



Artificiell intelligens i fastighetsautomation

Teknik, tillämpning och affärspotential

André Jansson

Lärdomsprov

Energi- och miljöteknik

2025

Lärdomsprov

André Jansson

Artificiell intelligens i fastighetsautomation. Teknik, tillämpning och affärspotential.

Yrkeshögskolan Arcada: Energi- och miljöteknik, 2025.

Uppdragsgivare:

Harrys El AB

Sammandrag:

Detta examensarbete undersöker hur artificiell intelligens (AI) kan användas för att utveckla och effektivisera fastighetsautomation i kommersiella byggnader, med ett särskilt fokus på energieffektivitet, energi- och miljörapportering samt optimering av drift. Arbetet ger teknisk information och analys av två AI-plattformar: Siemens Building X och Brainbox AI, som representerar olika lösningar på hur AI-drivna system kan tillämpas i praktiken. Studien är teoretisk och baseras på befintligt material och inga praktiska installationer eller tester har genomförts. Examensarbetet skrivs åt Harrys El AB, med syftet att demonstrera hur företaget skulle kunna erbjuda AI-drivna lösningar inom fastighetsautomation. Materialet i arbetet består av vetenskapliga artiklar, branschrapporter, tekniska dokument och fallstudier. Insamlingen av information har gjorts via databaser och AI-plattformarnas egna källor. Resultatet visar att de två undersökta systemen kan bidra till minskade utsläpp, lägre energiförbrukning, färre driftstörningar och högre användarkomfort i fastigheter. Siemens Building X står för flexibilitet och användarkontroll, medan motparten Brainbox AI är flexibelt men fokuserar på högre grad av autonom styrning. Arbetet lyfter fram affärsmöjligheterna som dessa lösningar erbjuder, och Harrys El AB kan dra nytta av Building X genom att erbjuda kunder olika tjänstepaket. Rekommendationen är att företaget startar i liten skala med Building X och bygger vidare på befintlig kunskap för att stegvis bredda sitt utbud till mer autonoma system som Brainbox AI.

Nyckelord: Fastighetsautomation, artificiell intelligens, energieffektivisering, hållbar utveckling, maskininlärning, Siemens Building X, Brainbox AI, Harrys El AB

Degree Thesis

André Jansson

Artificial Intelligence in Building Automation. Technological Concepts, Practical Applications and Business Potential.

Arcada University of Applied Sciences: Energi- och miljöteknik, 2025.

Commissioned by:

Harrys El AB

Abstract:

This thesis examines how artificial intelligence (AI) can be used to improve today's building automation in commercial buildings, with a focus on energy efficiency, energy and environmental reporting, and operational optimization. The work provides technical information and analyses of two AI platforms, Siemens Building X and Brainbox AI, which represent different solutions for how AI-driven systems can be applied in practice. The study is theoretical and based on existing material, and no practical installations or tests have been conducted. The thesis is written for Harrys El AB, with the purpose of showing how the company could offer AI-driven solutions within building automation. The material in the work consists of scientific articles, industry reports, technical documents, and case studies. The information collected has been obtained through databases and the AI platforms' own sources. The results show that the two investigated systems can contribute to reduced emissions, lower energy consumption, fewer operational disruptions, and higher user comfort. Siemens Building X represents flexibility and user control, while the counterpart Brainbox AI is also flexible but focuses on a higher degree of autonomous control. This technology is relatively new in the industry, and sources show that the role of the technician is changing, with the job shifting more towards data analysis and optimization of these systems. The work highlights the business opportunities these solutions offer, and Harrys El AB can benefit from Building X by offering customers various service packages. The recommendation is that the company starts on a small scale with Building X and builds on existing knowledge to gradually expand its offerings to more autonomous systems such as Brainbox AI.

Keywords: Building automation, artificial intelligence, energy efficiency, sustainable development, machine learning, Siemens Building X, Brainbox AI, Harrys El AB

Innehåll

1	Inledning.....	7
1.1	Bakgrund.....	7
1.2	Syfte.....	8
1.3	Begränsning	8
2	Metodik	9
3	Teoretisk bakgrund	10
3.1	Artificiell Intelligens och Maskininlärning i byggnader	10
3.2	Traditionell fastighetsautomation till kognitiva byggnader	10
3.3	Exempel på systemarkitektur	11
3.4	Inlärningsprocesser	15
4	AI-tekniker inom fastighetsautomation	16
4.1	Siemens Building X.....	16
4.1.1	Applikationer	16
4.1.2	Systemarkitektur.....	19
4.1.3	Fallstudie 1.....	21
4.1.4	Fallstudie 2.....	22
4.2	Brainbox AI	23
4.2.1	Applikationer	24
4.2.2	Systemarkitektur.....	27
4.2.3	Fallstudie 1.....	28
4.2.4	Fallstudie 2.....	29
4.3	Jämförelse av system.....	30
4.3.1	Styrning.....	30
4.3.2	Energihantering	32
4.3.3	Övervakning.....	32
4.3.4	Prediktivt underhåll	33
5	Inverkan på intressenter	34
5.1	Kundens synvinkel	34
5.2	Teknikers synvinkel.....	35
5.3	Affärsmöjligheter.....	37
5.3.1	Affärsmöjligheter för fastighetsägare och kunder.....	37
5.3.2	Affärsmöjligheter kopplat till Harrys El AB och Siemens Building X	37
5.3.3	Affärsmöjligheter kopplat till Harrys El AB och Brainbox AI	38
6	Tillämpningsrekommendation	38
6.1	Strategisk plan för Building X hos Harrys El AB.....	39
6.2	Paketförsäljning.....	40
7	Avslutning.....	41
	Källor	42

Terminologi

Artificiell intelligens (AI): Maskiners förmåga att efterlikna mänsklig intelligens, genom datainsamling och beslutsfattande baserat på algoritmer.

Maskininlärning: En del av AI där datorer lär sig identifiera mönster och fatta beslut baserat på tidigare data.

PLC (Programmable Logic Controller): Programmerbar styrenhet för automatisering av byggnadstekniska processer.

BACnet och Modbus: Kommunikationsprotokoll för dataöverföring mellan enheter i fastighetsautomation.

SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition): Ett system för central övervakning och styrning av tekniska processer i realtid.

API (Application Programming Interface): Ett gränssnitt som gör att olika program kan prata med varandra och dela funktioner eller information.

Edge-enhet: Enhet som utför databehandling lokalt nära datakällan.

Digital tvilling: I detta fall en virtuell modell av en fysisk byggnad för simulering och optimering av drift.

Molnbaserad plattform: System där data lagras och bearbetas över internet.

Gateway: Kommunikationsenhet som möjliggör anslutning mellan olika nätverk eller system.

Latens: Fördröjning vid överföring av data mellan sändare och mottagare.

IoT (Internet of Things): Ett nätverk av fysiska objekt med inbyggda sensorer som kan kommunicera och utbyta data över internet.

DUC (Dataundercentral): Enhet i fastighetsautomation där data samlas och bearbetas för styrning av tekniska system.

Haystack-tagging: Metod för att märka och organisera data från fastighetsautomations-systemet.

Djupinlärning: En avancerad form av maskininlärning där neurala nätverk används för komplex databehandling och mönsterigenkänning.

Real-time stream processing: innebär att data behandlas direkt i samma stund som den skapas, som möjliggör omedelbara analyser och åtgärder utan fördröjning

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Dagens intresse för energieffektivisering och miljöfrågor har ökat markant under de senaste åren, detta innebär att företag som investerar i större kommersiella byggnader gärna vill tillgå en modern och energieffektiv byggnad. Trots att dessa fastigheter utgör en stor del av världens tillgångar så är fastighetssektorn känd för att vara en av de mindre utvecklade sektorerna. I Europa utgör byggnadssektorn 40% av all den energi vi använder och 36% av EU:s totala växthusgasutsläpp kommer från byggnader (Gröna byggnader, u.å.). Baserat på detta kan man konstatera att energiförbrukningen i byggnader är en av de största källorna till driftskostnader och globala miljöpåverkningar i dagens läge. Dagens byggnader är till stor del föråldrade och 85% av EU:s byggnader är byggda före år 2000 och 75% av dem har dålig energiprestanda (EPBD, u.å.). En effektiv hantering av energi i nya och äldre byggnader är därför inte bara ekonomiskt fördelaktigt utan också avgörande för att uppnå hållbarhetsmål.

Energiprestandadirektivet för byggnader (EPBD) trädde i kraft i alla EU-länder den 28 maj 2024 och har som mål att påskynda renovering av byggnader, särskilt de byggnaderna med sämst energiprestanda. Direktivet stödjer energieffektivisering, förbättrad luftkvalitet och digitalisering av energisystem. Direktivet har som mål att minska byggsektorns växthusgasutsläpp med minst 60% fram till år 2030 jämfört med nivåerna från 2015, samt uppnå en helt utsläppsfri byggsektor år 2050. Bland åtgärderna finns gradvis införande minimikrav på energiprestanda, hjälp till fastighetsägare att renovera genom omformning av renoveringsstrategier till nationella byggnadsrenoveringsplaner samt förbättrade och digitaliserade energiprestandacertifikat. Direktivet stärker även insamling och delning av data för att förbättra kunskapen om energianvändning i byggnader. (Direktivet om byggnaders energiprestanda, 2024)

Fastighetsautomationen har idag redan etablerade tekniker för styrning av belysning, ventilation, värme och kyla, men även för mera komplicerade system som passersystem, kameraövervakning, brandlarm och inbrottslarm. Dagens teknik inom fastighetsautomation är uppbyggt av hårdvara som till exempel sensorer och ställdon, men även

mjukvara som nätverksprotokollen Modbus och BACnet för smidig anslutning av olika enheter i system. Med hjälp av programmerbara styrenheter (PLC) och ett överordningsystem kan man styra och övervaka byggnaders tekniska system.

Den tekniska utvecklingen inom artificiell intelligens (AI) har skapat nya möjligheter att optimera, övervaka och automatisera olika processer i både industrier och fastigheter. De mera traditionella teknikerna kan idag kompletteras och effektiviseras med hjälp av adaptiva och prediktiva AI-drivna lösningar. En sådan utveckling skapar möjligheter för företag att minska sina energikostnader, förbättra byggnaders prestanda och bidra till en mera hållbar utveckling.

1.2 Syfte

Syftet med detta examensarbete är att ta reda på hur AI kan användas för att förbättra fastighetsautomation i kommersiella byggnader, med ett fokus på energieffektivitet, energi- och miljörapportering samt driftoptimering. Examensarbetet riktar in sig på två AI-plattformar, Siemens Building X och Brainbox AI eftersom dessa erbjuder två olika lösningar som är moderna och intressanta. Målet är även att ge läsaren möjligheten att fördjupa sin kunskap inom AI-driven fastighetsautomation, samtidigt som en undersökning görs på hur Harrys El AB skulle kunna tillämpa dessa lösningar i sitt utbud av tjänster. Genom att analysera olika lösningar, affärsmöjligheter och deras inverkan på intressenter bidrar examensarbetet till insikter och rekommendationer för framtida tillämpningar av AI-driven fastighetsautomation.

1.3 Begränsning

Examensarbetet är begränsat till grundlig information om maskininlärning och AI-modeller och går därmed inte in på mer avancerade algoritmer eller inlärningsmodeller. Fokuset ligger endast på Siemens Building X och Brainbox AI, och kommer inte behandla andra system. Examensarbetet har en teoretisk karaktär och omfattar endast kommersiella byggnader, utan praktisk tillämpning eller testning av systemen i fält. Undersökningen är huvudsakligen utformad för Harrys El AB, vilket innebär att

rekommendationer och affärsmöjligheter utformas med hänsyn till deras perspektiv och förutsättningar.

2 Metodik

Examensarbetet i huvudsak ett teoretiskt arbete baserat på informationsinsamling och analys, där huvudfokus varit att samla in befintlig information i stället för att genomföra praktiska tillämpningar. Målet med den insamlade informationen är att få en djupare förståelse av hur AI verkligen används i fastighetsautomation. I arbetet har noga utvalda vetenskapliga artiklar, branschrapporter och teknisk dokumentation från de behandlade AI-plattformarnas officiella hemsidor använts. Materialet har samlats in genom riktade sökningar i databaser som EBSCO och MDPI och genom tillgång till systemtillverkarnas dokumentation och fallstudier. Valet av källor har grundats på deras relevans och koppling till ämnet.

