

PEKIVE

Bilag 2: Demonstrationsbygninger i PEKIVE

ELFORSK projekt: 351-060

Projektperiode: 12. december 2019 – 1. marts 2021

Deltagende virksomheder: Vitani Energy Systems A/S, Priva BV

Kontaktperson: Rasmus Gorm Pedersen, 30321980, rp@vitani.com

1 Bilag 2: Demonstrationsbygninger i PEKIVE

1.1 Generelt omkring demonstrationsbygninger

Projektets formål var at afprøve nye digitale teknologier til at skabe grundlaget for energifleksibilitet i større bygninger. Nye digitale teknologier som fx kunstig intelligens og machine learning forventes i langt højere grad at overtage nogle af driftsmedarbejderens trivielle analyseopgaver.

Som en del af det indledende arbejde omkring identificering af demonstrationsbygningerne, er der afviklet en række formidlingsworkshops med henblik på at fortælle om teknologierne og effekterne. Her blev tre forskellige typer teknologier/løsninger præsenteret af de respektive producenter:

- Neogrid
- Leanheat by Danfoss
- Priva EcoBuilding

Producenterne leverer alle en form for dynamisk bygningsstyring, hvor dataindsigter er afgørende for løsningen, og den effekt som den enkelte løsning giver i form af blandt andet højere energieffektivitet og et forbedret termisk indeklima.

1.2 CASE 1: Erhvervsejendom

FAKTA:

Anvendelse: Blandet (Værksted, salgsareal, kontor/administration, lager)

Areal: ca. 15.000 m²

Omfang: To bygninger med fjernvarme, hvor der er gulvvarme i ca. 3.300 m², automatiske porte, 13 ventilationsanlæg og 17 varmezoner

Eksisterende CTS-system: Priva

Integrator: EL:CON

1.2.1 Erfaringer før, under og efter ny prognosestyret opvarmning

Casen er udvalgt til projektet, da prognosestyringens reaktion på en ejendom med store glaspartier og et trægt opvarmningssystem (gulvvarme) skulle afprøves, og vurderes i forhold til energifleksibilitetspotentialet. I ejendommen har det tidligere været svært at holde en stabil indetemperatur over dagen, da det træge opvarmningssystem gjorde det vanskeligt at regulere rumtemperaturen på dage med varmetilskud fra solen.

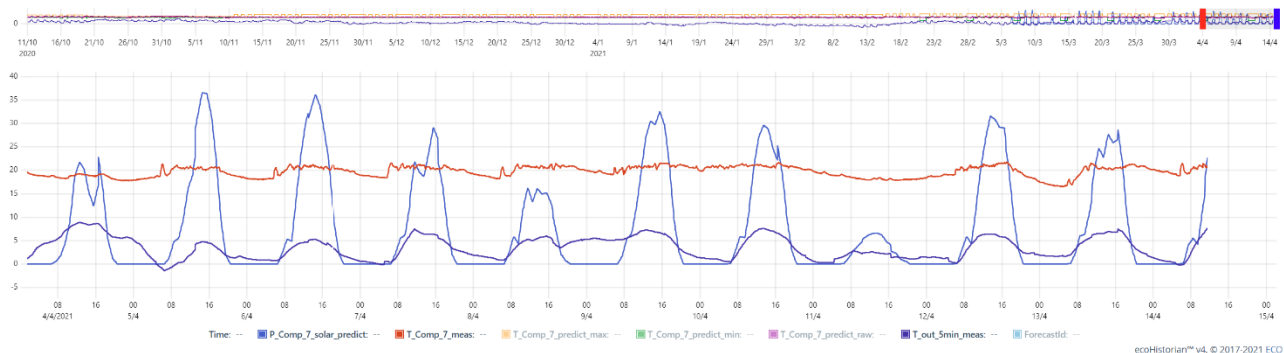
Under implementeringen blev det erfaret, at opsætningen af prognosestyringen var sværere at implementere end antaget, da der blandt andet har været udfordringer med beregningen af indblæsningstemperaturen i ventilationsanlæggene, i kombination med gulvvarmestyringen. Dette gjorde, at opsætningen tog 6-8 uger i stedet for 3-4 uger, som der ellers var forudsat.

I driftsfasen har styringen fungeret efter hensigten, hvor indetemperaturen er blevet mere stabil inden for det ønskede setpunkt.

1.2.2 Opnåede resultater

Resultaterne fra casen har vist, at gulvvarmestyringen i mindre grad er påvirket af solindstrålingen, hvilket samtidig har gjort, at varmen er blevet udnyttet bedre, og samtidig har det kunnet konstateres, at afkølingen fra varmeanlægget er forbedret med 10 °C.

Casen har desuden givet nogle meget konkrete eksempler på hvordan en prognosestyring fungerer i praksis og dermed kan italesættes overfor målgrupper uden teknisk indsigt.



