



Bygningsautomatik efter BR18

Bygningsautomatik efter BR18



December 2025

Forord

EU-direktivet EPBD og Bygningsreglementet BR18 præciserer ikke konkrete krav til bygningsautomatik med henvisninger til standarder eller konkrete cases, men stiller udelukkende krav til automatikkens funktion. Dette skaber stor usikkerhed om, hvordan kravene opfyldes i praksis.

Der er afholdt flere konferencer, webinarer og temamøder om emnet i slutningen af 2023 og foråret 2024 samt i 2025. Fælles for alle arrangementerne har været stor tvivl og frustration over, hvad der kræves for at overholde Bygningsreglementets krav.

Der er usikkerhed om, hvilke installationer der er omfattet af kravene til bygningsautomatik, på hvilket niveau de enkelte installationer skal indgå i en fælles styring, og hvordan det skal dokumenteres, at yderligere bygningsautomatik er rentabel i en eksisterende bygning.

Dette projekts resultater skal medvirke til fjerne denne usikkerhed ved at skabe klarhed over, hvordan kravene i EU-direktivet og BR18 skal forstås og efterleves i praksis, så der skabes en fælles forståelse af, hvordan kravene efterleves.

I projektet er der foruden nærværende rapport udviklet:

1. Beregningsværktøj for beregning af energibesparelse ved og investering i etablering af yderligere bygningsautomatik inklusiv tilhørende brugervejledning
2. Vejledning i bygningsautomatik efter BR18
3. Udkast til kravsspecifikation ved udbud af bygningsautomatik

Dette materiale forefindes i separate dokumenter.

Projektet, der er finansieret af Realdania, er udført af Teknologisk Institut sammen med Høje Taastrup Kommune, DEAS og UCL.

Indholdsfortegnelse

1.	Sammenfatning.....	5
1.1.	Indledning.....	5
2.	Baggrund og formål.....	6
2.1.	Baggrund	6
2.2.	Formål.....	6
3.	De overordnede krav i BR18.....	7
3.1.	Fælles platform for bygningsautomatik	8
3.2.	Omfang af bygningsautomatik.....	8
3.3.	Dynamiske anlægsbilleder	8
3.4.	Alarmhåndtering	8
3.5.	Datalogning	9
3.6.	Overvågning og analyse af energiforbruget	9
3.7.	Økonomisk rentabilitet og teknisk gennemførlighed	9
4.	Nuværende automatiseringsniveau.....	10
4.1.	Daginstitutioner.....	10
4.1.1.	Nuværende bygningsautomatik.....	10
4.2.	Skoler	19
4.2.1.	Nuværende bygningsautomatik.....	19
4.3.	Kontorejendomme	26
4.3.1.	Nuværende bygningsautomatik.....	26
5.	Cases	34
5.1.	Skoler	34
5.2.	Kontorejendomme	42
5.3.	Andet.....	47
6.	Referencer.....	56

1. Sammenfatning

1.1. Indledning

Det byggede miljø i Danmark består af en række forskellige bygningstyper med forskellig anvendelse og forskelligt behov for automatisering. Der er en samlet bygningsmasse på i alt 799 mio. m². Knap 45 % af bygningsarealet udgøres af helårsbeboelse, mens resten er kontor- og erhvervsbygninger samt andre formål.

Kravene i BR18 om bygningsautomatik gælder (endnu) ikke for bygninger, der anvendes til beboelse, dvs. privatboliger, etageejendomme, kollegier, døgninstitutioner, plejehjem etc. Derfor gælder kravene om bygningsautomatik ca. 20 % af den danske bygningsmasse.

