tänker på köldbryggor som blir av att installationen går genom väggar, trots att man är rätt bra på att hantera de i vanliga fall. Hen menar på att dessa misstag ofta beror på bristande

kommunikation mellan yrkesgrupper, där de som har bra koll på byggnadstekniken saknar kunskap och installationernas behov och vice versa.

Ventilationsaggregaternas avfrostning kan vara en anledning till att energigapet ökar, menar respondenten. Hen noterade att det är som standard att värmeväxlaren testas i +5 grader Celsius vilket inte riktigt speglar de verkliga förhållandena under de kalla perioderna och att om den fryser igen sticker energiförbrukningen för luftbehandlingssystemet. Respondenten nämnde även att placeringen av ventilationsaggregat har en kan medföra att man behöver vara noggrannare med isoleringen av ventilationskanaler för att inte tappa värme där. Detta är speciellt viktigt i vindar som man inte isolerar så mycket som kanske behövs utan underskattar förlusterna där. Om man på vinden isolerar med lösull och sedan exempelvis 100–200 mm isolering på kanalen utöver lösullen finns det risk att man snålar lite på kanalens isolering med motiveringen att det också finns lösull också och därmed blir den ytterligare isoleringen överflödigt. Men lösullen kommer att flytta på sig över tid, dels genom komprimering, dels genom att hantverkare och driftpersonal rör sig genom isoleringen för olika underhållsarbeten. Detta kommer att leda till att kanalen friläggs och därmed kommer den ytterligare isoleringen att behövas. Hen menar att vissa tycker det då räcker med runt 50 mm isolering men att detta kommer bli på tok för lite. Respondenten menar att man kan förlora 3–4 grader på grund av just felaktig isolering på vind eller kulvertar, exempelvis 21 grader på vintern i lägenheter men endast 17-18 grader fram till aggregatet.

Framtida förbättringsmöjligheter

Respondenten framhåller att ett centralt förbättringsområde är att säkerställa en bättre kontinuitet genom hela byggprocessen. Idag saknas ofta en aktör som följer med genom samtliga skeden, vilket skapar risk för att viktig information går förlorad vid överlämningar mellan konsulter, entreprenörer och andra yrkesgrupper. En lösning skulle kunna vara att införa en roll, som en energisamordnare, med övergripande ansvar för att bevaka energifrågorna genom hela processen så att dessa inte förbises.

Vidare pekar respondenten på att de incitament som idag finns inom byggbranschen tenderar att fokusera på att uppfylla minimikrav till lägsta möjliga kostnad, snarare än att optimera energiprestandan. För att motverka detta krävs tydligare kravställning redan i upphandlingsskedet från beställare. Genom att formulera mer precisa energikrav och koppla dessa till uppföljningsbara mål kan det bli enklare att säkerställa att energiaspekter inte nedprioriteras under utförandet, som respondenten är en risk vid produktions skedet. En standardisering av rutiner, exempelvis genom användning av etablerade verktyg som Svebys energiavtal lyfts också som ett verktyg för att skapa tydligare förväntningar mellan beställare och entreprenörer.

Avslutningsvis menar respondenten att en systematisk uppföljning är avgörande för att stänga energigapet. Det handlar inte enbart om att mäta faktisk energianvändning efter inflyttning utan också om att analysera avvikelser och föra tillbaka lärdomarna till kommande projekt. Genom att skapa en starkare återkopplingskultur och integrera uppföljning som en naturlig del av byggprocessen kan framtida byggnader bli mer energieffektiva och leva upp till sina projekterade värden.

Bilaga 8 – Sammanställning av intervju 8

Bakgrund och verksamhet

Respondenten 8 har runt 18 års erfarenhet inom VVS och styr- och reglerteknik samt förvaltning där Hen har varit områdeschef och driver nu eget. Hen menar att Hen har en särskilt bra grund från tidigare erfarenheter för att arbeta med energieffektivisering och komplexa installationer.

