



# Framgångsfaktorer för energieffektiva lokalbyggnader över tid



# Framgångsfaktorer för energieffektiva lokalbyggnader över tid

Anna-Lena Lane RISE



Energimyndighetens projektnummer: P2020-90026

E2B2





## Förord

E2B2s vision är en resurs- och energieffektiv byggd miljö.

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

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

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

Rapporten redovisar projektets resultat och slutsatser. Publicering innebär inte att E2B2 har tagit ställning till innehållet.



## Sammanfattning

Framgångsfaktorer för att bibehålla lokalfastigheter som nära noll energibygnader över tid har undersökts i projektet. Utgångspunkten var lokalfastigheter från energimyndighetens databas för energieffektiva byggnader. Två kontor, en förskola och ett äldreboende, ca 10 år gamla, har undersökts närmare. Tekniska system, mätdata och intervjuer med driftorganisationen har analyserats för att komma fram till resultatet.

Tre viktiga framgångsfaktorer har identifierats i projektet. Den första är tydliga, fungerande mätsystem med referensvärden, tillsammans med personer på plats i byggnaden som kan hantera systemen. Det bidrar till att avvikelser upptäcks i tid och kan hanteras. Den andra framgångsfaktorn är ett fungerande nätverk med kontakter som kan lösa tekniska problem som man inte klarar av själv samt att det är självklart att ta extern hjälp när något krånglar. Den tredje framgångsfaktorn är att välja tekniska lösningar som är anpassade efter de resurser och den kompetens man har tillgänglig i driftorganisationen.

Det finns potential att utveckla enklare och bättre system för energiuppföljning som stöttar fastighetsdrift i vardagen och tjänster som gör det enklare för fastighetsägare att få stöd när tekniken krånglar.

Nyckelord: Energieffektiva lokaler, fastighetsdrift, NNE-byggnader, energiuppföljning, mätningar



## Summary

Success factors for maintaining non-residential buildings as nearly zero energy buildings over time have been investigated in the project. The starting point was local properties from the Swedish Energy Agency's database for energy-efficient buildings. Two offices, a preschool, and a nursing home, about 10 years old, have been investigated more closely. Technical systems, measurement data and interviews with the operating organization have been analyzed to arrive at the result.

Three key success factors have been identified in the project. The first is clear, functioning measurement systems with reference values, together with people on site in the building who can manage the systems. This helps to ensure that deviations are detected in time and can be managed. The second success factor is a functioning network with contacts that can solve technical problems that you cannot handle yourself and that it is obvious to take external help when something goes wrong. The third success factor is to choose technical solutions that are adapted to the resources and skills available in the operating organization.

There is potential to develop simpler and better systems for energy monitoring that support facility management in everyday work and services that make it easier for property owners to get support when technology malfunctions.

Key words: Energy efficient premises, facility management, NZEBs, energy monitoring, measurements



## INNEHÅLL

1	INLEDNING OCH BAKGRUND	9
2	GENOMFÖRANDE	10
3	RESULTAT	11
3.1	FALLSTUDIER – RESULTAT	11
3.1.1	KONTOR 1	12
3.1.2	KONTOR 2	13
3.1.3	FÖRSKOLA I PASSIVHUSTEKNIK	14
3.1.4	ÄLDREBOENDE	17
3.2	SLUTSATSER FRÅN FALLSTUDIERN	18
3.2.1	INNEMILJÖ	19
3.2.2	HUR ÄR NNE-BYGGNADERNA JÄMFÖRT MED ANDRA BYGGNADER MED LIKANDE VERKSAMHET?	19
3.3	PANDEMIEFFEKTER FÖR FASTIGHETSDRIFT	19
4	DISKUSSION	20
5	SLUTSATSER	22
6	PUBLIKATIONSLISTA	23
7	REFERENSER	24







# 1 Inledning och bakgrund

Energikraven för nya byggnader har skärpts de senaste åren. Det har nu gått en tid sedan de första nära noll energibygnaderna byggdes. Men hur fungerar dessa nyare byggnader över tid? Att inte bara nå energimålen vid nybyggnation utan att också bibehålla en låg energianvändning över tid är viktigt både för enskilda fastighetsägare som betalar för energikostnader och för att minska klimatpåverkan från energiförsörjning. Det är också viktigt att utvärdera hur ny teknik fungerar i längden inför framtida beslut om teknikval som byggherrar och fastighetsförvaltare står inför när de ska bygga nytt. Utgångspunkten är lokalbyggnader som byggdes runt 2012 med energikrav som något högre än då gällande krav.

Det övergripande målet med projektet har varit att utforska hur NNE-lokalbyggnader fungerar över tid. Framgångsfaktorer och hinder som påverkar hur energimål uppfylls och bibehålls har identifierats. Viktiga mätpunkter och hur dessa ska användas för energiuppföljning av NNE-lokalbyggnader har undersökts, tillsammans med utvecklingsmöjligheter för tjänster, mjukvara, driftstrategier för energieffektiv drift av lokalbyggnader

Projektet har genomförts av RISE tillsammans med Högskolan i Gävle, Lokalförvaltningen i Göteborgs stad, Skellefteå kommun, Nordomatic AB och Bengt Dahlgren AB samt Evotek AS

Projektet har pågått under ca 2,5 år med start i juni 2020 och avslutades i början av 2023.



## 2 Genomförande

Utgångspunkten för projektet är lokalbyggnader i Energimyndighetens mätdatabas för energieffektiva byggnader [1]. Fyra av lokalfastigheterna har undersökts djupare i projektet. Angreppssättet har varit att utvärdera mätdata för energi och inneklimate, analysera byggnadernas system och intervjua de som sköter fastighetsdriften. Projektet startade och genomfördes till stor del under pandemin, vilket påverkat möjligheterna till fysiska besök och möten, men har å andra sidan gett andra insikter till projektresultatet.