Bygningsbestandens areal efter arealtype, anvendelse og tid												
Enhed: 1.000 m ²		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Pct
Samlet etageareal	Stuehuse til landbrugsejendomme	25.608	25.521	25.095	24.835	24.737	24.684	24.618	24.558	24.528	24.474	
	Parcelhuse	172.657	173.939	174.057	175.443	177.071	178.387	179.669	181.248	182.518	183.266	
	Række-, kæde- og dobbelthuse	38.449	38.890	39.224	39.643	40.300	40.978	41.829	42.638	43.439	44.145	
	Etageboliger	87.738	88.618	89.842	91.196	92.936	94.772	96.503	98.149	99.706	101.011	
	Kollegier	1.528	1.609	1.617	1.671	1.783	1.881	2.012	2.083	2.170	2.211	
	Døgninstitutioner	4.794	4.916	4.937	5.061	5.227	5.368	5.549	5.673	5.813	5.881	
	Anden helårsbeboelse	785	798	810	837	892	915	953	986	1.043	1.078	
	Beboelse i alt	331.559	334.291	335.582	338.686	342.946	346.985	351.133	355.335	359.217	362.066	45,3
	Avls- og driftsbygning	136.674	136.664	136.619	133.948	125.406	122.639	114.082	110.415	109.793	108.818	
	Fabrikker, værksteder og lign.	53.469	53.450	48.985	43.260	41.792	41.301	41.018	40.982	41.091	41.081	
	El-, gas-, vand- og varmeværker	3.635	3.623	3.653	3.679	3.768	3.870	3.965	3.978	4.041	4.135	
	Anden bygning til produktion	4.475	4.462	3.985	2.981	1.768	1.339	748	498	231	96	
	Transport- eller garageanlæg	6.134	6.206	6.386	6.286	6.514	6.681	6.965	6.966	7.204	7.277	
	Industri i alt	204.387	204.405	199.628	190.154	179.248	175.830	166.778	162.839	162.360	161.407	20,2
	Bygninger til kontor, handel, lager, offentlig administration mv.	67.040	67.777	72.749	79.983	83.423	84.795	85.437	86.807	88.991	90.561	
	Bygninger anvendt til hotel, restauration, frisør og lign.	6.660	6.733	6.733	6.871	7.019	7.074	7.147	7.279	7.309	7.381	
	Uspec. transport og handel	1.440	1.422	1.075	650	406	255	151	121	86	64	
	Bygninger anvendt til bibliotek, kirke, museum og lign.	5.185	5.304	5.415	5.556	5.638	5.761	5.906	6.033	6.106	6.204	
	Bygninger anvendt til undervisning, forskning og lign.	21.728	21.799	21.780	21.903	21.918	21.764	21.716	21.674	21.739	21.756	
	Bygninger anvendt til hospital, sygehus og lign.	4.252	4.344	4.434	4.915	4.967	5.062	5.191	5.279	5.446	5.600	
	Bygninger anvendt til daginstitutioner	3.570	3.599	3.699	3.916	4.145	4.338	4.481	4.687	4.806	4.870	
	Uspecificeret institution	1.448	1.432	1.356	1.073	998	821	680	476	416	433	
	Kontor og handel i alt	111.323	112.410	117.241	124.867	128.514	129.870	130.709	132.356	134.899	136.869	17,1
	Sommerhuse	17.373	17.514	17.621	17.785	17.947	18.106	18.328	18.569	18.826	18.994	
	Uspecificeret feriemål	850	834	935	1.058	1.165	1.235	1.255	1.297	1.324	1.351	
	Sommerhuse i alt	18.223	18.348	18.556	18.843	19.112	19.341	19.583	19.866	20.150	20.345	2,5
	Idrætshaller, klubhuse	6.666	6.796	7.066	7.345	7.746	8.076	8.968	9.401	9.692	9.838	
	Kolonihavehuse	640	654	680	698	705	724	734	741	750	815	
	Uspecificeret fritidsformål	2.092	2.123	2.118	2.095	2.013	1.988	1.992	1.966	1.949	1.958	
	Garager	17.475	17.603	17.703	17.889	18.197	18.334	18.496	18.623	18.743	18.844	
	Carporte	16.653	16.802	16.938	17.122	17.357	17.501	17.636	17.775	17.913	18.004	
	Udhuse	29.095	29.470	29.871	32.317	40.625	43.411	50.915	54.141	55.311	56.134	
	Under opførelse, uoplyst	197	193	8.489	5.409	3.323	13.507	14.634	14.785	13.204	12.394	
	Andet	72.818	73.641	82.865	82.875	89.966	103.541	113.375	117.432	117.562	117.987	14,8
	I alt	738.310	743.095	753.872	755.425	759.786	775.567	781.578	787.828	794.188	798.674	100,0

Figur 1.1. Bygningsbestandens areal efter arealtype, anvendelse og tid

2. Baggrund og formål

2.1. Baggrund

Ifølge EU's vedtagne bygningsdirektiv EPBD (Energy Performance of Buildings) skal der installeres bygningsautomatik i bygninger over en vis størrelse til styring af de tekniske anlæg, således at der sikres både et lavt energiforbrug og optimalt indeklima. Det gælder for alle nye bygninger uanset anvendelse.

For eksisterende bygninger, og for beboelsesejendomme gælder kravene når der gennemføres større renoveringer, og såfremt yderligere automatik er rentabel.