Byggprocessen

Respondent 8 menar på att Hen som drifttekniker eller förvaltare är man inte direkt involverad i processen men att driftpersonal används som referensgrupp i början av projekt då de sitter på värdefull kunskap om hur byggnadernas system fungerar i praktiken. Hen menar att det dock finns ett stigma av att man inte vill involvera golvpersonal i projekt, från projektledarens håll, då de tros sakna den rätta kunskapen men fortsätter med att mena att det kanske är raka motsatsen. Hen menar att om driften får vara med i projektet tidigt kan de redan då veta var i byggnaden det uppstod problem under de tidigare skedena vilket kan underlätta hur snabbt och bra en byggnad blir driftad så den presterar som tänkt.

Respondenten trycker vidare på att det ska finnas en installationssamordnare som ska finnas i projekt för att få projektet att snurra på som tänkt i syfte att antingen hålla budgeten eller till och med spara in pengar. Som nämnt tidigare nämner Hen även här att det finns lite känsla av att man inte vill ändra arbetssätt som fungerat innan och att man därmed inte tar med en installationssamordnare i projekten. Hen nämner att ett projekts installationer får runt 40% av budgeten och om detta inte räcker till så kan det bli att man snålar och köper sämre hårdvaror än vad som projekteras och därmed kanske drar mer energi.

Energiberäkningar och mätning

Kopplat till detta menar respondenten att personalen Hen jobbat med gick interna utbildningar inom energieffektivisering där de gått runt och mätt olika komponenter och räknat ihop den brukade energin, därefter har de beräknat på hur mycket energi som nya fläktar kan ha dragit om man hade valt nyare direktdrivna ventilationssystem eller system med frekvensomformare som kunde reglera varvtal. De gjorde detta i syfte att utbilda driftpersonalen i energieffektivisering.

Respondenten nämner att hen tycker att man är generellt dålig på att kontrollera mätarens funktion efter installation. Hen menar att om dessa mätare slutar fungera eller visar fel värde blir mätvärdet missvisande och försvårar driftoptimeringen. Respondenten berättar att de på de platser där hen jobbat hade haft en energigrupp som tillsammans såg till att energiförbrukningen låg inom ett godkänt intervall. Respondenten påpekade också att energikostnaden ingår i hyran, snarare än att man debiterar exakt förbrukning till varje verksamhet vilken hen menar hade kunnat leda till att användarnas beteende ändras och mindre energi används.

Respondenten hade inget att tillägga gällande energiberäkningar, då denne saknade erfarenhet inom detta område. Fokuset under intervjun låg istället på andra aspekter av projektet, vilket innebar att energiberäkningar inte diskuterades närmare.

Miljöcertifieringar

Respondenten nämner inget speciellt om miljöcertifieringar då Hen inte jobbat kring dessa och därmed inte har något att tillägga.

Orsaker till skillnader mellan projekterad och verklig energianvändning

Respondent 7 menade att en orsak att det uppstår skillnader mellan projekterad och verklig energianvändning kan bero på att det kan ske ändringar under projektets gång. Det kan vara att verksamheten ställer nya krav vilket då kan leda till att de ursprungliga systemhandlingarna inte längre stämmer överens med de nya förutsättningarna. Hen använder som exempel att hybridsalar och operationssalar genererar mer värme vilket också leder till att man kommer behöva kyla mer och om dessa inte var planerade för innan kan en sådan åtgärd göra att energiförbrukningen för kylan ökar. Verksamheten kan ta in andra eller större maskiner än vad som planerades likt de som Hen nämnde innan. Dessa ändringar kan komma sent i processen vilket inte då hinner planeras för i andra delar av byggnaden, detta kan sedan påverka energiförbrukningen.

Hen nämner vidare att enligt hens erfarenheter kan det bli att driftpersonalen inte riktigt har tid att jobba mycket med energieffektivisering ifall de har för många objekt som den ansvarar för som i sin tur kan leda att energigapet uppstår eller blir mer påtagligt.

Framtida förbättringsmöjligheter

Hen menar att om driften får vara med i projektet tidigt kan de redan då veta var i byggnaden det uppstod problem under de tidigare skedena vilket kan underlätta hur snabbt och bra en byggnad blir driftad så den presterar som tänkt.