Utvärdering av mätdata utgick till en början från lokaler i Energimyndighetens mätdatabas där det finns ett trettiotal byggnader i kategorierna småhus, flerbostadshus och lokaler. Databasen startade runt 2015 och mätvärden har registrerats på timbasis sedan starten, så länge uppkoppling och mätare fungerat. En del av byggnaderna har tillkommit senare. Denna utvärdering stötte dock på problem. Mätningarna är anonymiserade och de utpekade fallstudierna kunde inte identifieras direkt. Det visade sig också att vissa mätare tappat kontakten med databasen, vilket begränsade underlaget i mätningarna. Fjärrvärmeanvändning hade t.ex. inte registrerats alls, trots att mätpunkten var angiven. Utetemperaturen var inte heller registrerad på de flesta byggnaderna, vilket tillsammans med anonymiseringen där inga uppgifter om klimatdata ingick, gjorde det svårt att bedöma om energianvändning som registrerats förändrats över tid. Det saknades referenspunkter. För de medverkande fyra fallstudierna hämtades den mätdata som de själva hade tillgång till in som komplement. Främst köpt energi, på månadsbasis, men även viss annan mätdata. Här uppstod ett tidsglapp för vissa byggnader, då man inte sparade data i mer än 3 år och den data som fanns i databasen var äldre, eftersom loggningen i databasen slutat fungera. Det fanns nu dock tillräckligt med data för att identifiera fallstudiebyggnaderna i mätdatabasen genom att jämföra data. Loggning av inomhustemperaturer och luftfuktighet hade fungerat bättre över tid och denna data hade inte loggats i fastigheternas system även om de mäter den momentant. Denna data har studerats för att bedöma innemiljön över tid.

Uppgifter om byggnadernas tekniska system och eventuella förändringar i byggnaderna hämtades främst in genom samtal och intervjuer med de medverkande organisationerna och företagen kopplade till byggnaderna. De bistod även med dokumentation, ritningar, utdrag ur styrsystem eller inloggning, logg med felanmälningar samt mätdata mm. I slutet av projekttiden besöktes 3 av 4 fallstudiebyggnader. Det var inte möjligt att genomföra platsbesök tidigare pga. pandemin.

En intervjustudie genomfördes med organisationerna för fastighetsdrift kopplat till fallstudiebyggnaderna. Informanter till intervjuerna söktes genom de personer som medverkade i projektet kopplat till respektive byggnad. Resultatet av intervjustudien har skickats in för att publiceras i en vetenskaplig tidskrift.

Data från mätningar, dokumentation, samtal, intervjuer och platsbesök har vägts samman för att ta fram det övergripande resultatet.



## 3 Resultat

### 3.1 Fallstudier – resultat

I projektet har fyra byggnader undersökts djupare. Det är en förskola och ett äldreboende som är kommunalt ägda och förvaltade, samt två privatägda kontor. Byggnaderna har olika tekniska lösningar för att vara energieffektiva. Förutsättningarna för drift- och förvaltning varierar stort för de olika byggnaderna.

Tabell 1 Översikt över fallstudierna i projektet

Fallstudie	Kontor 1	Kontor 2	Förskola	Äldreboende
<b>Ort</b>	Borås	Mölnadal	Skellefteå	Göteborg
<b>Ägare</b>	Privat	Privat	Offentlig	Offentlig
<b>Verksamhet</b>	Kontor med flera hyresgäster, ca 150 kontorsplatser	Kontor med en hyresgäst	Förskola med 4 avdelningar och storkök	Äldreboende med 100 lägenheter, samt kontor, dagverksamhet och storkök
<b>Byggår</b>	2012–2013	2011	2011	2012
<b>Atemp</b>	3114 *) 3000 m <sup>2</sup> enl. styrsystem	4117 m <sup>2</sup>	803 m <sup>2</sup>	LOA 6786 m <sup>2</sup> BRA 7809 m <sup>2</sup>
<b>Uppvärmning</b>	Bergvärme, 9 borrhål a 200 m	Fjärrvärme till radiatorer och varmvatten. Uteluftsvärmepump till ventilation Värmepump som återvinner värme från serverrumskyla	Fjärrvärme + värmepump som återvinner spillvärme från kökskyla	Fjärrvärme
<b>Komfortkyla</b>	Ja, via tilluft. Kyla tas från borrhål.	Ja, via tilluft. Uteluftaggregat	Nej	Nej
<b>Solel</b>	Installerades 2018	Ja, från starten	Nej	Installerades 2018 eller 2019
<b>Energikrav</b>	55 kWh/m <sup>2</sup> , år enl BBR	75 kWh/ m <sup>2</sup> , år, inkl. verksamhetsl enl. Green Building BBR-krav 100 kWh/m <sup>2</sup> ,år	15 kWh/m <sup>2</sup> år värme, passivhuskrav BBR 15: 120 kWh/m <sup>2</sup> ,år	45 kWh/m <sup>2</sup> , år värme? Minienergikrav