Bolig- og Planstyrelsen implementerede EU's Bygningsdirektiv i BR18 i 2021. BR18 indeholder krav om bygningsautomatik, se Bygningsreglementets §298a og tilhørende vejledninger.

2.2. Formål

Formålet med projektet har været at skabe større klarhed over hvordan kravene i EU-direktivet EPBD og Bygningsreglementet BR18 opfyldes i praksis. Derfor er der udviklet en vejledning, hvor kravene i BR18 er fortolket med udgangspunkt i BR18 og den tilhørende vejledning samt med baggrund i drøftelser med branchens aktører.

Det har desuden været projektets formål at udvikle et beregningsværktøj, der kan estimere energibesparelsen med implementering af yderligere bygningsautomatik i en given situation samt estimere den nødvendige investering for at fastslå rentabiliteten af investeringen.

Endelig er der udviklet en kravspecifikation, der beskriver de krav der skal stilles til bygningsautomatik i såvel nye som eksisterende bygninger.

3. De overordnede krav i BR18

Der skal jf. BR18 installeres bygningsautomatik i alle nye bygninger der har et betydeligt varme- eller kølebehov, se i kapitel 9 ved at klikke her <https://www.bygningsreglementet.dk/tekniske-bestemmelser/11/brv/energiforbrug-2/>.

Der skal efter de nuværende regler installeres bygningsautomatik der møder BR18's krav i alle nye bygninger, der ikke er til beboelse og som har varme- eller køleanlæg med en installeret effekt på over 290 kW. I eksisterende bygninger skal der installeres bygningsautomatik, hvis det er teknisk gennemførligt og økonomisk rentabelt. I eksisterende bygninger skulle kravet have været opfyldt inden udgangen af 2025.

Kravet på en installeret varme- eller køleeffekt over 290 kW ændres fra primo 2030 til 70 kW, og kriteriet er herefter den samlede installerede varme- og køleeffekt, dvs. varme- og køleeffekterne summeres. Desuden er det på tale at lade kravene til automatik omfatte bygninger til beboelse, men det er ikke vedtaget endnu.

Bygningsautomatikken skal udover energieffektivitet sikre indeklimaet, så brugernes sundhed og velbefindende baseret på parametre såsom temperatur, fugtighed, ventilationshastighed og fjernelse af forurenende stoffer tilgodeses.

Bygningsautomatikken skal kunne styre og regulere installationerne i det samlede system af tekniske anlæg, dvs. som minimum varme- og køleanlæg, ventilationsanlæg, belysningsanlæg samt eventuel solafskærmning. Desuden skal bygningsautomatikken opsamle data fra alle energi- og forbrugsmålere, der er installeret som følge af Bygningsreglementet, eller anvendes til afregning. Bygningsautomatikken skal funktionsafprøves så det eftervises, at automatikken fungerer efter hensigten. De enkelte krav til bygningsautomatik i BR18 kan ses i kapitel 9 ved at klikke her: <https://www.bygningsreglementet.dk/tekniske-bestemmelser/11/brv/energiforbrug-2/>

Bygningsautomatikken skal være i stand til at:

- Løbende overvåge og analysere energiforbruget
- Styre og regulere de tekniske anlæg
- Vise energieffektiviteten af bygningen og de tekniske anlæg
- Detektere fejl i de tekniske anlæg og underrette driftspersonalet

Bygningsautomatikken skal funktionsafprøves så det eftervises, at automatikken fungerer efter hensigten og opfylder ovenstående krav.

De øvrige krav til bygningsautomatik i BR18 kan ses i kapitel 9 ved at klikke her: <https://www.bygningsreglementet.dk/tekniske-bestemmelser/11/brv/energiforbrug-2/>

Nedenstående er der en mere detaljeret beskrivelse af kravene i BR18 til bygningsautomatik. For at bygningsautomatikken opfylder kravene skal den overholde følgende krav:

3.1. Fælles platform for bygningsautomatik

Kravene til bygningsautomatikken kan opfyldes med et eller flere it-baserede systemer, som tilsammen dækker funktionerne angivet i BR18. Hvis der er flere systemer, skal der være automatisk dataudveksling mellem systemerne og alle bygningsautomatikens funktioner, indstillinger og indreguleringer skal kunne betjenes fra den samme enhed, f.eks. en PC.

Desuden skal driftspersonalet underrettes om væsentlige fejlmeddelelser og alarmer, f.eks. på en mobiltelefon.