Respondenten trycker vidare på att det ska finnas en installationssamordnare som ska finnas i projekt för att få projektet att snurra på som tänkt i syfte att antingen hålla budgeten eller till och med spara in pengar

Bilaga 9 – Sammanställning av intervju 9

Bakgrund och Verksamhet

Respondent 9 har jobbat på samma företag i runt fem och ett halvt år där Hen nu har rollen som energianalytiker där hens huvudansvar är miljöcertifieringar, Hen sitter i en energigrupp där de arbetar övergripande med energifrågor inklusive kontakt med drift och projekt för att säkerställa korrekt mätning i fastigheter. Under hens tid där Hen arbetat inom energifrågor har Hen samlat på sig mängder av erfarenheter angående skillnader mellan projekterad och verklig energianvändning.

Byggprocessen

Respondenten fortsätter och menar att det kan ta en tid för byggnaden att sätta sig efter färdigställning och då det finns en tidsram för certifieringen menar Hen på att detta kan bli tajt. Det tar ett tag innan byggnadens drift optimeras, där Hen menade även att det kan ta tid innan driftpersonalen får exakt kunskap om just den specifika byggnadens system och därmed kan göra de finjusteringar som krävs för att byggnaden ska prestera som beräknat initialt. För att hantera dessa problem jobbar de tätt med förvaltningsavdelningen för att hålla koll så energianvändningen ligger innanför gränsen för kraven till certifieringen, de håller mycket kommunikation gällande avvikelser och frågar då om något nytt har skett i fastigheten till exempel att någon ny har flyttat in. De försöker även att informera och utbilda förvaltarna inom energifrågor genom presentationer och utbildningar, detta då för att minska driftnettot och därmed få pengar över till annat viktigt. Hen menar att det är viktigt att få med förvaltningen i energifrågorna då, som Hen sa:

"Förvaltarna är kungar i sitt hus" och därmed har stort inflytande och beslutsrätt i sina fastigheter.

Energiberäkningar och Mätplan

Under intervjuens gång diskuterades en mängd anledningar till varför det uppstår ett energigap. Respondenten menar att en anledning kan vara att energiberäkningarna som utförs kan vara nära gränsen för kraven och även om man räknar med en säkerhetsmarginal kan de beräknade värdena bli svåra att uppnå. Hen menar att detta kan bero på att de tekniska installationer som satts in inte fungerar som tänkt, detta kan leda till garantiärenden med leverantören eller entreprenören. Hen menar att beräkningarna ibland känns låga vilket då kan leda till att de satta målen blir svåra att uppnå. Respondenten berättar att hen kollar igenom energiberäkningarna innan för att se att allt ser bra ut och där hen påpekar att värmen oftast är där Hen får ändra då det oftast är där som skillnaden mellan den beräknade och verkliga energianvändningen sticker iväg mest.

Respondenten talar om att de har krav på mätning i nybyggen för att då kunna certifiera byggnaderna i ett senare skede. De sätter krav på bland annat individuell mätning och debitering (IMD) i nya projekt för att kunna debitera varje lägenhet separat för el, varmvatten och kallvatten. Detta menar respondenten på ökad medvetenheten hos hyresgästerna vilket kan leda till en minskad energianvändning och enligt respondenten kan detta leda till en besparing på 5–10%. Med en striktare mätning underlättar de uppföljningen och därmed säkerställa kraven som ställs från antingen hyresgäster och certifieringssystem, som miljöbyggnad. Då de jobbar tillsammans med samma leverantör av mätare så får de mätarna för bättre priser vilket gör det enklare att motivera att sätta in dem i nya projekt. Genom att jobba med samma mätning i flera projekt underlättar det integration och uppföljning för att lätt kunna hålla koll på byggnadens prestanda med ett system som alla kan. Respondenten menar också på att i lokaler blir det viktigt att kunna skilja på verksamhetsel och fastighetsel, detta för att kunna veta vad som kan räknas av vid bestämmandet av byggnadens prestanda.