--	--	--	--	--

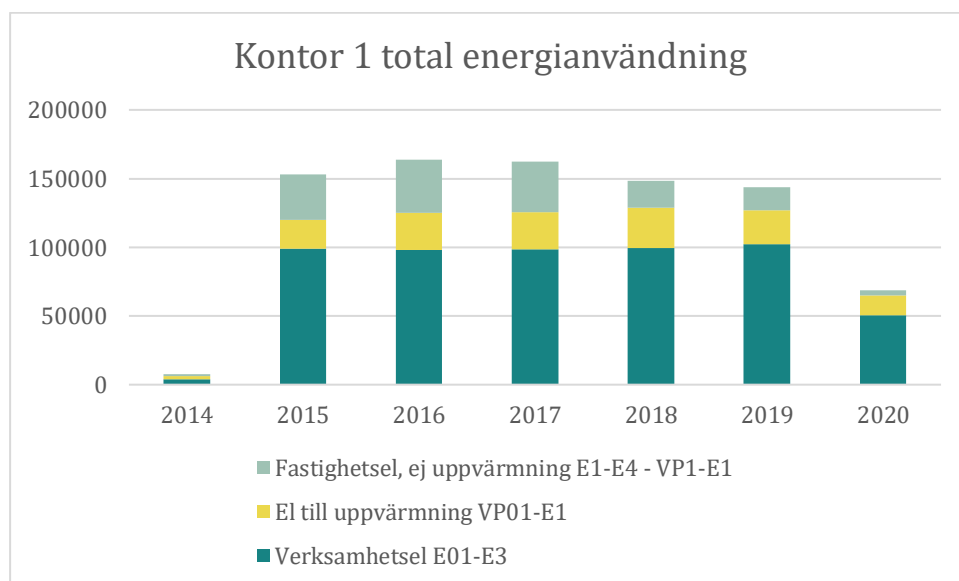
### 3.1.1 Kontor 1

Denna kontorsbyggnad byggdes av två företag inom byggsektorn som kontor för deras verksamheter. De var djupt involverade i tekniska lösningar och genomförandet av byggprojektet, med ambitioner om att kontoret skulle bli energieffektivt. När denna studie genomfördes var byggnaden såld sedan några år till en privat ägare, och företagen var kvar i byggnaden som hyresgäster, men den ena var på väg därifrån. De nya ägarna har anlitat ett mindre fastighetsbolag för förvaltning och fastighetsdrift. Den andra hyresgästen, var fortfarande djupt involverade i de delar av fastighetsdriften som berör styrsystem för installationer och inneklimat och som också är deras affärsverksamhet. Förvaltaren sätter stort värde på hyresgästens kunskap om systemen i byggnaden och kunde tydligt se på energianvändningen att byggnaden är energieffektiv.

Vissa förändringar har gjorts i byggnaden sedan starten. Hyresgäster har bytts ut, de är nu fler till antalet och anpassningar hade behövt göras för dessa. Solel installerades 2018.

Byggnaden har isolerad betongstomme och är byggd i 3 plan med garage i källarplanet. Uppvärmningen sker med bergvärmepump via radiatorer och ventilation. Det finns ett ventilationsaggregat med återvinning och behovsstyrning. Kontorsytorna är indelade i olika zoner och har elektronisk samstyrning mellan ventilation och radiatorer. Tilluften kan kylas sommartid via borrhålen. Värmepumpen används inte som kylmaskin.

Byggnaden är utrustad med styrsystem från hyresgästens företag. Förutom funktioner för styrning har systemet många mätpunkter för både energi och temperatur. Dessa fanns både i databasen hos Energimyndigheten och lokalt. På en skärm i byggnadens entré visas aktuell energiprestanda med en tydlig och enkel visualisering med en visare och färgmarkering med grönt och rött.





Figur 1I diagrammet visas byggnadens totala elanvändning dec 2014 – juni 2020, uppdelad på el till uppvärmning med värmepump, övrig fastighetsel samt verksamhetsel. Data har inte korrigerats för utomhusklimat.

Byggnaden har haft likvärdig energianvändning över tid, och tendensen är snarare minskad än ökad energianvändning. Framgångsfaktorer är energieffektiva teknikval som kombineras med god tillgång på kompetens och resurser för fastighetsdrift samt ett fungerande nätverk som används för att lösa tekniska problem som uppkommer.

### 3.1.2 Kontor 2

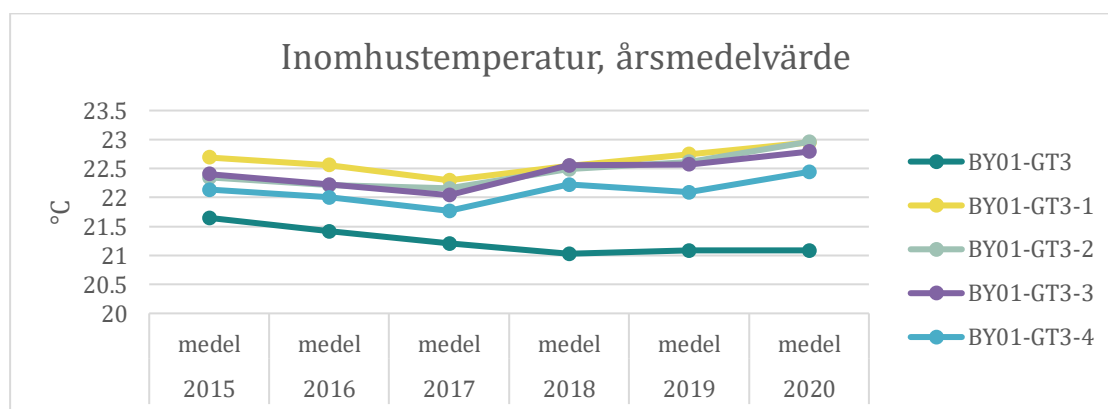
Denna kontorsbyggnad i 5 plan byggdes av den nuvarande hyresgästen som kontor för sin verksamhet. Energikraven var ambitiösa och uppföljningen noggrann i början. Över tid har ambitionerna sänkts och nu läggs inte lika mycket tid på att hålla energiprestanda låg. Att medarbetarna är nöjda med inneklimatet har också blivit viktigare över tid. Byggnaden ägs och förvaltas av ett privat fastighetsföretag som äger fler byggnader i samma område. De har även hand om fastighetsdriften för byggnaden formellt, men hyresgästen har personer som är engagerade i fastighetsdriften. Hyresgästen har över tid minskat på det egna engagemanget i kontorets drift och försökt skapa andra rutiner för att hantera felanmälningar mm.

Kontorsbyggnaden har tegelfasad med relativt stora fönsterytor. Uppvärmningen sker med fjärrvärme samt en värmepump som återvinner värme från ett serverrum. Ventilationsluften värms eller kyls med ett direktexpanderande kylaggregat som står på taket utanför fläktrummet. Ventilationen är av VAV-typ med olika zoner i kontorsplanen och samstyrning finns med radiatorvärmen.

Vissa förändringar av planlösningar inom byggnaden har gjorts sedan starten och fler kontorsplatser har tillkommit.

Det finns ett flertal mätare i byggnaden för el och värme. Mätarstrukturen i databasen är komplicerad och svår att tyda. Detta beror både på brister i beskrivning av mätare i databasen och på att installationerna i sig är komplexa med flera olika sätt att värma och kyla byggnaden. Även mätdata direkt från byggnaden var svår att tyda.

Temperaturer och luftfuktighet har loggats med en givare per våning, men det finns fler som används för styrning av installationerna. Vid intervju framgick att man höjt lufttemperaturen i rummen över tid. I diagrammet i Figur 2 visas årsmedelvärden av de loggade temperaturerna. Mätningarna startar 2015 när byggnaden varit i drift i 3–4 år. I diagrammet finns först en trend nedåt och sen uppåt. Medeltemperaturen håller sig samlad, förutom på entréplanet där det är kallare, men fortfarande över 20°C.