Potentialet for at udnytte bygningens fleksibilitet er både bygningens træge gulvvarmesystem, der med de rette inputs vil kunne udskyde eller fremrykke opvarmningen til de mest hensigtsmæssige ift. Energiproduktionen.

Udvalgte nøgletal:

- Varmeforbrug, samlet før implementering (2019): ca. 1.500.000 kWh/år (ca. 750.000 kr./år)
- Økonomisk besparelse, forventet: ca. 115.000 kr./år (15%)
- Investering: 100.000 kr.
- Årlige abonnementsomkostninger: ca. 40.000 kr.
- Simple tilbagebetalingstid: ca. 1,5 år

1.3 CASE 2: Folkeskole

FAKTA:

Anvendelse: Folkeskole

Areal: ca. 8.000 m²

Omfang: Syv separate bygninger, der er forsynet med hver deres fjernvarmestik, 9 ventilationszoner, radiator og gulvvarmesystem samt monteret 15 x IoT LoRaWAN sensorer til indeklima via kundens Omega IoT Server

Eksisterende CTS-system: Installeret siden 2014

Integrator: Vitani

1.3.1 Erfaringer før, under og efter ny prognosestyret opvarmning

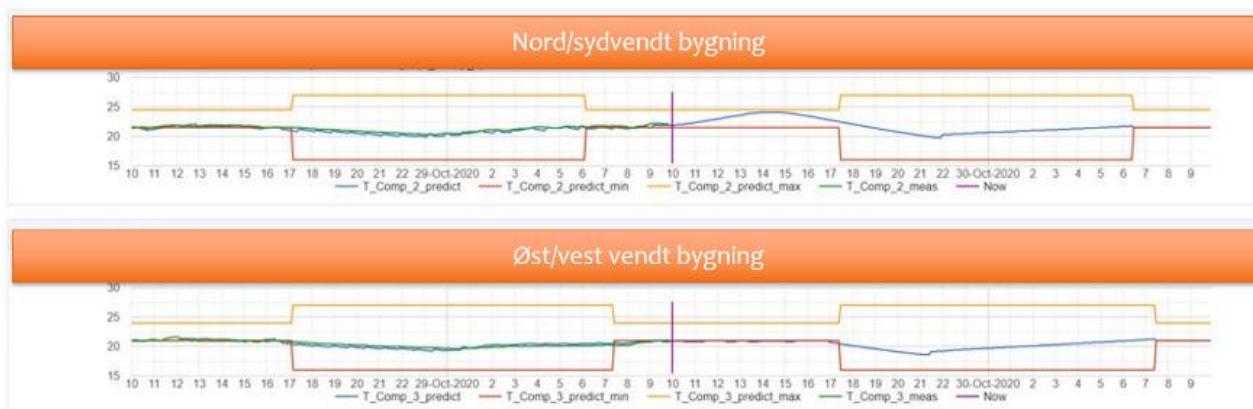
Skolens driftspersonale indstillede tidligere varmeanlægget manuelt og uden at tage hensyn til vejrudsigten eller klimaftrykket fra den brugte energi. Det tekniske driftspersonale driftede bygningen godt med de værktøjer, der var til rådighed via CTS-anlægget. Nøgletallet for energiforbruget lå på 70 kWh/m² pr. år, hvilket ligger under medianen af varmeforbruget for en gennemsnitligt dansk folkeskole.

Systemet blev derfor også implementeret uden en forventning om en energibesparelse, da skolen i forvejen blev driftet godt, hvorfor casen blev udvalgt, som et eksempel på om den kunstige intelligens kunne reducere varmeforbruget yderligere ved at flytte på energiproduktionen.

Varmestyningen blev implementeret i efteråret 2020, og har indtil videre vist et stort energieffektiviseringspotentiale på ca. 25%.

1.3.2 Opnåede resultater

Nedenstående graf viser den målte indetemperatur (grøn kurve) samt den indetemperatur, der forudsættes at være i lokalerne (blå kurve). I den nord/syd-ventede bygning har algoritmen sørget for at varmesystemet er slukket, da solindfaldet om eftermiddagen vil sørge for opvarmningen af bygningen.



I den øst/vest-ventede bygning vil der omvendt ikke være solindfald, hvorfor algoritmen sørger for at varmeanlægget fortsat er tændt, så den ønskede minimumskomforttemperatur på 20 °C kan blive opfyldt.

Projektet har skabt viden om den prognosestyret bygningsopvarmning og dens styrker og begrænsninger, og indtænkes i energifleksibilitetsdialog med forsyningselskabet.