Miljöcertifieringar och hållbarhetsmål

Respondentens företag väljer att certifiera sina objekt då det är ett internt krav från företaget att deras nya byggnader ska certifieras. Hen menar att certifieringen ger bra möjligheter till grön finansiering som då innebär en lägre ränta på bolån, och då dessa är mycket stora så kan certifieringskostnader bli värt de i slutändan, de kan även redovisa i årsredovisningen som en positiv utveckling för företaget. Respondenten nämner att vissa hyresgäster i lokaler kräver att deras lokaler ska vara certifierade för att de ska flytta in.

Avvikelser mellan projekterad och faktisk energianvändning

En av anledningarna till att det kan uppstå en skillnad kan vara en så simpel anledning som att framledningstemperaturen är för hög. Hen förklarade att man vill tillgodose hyresgästernas behov av värme, men att hyresgäster sällan klagar om det blir för varmt utan istället öppnar fönster, vilket leder till ännu högre energianvändning. Respondenten menade att sådana enkla fel kan vara att man "blåser på alldeles för mycket" värme i systemet. Lösningen till detta blir då att man säkerställer mätningen så att detta märks och därmed förbättras. Även om det bor mer i en lägenhet än planerat för kommer att innebära en ökning i energianvändning och värmealstring och därmed mer än beräknade.

Framtida förbättringsmöjligheter

För att minska energigapet betonar respondenten vikten av förbättrad uppföljning och tidig involvering av förvaltningen. Genom tätare samverkan mellan projekt- och driftorganisation kan energianvändning analyseras löpande. Om dessa avvikelser hittas tidigt kan detta förbättra byggnadens prestanda. Att utbilda förvaltningspersonal i syfte att öka deras

förståelse av energifrågor är ett prioriterat område för att öka förståelsen och engagemanget i en energieffektiv drift.

Vidare lyfts behovet av mer realistiska energiberäkningar i projekteringsfasen, då optimistiska kalkyler kan leda till svårigheter att nå uppsatta mål. Även standardisering av tekniska lösningar, särskilt inom mätning och individuell mätning och debitering (IMD), ses som en nyckel till bättre uppföljning och minskad förbrukning. Individuell mätning kan dessutom påverka hyresgästernas beteende och bidra till konkreta energibesparingar.

Bilaga 10 – Sammanställning av intervju 10

Bakgrund och verksamhet

Intervjudeltagare 10 har en civilingenjörsutbildning med inriktning inom energi och har tidigare arbetat med energideklarationer, driftoptimering och konsultverksamhet. Sedan flera år arbetar Hen som energiingenjör inom en kommunal verksamhet där dennes arbete fokuserar på energiuppföljning, analys av energidata och stöd till fastighetsförvaltningen i arbetet med energieffektivisering. Rollen omfattar ett strategiskt ansvar baserat på ett långsiktigt mål om att minska energianvändningen i den kommunala fastighetsportföljen.

Byggprocessen

Intervjudeltagare 10 lyfter att en avgörande orsak till energigapet ofta läggs till grund tidigt i byggprocessen. Det uppstår brister i överföring av kunskap och ansvar mellan de olika faserna, från projektering till produktion och vidare till drift. Deltagare 10 beskriver även att det ibland är otydligt vem som har ansvar för att energikraven faktiskt följs upp i det praktiska genomförandet.

En återkommande utmaning är att energifrågor inte alltid prioriteras tillräckligt under projekteringen, eftersom fokuset tenderar att ligga mer på faktorer som exempelvis funktion, budget och tid.

"Det är lätt att det blir en punkt på checklistan att energikrav finns med, men de följs inte upp lika skarpt under resans gång."

Intervjudeltagaren ser också att det i vissa fall sker förändringar i tekniska lösningar under byggskedet utan att dessa analyseras ur ett energiperspektiv. Det kan handla om att man byter material, tillsätter alternativa installationslösningar eller förändrar styrstrategier. Sådana ändringar dokumenteras inte alltid tydligt, vilket gör det svårt att spåra när energianvändningen senare inte stämmer överens med beräkningarna.

För att motverka detta ser intervjudeltagare 10 ett stort värde i att involvera en energisamordnare i projekten, det vill säga en roll som fungerar som en länk mellan olika discipliner och bevakar att energifrågor får genomslag genom hela processen. Hen förklarar att energisamordnaren kan följa upp beräkningarna och kontrollera att de stämmer överens med det verkliga genomförandet.