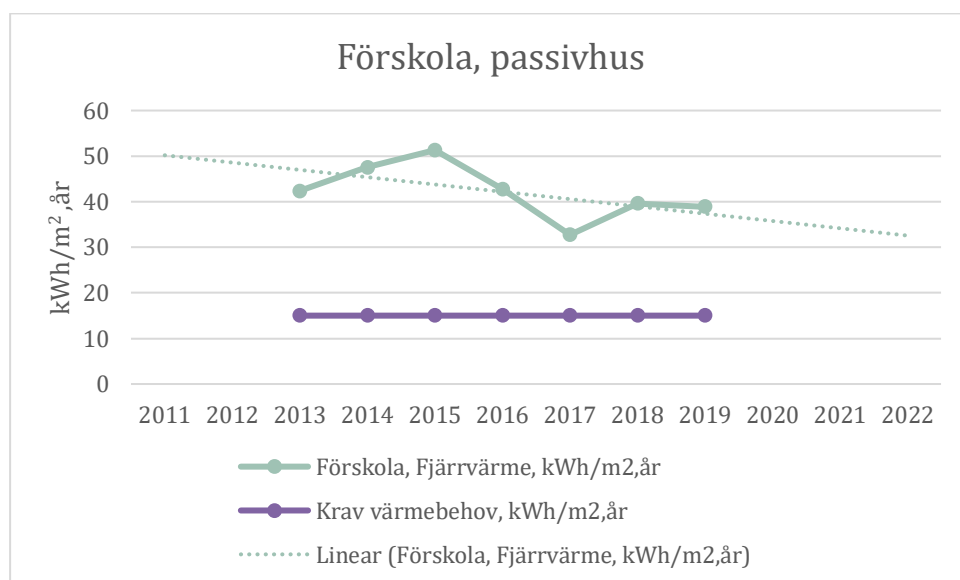
Figur 2 Årsmedelvärden av uppmätta timvärden för inomhustemperaturer i kontor 2. Givare, BY01-GT3, sitter på entréplan. Övriga i nummerordning uppåt i huset. För 2015 och 2020 finns mätvärden för del av året.

### 3.1.3 Förskola i passivhusteknik

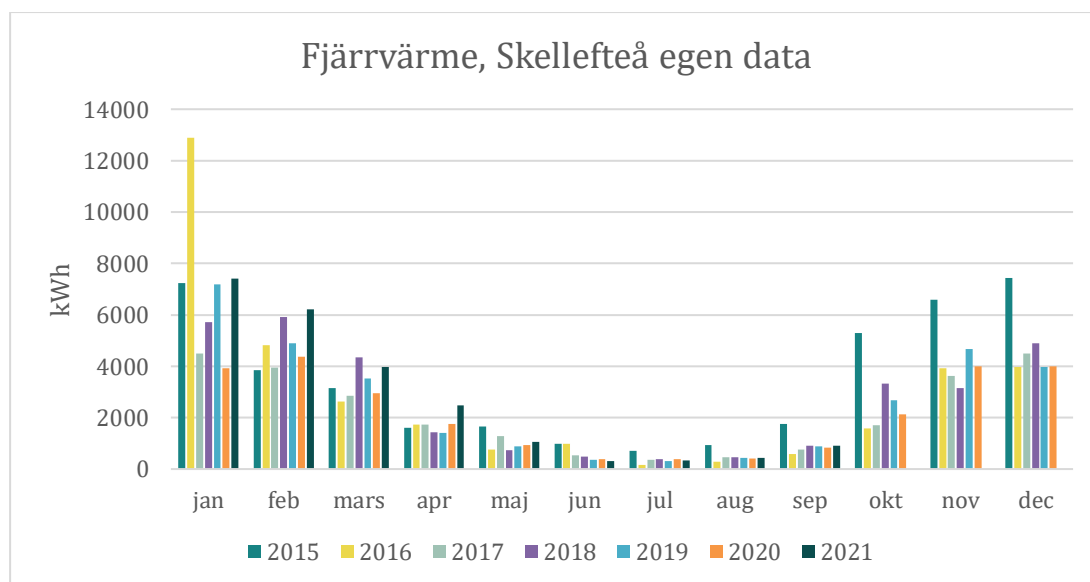
Denna förskola med fyra avdelningar och storkök är byggd i trä och med mål om att vara ett passivhus. Förskolan ägs och förvaltas av kommunen som också bedriver förskoleverksamheten. Fastighetsdriften sköts också av kommunen.

Byggnaden har två plan. Den har en välisolerad och mycket lufttät stomme. Uppvärmningen sker via radiatorer med fjärrvärme samt en värmepump som återvinner värme från kökskylan i storköket. Värmepumpen används både till varmvatten och uppvärmning av byggnaden. Ventilationen är av typ VAV med många zoner i byggnaden som har egen efterbehandling av tilluften. Radiatorerna har självverkande termostater och ingen samstyrning med ventilationen.