1.3.3 Udvalgte nøgletal:

- Varmeforbrug, samlet før implementering (2019): ca. 550.000 kWh/år (ca. 275.000 kr./år)

- Økonomisk besparelse, realiseret: ca. 70.000 kr./år (25%)
- Investering: 50.000 kr.
- Årlige abonnementsomkostninger: ca. 20.000 kr.
- Simpel tilbagebetalingstid: ca. 1 år

1.4 CASE 3: Undervisning

FAKTA:

Anvendelse: Undervisning

Areal: ca. 14.000 m²

Omfang: To bygninger, der er opvarmet med fjernvarme op delt i 5 varmezoner.

Eksisterende CTS-system: Honeywell

Integrator: Bravida

1.4.1 Erfaringer før, under og efter ny prognosestyret opvarmning

Demonstrationsbygningen er en del af et større og nyere bygningskompleks. Ejendommen har udliciteret driften af de tekniske anlæg til Bravida, der har stor indsigt og viden om driftsforholdene. De tekniske anlæg er godt vedligeholdt og fungerer efter hensigten. Casen blev derfor også udvalgt for at teste en prognosestyret bygningsopvarmnings indvirkning på en veldrevet, nyere bygning og med henblik på at vurdere bygningens potentiale i et energifleksibelt energisystem.

Implementeringen var markant mere kompleks end antaget, hvilket har givet udfordringer i indkøringsfasen. Der forelægger derfor heller ikke nogle konkrete energispareresultater fra denne case, da indkøringen fortsat pågår. De foreløbige resultater peger i midlertidig på, at casen ikke er attraktiv ud fra en energioekonomisk vurdering, da ejendommens automatik er veludbygget og velafprøvet. I casen kunne man også have valgt at undersøge besparelser på mandetimer ved, at den kunstige intelligens overtog dele af den menneskelige analyse. Dette har midlertidig ikke været en del af dette projekt. Indkøringsfasen fortsætter efter projektafslutningen, hvorefter resultaterne forventes synlige i løbet af 2021.

Casen har givet en del inspiration til kravene til et screeningsværktøj og opfølgingsværktøj, da det ikke har været muligt at opsamle historiske data om indeklima, driftstimer m.v.

1.4.2 Udvalgte nøgletal:

- Varmeforbrug, samlet før implementering (2019): ca. 450.000 kWh/år (ca. 225.000 kr./år)
- Økonomisk besparelse: Forventet mellem 0-10% svarende til ca. 0-22.500 kr./år
- Investering: 50.000 kr.
- Årlige abonnementsomkostninger: ca. 25.000 kr.
- Simpel tilbagebetalingstid: N/A

1.5 CASE 4: Logistikcenter – 2 bygninger

FAKTA:

Anvendelse: Logistik og distribution

Areal: ca. 4.000 m² (Silkeborg) og ca. 16.000 m² (Fredericia)

Omfang: Fjernvarmeforsynede bygninger med optimerede CTS-anlæg.

Eksisterende CTS-system: Priva

Integrator: Vitani og WATS

1.5.1 Erfaringer før, under og efter ny prognosestyret opvarmning

Bygningen er udvalgt som case for at demonstrere, hvordan erfaringer fra implementering i en bygning kan overføres til implementering i en ny, men lignende bygning for samme bygningsejer. I 2019 fik bygningsejeren installeret en prædiktiv varmestyring i en bygning, hvilket har resulteret i gode energispareeffekter. Bygningen blev derfor udvalgt grundet sin størrelse og som et eksempel på hvilke effekter en 2. gangs implementering hos samme bygningsejer ville forløbe og hvilke effekter det ville give.

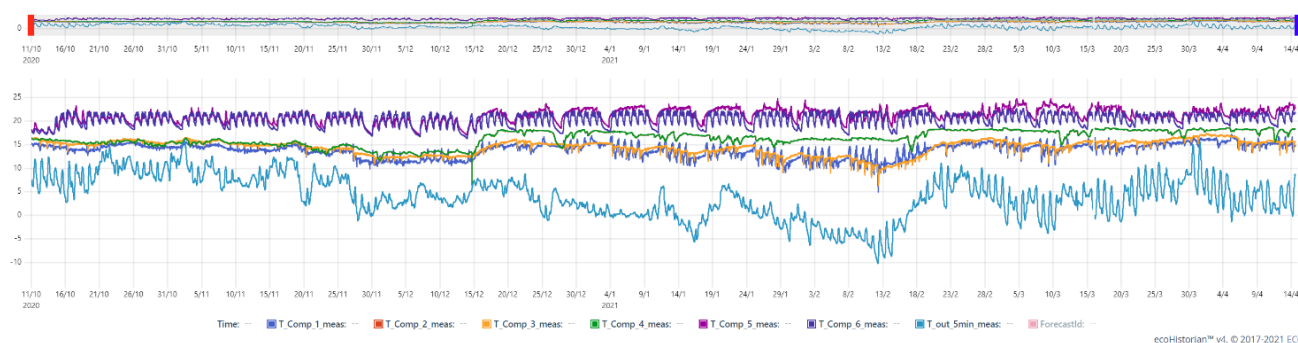
Erfaringer fra implementeringen i Fredericia var, at tidsforbruget til at installere prognosestyringen kunne reduceres væsentligt, da bygningsejeren i forvejen havde et grundlæggende kendskab til systemet ligesom integratoren havde et væsentligt bedre kendskab til bygningsejeren set i relation den nye prognosebaseret varmestyring.