"En energisamordnare kan göra skillnad, men då måste rollen få en tydlig funktion"

Samtidigt poängteras att även energisamordnarens roll ibland blir för svag om ansvaret inte är tydligt reglerat i uppdraget. För att energimålen ska hållas krävs att alla aktörer förstår sin roll och att någon har helhetsansvar för att följa upp dessa genom hela byggprocessen. Det nämns även att driftorganisationen ofta kommer in för sent, för om driftspersonal involveras först vid överlämning riskerar viktiga praktiska aspekter att missas, vilket i sin tur kan påverka energiprestandan negativt.

Energiberäkningar och mätning

Intervjudeltagare 10 beskriver att energiberäkningar är ett viktigt verktyg i projekteringskedet men att de ofta skiljer sig från den faktiska energianvändningen i drift. Enligt deltagare 10 beror detta till stor del på att beräkningarna ofta bygger på alldeles för generella antaganden om exempelvis inomhustemperatur, nyttjandetid och interna laster som sällan överensstämmer med verkligheten.

Hen lyfter också att verksamhetens karaktär och användningsmönster som till exempel kvälls- eller helganvändning sällan behandlas korrekt i beräkningsunderlaget. Detta gör att energiprestandan riskerar att överskattas i projekteringsfasen.

För att hantera detta läggs ett stort fokus på mätning och uppföljning av den faktiska energianvändningen. Organisationen använder ett energiövervakningssystem där data från fastigheterna samlas in kontinuerligt, där denna mätdata används för att analysera avvikelser.

"Det är först när vi har siffrorna svart på vitt som vi kan se var problemen ligger och var vi behöver sätta in åtgärder."

Dock betonas det att de inte arbetar efter någon standardiserad mätplan eftersom mätningen anpassas efter varje enskilt projekt på grund av att byggnaders utformning och systemlösningar varierar.

"Vi har pratat om en standardiserad mätplan, men det är svårt eftersom varje projekt ser så olika ut."

Miljöcertifieringar

Miljöcertifiering används inte som någon standard i alla projekt enligt intervjudeltagare 10, men de ses som ett stöd när det gäller att skapa struktur och driva hållbarhetsarbetet framåt. Det framgår att ett stort fokus istället ligger på faktiska resultat hellre än enbart certifieringsnivåer.

"Vi har inte miljöcertifiering som krav, men vi följer många av de principer som ingår, till exempel systematiskt uppföljningsarbete och fokus på drift."

Intervjudeltagaren förklarar även att miljöcertifieringar kan vara användbara verktyg för vissa aktörer som exempelvis inom den privata sektorn. Men för offentliga fastighetsägare är de inte alltid praktiskt eller ekonomiskt genomförbara. Istället prioriteras lösningar som är direkt anpassade till verksamhetens behov och resurser med fokus på att uppnå faktisk energieffektivisering istället för att uppfylla formella certifieringskrav.

Orsaker till skillnader mellan projekterad och verklig energianvändning

Intervjudeltagare 10 lyfter flera orsaker till varför energigapet kan uppstå. Som tidigare nämntes är en central faktor att projekteringen bygger på antaganden som inte fullt ut stämmer överens med verkligheten.

"Vi bygger på en teoretisk bild av hur byggnaden ska användas, men i verkligheten används den inte så."

En annan viktig orsak är att tekniska system inte alltid fungerar som avsett i praktiken. Det kan handla om felaktiga installationer, bristfällig injustering eller otillräcklig programmering av styr- och reglerteknik. Om till exempel ett ventilationssystem inte är korrekt inställt från början kan det leda till onödigt hög energianvändning under lång tid innan felet upptäcks. Dessutom sker det ofta ändringar under byggskedet som påverkar energiprestandan, till exempel materialbyten eller alternativa lösningar som väljs utan att energipåverkan analyseras. I vissa fall är det entreprenörer som väljer billigare eller enklare alternativ utan att helhetens konsekvenser utvärderas fullt ut.

Deltagare 10 pekar även på att det ofta saknas en tydlig ansvarsfördelning för energifrågor genom hela projektet. När ingen har ett tydligt uppdrag över att bevaka energimålen riskerar de att bortprioriteras längs vägen.