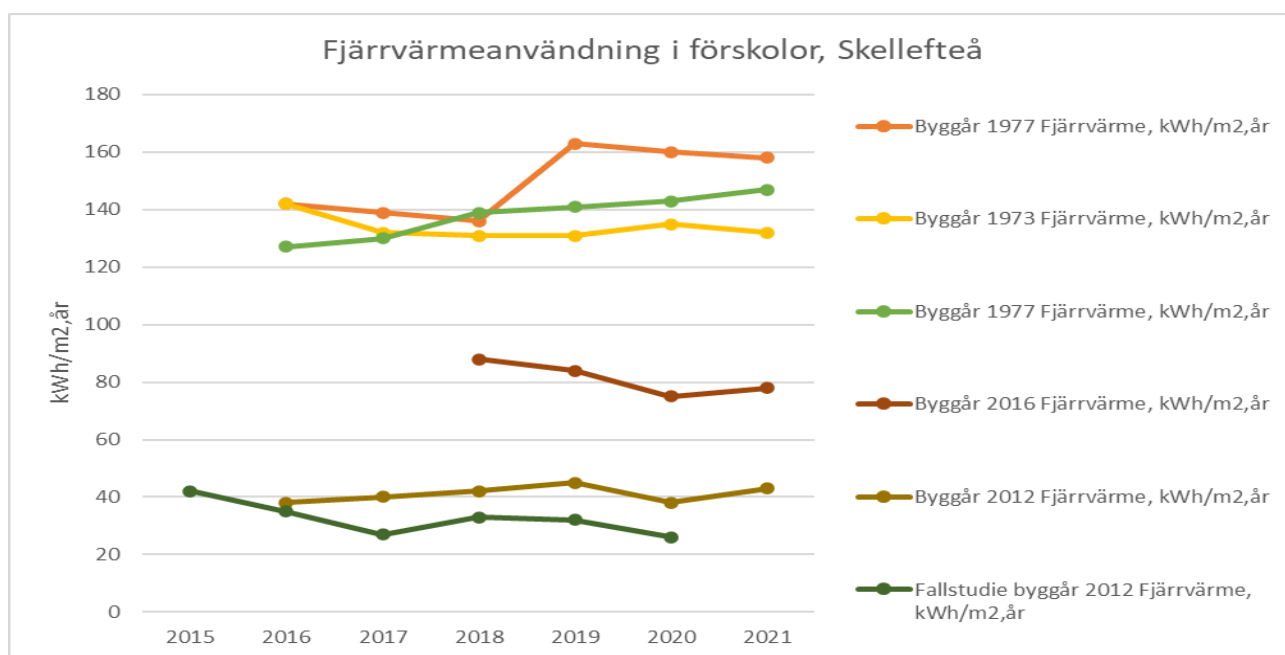
Förskolan ligger tillsammans med fler av kommunens byggnader och har inget eget elabonnemang. Det finns ett flertal olika mätare för el i byggnaden. Mätarstrukturen är otydlig och svår att tolka både i databasen och i deras egna underlag. Mätarna har också tappat kontakt med server både lokalt och hos databasen så det finns begränsat med data. Fjärrvärmedata har erhållits från kommunen. Det finns eget abonnemang till byggnaden. Eftersom uppvärmningen sker både med fjärrvärme och värmepump är det viktigt att ha data om levererad värme från båda värmekällorna för att få hela bilden. Det har förekommit problem med kökskylan och även värmepumpen. I Figur 3 visas fjärrvärmeanvändningen per år sen start, där även uppvärmning av varmvatten ingår. Energikravet för uppvärmning var satt till 15 kWh/m<sup>2</sup>, år. Det var ett högt satt krav som inte uppnåddes. I Figur 4 visas fjärrvärmeanvändningen per månad. Här kan man se att vissa månader sticker ut med extra hög energianvändning. Troligen kan det relateras till problem med kökskylan och värmepumpen som återvinner värme från den. Det syns också en ökad energianvändning under våren 2021 som troligen kan kopplas till pandemin, genom ökad ventilation. När man jämför med andra förskolor i kommunen (Figur 5) ser man att den har betydligt lägre fjärrvärmeanvändning och inte ökar över tid.



Figur 3 Normalårskorrigerad fjärrvärmeanvändning i förskolan. Energikravet för värme visas också i diagrammet.

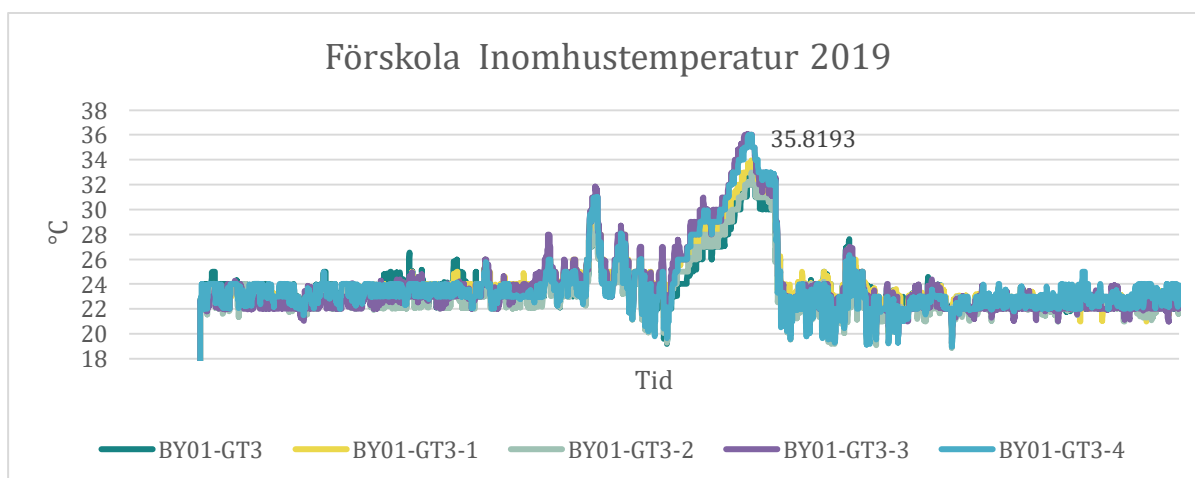


Figur 4 Fjärrvärmeanvändning per månad i passivhus förskolan.



Figur 5 I diagrammet visas fjärrvärmeanvändning för fler förskolor i samma kommun. Passivhusförskolan har lägst fjärrvärmeanvändning

Det finns ingen komfortkyla i byggnaden, vilket syns på mätningarna sommartid, se Figur 6. De högsta topparna sammanfaller med att förskolan är stängd och ventilationen neddragen på låg nivå. Det finns vissa problem med låga temperaturer under tidig sommar och tidig höst. Under uppvärmningssäsongen håller sig temperaturen mellan 22–24°C, vilket stämmer med riktlinjerna i kommunen.



Figur 6 Loggade inomhustemperaturer i passivhus förskola.