Fallstudierna som använts som källor demonstrerar hur AI-drivna lösningar fungerar i praktiken. Fallstudierna har analyserats med riktat fokus på energibesparing, driftssäkerhet och klimatavtryck. Denna information har använts för att lyfta fram systemens tekniska funktioner och affärsmässiga möjligheter både för tekniker och kunder.

I examensarbetet har ChatGPT använts, denna tjänst fungerar som en AI-baserad textkorrigerings-tjänst. Tjänsten hjälper till att säkerställa rätt vetenskapligt utförande av språk i texten. ChatGPT har alltså använts som ett språkligt stöd för att korrigera fel och förbättra meningsuppbyggnad under arbetets gång. Innehållet och idéerna i texten är självständigt skrivna och formulerade.

3 Teoretisk bakgrund

3.1 Artificiell Intelligens och Maskininlärning i byggnader

AI är förmågan hos en maskin att efterlikna mänsklig intelligens med hjälp av att analysera större mängder data och fatta beslut baserat på algoritmer. Denna teknik möjliggör en mera autonom och datadriven styrning av byggnaders energianvändning, ventilation och inomhuskomfort. Forskning visar att teknik som denna kan minska energiförbrukning med 5-12% samtidigt som den upplevda inomhuskomforten förbättras med 15-30% jämfört med traditionella fastighetsautomationssystem. (Gupta m.fl., 2021)

3.2 Traditionell fastighetsautomation till kognitiva byggnader

Tidigare fastighetsautomationssystem har mera eller mindre varit reaktiva och förlitat sig på statiska regler eller enklare scheman för att styra VVS-system. Dessa system har sämre förmåga att anpassa sig till förändrade förhållanden som till exempel vädervariationer eller förändringar i antalet personer i byggnaden. Med AI-driven fastighetsautomation kan byggnader utvecklas från att vara ”smarta” till att bli ”kognitiva”, kognitiva byggnader använder prediktiva analyser och maskininlärning för att fortsättningsvis lära sig och förbättra energieffektiviteten. I Bild 1 illustreras fördelar och nackdelar med olika typer av byggnader. (Krödel & Martin, 2020)

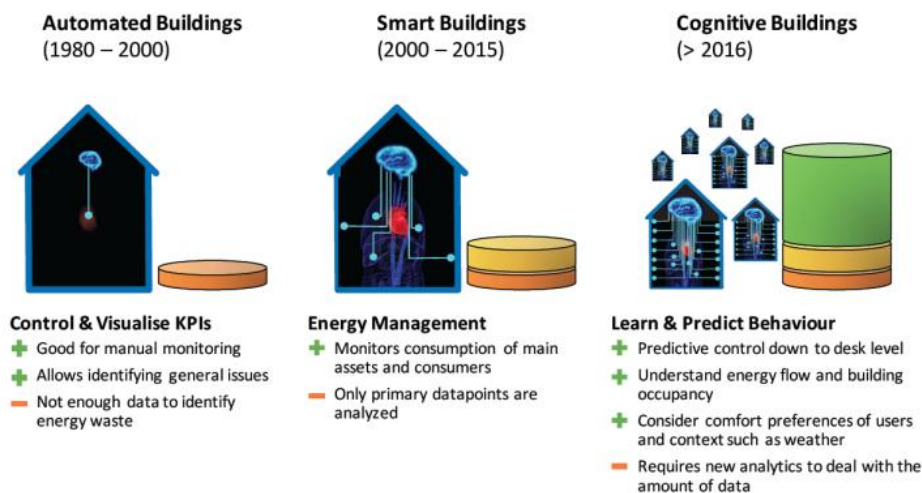


Bild 1. Illustration av byggnader genom tiderna. (Krödel & Martin, 2020)

3.3 Exempel på systemarkitektur

För att effektivt kunna implementera AI i fastighetsautomationssystem krävs en avancerad och genomtänkt systemarkitektur som möjliggör en smidig integration och flexibilitet. Bild 2 visar en nivåstruktur där de olika nivåerna samverkar för att effektivt styra fastighetsautomationssystemet. Varje nivå har en specifik funktion för insamling, bearbetning och hantering av data i byggnaden.

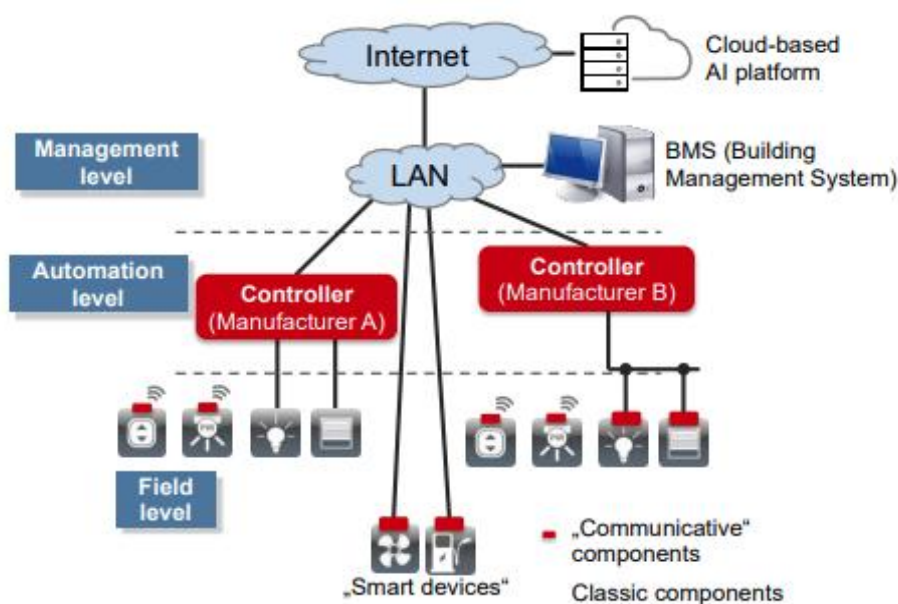


Bild 2. Nivåstruktur av en molnbaserad AI plattform inom fastighetsautomation (Krödel & Martin, 2020)

Fältnivån (Field level) utgör själva grunden för arkitekturen och innehåller fysiska enheter som sensorer och ställdon. De fysiska komponenterna samlar in data från byggnaden som exempelvis temperatur, luftflöde och driftstatus för olika VVS-system. Datan överförs sedan genom kommunikationsprotokoll som BACnet eller Modbus till ett överordnande system (SCADA). Dagens fältnivå inom fastighetsautomationen består av både klassiska enheter med begränsad kommunikationsförmåga och moderna nätverksanslutna enheter som kan direkt kommunicera med överordnandesystem. (Krödel & Martin, 2020)

Automationsnivån (Automation level) består av kontrollenheter och PLC:er som har uppgiften att ta emot och bearbeta data från fältnivån. Dessa enheter kommunicerar via

ett lokalt nätverk (LAN) och styr byggnadens tekniska system med hjälp av programmerade styrsekvenser. Enheterna i detta system är organiserade och kan kommunicera och samverka via BACnet oavsett om de har olika tillverkare. Denna nivå hanterar alltså data i realtid och möjliggör anpassning av styrning baserat på inkommande sensordata. (Krödel & Martin, 2020)

Övervakningsnivån (Management level) är det överordnade skiktet där data från automationsnivån samlas och hanteras i ett Building Management System (BMS). BMS fungerar som en centraliserad enhet för byggnadens övervakning och hantering. Genom detta skikt kan operatörer och tekniker visualisera systemstatus, anpassa styrningar och analysera data som till exempel drifttid för enheter. Denna nivå integrerar byggnadens alla olika VVS-system för en samordnad och enhetlig styrning. (Krödel & Martin, 2020)

För att byggnaden ska bli kognitiv så behövs en AI-driven molnplattform, som blir en central del av arkitekturen. Mot AI plattformen är BMS-systemet uppkopplat via internet och tar emot data från byggnadens fastighetsautomationssystem. Plattformen använder sig av olika inlärningsprocesser som i sin tur möjliggör skapandet av matematiska modeller för styrning och reglering. Kommunikationen mellan molntjänsten och fastighetsautomationssystemet sker via säkra nätverksprotokoll som gör det möjligt att skicka och ta emot data i realtid. En plattform som denna kan även vara uppkopplad till flera byggnader vilket gör att man kan distribuera analyser av systemets helhet på en högre nivå. (Krödel & Martin, 2020)

Bild 3 nedan illustrerar hur en AI-plattform fungerar praktiskt i en smart byggnadsmiljö samt hur de olika datadrivna processerna samverkar för att möjliggöra prediktiv styrning och kontinuerliga realtidsoptimeringar. En stor del i denna arkitektur är vad man kallar "Contextual AI" som är en lösning som förstår och agerar utifrån byggnadens kontextuella data. Lösningen delas upp i fyra fokusområden som till exempel anläggning och drift, användare och personal, resurser och miljö samt dataservice. De olika fokusområdena ser över de olika aspekterna av byggnadens funktionalitet och tillåter specifika AI-tillämpningar som driftoptimering, närvaroanalyser och hållbar utveckling. (Pascarella, 2024)

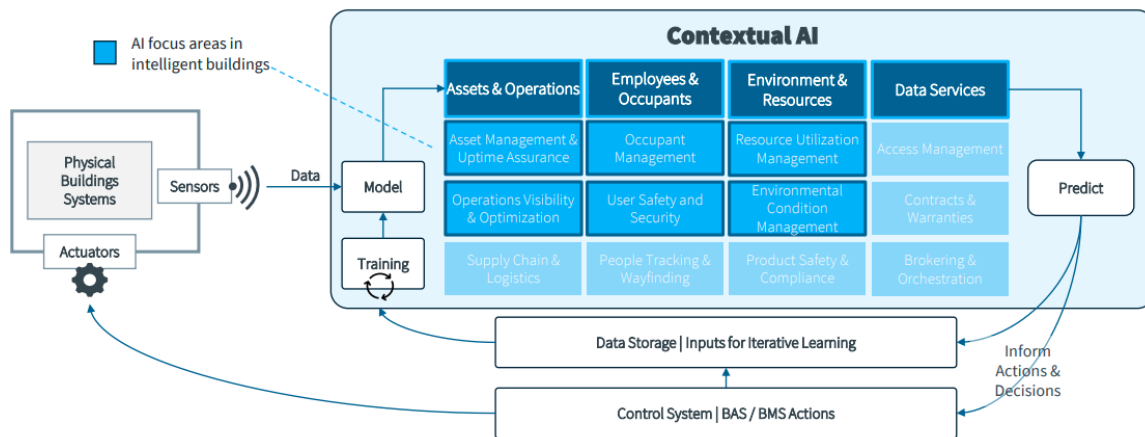


Bild 3. Exempelstruktur av en AI-plattform. (Pascarella, 2024)

Sensorer i byggnaden förser AI-plattformen med realtidsdata, som exempelvis kan vara temperaturförändringar, närvarodetektering eller olika belastningar på systemet. Datan från dessa sensorer används för att träna de tillämpade AI-modellerna som med hjälp av iterativ inlärning successivt förbättras med tiden. Modellerna ser inte endast över byggnadens aktuella tillstånd utan lär sig också förutspå framtida beteenden, som till exempel när byggnadens energibehov kommer att öka eller när ett visst system indikerar på fel. AI-plattformens prediktioner skickas sedan vidare till BMS-systemet, där beroende på system kan antingen göra styråtgärder automatiskt eller användas som beslutsstöd för driftstekniker eller automationsingenjörer. För att detta system ska fungera måste byggnaden i fråga ha rätt datapunkter som modellerna kan använda sig av, i Tabell 1 nedan illustreras de interna datapunkter som kan vara extra viktiga.

Tabell 1. Illustration av viktiga datapunkter (Egen tabell, 2025)

Datotyp	Varför viktigt?
Rumstemperaturer	Grundläggande för komfort och styrning
Börvärden	Ger AI mål för varje zon eller utrymme
Fläktstatusar	Avgör om luftbehandling är aktiv
Värme-/kylventilstyrning	Visar hur mycket värme/kyla som tillförs
CO ₂ -nivåer	Indikation på mängden personer och luftkvalitet

Driftindikatorer	Identifierar när zonen är aktiv/används
Utomhustemperatur	Avgörande för energiprediktion och laststyrning
Till-/frånlufttemperatur	Viktigt för energibalans och effektberäkning
Flödesdata (luft/vatten)	Används för att modellera och optimera effekt
Energimätare	För att mäta faktisk besparing och prestanda
Schemaläggning / kalender	Hjälper AI att förstå när zoner ska vara aktiva
Luftfuktighet	För komfort och i vissa fall avfuktning/styrning
Tryckgivare	För ventilationsdiagnostik och styrning

Externa datapunkter som **väderprognoser, elnätstariffer, graddagar** och **energimixens koldioxidutsläpp** spelar en väldigt stor roll och tillför kontextuell information som AI-modellerna kan använda.