Slutligen lyfts övergången till drift som en kritisk fas där mycket kan gå förlorat. Om den tekniska dokumentationen inte är komplett eller om driftpersonal inte får rätt utbildning i systemets funktion, blir risken stor att byggnaden inte används enligt beslut. Det kan också hända att personalen förändrar styrstrategier i efterhand för att anpassa dem till verksamhetens behov, vilket påverkar energianvändningen.

"Om vi inte har koll på systemen vid överlämningen, kan vi inte heller följa upp och optimera dem rätt."

Framtida Förbättringsmöjligheter

Intervjudeltagare 10 ser flera möjligheter att minska gapet mellan projekterad och faktisk energianvändning, både genom förändrade arbetssätt och bättre verktyg i byggprocessen. En av de viktigaste åtgärderna är att tydliggöra ansvar för energifrågor genom hela projektets gång, från tidig projektering till överlämning och drift. Personen betonar att någon måste ha helhetsansvar för energiprestandan och kontinuerligt följa upp att kraven uppfylls:

"Det måste finnas någon som äger energifrågan hela vägen, annars faller den mellan stolarna."

Vidare lyfter hen att energisamordnarens roll bör förstärkas med delaktighet i beslut. Rollen ska inte vara symbolisk, utan ha praktisk möjlighet att påverka såväl projekteringsval som utförande och verifiering. Intervjudaren nämner även vikten av att lära sig av uppmätta driftdata i efterhand och använda dessa erfarenheter för att förbättra kommande projekts energiberäkningar och systemlösningar.

En annan förbättringspotential är att involvera driftpersonal tidigare i processen. Genom att ta in deras praktiska erfarenhet under projekteringen kan tekniska lösningar anpassas bättre till faktisk drift. Det kan exempelvis handla om val av styrsystem, åtkomlighet för underhåll eller användarvänliga gränssnitt.

För att förbättra mätbarheten och uppföljningen föreslås även att ta fram bättre riktlinjer för mätpunkter och energidata, så att det blir enklare att utvärdera energiprestanda och hitta

avvikelser. Även om det är svårt att standardisera fullt ut menar intervjudeltagaren att mer enhetlighet skulle underlätta både analys och jämförelse. Slutligen framhålls vikten av att se energiprestanda som en process, inte ett enskilt tillstånd. För att nå bättre resultat krävs ett helhetsperspektiv där energimål inte bara definieras i början, utan också följs upp, mäts och justeras över tid.

Bilaga 11 – Sammanställning av intervju 11

Miljöbyggnad specificerar inte en föredragen upphandlingsform (som total- eller utförandeentreprenad), men certifieringsprocessen är utformad så att kriterier inom indikatorerna i samband med preliminär certifiering och verifiering kan integreras i projektering och byggprocess. Det är därför viktigt att de parter som är involverade i ett projekt från tidigt skede till färdigställande.

De vanligaste orsakerna till att byggnader inte uppnår sina energimål inom Miljöbyggnad. Det kan finnas olika orsaker till att byggnader inte uppnår sina uppsatta energimål inom Miljöbyggnad. De vanligaste orsakerna till att byggnader inte uppnår sina energimål handlar ofta om att det brister i samspelet mellan projektering, utförande och drift. Energiberäkningar bygger ofta på standardiserade antaganden som inte alltid speglar verklig användning och driftförhållanden. När byggnaden är färdigställd och överlämnad kan felaktig injustering eller utebliven optimering av tekniska system vara en vanlig källa till högre energianvändning än beräknat. Förändringar under byggprocessen, som påverkar klimatskal eller installationsval, genomförs ibland utan att energiberäkningen uppdateras. Bristande lufttäthet eller otillräcklig isolering kan försämra byggnadens energiprestanda betydligt. Mätplaner kan sakna tillräcklig upplösning, vilket försvårar uppföljning och verifiering av energianvändningen. Driftorganisationen får ibland otillräcklig information om byggnadens energisystem och inställningar. Omfattningen av verksamhetsel eller brukarbeteenden avviker ofta från projekterade värden. Dessutom kan ansvarsfördelningen mellan entreprenör, projektör och förvaltare vara otydlig, vilket leder till att energifrågorna kan hamna i skymundan. Slutligen saknas det ibland rutiner för kontinuerlig uppföljning och analys av energiprestanda efter att byggnaden tagits i bruk.