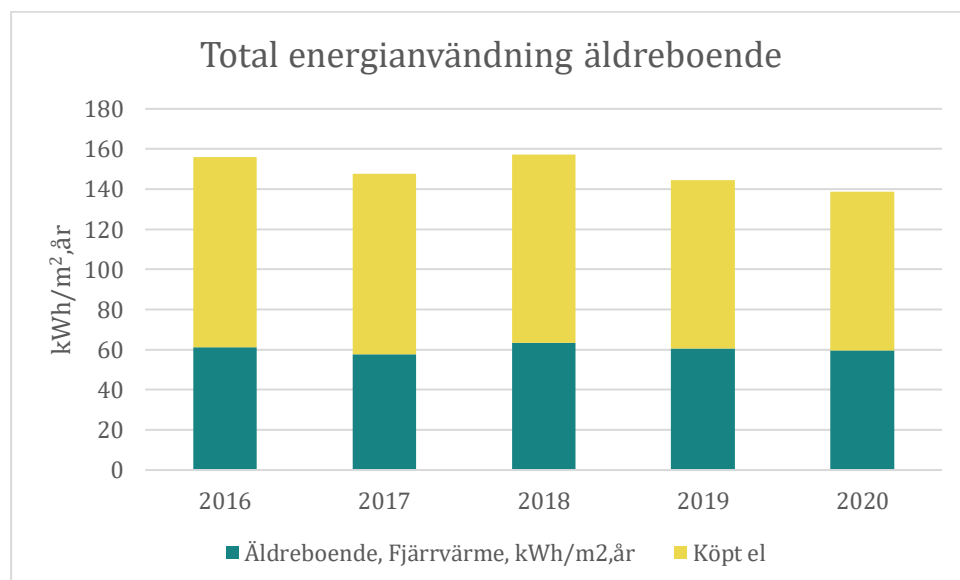


### 3.1.4 Äldreboende

Äldreboendet är den största byggnaden i studien. Det är en mycket omfattande renovering som gjorts av ett befintligt äldreboende, där fasader och fönster bytts ut. Byggnaden ägs, förvaltas och verksamheten bedrivs i kommunal regi. Det finns avdelningar med gemensamma ytor och totalt 100 lägenheter. I entréplanet finns även storkök, kontor och viss dagverksamhet. I källarplanet finns omklädningsrum och teknikutrymmen.

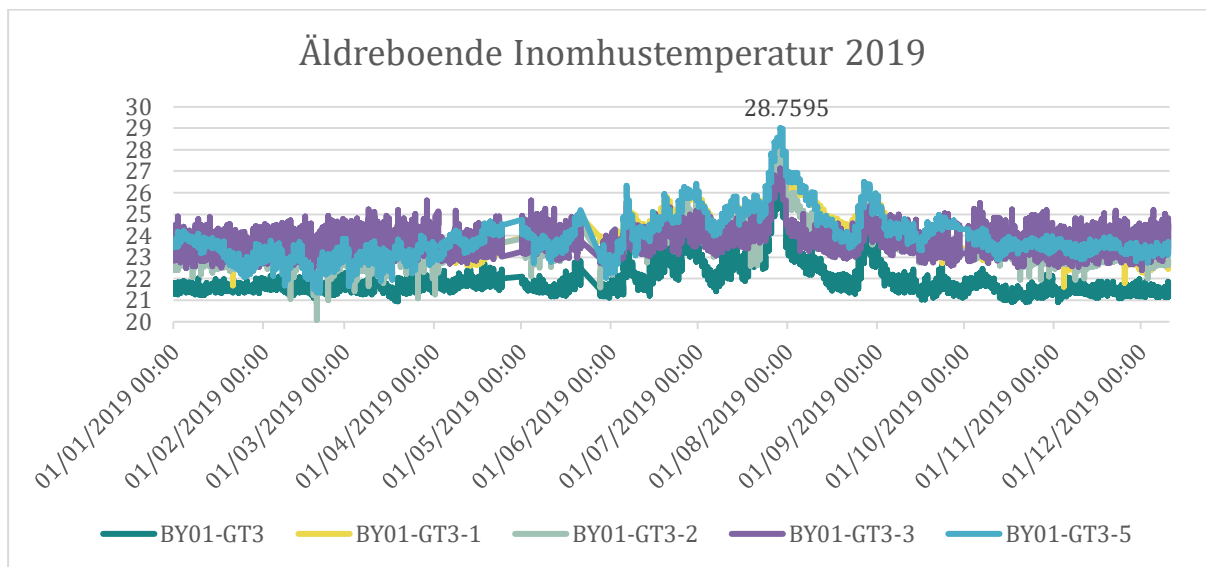
Fastighetsdriften i förvaltningen är en stor organisation som hanterar ca 800 byggnader. Det finns specialistfunktioner för installationer, el, bygg samt övergripande resurser för energiuppföljning och fördjupade analyser. Resurserna räknat per byggnad är dock små.

Teknikvalen i denna byggnad är enkla, men effektiva lösningar. Byggnaden värms med fjärrvärme via radiatorer som har vanliga termostater. Det finns flera ventilationsaggregat, med konstantflöde i lägenheter och viss VAV i gemensamma utrymmen och kontor. Storköket har kyl- och frysrum där värmen kyls bort utomhus. Solel installerades 2018. I Figur 7 visas total energianvändning för byggnaden. Värmeanvändningen är högre än kravet på 45 kWh/m<sup>2</sup>, år, men energianvändningen är stabil över tid.