En AI-plattform kan även möjliggöra styrning med hjälp av data från flera olika system och byggnader, det vill säga att man inte bara kan optimera enskilda byggnader utan också styra större portföljer av fastigheter mera intelligent. Detta ger en bättre chans till resurseffektivitet och möjligheter till strategisk planering. AI-plattformens struktur tillåter en kontinuerlig återkopplings-loop vilket innebär att åtgärder som görs i byggnaden påverkar systemets tillstånd, vilket samtidigt ger ny data till AI-modellen. Denna process gör att plattformen hela tiden lär sig och justerar sina modeller och förbättrar beslutsfattande. Detta illustreras i Bild 3, Predict → Data Storage → Training → Model. (Pascarella, 2024)

3.4 Inlärningsprocesser

AI-drivna lösningar i byggnader bygger på olika former av maskininläring, som:

- **Oövervakad inläring**, detta används när stora mängder data behöver analyseras och sorteras i olika kategorier. Med hjälp av gruppering av data kan systemet identifiera avvikelser från de normala mönstren. Som ett exempel kan sensordata från flera liknande cirkulationspumpar samlas in och jämföras. Om en cirkulationspump eller flera visar avvikande värden kan det betyda ett fel och en tekniker kan åka dit och undersöka problemet. (Krödel & Martin, 2020)
- **Övervakad inläring**, använder sig av neurala nätverk som har in- och utgångsenheter och lager av mellanliggande enheter. Enheterna är matematiskt sammankopplade med olika vikter, vikterna avgör hur stor påverkan en enhet har och desto större vikt så blir informationen viktigare. För att uppnå detta genomgår det neurala nätverket en träningsfas där den lär sig mönster genom att titta igenom kända in- och utgångsvärden. (Krödel & Martin, 2020)

Som komplettering till fastighetsautomationen kan neurala nätverk lära sig hur olika apparater och enheter förbrukar energi när de vanligtvis är aktiva. Med hjälp av denna information kan systemet ta bort plötsliga toppar i energiförbrukningen genom att stänga av vissa enheter eller förlänga drifttiden för andra tillfälligt. Detta bidrar till en mera balanserad drift av byggnaden. (Krödel & Martin, 2020)

- **Förstärkningsinläring**, detta är en teknik där systemet lär sig genom att testa lösningar och med hjälp av resultatet hitta det bästa sättet att styra en byggnad gradvis så humant som möjligt. Exempelvis när AI styr värmesystemet i en byggnad genom att analysera temperaturdata och justera uppvärmningen i realtid, detta leder till att AI kan ta hänsyn till både inomhus- och utomhustemperatur samt energipriser för att hitta en effektiv uppvärmningsstrategi.

För att få en optimal temperatur vid öppnandet av byggnaden på morgonen kan AI avgöra optimala start- och stopptider för uppvärmningen. Algoritmen tar

emot värden från inomhussensorer och kan därefter styra radiatorernas ventiler. Med hjälp av ”Trial and error” metoden kan den lära sig hurdan förberedelse som krävs för att uppnå den optimala temperaturen vid öppning. Metoden bygger på att AI testar olika lösningar, lär sig av misstagen och gradvis förbättrar sina beslut baserat på resultatet. Uppvärmningshastigheten beror på flera faktorer som till exempel utomhustemperaturen och detta måste AI ta hänsyn till. Istället för att ha en förinställd temperatur kan systemet få feedback under dagen genom att mäta hur temperaturen upplevs i olika delar av byggnaden, detta möjliggörs med kommandon från byggnadens användare som (Bra, Okej, Kallt) som ger AI den information den behöver. (Krödel & Martin, 2020)

4 AI-tekniker inom fastighetsautomation

4.1 Siemens Building X

Siemens digitala plattform Building X är en del av Siemens Xcelerator och är designad för att ändra hanteringen av smarta byggnader. Plattformen är utformad som en öppen, AI-driven och skalbar lösning, vilket innebär att den erbjuder en bra grund för framtida innovationer. Funktionen att kunna integrera olika byggnadssystem och utesluta separata datasystem tillåter Building X en bra optimering och översikt av byggnaders prestanda. En bra framträdande styrka som Siemens har utvecklat inom Building X är förmågan att samla in data från en stor mängd olika system och sammanföra datan och informationen i en hel databas. Denna databas kan kallas för ”Open API Portfolio” och gör det möjligt att skapa anpassade lösningar från tredjepartsutvecklare, detta innebär att utvecklare kan ansluta till plattformen och skapa egna skräddarsydda lösningar som förbättrar funktionalitet och effektivitet i byggnader (Siemens Xcelerator, 2025). Building X innehåller 12 olika applikationer med olika funktioner som man kan skräddarsys enligt byggnadens behov och utrustning. (Market Insight Report US, u.å.)

4.1.1 Applikationer

Building X erbjuder idag tre olika applikationer som aktivt använder sig av AI-drivna lösningar inom energi, hållbarhet och underhåll av VVS-utrustning (Building X, u.å.).

Applikationen **Energy Manager** ger en allmän översikt över energiförbrukning, kostnader och koldioxidutsläpp i byggnader. Denna applikation kan också analysera energianvändningen och ge prognoser baserad på äldre data som hjälper att hitta områden där effektivisering skulle kunna tillämpas. I Bild 4 nedan illustreras en graf över energianvändning från applikationen. De datadrivna besluten är viktiga för att maximera byggnaders energiprestanda och Energy Manager använder sig av en kontinuerlig anomali-detektering med hjälp av maskininlärning, detta hjälper användaren hitta nya oregelbundna mönster i energikonsumtionen där man snabbt kan göra förebyggande åtgärder för att minska kostnader och energiförbrukning samt uppnå hållbarhetsmål. (Building X - Energy Manager, u.å.)



Bild 4. Exempelgraf från Energy Manager. (Building X – Energy Manager, u.å.)

Comfort AI är en applikation som hjälper till att få en översikt på inomhuskomforten och automatiskt optimera börvärden med hjälp av maskininlärning och AI-drivna analyser. Analyserna inkluderar utnyttjandegraden av olika ytor, solstrålning och väderprognoser. Analyseringsmetoden kompletteras med realtids data var 15:e minut från olika datapunkter i enskilda zoner, vilket ger en mera detaljerad övervakning av temperaturtrender och jämförelse mot den förväntade komfort-KPI:n (Key Performance Indicator). En kontinuerlig datainsamling och analys som denna ger applikationen möjlighet att snabbt upptäcka avvikelser och tillämpa förbättringar utan behovet av en mänsklig

handpåläggnig. Integrering av historisk data och aktuella förhållanden tillåter systemet att lära sig och anpassa över tid, vilket leder till ökad prestanda i byggnaden och högre komfort för byggnadens användare. I Bild 5 nedan ser man ett exempel på Comfort AI:s rumsautomation, där ser man tydligt om rummen uppfyller önskade börvärden. (Building X - Comfort AI, u.å.).

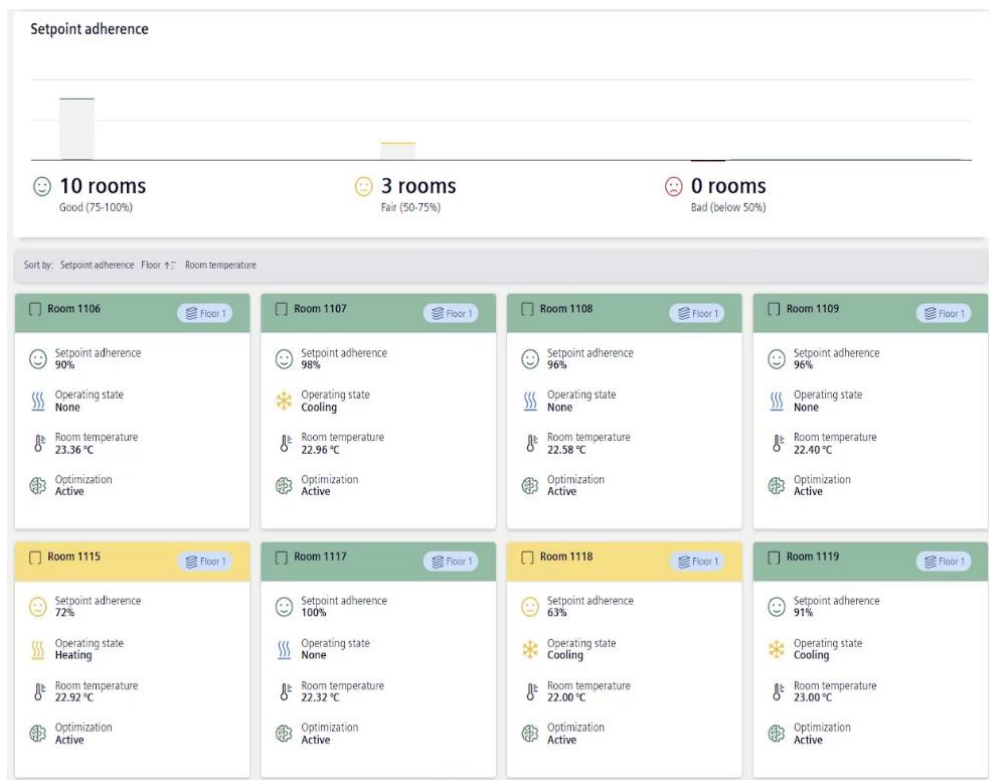


Bild 5. Exempel på Comfort AI:s rumsautomation. (Building X -Comfort AI, u.å.)

Operations Manager ger en realtidsövervakning och en enkel hantering av byggnadens utrustning. Applikationen ger möjlighet till prediktivt underhåll och snabb respons vid problem som skulle ge långvariga driftstopp i systemet. Med hjälp av AI analyserar applikationen både historisk- och realtidsdata från byggnaders olika system, som gör det möjligt att identifiera mönster och förutse potentiella problem innan de uppstår. Detta betyder att applikationen fungerar som en förebyggande strategi som bidrar till mindre driftstopp och mer effektiv drift av fastighetsautomationssystemet. Applikationen erbjuder också en central plattform där man kan övervaka statusen för all ansluten utrustning och ta emot notifikationer vid avvikelser. I plattformen kan man enkelt integrera data från olika byggnader, detta illustreras i Bild 6. Applikationen optimerar underhållsprocesser, förbättrar resursanvändning och förlänger livslängden på

fastighetsautomationssystemets utrustning. Prediktiva underhållsstrategier ger mindre operativa kostnader och ger detaljerade rapporter som stödjer beslutsfattande och förbättrar byggnadens prestanda. (Building X - Operations Manager, u.å.)

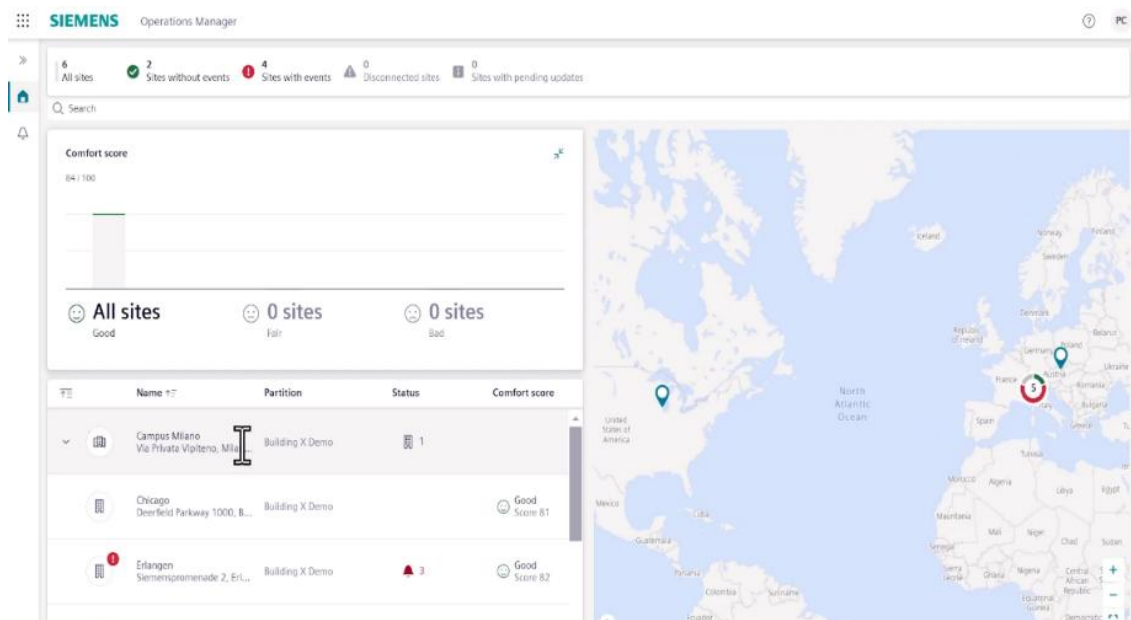


Bild 6. Exempel på Operations Manager. (Building X – Operations Manager)

4.1.2 Systemarkitektur

Systemarkitekturen är uppbyggd av en molnbaserad infrastruktur som innehåller moderna PLC:er, edge-enheter och öppna API:er för hantering, insamling och analys av data. En viktig förmåga som Building X har är att samla in, bearbeta och konsolidera data från både äldre och modernare byggnader, som ger en bra helhetsbild och ett skalbart fastighetsautomationssystem. (Building X, u.å.)