Samtidig har denne case vist, at den prognosebaseret varmestyring kan sikre ønsket om et stabilt termisk indeklima ved aktivt at udnytte internt varmetilskud og forudsige solens indflydelse på den oplevede indetemperatur.

1.5.2 Opnåede resultater

På ejendommene er der sket et stigende aktivitetsniveau i produktionen, som det ikke har været muligt at korrigere energiforbruget for. Derudover har bygningsejeren ønsket at hæve indetemperaturen i store dele af ejendommene for at sikre et bedre arbejdsmiljø for virksomhedens ansatte. Dette ses er nedenstående graf, hvor setpunktet for indetemperatur er blevet hævet i ejendommens forskellige zoner.

Disse forandringer i bygningsanvendelse samt setpunkter afspejles i effekten af styringen, og vil kunne identificeres med det i projektet udviklede screenings- og dokumentationsværktøj.



1.5.3 Udvalgte nøgletal:

- Varmeforbrug, samlet før implementering:
 - Silkeborg: ca. 470.000 kWh/år (periode: 2018)
 - Fredericia: ca. 900.000 kWh/år (periode: apr 2019- mar 2020)

- Samlet: ca. 1.370.000 kWh/år (ca. 685.000 kr./år)
- Økonomisk besparelse, realiseret: ca. 90.000 kr./år (ca. 13 %)
- Investering: 150.000 kr.
- Årlige abonnementsomkostninger: ca. 40.000 kr.
- Smpel tilbagebetalingstid: ca. 3 år

1.6 CASE 5: Folkeskole

(NB: Folkeskole er implementeret udenfor PEKIVE projektet, men medtaget i rapporteringen med relevante erfaringer og viden om en prædiktiv varmestyring)

FAKTA:

Anvendelse: Folkeskole

Areal: ca. 5.500 m²

Omfang: Kombination af varmepumper og gasfyr, mindre akkumuleringstanke og solceller.

Eksisterende CTS-system: Schneider CTS

Integrator: Vitani

1.6.1 Erfaringer før, under og efter ny prognosestyret opvarmning

Den prædiktive varmestyring blev installeret før PEKIVE-projektet som del af et omfattende renoveringsprojekt. Ejendommen har et varmesystem baseret på forskellige typer brændsler og med mulighed for at lagre energien på forskellige vis. Prioriteringen af de enkelte del-systemer kan være vanskeligt, da mange forskellige parametre og inputs skal tages i betragtning. I denne case har det vist sig, at den prædiktive varmestyring har været nøglen til at binde de forskellige teknologier sammen, og ud fra nogle fastsatte grænseværdier, og styringen været i stand til at prioritere.

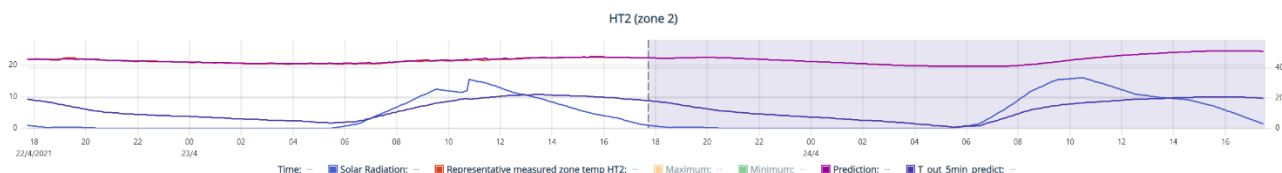
Nedenstående illustration viser de forskellige parametre som systemet prioriterer imellem – blandt vejret, el- og gaskontrakt, solceller, forskellige zonestyningen samt bufferbeholder.

Af ovenstående udledes det at:

- Der i tidsrummet (lørdag) 13-14 sker en overproduktion af el som ledes ud på nettet.

Bygningen har på dette tidspunkt (i weekenden) en komfortspænd på mellem 19,6 og 27 grader – og indenfor driftstimer et komfort spænd 21,5-24 grader

Årsagen til dette, ses af nedenstående diagram der med en enkelt ventilationszone viser hvordan solen skinner og udendørstemperaturen påvirker bygningen de næste 24 timer:



Solen når sin største påvirkning hen på formiddagen og tager derefter af, hvorefter udendørstemperaturen stiger til omkring 10 grader.