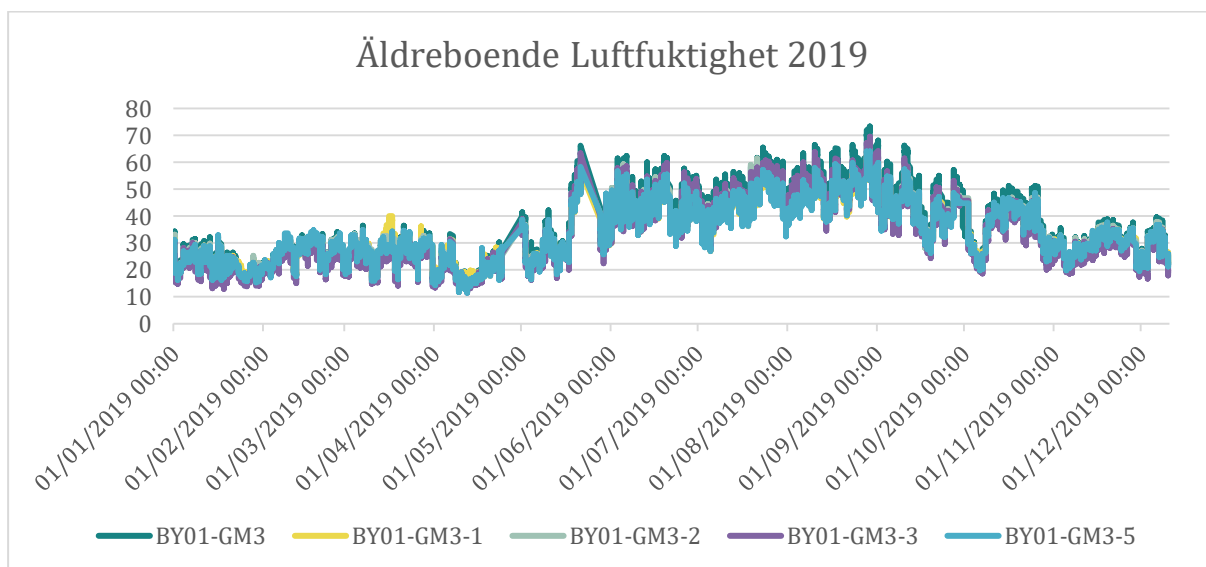


Figur 7 Total energianvändning i äldreboendet. Fjärrvärmens är normalårskorrigerad.

I Figur 8 och Figur 9 visas loggad inomhustemperatur och luftfuktighet för de 5 givare som finns i databasen. Vid givarnas placering håller sig temperaturen över 21°C. Temperaturen varierar mellan olika platser i byggnaden. Sommartid är det värmetoppar och det finns ingen komfortkyla för att hantera värmeböljor. I intervjuerna beskrev personer på fastighetsdriften att problemen med höga temperaturer sommartid var mindre i denna byggnad jämfört med andra äldreboenden. Det finns dock inga mätvärden att jämföra.



Figur 8 Loggad inomhustemperatur på äldreboendet under 2019



Figur 9 Loggad luftfuktighet på äldreboendet 2019

### 3.2 Slutsatser från fallstudierna

Generellt kan man säga att byggnaderna håller ungefär samma energianvändning över tid. Det syns inga dramatiska ökningar. Detta gäller åtminstone Kontor 1 och äldreboendet där energianvändningen var enkel att utvärdera. I förskolan och kontor 2 återvinns spillvärme, vilket är bra. Däremot blir de



svårare att följa upp. Variationer i tillgång på spillvärme resulterar i högre fjärrvärmeanvändning, vilket är viktigt att kunna se enkelt vid uppföljning.

### 3.2.1 Innemiljö

I de fall energiberäkningar kunnat spåras kan man se exempel på att de projekterade värdena för inomhustemperatur ligger på lägsta gränsvärdet för de krav man i praktiken har i byggnaden. Energiberäkningen för förskolan baserades på 20°C inomhustemperatur, men kommunens riktlinjer är 22°C i förskolor. I praktiken har man följt riktlinjerna, vilket ger högre energianvändning.

Det finns en skillnad mellan kontoren där någon driftansvarig har sin arbetsplats och samtidigt ansvarar för fastighetsdrift i byggnaden. Över tid har innemiljö och nöjda kollegor prioriterats högre än att till varje pris nå högt uppsatta mål för energianvändning. I byggnader där fastighetsdriften sköts på distans med få besök, och det finns en policy kring inomhustemperatur, kan man se en mer stabil innetemperatur över tid under uppvärmningssäsongen. Det märks också tydligt om det finns tillgång till komfortkyla. I både äldreboendet och förskolan stiger både temperaturen och luftfuktigheten sommartid, något som inte sker på samma sätt i kontoren som har komfortkyla.

### 3.2.2 Hur är NNE-byggnaderna jämfört med andra byggnader med liknande verksamhet?

I studien lyfts fallstudiebyggnaderna fram både som en av alla andra byggnader, och samtidigt som mer energieffektiva än andra byggnader med samma typ av verksamhet. Ett exempel är förskolan där en av de intervjuade konstaterar att fallstudiebyggnaden med sina fyra avdelningar använder samma mängd energi som en äldre förskola med en avdelning. När det gäller tekniska lösningar så framhåller förvaltaren av kontor 1 att det finns andra byggnader som har mer komplicerade system, men utan att vara särskilt energieffektiva.

### 3.3 Pandemieffekter för fastighetsdrift

I intervjuerna beskrevs ändrade arbetssätt under pandemin när det gäller fastighetsdrift. Möjligheten att koppla upp sig mot fastigheternas styrsystem på distans, tillgång till felanmälningar och andra system möjliggjorde att mycket övervakning trots allt kunde ske på distans. I de offentliga byggnaderna i studien och då särskilt äldreboendet uppstod en målkonflikt. Kraven på att installationer som ventilation ska fungera steg under pandemin, men samtidigt kunde inte driftpersonal besöka byggnaden i samma utsträckning som tidigare. Det krävdes akuta fel för att platsbesök skulle vara möjligt. Fel som enkelt brukar upptäckas vid platsbesök och ronder missades under denna period. Kontorsbyggnaderna i studien användes å andra sidan i mycket mindre utsträckning än vanligt. Här nämndes dock inte så många aspekter på fastighetsdrift kopplat till pandemin. Om byggnadernas energianvändning förändrades och åt vilket håll under pandemin har tyvärr inte kunnat utvärderas i projektet i någon större utsträckning, eftersom tillgängliga mätdata inte sträckte sig över perioden. Men i förskolan har fjärrvärmeanvändningen ökat under 2021, vilket troligen hänger samman med ökade drifttider och flöden för ventilation.



## 4 Diskussion

För att kunna följa upp och utvärdera om en byggnad är energieffektiv över tid krävs att man mäter energianvändningen och sparar data. Energieffektivitet till skillnad från energianvändning sätts vanligtvis i relation till något, till exempel yta och år, personer eller något annat. Mäter man energi för många olika delsystem i en byggnad är det mycket viktigt att det framgår tydligt om dessa mätare är delmängder av varandra. Vissa tekniska lösningar för uppvärmning och komfortkyla kan göra det svårare att följa upp energianvändningen om man inte har tänkt till och satt in relevanta mätare. I projektet fanns exempel på tekniska lösningar med värmeåtervinning av spillvärme med värmepump som var svår att följa upp.

Energianvändningen behöver också sättas i relation till andra parametrar där utomhustemperaturen är en viktig sådan. Tyvärr hade den i de flesta fall inte loggats i databasen. Lokaler har i regel givare för utomhustemperatur, eftersom den används för styrning av ventilation och värmesystem, vilket gör att förutsättningar finns i de flesta byggnader för att göra detta.