Systemarkitekturen består av flera olika nivåer, där automationsnivån innehåller de anslutna systemets fysiska utrustning i byggnaden. Siemens Desigo PLC:er som PXC4, PXC5 och PXC7 är viktiga komponenter i denna struktur och har inbyggda molnanslutningar som kan kommunicera direkt till molnplattformen via säkra krypterade protokoll som MQTT och BACnet Secure Connect. (SID - Automation Stations, 2025)

Den inbyggda molnfunktionen gör att man enkelt kan överföra data utan behov av externa gateways, exempel på systemuppbyggnad kan ses i Bild 7 nedan. För äldre system

med PLC:er utan molnanslutningar kan man använda edge-enheter som Siemens Connect X200 och X300 för att ansluta till moderna molnplattformar (SID, X Connect, 2025). Dessa edge-enheter kan även användas i mera avancerade moderna system eller hybridssystem för att förenkla datainsamling. X200 och X300 är kompatibla med standardprotokollen BACnet, Modbus och KNX som använts inom automationen en längre tid, systemexempel kan ses i Bild 8 nedan. X200 modellen är utformad för små till medelstora anläggningar och X300 till större avancerade anläggningar på grund av utökade nätverksmöjligheter och bättre säkerhetsfunktioner. För att ännu stärka Building X använder man sig av öppna API:er som gör det möjligt att integrera tredjepartssystem. Detta låter fastighetsförvaltare och ingenjörer skapa lösningar som möter kundens behov samt gör byggnaden öppen för nya innovationer i framtiden (Siemens Xcelerator - API, u.å.) .

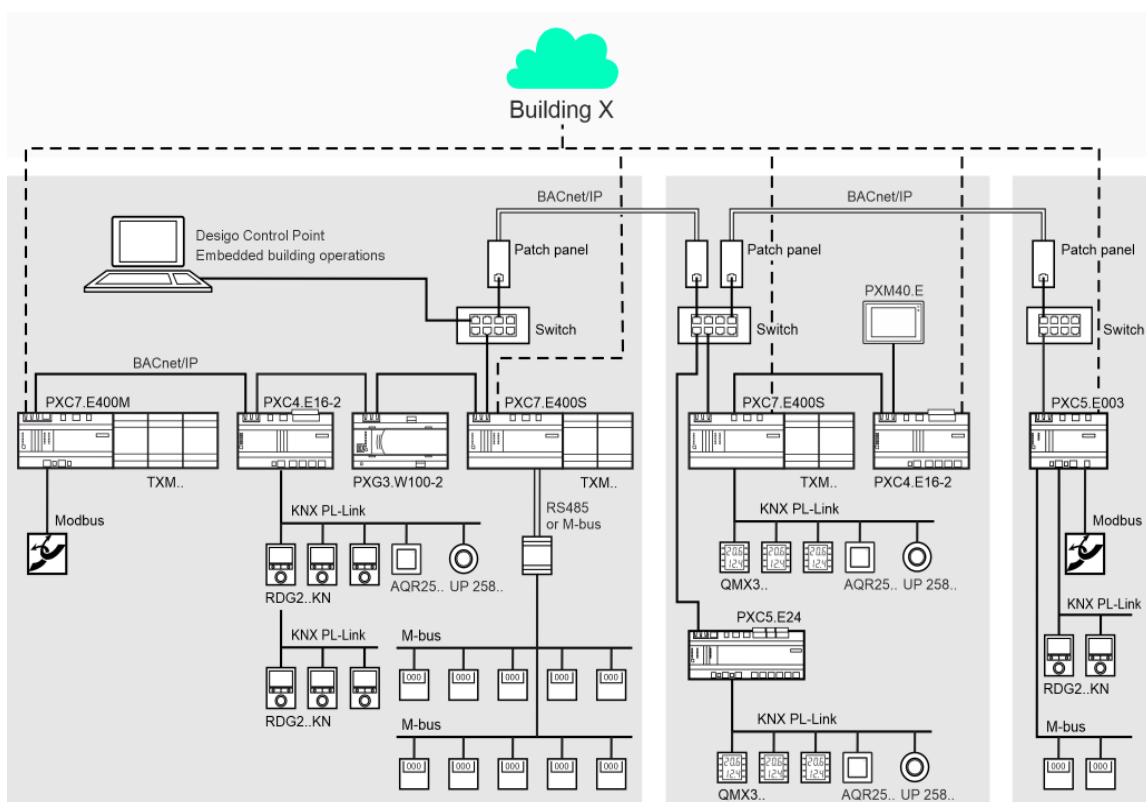


Bild 7. Exempelstruktur med inbyggd molnanslutning. (SID – Designo BACnet Networks, 2025)

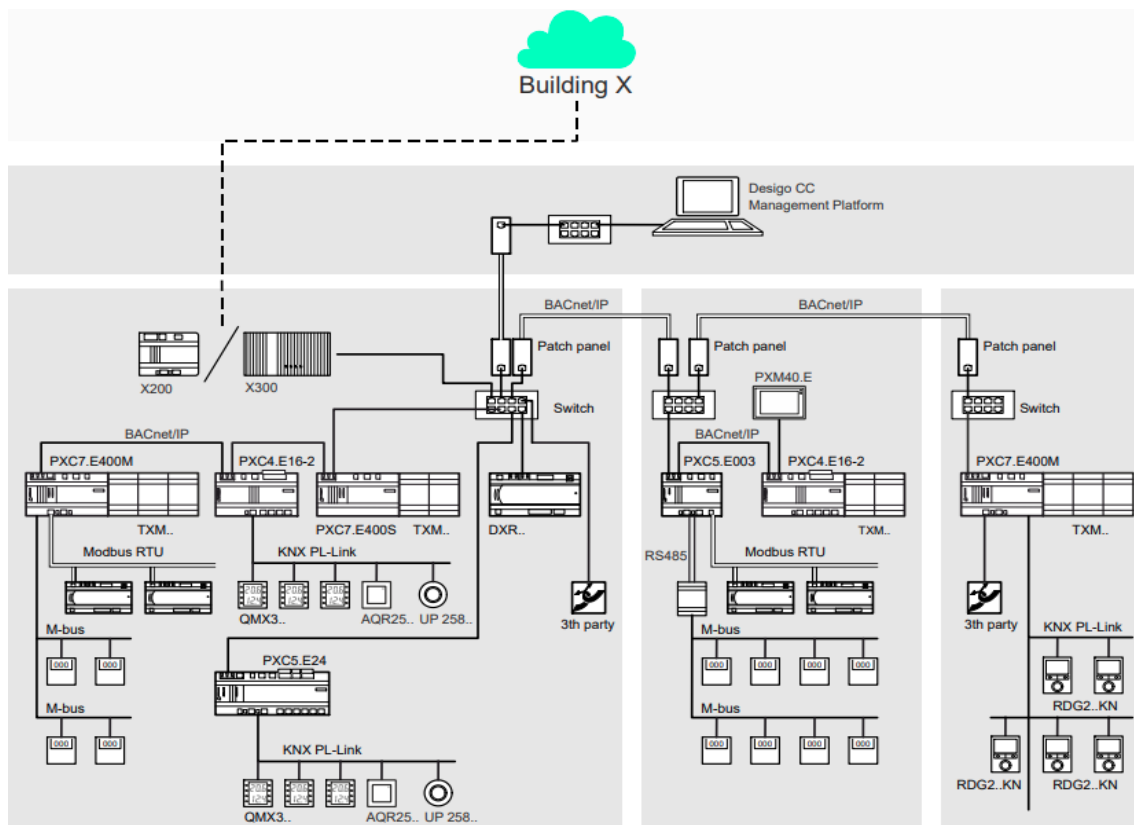


Bild 8. Exempelstruktur med edge-enhet. (SID - Designo BACnet Networks, 2025)

4.1.3 Fallstudie 1

Siemens Building X har implementerats i flera universitetsbyggnader i Tammerfors som är förvaltade av SYK (Suomen Yliopistokiinteistö) som är ett fastighetsbolag som ansvarar för många universitetslokaler i Finland. I detta projekt användes Tammerfors Universitetscampus som pilotanläggning för att göra tester och optimera styrningen av värme, ventilation, komfortkyla och energimätning. Målet med detta projekt var att byta ut traditionell schemalagt underhåll mot en mer prediktivt och behovsbaserad metod. SYK:s samarbete med Siemens har som mål att erbjuda smarta och hållbara campusmiljöer. För att uppnå målet har man fokuserat på förbättrad driftseffektivitet, minskade klagomål från användare, minskad energianvändning och ökad tillgång till realtidsdata för drift och underhållspersonal. (Siemens Building X - SYK, 2020)

För att Building X ska fungera effektivt utfördes installation av ytterliga sensorer som samlar upp data som temperatur, CO₂, luftfuktighet, energiförbrukning, driftstatus och

närvarodetektering i olika zoner. Som tidigare förklarats så tar Building X:s molnbase-
rade plattform emot data och analyserar den med hjälp av AI-algoritmer och maskinin-
läring för att upptäcka avvikelser och förutse underhållsbehov. Man såg även till att
driftsteamerna hade tillgång till instrumentpaneler och rapportverktyg, detta förbättrar in-
synen i byggnadens prestanda och förenklar beslut baserade på fakta i stället för mag-
känsla. (Siemens Building X - SYK, 2020)

Resultatet från detta pilotprojekt visade:

- **70% minskning av behov för visuella inspektioner**, vid tillgång till realtids-
data och automatiserade analyser
- **50% färre användarklagomål** som hade anknytning till komfortproblem
- **57% av de identifierade underhållsåtgärderna resulterade i energibespa-
ring**, vilket bevisar minskade kostnader och miljöpåverkan

(Siemens Building X - SYK, 2020)

4.1.4 Fallstudie 2

Monte Rosa-hyttan som är belägen på 2883 meters höjd i schweiziska Alperna är en
fjällstation och ett forskningsobjekt. Byggnaden invigdes 2010 med målsättningen att
skapa en självförsörjande och energieffektiv byggnad tack vare sin extrema miljö. För
att uppnå detta har man installerat solpaneler och batteripaket för att skapa en självför-
sörjande energiproduktion. 2024 tog Siemens i bruk Desigo CC samt kompletterade det
med Building X, de applikationer som används är Energy Manager, Operations Mana-
ger och Comfort AI. Enkel visualisering av hyttans innehåll kan ses i Bild 9 nedan.