Der er således frihed til at opbygge bygningsautomatikken, som det er mest hensigtsmæssigt i den aktuelle bygning. Det kan så være alt fra et CTS-anlæg med alle funktionerne inkluderet til en konstellation af f.eks. individuel automatik på de enkelte anlæg med fuld datadeling, vejrdata fra f.eks. DMI, internet opkobling af målerne og software til energianalyse. Det afgørende er, at alt kan betjenes fra samme enhed med datadeling af de afgørende data mellem systemerne, og at driftspersonalet får de angivne fejlmeddelelser og alarmer, så der bliver samme funktionalitet af bygningsautomatikken med de forskellige løsninger.

Der kan dog etableres separat selvwirkende automatik til regulering af varmetilførslen til radiatorer, som ikke tilkøbes bygningsautomatikken, herunder elektroniske termostater og mekaniske radiator-termostatventiler. Det forudsætter dog at der etableres selvstændige følere til måling af rumtemperaturen således, at mindst 80 % af bygningens etageareal er omfattet af rumtemperaturmåling.

3.2. Omfang af bygningsautomatik

Bygningsautomatikken skal omfatte alle de parametre, styringer og reguleringer, der håndterer energitilførslen, energieffektiviteten, det termiske indeklima (herunder udluftning, mekanisk og naturlig ventilation og automatisk styret solafskærmning), luftkvaliteten og belysningen i bygningen og de enkelte rum. Det omfatter blandt andet, det der er stillet af krav til i bygningsreglementet og underliggende standarder: DS 447 og DS 469 samt i Ecodesign og Arbejdstilsynets regler. Fra bygningsautomatikken opsamles data fra alle energi- og forbrugsmålere, der installeres som følge af krav i bygningsreglementet, eller benyttes til afregning.

3.3. Dynamiske anlægsbilleder

Bygningsautomatikken skal vise diagrammer med installationerne, etageplaner og zoner med rummene med dynamisk angivelse af aktuelle værdier (setpunkter og parametre) og driftsform fra automatikken, samt eventuelle alarmer, se f.eks. Molio tegningsstandard C213, del 7 Bygningsautomatik.

3.4. Alarmhåndtering

I den fælles platform skal der foretages overvågning og fejldektering inklusive alarmgrænser på alle parametre, uanset om de er regulerede, målte eller styrede parametre samt driftsstatus for anlæggene. Dette omfatter også detektering af pendlende regulerings- og styringssignaler. Overvågningen omfatter desuden alarmer for vedligehold af anlæggene f.eks. for filterskift.

3.5. Datalogning

Alle data fra regulerede eller styrede parametre, regulerings- og styringssignaler, driftsstatus og alarmer skal opsamles med fastsatte intervaller og herefter gemmes, se kapitel 9 her: <https://www.bygningsreglementet.dk/tekniske-bestemmelser/11/brv/energiforbrug-2/>. Desuden skal der etableres mulighed for at driftspersonalet kan etablere samlede ad hoc logninger af parametre, signaler, driftsstatus og alarmer efter eget valg med valgfri opløsning og for tidsperioder, de selv kan bestemme. Målerdata skal opsamles og gemmes med fastsatte intervaller. Målerdata skal vises i diagrammer og i tabeller, som kan trækkes over til videre anvendelse i andre IT-systemer.

3.6. Overvågning og analyse af energiforbruget

Der skal udføres analyser af energi- og forbrugsdata fra målerne, der sammenligner det faktiske energiforbrug med det beregnede energiforbrug ud fra en Be18 beregning. Det beregnede, forventede energiforbrug tager udgangspunkt i energiberegningen ved byggetilladelsen eller energimærkningen. Be18 beregningen/-modellen justeres til den aktuelle anvendelse af bygningen hvad angår brugstid, rumtemperaturer, ventilationsrater, internt varmetilskud m.m.

For eksisterende bygninger tages der desuden højde for eventuelle ændringer i bygningen og dens installationer. Målerdataene korrigeres for f.eks. lufttemperatur og soltilskud, og der opstilles en korrigeret energisignatur for bygningen. Ved større afvigelse mellem det faktiske, korrigerede energiforbrug og det beregnede, forventede forbrug tilgår en alarm til driftspersonalet. Vejrdata kan være fra nærmeste meteorologiske station eller fra kalibreret vejrstation på bygningen.