Vilken inomhustemperatur man väljer att hålla i en byggnad har också stor inverkan på energianvändningen. Det finns föreskrifter för inomhusmiljö med riktlinjer för inomhustemperatur och hur den bör mätas. [2]. I databasen har både temperatur och luftfuktighet loggats, vilket var värdefullt och rekommenderas för att kunna göra utvärderingar av energianvändning och inneklimat.

Hur byggnaden används är också något som har inverkan på energianvändningen. Det är vanligt att lokaler används enbart under vissa tider. Att logga luftflöde för ventilationsaggregat är en parameter som visade sig värdefullt för att se om byggnaden är i drift eller inte. Om man kompletterar med normala drifttider för byggnaden, kan man enklare se om något avviker med ventilationen.

Referensvärden för energianvändningen är viktigt för energiuppföljningen. Under projektering av byggnader görs ofta någon form av energiberäkning, men när tiden går är det ofta svårt att hitta dokumentation om dessa. Så var det i det här projektet. Om man ska jämföra olika byggnader med varandra behövs olika nyckeltal. Att fördela energianvändningen per uppvärmd yta, Atemp, är ett vanligt nyckeltal. Det var en uppgift som inte fanns i databasen. För lokaler kan man också titta på andra sätt att jämföra som kopplar till det som byggnaden används till. Några exempel på detta kommer att presenteras.

Till sist kan sägas att uppkopplade mätare behöver aktivt underhåll för att fungera. Det enklaste sättet att ha koll på mätarna är att använda dem regelbundet, då upptäcks brister i data och kan åtgärdas.





## 5 Slutsatser

Att byggnader inte enbart uppnår energiprestanda utan även håller sig energieffektiva över tid är viktigt för att hålla nere klimateffekter från energiproduktion. Det är även viktigt för fastighetsägare för att ha kontroll på kostnader för energi. I projektet har vi därför följt upp några energieffektiva lokalbyggnader efter ca 10 års drift.

För att kunna följa upp och utvärdera om en byggnad är energieffektiv över tid krävs att man mäter energianvändningen och sparar data. Eftersom energianvändningen i byggnader har en naturlig variation beroende på utomhusklimat och hur byggnaden används behövs även data om utomhusklimatet och referensvärden för vad som är normal energianvändning. I projektet stötte vi på problem med alla dessa parametrar. Det fanns brister i mätningarna som var relaterade till brist på referensvärden att jämföra med och brister i själva mätningarna där mätare tappat kontakten med mätsystemet. Komplicerade system för uppvärmning där olika system blandas bidrog också till att göra uppföljningen svårare. Här ställs högre krav på tydliga och genomtänkta mätsystem som fungerar. Detta var fallet i kontor 2 och passivhusförskolan.

I en driftorganisation gör brister i mätsystem och deras gränssnitt att tid och resurser går åt för att ta fram data i stället för att hitta orsaker till avvikelser och kunna göra åtgärder. När det inte finns en organisation med kompetens och resurser till att använda och analysera data kan den inte bidra till energieffektivare byggnader. Det är å andra sidan en framgångsfaktor att ha fungerande mätsystem som gör data om byggnadens aktuella energiprestanda tillgänglig både på övergripande nivå i en organisation och lokalt för de som sköter fastighetsdrift eller bara använder byggnaden. En slutsats från projektet är att mätsystem som används fungerar bäst.

Komplex teknik och fastighetsdriftens kompetens och resurser behöver vara i balans. Detta hade lyckats bra både i Kontor 1 där man valt avancerad styrteknik, samtidigt som det både finns kompetens och resurser att hantera den. Det samma kan sägas om äldreboendet, där man i stället valt enklare teknik, vilket matchar resurserna inom organisationen när man har många byggnader att hantera.

Ny teknik med installationer som tex VAV-system kan bidra med förutsättningar för låg energianvändning i byggnader. Samtidigt kan avancerad teknik krångla. Att ha tillgång till fungerande support och använda den är en viktig framgångsfaktor. Här finns möjligheter för fler och bättre anpassade tjänster.



## 6 Publikationslista

Ett examensarbete vid Högskolan i Gävle har genomförts i anknytning till projektet [3]

Selhammer, A., *Energibesparing med automatiserad inneklimat- och ventilationsstyrning – drivkrafter och barriärer*. 2022. p. 68.

En vetenskaplig publikation har publicerats baserat på data från projektet [4]:

Lane A-L, Cehlin M, Thollander P. (2024) *Success Factors and Barriers for Facility Management in Keeping Nearly-Zero-Energy Non-Residential Buildings Energy-Efficient over Time*. Buildings 14(1):242. Doi: 10.3390/buildings14010242




## 7 Referenser

- [1]. The Swedish Energy Agency, T.S.N.B.o.H., Building and Planning, *Utvärdering av lågenergibygnader - fallstudie 2017, Rapport till regeringen mars 2018*. 2018: The Swedish Energy Agency.
- [2]. Sweden, P.h.a.o., *Folkhälsomyndighetens allmänna råd om temperatur inomhus*. 2014: Folkhälsomyndighetens författningssamling.
- [3]. Selhammer, A., *Energibesparing med automatiserad inneklimat- och ventilationsstyrning – drivkrafter och barriärer*. 2022. p. 68.
- [4]. Lane, A.-L., M. Cehlin, and P. Thollander *Success Factors and Barriers for Facility Management in Keeping Nearly-Zero-Energy Non-Residential Buildings Energy-Efficient over Time*. Buildings, 2024. **14**, DOI: 10.3390/buildings14010242.







 *En tredjedel av all energi som används i Sverige används i bebyggelsen och en effektivare energianvändning är en viktig del av utvecklingen av energisystemet.*

*I E2B2 arbetar forskare och andra aktörer tillsammans för att utveckla samhällets byggande och boende och effektivisera energianvändningen. I den här rapporten kan du läsa om ett av projekten som ingår i E2B2.*

*E2B2 är ett forsknings- och innovationsprogram från Energimyndigheten där IQ Samhällsbyggnad är koordinator. Läs mer på [www.E2B2.se](http://www.E2B2.se).*