(Monte Rosa-Hut, 2025)

I Monte Rosa-hyttan har man installerat sensorer som mäter energiförbrukning och -
produktion, inomhusklimat samt batterinivåer. Denna data överförs till Building X
molnplattform och analyseras i realtid. Operations Manager ger möjligheten att

fjärrstyra och använda sig av prediktivt underhåll som minskar fysiska insatser, detta är väldigt viktigt då man endast når hyttan med helikoptertransport vid tekniska problem. Comfort AI har bidragit till ett stabilare och mer behagligt inomhusklimat, även under extrema väderförhållanden. Samtidigt tar Energy Manager emot data från Desigo CC var femtonde minut, analyserar dessa i molnet och ger analyser och insikter om energiförbrukningen. (Monte Rosa-Hut, 2025)

Resultatet av Building X var en fortsatt **minskning av energiförbrukningen på 6,5% per månad** efter installation. Detta resultat uppnåddes trots att hyttan redan var självförsörjande och konstruerad med hög energieffektivitet. (Monte Rosa-Hut, 2025)



Bild 9. Visualisering av Monte Rosa-Hut. (Monte Rosa-Hut, 2025)

4.2 Brainbox AI

Brainbox AI är ännu en innovativ lösning från Montreal, Canada som använder sig av artificiell intelligens för att optimera driften av VVS-system i kommersiella byggnader. Brainbox AI grundades 2017 med målet att tackla de utmaningar som samhället står inför. Sedan lanseringen 2019 har ungefär 23 miljoner kvadratmeter av kommersiella byggnader i 17 länder och 1000 städer över hela världen blivit påverkade av deras teknologi. Genom att analysera interna faktorer såsom byggnadens beläggning och strukturella egenskaper, samt externa faktorer som väderprognoser och elnättariffer, kan

systemet förutse byggnadens termiska behov och justera VVS-systemet i realtid. Tekniken möjliggör en automatisk optimering som utvecklarna själv påstår att leder till upp till 25 % minskning av energiförbrukningen och upp till 40 % reduktion av växthusgasutsläpp (AI HVAC Optimization, 2025). Brainbox AI:s förmåga att anpassa och använda befintlig infrastruktur med hjälp av sin BACnet gateway möjliggör integration med fastighetsautomationssystem som Siemens, Schneider och Honeywell. Detta innebär att tekniken kan tillämpas utan omfattande ombyggnationer eller investeringar och gör det enklare att få en kostnadseffektiv lösning till både äldre och nyare byggnader (Brainbox AI - CMBS, 2025).

4.2.1 Applikationer

Själva kärnan i Brainbox AI är applikationen **AI HVAC Optimization** och har som uppgift att optimera VVS-system för att minska energiförbrukningen. Med hjälp av djupinlärning hanterar systemet data från byggnadens datapunkter som till exempel, temperatur, luftflöde, väderprognoser och elnätstariffer. Datan används sedan för att skapa prediktiva modeller och information som förutser energibehovet framöver. Systemet kan sedan förmågan att automatiskt justera VVS-inställningar i realtid utan mänskligt ingripande för att förbättra energiprestanda. Systemet är även designat för att kontinuerligt kunna lära sig och anpassa sig efter olika och förändrade förhållanden i byggnaden, som i sin tur hjälper Brainbox AI bli mera effektiv och exakt med tiden. Tack vare avancerade algoritmer kan applikationen reagera på både nuvarande energibehov och förutse kommande förändringar i väderförhållande och energikostnader. Den automatiska optimeringen kan leda till kostnadsbesparingar, minskad energi och ökad komfort för byggnadens användare. (AI HVAC Optimization, 2025).

Brainbox AI har även utvecklat en generativ AI-chatbot vid namn **AI Building Engineer (ARIA)** som kan agera som en virtuell byggnadsingenjör. Denna applikation är designad för att hantera en större mängd komplexa data som en modern byggnad genererar och sedan omvandla det till användbar information. Genom naturlig språkbearbetning kan användaren interagera med ARIA via röst eller text, vilket gör det möjligt att ställa frågor om energiprestanda eller få rekommendationer för agerande i realtid. ARIA kan ställas in i ett läge där den bara är rådgivande och beslut ligger hos användaren,

men även ställas in i ett autonomt läge där den själv kan ta beslut via anslutning till systemets kontrollgränssnitt via API:er eller direkt integration. Detta är möjligt eftersom ARIA blivit experttränad på väldigt många scenarion, och data som är specifikt relaterat till VVS-system, BMS och byggnaders energianvändning och utsläpp. ARIA:s funktioner kan även fungera som informationsresurs för tekniker och fastighetsförvaltare genom att erbjuda insikter och enkla förklaringar om byggnadens system och stärka förståelsen för fastighetsautomation och energieffektivitet. Applikationen kan även skapa detaljerade rapporter över byggnadens data och presentera detta i enkla visuella format som grafer, diagram och nedladdningsbara PDF-filer. Dessa funktioner gör den lämplig för både professionella automationsingenjörer och oerfarna fastighetsförvaltare (ARIA: Your Building Engineer, 2025).

Applikationen **Building Decarbonization** har utvecklats för att hjälpa fastighetsägare att nå deras klimatpåverkansmål och uppnå koldioxidneutralitet. Applikationen mäter och analyserar byggnadens växthusgasutsläpp och kan även erbjuda skraddarsydda strategier för att minska utsläppen. Strategin kan innehålla optimering av energiförbrukning med hjälp av AI, tips om hur man bäst utnyttjar förnybar energi och hjälp att tillämpa åtgärder för energisparande. Applikationen stödjer även fastighetsägaren att köpa certifierade koldioxidkrediter för att kompensera för de utsläpp som inte kan elimineras direkt. Koldioxidkrediter är något som erbjuds i så kallade koldioxidmarknader där man kan köpa verifierade enheter som kan motsvara en ton minskade eller undvikna koldioxidutsläpp (Trouwloon m.fl., 2023). Dessa kan användas för att uppnå så en kallad ”net-zero” byggnad. Ytterligare en funktion i applikationen som är kraftfull är förmågan att integrera energidata med AI-driven analys för att kunna se vilka åtgärder som har störst effekt. Detta innefattar exempelvis optimering av driftstider för VVS-system och rekommendationer för investeringar i energieffektiva lösningar. Funktioner som dessa kan ge fastighetsägare chansen att minska sina klimatavtryck och uppnå ekonomiska besparingar genom lägre energikostnader (Carbon Neutral Buildings, 2025).

Brainbox AI har även sin egen molnbaserade **Building Management System (BMS)** som fungerar som en plattform för att övervaka, analysera och styra fastigheters automationssystem. Applikationen har en omfattande realtids vy över byggnadens prestanda och har förmågan att hantera flera byggnader och ge användaren en översikt över hela

portföljen. Plattformen är designad för att vara logisk och lätt att använda med instrumentpaneler och visuella verktyg som grafer och diagram för att se och presentera viktiga data från byggnaden, detta illustreras i Bild 10 och 11. Utöver en vanlig övervakningsfunktion kan också plattformen integrera med Brainbox AI:s andra applikationer som AI HVAC Optimization och ARIA, för att skapa en enkel lösning. Detta ger förmågan till användare att dra nytta av både automatisk optimering och avancerad dataanalys. Resultatet är ett system som kan förbättra byggnadens energieffektivitet och underlätta daglig drift samt långsiktig planering. (Brainbox AI - CMBS, 2025)

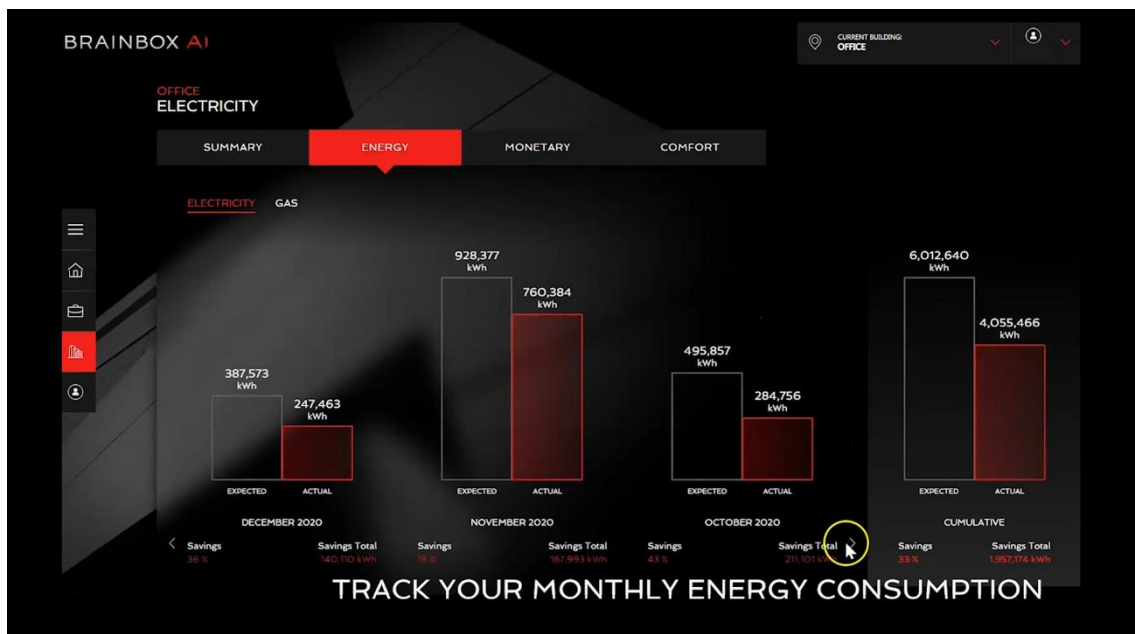


Bild 10. Exempelbild på en instrumentpanel för energikonsumtion från Brainbox AI. (Brainbox AI Dashboard, 2020)

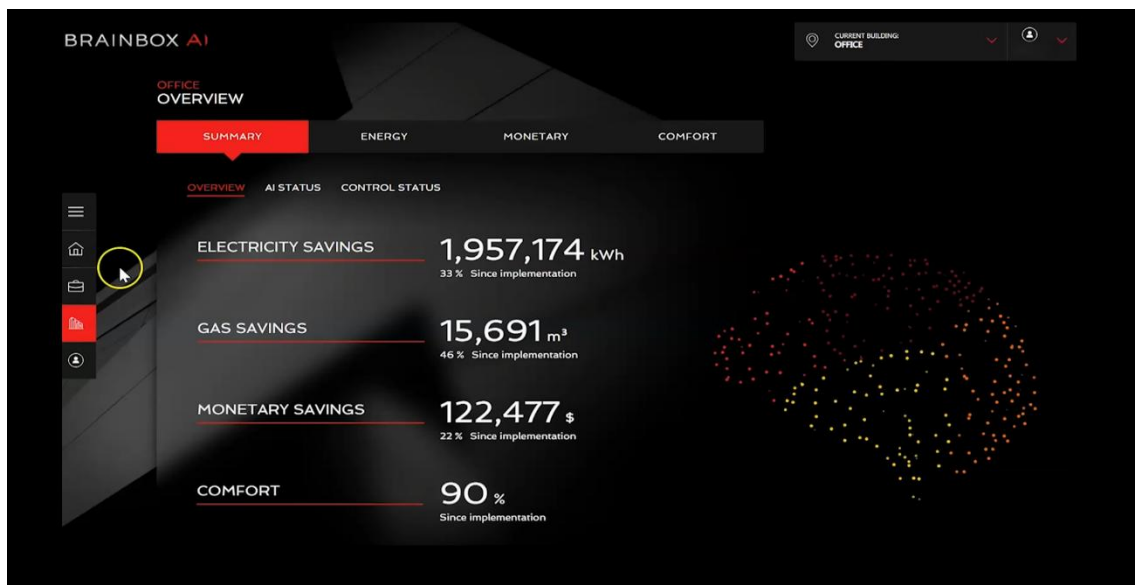


Bild 11. Exempelbild på en översikt dashboard från Brainbox AI. (Brainbox AI Dashboard, 2020)

4.2.2 Systemarkitektur

Uppbyggnaden av Brainbox AI består av en kombination av molnbaserad databehandling och maskininlärning för att möjliggöra realtidsjusteringar av VVS-system och energirelaterade processer. Med hjälp av distribuerade beräkningsmodeller kan Brainbox AI analysera och göra automatiska beslut på lokal nivå och skicka data till en så kallad centraliserad AI-motor för fortsatt förbättring av algoritmer och prediktionsmodeller (BrainBox AI, *Central Nervous System*, 2025). En viktig del av systemarkitekturen är datahanteringsstrukturen där information från olika källor som exempelvis byggnadens sensorer, energimönster, väderdata och elnätstariffer samlas ihop och analyseras. Brainbox AI kan behandla data i samma ögonblick som den genereras, detta tack vare ”real-time stream processing”. Man använder sig även av edge-enheter som möjliggör databehandling lokalt i byggnaden i stället för att skicka allt till en molnserver. Detta bidrar till lägre latens, snabba beslut, minskad nätverksbelastning, ökad systemstabilitet och förbättrad datasäkerhet (Varela, 2025).