Lärdomar från projekt som har lyckats eller misslyckats med att uppfylla sina energikrav. En viktig lärdom är vikten av att integrera energimål i tidigt skede och säkerställa att parter som är involverade i projektet har en gemensam förståelse för kraven. Framgångsrika projekt visar att noggranna och realistiska energiberäkningar, baserade på välgrundade indata, är avgörande. De betonar också betydelsen av kontinuerlig samordning mellan projektörer, entreprenörer och förvaltning under hela processen. Andra projekt visar att avsaknad av tydlig mätstrategi, samt brist på verifiering och injustering, ofta leder till avvikelser. Lärdomar inkluderar att driftsättning måste planeras och prioriteras för att systemen ska fungera optimalt från start. Det är också viktigt att driftpersonalen får rätt utbildning och dokumentation för att kunna förvalta energisystemen enligt intentionerna. En gemensam faktor i lyckade projekt är ett strukturerat arbetssätt för energiuppföljning under garantitiden. Det visar samtidigt hur kostsamt det kan bli att åtgärda brister i efterhand. För att lyckas så bra som möjligt är det viktigt att energi inte får ses som en separat fråga, utan som en integrerad del av hela byggprocessen och förvaltningskedet.

Bilaga 12 – Intervjufrågorna mall

1. Allmänt: Bakgrund och erfarenhet

- Berätta kort om din bakgrund och erfarenhet inom fastighetsförvaltning/entreprenad.
- Har du någon bakgrund gällande energiberäkningar?
- Vilka delar tycker du är roligast med ditt jobb?

2. Projektering och energiberäkning

- Vilken form av upphandling jobbar ni oftast med?
- Vilka kravställningar brukar ni ställa?
- Hur jobbar ni kring energiberäkningarna?
 - Vilka standarder och metoder används för energiberäkningar?
 - Jobbar ni alltid mot några miljöcertifieringskrav? och om ja, vilka?
 - Använder ni branschstandard energiavtal 21 eller miljöbyggnad eller har ni något eget energiavtal?
 - Vad ser ni för begränsningar med dessa metoder och standarder?
- Är ni med under hela projekteringen och produktionen?

3. Mätning och Energiuppföljning

- Vilka typer av mätare och sensorer används i era fastigheter för att följa upp energianvändning?
- Använder ni ett energiuppföljningssystem, och i så fall vilket?
- Vilka svårigheter finns med insamling och analys av energidata?
- Anser ni att fastighetsskötare har tillräcklig kunskap inom att effektivisera energianvändningen?
- Hur ser ni på betydelsen av uppföljningar av energisystemen för att minska avvikelser?
- Planerar ni kring underlättande av uppföljning?

4. Felkällor

- Vad tror ni är de vanligaste orsakerna till varför den projekterade energianvändningen skiljer sig från faktiska energianvändningen?
- Hur stor roll brukar felaktiga installationer påverka energiprestandan?
- Hur ofta stämmer den verkliga energianvändningen överens med den projekterade
 - Kan man ändra arbetsätten på något sätt för att kunna minska energigapet

5. Förslag på förbättring

- Vad tycker du är det bästa sättet att motverka dessa för bättre resultat i framtiden?
- Anser ni att de befintliga systemen för energiuppföljning är tillräckliga, eller ser ni behov av förbättringar?
 - Vilka funktioner skulle ni vilja se i framtida energiuppföljningssystem?

Känslig information

- Finns det någon information som ni inte vill att vi skriver ut?

Bilaga 13-Frågor till intervjuperson 11

De vanligaste orsakerna till att byggnader inte uppnår sina energimål inom Miljöbyggnad?

Vilka moment i byggprocessen som oftast leder till avvikelser i energiprestanda?

Lärdomar från projekt som har lyckats eller misslyckats med att uppfylla sina energikrav?



CHALMERS