3.7. Økonomisk rentabilitet og teknisk gennemførlighed

Der skal installeres bygningsautomatik, der opfylder de overordnede krav i kapitel 3, i alle nye bygninger. I eksisterende bygninger skal der installeres bygningsautomatik, hvis det er økonomisk rentabelt og teknisk gennemførligt. I BR18 er rentabilitetskravet sat til 15 år, dvs. der skal etableres bygningsautomatik hvis omkostningerne ved etablering af automatikken tjent af besparelserne (reducerede energiomkostninger, reducerede personale-/vedligeholdelsesomkostninger etc.) på under 15 år. Endelig gælder kravet om bygningsautomatik kun hvis det er teknisk gennemførligt.

4. Nuværende automatiseringsniveau

Der er foretaget en undersøgelse af det nuværende automatiseringsniveau i de væsentligste segmenter af bygninger, der er omfattet af de nye krav til bygningsautomatik. Undersøgelsen har taget udgangspunkt i daginstitutioner, skoler og kontorbygninger, da disse bygningstyper dækker langt størstedelen af de bygninger der er omfattet af kravene i BR18 eller er sammenlignelige hermed. Bygningernes automatiseringsniveau er vurderet på tværs af årgange, se nedenstående inddeling:

- < 1960
- 1960-1990
- 1990-2010
- > 2010

da der kan være forskel på automatiseringsniveauet i afhængighed af bygningernes alder.

4.1. Daginstitutioner

4.1.1. Nuværende bygningsautomatik

Daginstitution < 1960

Varme

Bygningerne opvarmes typisk med fjernvarme eller naturgas, og varmen tilføres bygningen gennem radiatoranlæg.

Varmeanlægget til rumopvarmning, varmtvand samt eventuel opvarmning af ventilationsluft styres med en lokal regulator, - f.eks. en Danfoss ECL-enhed.

Driften af varmeanlægget fjernovervåges i de fleste tilfælde gennem internetopkobling til regulatoren. I varmeanlægget benyttes typisk omdrejningstalsregulerbare cirkulationspumper.



Figur 4.1 Varmeanlæg (blandesløjfe)



Figur 4.2 Regulator/udekompenseringsanlæg (ECL fra Danfoss)

Varmt brugsvand

Det varme brugsvand produceres typisk af varmtvandsbeholdere. I nogle tilfælde kan det også være brugsvandsvekslere. Varmetilførslen sker via on/off-ventiler, der måler vandtemperaturen i beholderen. Varmtvandsproduktionen er ofte ligeledes koblet til den ECL, der styrer rumvarmen.

Ventilation

I langt de fleste daginstitutioner er der ventilationsanlæg, og disse er uanset institutionens alder forsynet med en lokal styring (betjeningspanel). Betjeningspanelet er nogle steder placeret i et kontor eller lignende så der er nem adgang, og i andre tilfælde er betjeningspanelet monteret direkte på ventilationsaggregatet. Nogen steder er der mulighed for at fjernovervåge/styre driften af ventilationsanlæggene centralt, - f.eks. hos kommunens driftsorganisation. Det vurderes, at driften af ca. en tredjedel af ventilationsanlæggene overvåges og kontrolleres centralt.



Figur 4.3. Ventilationsanlæg (indblæsning)



Figur 4.4. Decentral styring til ventilationsanlæg

Belysning

I lidt ældre daginstitutioner, der ikke er energirenoverede, er belysningen manuelt betjent med kontakter ved dørene. I nyere daginstitutioner samt daginstitutioner der er energirenoverede, er belysningen styret med bevægelsesmeldere. Det vurderes, at belysningen i ca. halvdelen af daginstitutionerne er manuelt betjent. Det er ingen steder muligt at overvåge om og hvor belysningen er tændt.



Figur 4.5. Belysningsarmaturer med manuel styring (kontakt på væg)

CTS-anlæg

Der er i de fleste tilfælde etableret fjernovervågning/opsamling af el- og varmeforbrug til en centralt placeret driftsorganisation, der løbende bearbejder energiforbrugsdata.

Der er ikke etableret CTS anlæg i daginstitutionerne.

Daginstitution 1960 - 1990

Varme

Bygningerne opvarmes typisk med fjernvarme eller naturgas og varmen tilføres bygningen gennem radiatoranlæg.

Varmeanlægget til rumopvarmning, varmtvand samt eventuel opvarmning af ventilationsluft styres med en lokal regulator, - f.eks. en Danfoss ECL-enhed. Driften af varmeanlægget fjernovervåges i de fleste tilfælde gennem internetopkobling til regulatoren.

I varmeanlægget benyttes typisk omdrejningstalsregulerbare cirkulationspumper.