För att kunna förbättra prediktivt beslutsfattande används digitala tvillingar, där man med hjälp av avancerade AI-algoritmer simulerar en virtuell representation av byggnaden för att kunna testa optimeringsstrategier på till exempel temperatur eller ventilation innan man laddar ner det till den fysiska miljön. Detta hjälper systemet att identifiera mönster och föreslå energieffektiviseringar utan att rubba byggnadens komfort eller driftsäkerhet och ge en mera exakt styrning av byggnadens VVS-system (AI HVAC Optimization, 2025). Brainbox AI kräver inte mycket fysisk installation hårdvarumässigt ifall byggnaden har ett modernare fastighetsautomationssystem som är kompatibelt, i detta fall kan systemet anslutas direkt via kommunikationsprotokoll som BACnet och Modbus. Om en äldre byggnad saknar kompatibla PLC:er och nätverksprotokoll kan man installera en IoT-gateway eller edge-enhet för att samla in och skicka data till molnplattformen. Enheterna placeras i lämplig DUC (Dataundercentral) i teknikutrymmen. Systemet behöver även ha ett bra säkerhetsprotokoll eftersom Brainbox AI är en molnbaserad lösning, i detta fall använder man sig av ”end-to-end kryptering” och autentisering. Systemet innehåller också anomalidetektering vilket kan identifiera olika mönster i energianvändningen som felindikation i VVS-utrustning eller försök till

obehörig åtkomst. I Bild 12 nedan illustreras installation och fortsatt funktion av BrainBox AI. (*BrainBox AI, Central Nervous System, 2025*)

HOW BRAINBOX AI WORKS

Our self-adaptive AI allows you to move from reactive to pre-emptive HVAC operations and management in 4 simple steps:

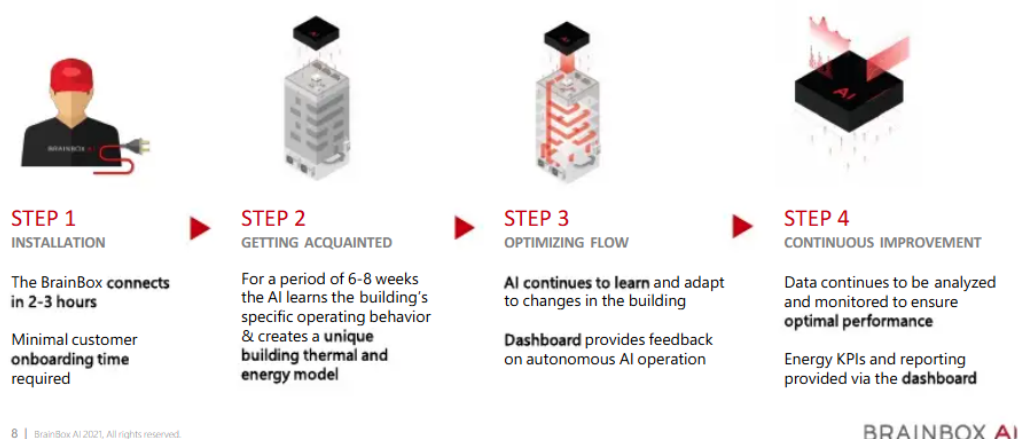


Bild 12. Illustration av installation och fortsatt funktion för Brainbox AI. (*Brainbox AI, 2025*)

4.2.3 Fallstudie 1

Brainbox AI erbjuder en portfolio med fallstudier på sin hemsida, där man tydligt visar resultat och motiv för installationerna. En av fallstudierna är en kontorsbyggnad som är uppbyggt på ett Siemens fastighetsautomationssystem, byggnaden ägs av ett större läkemedelsföretag och har en storlek på 8266 kvadratmeter och är lokaliserad i Los Angeles, Kalifornien. Brainbox AI kontrollerar i detta fall 4133 kvadratmeter av denna byggnad, och VVS-utrustningen man valt att kontrollera är ett luftbehandlingssystem med ett variabelflödessystem. Företaget i fråga driver ett hållbarhets kampanj och har som mål att reducera sitt växthusgasutsläpp med 40% samt att ha möjligheten att leverera hållbarhetsrapporter. För att uppnå detta nådde man ut till flera partners inklusive Brainbox AI för att komma fram med en fungerande lösning. (*Pharmaceutical Campus, 2025*)

Som första steg i processen börjar Brainbox AI att lokalisera och namnge de kontrollerade enheterna med hjälp av automatisk Haystack-tagging. Sedan börjar AI-lösningen

att lära sig de olika byggnadszonernas förmåga att absorbera, lagra och överföra värme samt att integrera externa data som väderprognoser. Med denna information kunde AI förutspå byggnadszonernas framtida tillstånd med upp till 99,6% säkerhet, sedan valdes kompletterande algoritmer för att uppnå en optimal energiförbrukning och minska byggnadens koldioxidavtryck. (Pharmaceutical Campus, 2025)

Lösningen som Brainbox AI levererade resulterade i effektivitetsförbättringar i byggnadens utrustning, detta gav en årlig energibesparing på 16% (156,000 kWh). Energiuträkningen baserades på Kaliforniens energimix som baserade sig på 66,91% icke förnybara källor och ospecificerad energi. Genom att uppnå en minskad energiförbrukning och energibehov kunde läkemedelsföretaget se en koldioxidreducering på 95 tCO₂eq från deras kontorsbyggnad. Denna mängd koldioxid är ekvivalent till förbränningen av ungefär 47,676kg kol, konsumering av 40,466 liter bensin och körlängd på 379,499km med en vanlig personbil. Förmågan att minska energibehovet under högsäsong tillät även en begränsning av användningen av icke-förnybara källor. Brainbox AI själva kunde inte uppnå företagets mål på 40% minskning. (Pharmaceutical Campus, 2025)

4.2.4 Fallstudie 2

Denna fallstudie är en till kontorsbyggnad som använder sig av ett annat fastighetsautomationssystem vid namn Tridium Niagara 4, denna fastighet ägs av ett globalt mejeriproduktföretag och har en storlek på 12,373 kvadratmeter och befinner sig i Montreal, Quebec. Brainbox AI ska i detta fall kontrollera hela byggnaden och koncentrera sig på luftbehandlingssystem, variabelflödessystem och en fläktkonvektor, företagets mål var att minska huvudkontorets energikostnader men samtidigt också öka de anställdas komfortnivå. Studien baserar sig på Montreal, Quebecs energimix som genererar 94% av sin elektricitet från vattenkraft. (Montreal Office Building, 2021)

Eftersom byggnaden hade ett lite annorlunda system behövde Brainbox AI göra en specialbyggd drivrutin för Tridium Niagara 4 som kunde ansluta och kartlägga hela byggnaden. Genom enkel systemuppdatering och datainsamling kunde VVS-systemet bli proaktivt med tillämpning av både interna och externa datakällor. Nästa steg var inlärningsperiod för systemet för att förutse byggnadens termiska beteende, efter detta börjar

systemet på egen hand skicka signaler till kontrollenheten och utför justeringar på VVS-systemet automatiskt med hjälp av till exempel energitariffer. (Montreal Office Building, 2021)

Bara fem månader efter tillämpningen av Brainbox AI uppnåddes en besparing på 81,066 kWh i elförbrukning under de kallaste vintermånaderna i Montreal (Oktober – Februari). Detta motsvarade 11% av byggnadens totala energiförbrukning och en minskad kostnad på 7,600 CAD (ca 4,800€) i elräkningar. Byggnadens VVS-driftseffektivitet ökade avsevärt med en total minskad drifttid på lite över 30%. Mest anmärkningsvärt var att kunden kunde även minska drifttiden på luftbehandlingsenhetens värmereglering med 35% under vintermånaderna, samtidigt som man kunde hålla inomhustemperaturen optimal för byggnadens användare. En minskning på 62% i VAV-systemet visar på att man minskat antalet återuppvärmningscykler för enskilda zoner i byggnaden. Resterade driftsreduktioner redogörs i Tabell 2 nedan. (Montreal Office Building, 2021)

Tabell 2. (Montreal Office Building, 2021)

Utrustningstyp	Drifttidsreduktion
Drifttid för tilluftsfläkt	-48%
Kylreglering i luftbehandlingssystem	-92%
Värmereglering i luftbehandlingssystem	-35%
Reglering av återuppvärmning i variabel luftvolym (VAV)	-62%

4.3 Jämförelse av system

4.3.1 Styrning

Siemens Building X och Brainbox AI erbjuder båda avancerade lösningar för styrning av fastigheters tekniska system, och vid en jämförelse kan man se några tydliga skillnader och likheter i styrning. Building X fokuserar på enkel integration och modifiering, och plattformen är baserad på integrationen av olika system och datapunkter inom en enda öppen API-miljö. Building X ger också användaren en tydlig översikt via olika

applikationer som till exempel Comfort AI och Operations Manager, där styrningen sker automatiskt och via beslutsstöd för driftstekniker. Systemet arbetar regelbundet med att samla in realtidsdata som temperatur, luftkvalitet och externa väderprognoser, vilket gör det möjligt att löpande optimera både börvärden och styrsekvenser. Det som gör Building X intressant är hur den kombinerar autonom styrning med möjligheten till manuell justering. Detta skapar en balans där användaren fortfarande har kontroll, men samtidigt får stöd att fatta databaserade beslut. Den molnbaserade styrningen via MQTT och BACnet Secure Connect gör systemet effektivt och relativt säkert när kommunikation sker mellan byggnadens PLC:er och molnplattformen.

Brainbox AI är däremot till hög grad fokuserat på fullständig autonom styrning. Med hjälp av plattformens skräddarsydda prediktiva algoritmer och djupinlärning analyserar Brainbox AI både interna och externa datapunkter enligt behov, som till exempel temperatur, luftflöden, väderprognoser och eltariffer för att effektivt kunna styra VVS-system i realtid. Brainbox AI:s system utmärker sig i förmågan att kontinuerligt modifiera och förbättra styrningen baserat på sina inlärningsmodeller och tidigare data. Strategin de använder sig av är liknande som Siemens då man kan integrera och styra med BACnet gateway via befintliga fastighetsautomationsprotokoll, vilket i sin tur minskar nya installationer och investeringskostnader.

Båda systemen har autonoma egenskaper av olika nivåer men den viktigaste skillnaden mellan systemen är graden av användarinvolvering. Building X lämnar mycket utrymme för mänskliga interaktioner och beslutstagandet ligger mestadels i driftsteknikers händer via bra utformade gränssnitt och instrumentpaneler. Brainbox AI strävar efter reducerad användarinput och prioriterar autonomt beslutsfattande och kontroll som drivs av deras prediktiva analyser och realtidsdata. Man försöker alltså att uppnå mindre behov av styrning från användarens sida och förlitar sig mera på den autonoma funktionen för beslutsfattning och styrning baserad på prediktiva modeller och realtidsdata.

4.3.2 Energihantering

De två olika systemen har bra egenskaper när det handlar om energihantering, men deras metod skiljer sig åt. Building X erbjuder den välutformade applikationen Energy Manager, som möjliggör detaljerad översikt över byggnaders energiförbrukning, kostnader och koldioxidutsläpp. Energy Manager kombinerar historisk och realtidsdata för att hitta avvikelser och se områden med potential för energieffektivisering. Med hjälp av maskininlärningen upptäcks ovanlig energianvändning i ett tidigare skede och gör det snabbare att vidta åtgärder vid behov.

Brainbox AI har även bra grafer och instrumentpaneler för energihantering, men använder en annorlunda strategi. I strategin är energihanteringen tätt integrerad med VVS-systemets styrningar. Brainbox AI:s lösning för energihantering är integrerad med applikationen AI HVAC Optimization och kan minska energiförbrukningen betydligt, detta har bevisats i fallstudier där energibesparingar upp till 25% har rapporterats (AI HVAC Optimization, 2025).

För att sammanfatta energihanteringen systemen kan man säga att skillnaden ligger främst i tillvägagångssätt och grad av automatisering även i detta fall. Building X ger användarna verktyg för att kunna fatta beslut baserat på data och utföra energieffektiverande åtgärder proaktivt, medan Brainbox AI återigen erbjuder en hög nivå av autonom energihantering som kräver mindre ingripande av driftstekniker och är nära integrerat med VVS-utrustning.

4.3.3 Övervakning

Övervakningsfunktionaliteten för ett fastighetsautomationssystem är avgörande för fastighetstekniker om man vill hålla en effektiv drift och ett bra underhåll av byggnadens tekniska system. Brainbox AI och Building X har liknande funktioner när det gäller fastighetsövervakning, men det finns vissa punkter som skiljer sig åt.

Building X erbjuder applikationen Operations Manager som låter användaren göra omfattande realtidsövervakning av byggnadens tekniska system. Applikationen är en central plattform där driftspersonal och fastighetstekniker kan övervaka statusen för all

ansluten utrustning och snabbt få notifikationer vid eventuella avvikelser i drift. Applikationen presenterar data via användarvänliga instrumentpaneler, detta förenklar både daglig drift och långsiktig planering av drift. Dessa egenskaper ger Building X chansen att identifiera problem innan de uppstår och som i sin tur förkortar driftsstopp och ger effektivare underhåll för fastighetstekniker. (Building X - Operations Manager, u.å.)

Motparten Brainbox AI erbjuder liknande tjänst via sin egen molnbaserade Building Management System (BMS) som plattform för övervakning av fastigheter. Brainbox AI:s BMS-system ger fastighetstekniker tillgång till avancerad visualisering av data genom instrumentpaneler och grafer, vilket underlättar identifiering av energitrender och tillåter snabba och informerade beslut. Systemet är även utformat för att integreras enkelt med Brainbox AI:s övriga applikationer som ARIA och AI HVAC Optimization, vilket innebär att övervakningen av fastigheten är kopplad till den prediktiva styrningen av fastighetens system. (Brainbox AI - CMBS, 2025)

Igen kan man säga att den huvudsakliga skillnaden mellan systemen är graden av automatisering, och just inom fastighetsövervakning handlar det om hur de använder datan. Building X fokuserar på att ge fastighetstekniker ett brett utbud av detaljerad information och enkla gränssnitt som stödjer aktivt beslutsfattande och manuell styrning. Brainbox AI däremot kopplar fastighetsövervakningen direkt till ett autonomt styrsystem som utnyttjar övervakningsdata för realtidsbaserade justeringar med mindre mänsklig inblandning. Building X är också enklare att integrera flera byggnader med, medan Brainbox AI har samma förmåga men lämpar sig bättre för enskilda projekt.

4.3.4 Prediktivt underhåll

Prediktivt underhåll är en av de större funktionerna av både Building X och Brainbox AI, där båda systemen är liknande och fokuserar på att proaktivt identifiera potentiella fel och underhållsbehov innan större problem uppstår.

Building X erbjuder sin version av prediktivt underhåll via applikationen Operations Manager. Systemet analyserar driftförhållanden genom att kombinera historiska byggnadsdata från sin databas med realtidsdata, vilket gör det möjligt att se mönster som

tyder på kommande fel. Genom att kontinuerligt övervaka och göra avancerade analyser kan Building X förutse underhållsbehov och därigenom minska oplanerade driftsstopp och förlänga livslängd på utrustning. Fastighetstekniker får proaktiva varningar och tydliga rekommendationer som tillåter planerade och snabbare underhållsåtgärder.

Brainbox AI tillämpar prediktivt underhåll på VVS-system genom att kombinera maskininlärning och realtidsanalys, liknande Building X men med vissa skillnader. Genom att analysera stora mängder data från sensorer och utrustning klarar systemet av att tidigt upptäcka avvikande beteende från utrustning. Med hjälp av sina avancerade algoritmer förebygger systemet fel på egen hand innan de hinner påverka byggnadsprestandan.

Skillnaden mellan systemen inom prediktivt underhåll ligger framför allt i hur underhållsåtgärderna hanteras och kommuniceras till fastighetstekniker. Building X ger tydliga visualiseringar och varningar som stöd för att fatta egna beslut, vilket innebär att systemet fungerar som beslutsstöd snarare än en autonom aktör. Brainbox AI har återigen möjligheten genom avancerad anomalidetektering och djupinlärning att själv identifiera underhållsbehov och utföra justeringar och åtgärder efter det. Den prediktiva underhållsförmågan är relativt lika men på olika grader av automatisering, där Building X fokuserar på användarinvolvering medan Brainbox AI fokuserar på att leverera en så autonom och självlärande lösning som möjligt.

5 Inverkan på intressenter

5.1 Kundens synvinkel

Forskning visar att AI-drivna fastighetsautomationslösningar tillåter flera fördelar ur kundens perspektiv (Froufe m.fl., 2020). En uppskattad aspekt som kunder kan vara extra intresserade av är just energieffektivitet som leder till minskade driftskostnader. Genom att optimera driften av fastigheters VVS-system, belysning och annan teknisk utrustning i realtid med hjälp av externa faktorer som väder och energipriser kan byggnaden drivas mera resurseffektivt. Dessa lösningar är särskilt attraktiva i kommersiella byggnader där energiförbrukningen ofta är en av de största kostnaderna (Froufe m.fl., 2020).

Om man bortser från kostnadsbesparingar upplever kunder att AI-lösningar bidrar till ökad komfort för byggnadens användare. Smarta byggnader förbättrar bland annat luftkvalitet, temperatur och belysning, vilket har en direkt positiv effekt på användarnas komfort, produktivitet och välbefinnande. Att ständigt övervaka och anpassa inomhusmiljön skapar en mer behaglig arbets- och vistelsemiljö. Möjligheten till prediktivt underhåll upplevs också som en stor fördel då det minskar risken för de oplanerade driftstoppen som skulle minska tillgängligheten och pålitligheten av byggnaden. (Froufe m.fl., 2020)

Ytterligare en aspekt som fastighetsägare och förvaltare värdesätter är tillgången till detaljerade och strukturerade data. Med hjälp av AI-lösningar kan kunder samla in och analysera data om till exempel energianvändning, utrustnings prestanda och inomhusklimat, som främjar optimerad drift och bättre beslutsfattande (Froufe m.fl., 2020). Insikter som dessa kan bidra till att man enklare kan följa upp hållbarhetsmål och öka informationen gentemot hyresgäster och andra användare.

Möjligheterna att framtidssäkra sina fastigheter är en drivkraft för många fastighetsägare. Genom att utbilda sig och investera i digitala lösningar som är skalbara och anpassningsbara för framtida krav och teknik så ökar byggnadens värde samtidigt som hållbarhetsmål kan bli enklare att uppnå. AI inom fastighetsautomationssektorn ses därmed inte bara som ett tekniskt tillägg, utan som en investering i fastighetens långsiktiga konkurrenskraft (Froufe m.fl., 2020).

5.2 Teknikers synvinkel

Tillämpningen av AI inom fastighetsautomation kan påverka teknikerns roll på fler olika sätt. Forskning visar att teknikerns roll kommer att skifta från att vara reaktiv till att vara mera proaktiv. I stället för att agera direkt vid fel, kommer teknikern att använda sig av realtidsdata och prediktiva analyser för att kunna identifiera avvikelser och förebygga dessa problem i ett tidigare skede. (Abdelalim m.fl., 2025)

En utveckling som denna förändrar kraven på teknisk kompetens inom fastighetsautomationen. Tekniker behöver inte bara förstå de fysiska komponenterna, utan också ha förmågan att arbeta med digitala verktyg och analysverktyg. Kunskaper inom maskininlärning, dataanalys, IoT-integration och molntjänster kommer att bli allt viktigare delar av teknikerns yrkesroll. Detta lyfter forskningen fram som en mycket viktig del för att kunna hantera de moderna systemen effektivt (Abdelalim m.fl., 2025). Samtidigt som denna utveckling ställer nya krav på de som hanterar systemen så förenklas många arbetsmoment. En automatiserad övervakning, självlärande styrning och tydliga analyser över avvikelser minskar behovet av manuella kontroller. Detta innebär att tekniker kan fokusera mer på lämpligare uppgifter som systemoptimering och långsiktigt förbättringsarbete. Enligt forskningen från Abdelalim m.fl., (2025) rapporteras både ökad arbetseffektivitet och bättre utnyttjande av tekniska resurser som följd av dessa förändringar inom fastighetsautomationen.

En viktig del av dessa system är möjligheten att styra och övervaka på distans via molntjänst. Med hjälp av AI-drivna system kan teknikern ha ett mera flexibelt arbete som minskar behovet av platsbesök. De nya systemen kan minska platsbesöken med upp till 30%, vilket sparar tid och tillåter ett bättre arbetsflöde och planering av arbetsuppgifter (Abdelalim m.fl., 2025). Detta visar även Siemens Building X där deras tillämpning på Tammerfors universitet har gett en minskning av platsbesök på 70% (*Siemens Building X - SYK*, 2020). Det är även värt att notera att när teknikern måste göra ett platsbesök kan Brainbox AI:s chatbot ARIA vara till stor hjälp då den kan förklara hur systemet är uppbyggt via röst eller text, samt berätta vad som måste åtgärdas (*ARIA: Your Building Engineer*, 2025).

AI inom fastighetsautomation innebär inte enbart ett tekniskt skifte utan också en förändring av teknikerns yrkesroll. Utvecklingen sker från en traditionell operativ funktion till ett mera strategiskt och datadrivet arbetssätt. Tekniker och företag som väljer att implementera detta kommer att ha förmågan att arbeta mera effektivt, ta faktabaserade beslut och bidra till en mera hållbar fastighetssektor. Samtidigt kräver detta investeringar i fortbildning och en djupare teknisk förståelse, men med rätt förutsättningar kan teknikerns roll behålla sin relevans och stärkas i takt med att den digitala förändringen i världen fortsätter.

5.3 Affärsmöjligheter

5.3.1 Affärsmöjligheter för fastighetsägare och kunder

Fastighetsägare kan använda AI-drivna lösningar för att öka fastighetens ekonomiska och funktionella värde. Genom att minska energiförbrukning, optimera underhåll och förlänga livslängden på fastigheten kan driftskostnaderna minska, samtidigt som fastighetens attraktionskraft stärks. Detta kan vara attraktivt för hyresgäster som ställer krav på komfort och hållbarhet. Fastighetsägare kan även dra nytta av energiprestandaoptimering och miljörapportering som en tilläggstjänst för sina hyresgäster. Datainsamlingen från dessa system tillåter fastighetsägare att enklare ta fram miljö- och energirapporter från flera fastigheter, som i sin tur kan hjälpa till att uppfylla myndighetskrav eller möjligheten till miljöcertifiering. Detta kan generera vinster och bidra till en starkare position på marknaden gentemot konkurrenter.

5.3.2 Affärsmöjligheter kopplat till Harrys El AB och Siemens Building X

Som Siemens Solution Partner har Harrys El AB ett försprång inom användningen av Building X och kan göra det relativt smidigt att komma i gång med den kunskap som redan finns inom Siemens fastighetsautomationssystem. Detta möjliggör att man kan erbjuda Building X som en tjänst och generera abonnemangsbaserade lösningar via Siemens som kan inkludera övervakning, optimering och rapportering. Detta i sin tur kan bidra med återkommande intäkter och starkare kundrelationer. (Building X Onboarding Help, 2025)

Genom tillämpning av Building X kan Harrys El AB erbjuda nyare digitala lösningar till sina kunder som i sin tur skulle ge möjlighet till högre kvalitet och hållbarhet. En tjänst som denna skulle kunna säljas som paket i olika nivåer, med möjlighet att erbjuda enklare övervakning och rapportering till en mer avancerad AI-driven styrning och analys av fastigheten. Detta skulle ge en möjlighet att kunna skräddarsy lösningar enligt kundens behov och ekonomi, som till exempel mindre fastighetsägare till stora kommersiella företag. Detta är ingenting som konkurrenter på Åland gör för tillfället vilket ger ett försprång. Harrys El AB skulle även kunna positionera sig som en strategisk

rådgivare, genom att hjälpa kunder koppla upp sin fastighet, tolka data från plattformen och fatta beslut som skulle gynna kunden i mån om kostnader och miljöpåverkan. (Building X Onboarding Help, 2025)

5.3.3 Affärsmöjligheter kopplat till Harrys El AB och Brainbox AI

Brainbox AI skulle kunna erbjuda ett alternativt sätt för Harrys El AB att utöka till mera avancerade och autonoma tjänster av AI-driven fastighetsautomation. För att installera Brainbox AI:s produkter måste man först ansöka om partnerskap genom att kontakta dom eller fylla i deras formulär på hemsidan. Fokuset för Harrys El AB skulle vara att ansvara för uppstart och uppföljning av systemet, och Brainbox AI levererar en skräddarsydd lösning enligt behov då man inte har den avancerade kunskapen inom AI algoritmer och maskininlärning som behövs. Harrys El AB skulle alltså fungera som en lokal installationspartner till Brainbox AI och ta betalt för installation, ytlig konfiguration och löpande optimering. (Brainbox AI, 2025)

Fast Brainbox AI är relativt enkelt att integrera i Siemens fastighetsautomationssystem som Harrys El AB erbjuder skulle lönsamheten vara större för kunden men svår att uppnå för Harrys El AB som installatör. Att ingå ett nytt partnerskap kräver tid och omfattande utbildning innan man kommer fram till slutprodukten. Med tanke på dessa faktorer kan det vara mer strategiskt för Harrys El AB att fokusera på lösningar med lägre tillämpningströskel. Brainbox AI kan vara väldigt lönsamt för kund och visar bra besparingar i fallstudier, men blir en utmaning för ett litet företag med begränsad kunskap och resurser. Därför bör denna lösning ses som en långsiktig utvecklingsmöjlighet snarare än en direkt affärsmöjlighet i dagsläget.

6 Tillämpningsrekommendation

Detta kapitel kommer att ge rekommendationer kring hur AI-drivna fastighetsautomationslösningar kan tillämpas i praktiken, med ett större fokus på affärsutveckling för en fullserviceleverantör av el- och automationstjänster som Harrys El AB. Rekommendationerna grundar sig på tidigare diskuterade affärsmöjligheter, tekniska möjligheter och företagets förutsättningar.

6.1 Strategisk plan för Building X hos Harrys EI AB

För att få en bra start och dra nytta av de affärsmöjligheter som AI-driven fastighetsautomation erbjuder behöver man tänka långsiktigt och strategiskt. Företaget har från tidigare en stark teknisk grund tack vare sitt partnerskap med Siemens, men behöver komplettera med nya affärsidéer och kompetenser. Nedan följer rekommendationer för hur man strategiskt kan ta vara på detta.

- **Öka kompetens inom digitala plattformar och AI:** En viktig aspekt är att teknikerna har en grundläggande förståelse för molnbaserade plattformar och analysverktyg. Att satsa på utbildningar inom Siemens Building X ger företaget kunskapen att arbeta med en mer digitaliserad fastighetsautomation.
- **Informera och engagera kunder:** AI-driven fastighetsautomation är relativt nytt i branschen och många kunder är inte fullt insatta i vad det innebär. Därför är det viktigt att kunna förklara värdet av dessa system tydligt. Detta kan göras genom att visualisera besparingspotential med hjälp av fallstudier och referensprojekt från Siemens, samt förklara hur det minskar driftstörningar och bidrar till en hållbar fastighet.
- **Utveckla paket:** För att skapa en hållbar affärsmodell inom detta område behöver man fokusera på återkommande intäkter utanför de intäkter som kommer från installationer och servicearbete. Att erbjuda paketlösningar för systemövervakning, energieffektivisering och datavisualisering inom Building X, skapas en möjlighet till intäkter genom abonnemang, samtidigt som kunden ökar sitt fastighetsvärde.
- **Gradvis start:** Att inleda i liten skala till en början och samla erfarenheter från pilotprojekt ger möjligheten för tekniker att utveckla sin kompetens. Detta minimerar även risk och skapar bra referensmaterial inför framtida installationer. Vid bra resultat kan man även marknadsföra detta via sociala medier och tipsa lokala tidningar för ökad synlighet.

6.2 Paketförsäljning

För att följa med i dagens digitalisering inom fastighetsautomation kan Harrys El AB komplettera sin traditionella projektförsäljning och servicearbete med att erbjuda en modern lösning som Building X. Att erbjuda Building X i form av färdiga eller anpassade paket gör det enkelt för kunden att få de funktioner de vill ha.

Paketförsäljningen kan utgå från att företaget inleder med att lyssna på kundens behov och mål, som till exempel kan vara energieffektivisering, driftoptimering eller hållbarhetsanalyser. Därefter erbjuder man antingen ett färdigt paket eller ett paket som är modifierat.

De färdiga paketen kan delas in i tre olika nivåer:

- **Bas:** Innehåller grundläggande funktioner inom systemövervakning och visualisering via molntjänsten. Paketet inkluderar applikationen **Operations Manager** som passar kunder som vill ha bättre insyn i sin fastighet och möjlighet att identifiera avvikelser och tillämpa prediktivt underhåll.
- **Standard:** Innehåller allt i Bas, men kompletteras med energianalyser, rapportfunktioner och kostnadskalkyler. Kunden får tillgång till **Operations Manager** och **Energy Manager**, paketet passar kunder som vill ha insyn i fastigheten och möjligheten att följa upp energianvändning.
- **Premium:** Ger tillgång till alla AI-drivna applikationer i Building X:s utbud. Därmed inkluderar paketet **Operations Manager**, **Energy Manager** och **Comfort AI**, paketet kompletteras alltså med förbättring av inomhusklimat och användarkomfort. Premium kan även innehålla avancerad support och regelbundna uppföljningsmöten med kund.

Varje paket erbjuds som en löpande tjänst eftersom Building X är abonnemangsbaserat per applikation. Detta ger företaget återkommande intäkter och långsiktiga kundrelationer.

7 Avslutning

Artificiell intelligens har på senaste tiden vuxit inom fastighetsautomation, och det är tydligt att tekniken medför positiva effekter för både tekniker och fastighetsägare. I takt med ökat krav på fastigheter kan AI erbjuda nya möjligheter för en hållbar utveckling. De AI-drivna systemen visar goda resultat i fallstudier, och denna studie visar att de bidrar till bättre drift, minskad energianvändning och ökad hållbarhet för fastigheter. Eftersom tekniken är relativt ny är tillgången till källor limiterade, men fallstudierna för de behandlade systemen Siemens Building X och Brainbox AI visar goda resultat. Resultat som 70% färre platsbesök, en energibesparing på 16% under fem månader och årlig koldioxidreduktion på 95 ton CO₂ stämmer in på examensarbetets syfte. Systemen uppvisar likheter men skiljer sig åt i graden av autonoma egenskaper.

För företaget Harrys El AB finns det möjligheter att tillämpa denna typ teknik utan att större strukturella förändringar krävs. Som Siemens Solution Partner har företaget bra kunskap och rätt verktyg för att integrera Building X i den befintliga verksamheten, och paketlösningarna som utformats i examensarbetet visar hur lösningen kan erbjudas till kunder. Detta skapar affärsmöjligheter i form av återkommande intäkter samtidigt som kunderna får moderna och energieffektiva byggnader.

Man kan konstatera att arbetet har uppfyllt sitt syfte, både genom att analysera olika system och visa vilket som är mest lämpligt att tillämpa för Harrys El AB. Ett naturligt nästa steg vore att genomföra ett pilotprojekt på Åland, för att följa upp teknisk funktion, kundnytta och affärspotential. Detta skulle ge värdefull erfarenhet och skapa referenser för framtida projekt och kunder.

Källor

- Abdelalim, A. M., Essawy, A., Sherif, A., Salem, M., Al-Adwani, M., & Abdullah, M. S. (2025). Optimizing Facilities Management Through Artificial Intelligence and Digital Twin Technology in Mega-Facilities. *Sustainability*, *17*(5), Article 5. <https://doi.org/10.3390/su17051826>
- AI HVAC Optimization: Reduce building energy consumption by up to 25%*. (2025). <https://brainboxai.com/en/solutions/ai-hvac-optimization>
- ARIA: Your building AI Engineer*. (2025). <https://brainboxai.com/en/aria-your-building-ai-engineer>
- BrainBox AI | AI Building management platform for HVAC optimization*. (2025). <https://brainboxai.com/en/>
- Brainbox AI - Building Management System*. (2025). <https://brainboxai.com/en/solutions/cloud-building-management-system>
- BrainBox AI: A Central Nervous System for Your Building | BrainBox AI*. (2025). <https://brainboxai.com/en/articles/brainbox-ai-a-central-nervous-system-for-your-building>
- Building X*. (u.å.). [fw_Informational]. Siemens.Com Global Website. Hämtad 26 februari 2025, från <https://xcelerator.siemens.com/global/en/products/buildings/building-x.html>
- Building X - Comfort AI*. (u.å.). [fw_Converting]. Siemens.Com Global Website. Hämtad 06 februari 2025, från <https://xcelerator.siemens.com/global/en/products/buildings/building-x/solutions/applications/comfort-ai.html>

Building X - Energy Manager. (u.å.). [fw_Converting]. Siemens.Com Global Website.

Hämtad 06 februari 2025, från <https://xcelerator.siemens.com/global/en/products/buildings/building-x/solutions/applications/energy-manager.html>

Building X - Operations Manager. (u.å.). [fw_Converting]. Siemens.Com Global Website.

Hämtad 10 februari 2025, från <https://xcelerator.siemens.com/global/en/products/buildings/building-x/solutions/applications/operations-manager.html>

Carbon neutral buildings: 3-step solution for building decarbonization. (2025).

<https://brainboxai.com/en/solutions/building-decarbonization>

Data-driven maintenance – a lighthouse project from Finland. (2020). [fw_Inspiring].

Siemens.Com Global Website. <https://www.siemens.com/global/en/company/stories/infrastructure/2020/data-driven-maintenance-project-finland.html>

Desigo PXC Controllers • PXC4, PXC5 & PXC7 Automation Stations Range Description • Smart Information Delivery. (2025).

https://sid.siemens.com/r/A6V13202299/20504245259__en-US_20504462731

Empowering transformation through APIs. (u.å.). Siemens Xcelerator. Hämtad 15 maj

2025, från <https://xcelerator.siemens.com/global/en/api-world.html>

Energy Performance of Buildings Directive. (u.å.). Hämtad 28 januari 2025, från

https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/energy-performance-buildings-directive_en

Europaparlamentets och rådets direktiv (EU) 2024/1275 av den 24 april 2024 om byggnaders energiprestanda (omarbetning) (Text av betydelse för EES), EP, CONSIL

(2024). <http://data.europa.eu/eli/dir/2024/1275/oj/swe>

Froufe, M. M., Chinelli, C. K., Guedes, A. L. A., Haddad, A. N., Hammad, A. W. A., & Soares, C. A. P. (2020). Smart Buildings: Systems and Drivers. *Buildings*, 10(9), Article 9. <https://doi.org/10.3390/buildings10090153>

Gröna byggnader. (u.å.). Hämtad 28 januari 2025, från https://climate-pact.europa.eu/priority-topics/green-buildings_sv

Gupta, A., Badr, Y., Negahban, A., & Qiu, R. G. (2021). Energy-efficient heating control for smart buildings with deep reinforcement learning. *Journal of Building Engineering*, 34, 101739. <https://doi.org/10.1016/j.jobee.2020.101739>

Introduction • Building X Onboarding Online Help • Smart Information Delivery. (2025). https://sid.siemens.com/r/A6V14054665/23560459019_24933946635__en-US_22964458251

Krödel, P. M., & Martin, G. (2020). *Artificial Intelligence in the field of Building Automation*.

Market Insight Report US. (u.å.). Hämtad 06 februari 2025, från <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:6fa571de-210a-4a1a-8f31-2e9262cae4da/Building-Meets-Artificial-Intelligence-Market-Insight-Report-US.pdf>

Montreal office building achieves energy cost savings in first 5 months. (2021). <https://brainboxai.com/en/case-studies/montreal-office-building-achieves-energy-cost-savings-in-first-5-months-1>

Overview • Building X Connect X200/X300 Installation • Smart Information Delivery. (2025). https://sid.siemens.com/r/A6V13057554/20819457163__en-US_20909369099

Overview—Developer.siemens.com. (2025). <https://developer.siemens.com/building-x-openness/overview.html#open-api-portfolio>

Pascarella, H. (2024). *Exploring AI Use Cases to Create Value in Intelligent Buildings*.

Pharmaceutical campus uses AI to reduce carbon footprint. (2025).

<https://brainboxai.com/en/case-studies/pharmaceutical-campus-uses-ai-to-reduce-carbon-footprint>

Taking energy and operational efficiency to new heights. (2025). [fw_Inspiring]. Sie-

mens.Com Global Website. <https://xcelerator.siemens.com/global/en/products/buildings/building-x/resources/monte-rosa-hut.html>

Trouwloon, D., Streck, C., Chagas, T., & Martinus, G. (2023). Understanding the Use of Carbon Credits by Companies: A Review of the Defining Elements of Corporate Climate Claims. *Global Challenges*, 7(4), 2200158.

<https://doi.org/10.1002/gch2.202200158>

Varela, D. C. (2025). *Lifting the veil on BrainBox AI's data architecture*.

<https://brainboxai.com/en/articles/lifting-the-veil-on-brainbox-ais-data-architecture>