Figur 4.6 Varmeanlæg (fjernvarmeveksler)



Figur 4.7 Udetemperaturkompenseringsanlæg (ECL fra Danfoss)

Varmt brugsvand

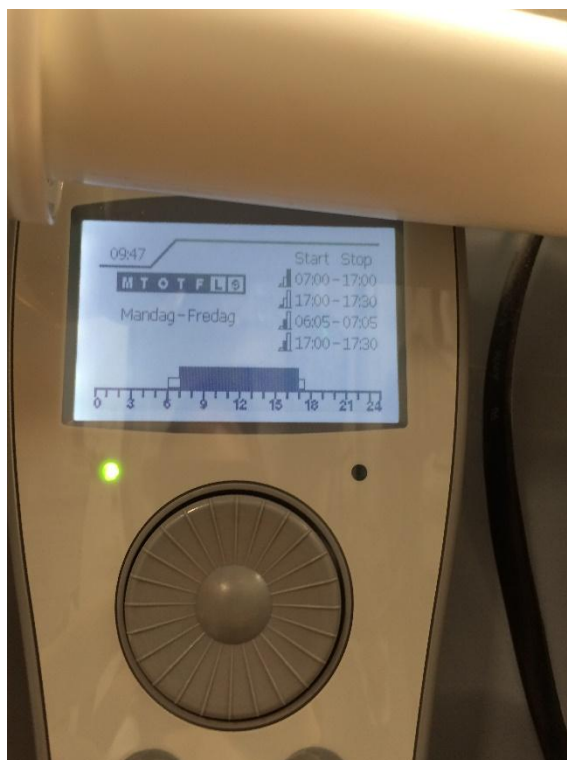
Det varme brugsvand produceres typisk af varmtvandsbeholdere. I nogle tilfælde kan det også være brugsvandsvekslere. Varmetilførslen sker via on/off-ventiler, der måler vandtemperaturen i beholderen. Varmtvandsproduktionen er ofte ligeledes koblet til den ECL, der styrer rumvarmen.

Ventilation

I langt de fleste daginstitutioner er der ventilationsanlæg, og disse er uanset institutionens alder forsynet med en lokal styring (betjeningspanel). Betjeningspanelet er nogle steder placeret i et kontor eller lignende så der er nem adgang, og i andre tilfælde er betjeningspanelet monteret direkte på ventilationsaggregatet. Nogen steder er der mulighed for at fjernovervåge/styre driften af ventilationsanlæggene centralt, - f.eks. hos kommunens driftsorganisation. Det vurderes, at driften af ca. en tredjedel af ventilationsanlæggene overvåges og kontrolleres centralt.



Figur 4.8 Ventilationsanlæg (varmefflade)



Figur 4.9 Lokalt betjeningspanel til indstilling af driftstid og driftsparametre for ventilationanlæg

Belysning

I lidt ældre daginstitutioner, der ikke er energirenoverede, er belysningen manuelt betjent med kontakter ved dørene. I nyere daginstitutioner samt daginstitutioner der er energirenoverede, er belysningen styret med bevægelsesmeldere. Desuden er der i nogle tilfælde etableret dagslysstyring i de områder, hvor der er dagslysfald. Det vurderes, at belysningen i ca. halvdelen af daginstitutionerne er manuelt betjent. Det er ingen steder muligt at overvåge om og hvor belysningen er tændt.



Figur 4.10 Ældre belysningsarmaturer med manuel styring (kontakt på væg)



Figur 4.111 Nye belysningsarmaturer med dagslysstyring (lyset er dæmpet)

CTS-anlæg

Der er ofte ikke etableret et CTS-anlæg, men bygningens tekniske installationer styres af lokale stand-alone styringer. I nogle tilfælde er der installeret et CTS-anlæg, hvor bygningens varme- og ventilationsanlæg kan styres og overvåges. I andre tilfælde er der etableret fjernovervågning af de væsentligste anlæg, f.eks. varme- og ventilationsanlæg, så en central drifts- og vedligeholdelsesorganisation kan overvåge anlæggene. I disse tilfælde er mulighederne for at styre anlæggene normalt begrænset til basale funktioner som start/stop af anlæg, overvågning af temperaturer, indstilling af driftstider og fællesalarm.

Daginstitution 1990 – 2010

Varme

Bygningerne opvarmes typisk med fjernvarme eller naturgas og varmen tilføres bygningen gennem radiatoranlæg.

Varmeanlægget til rumopvarmning, varmtvand samt eventuel opvarmning af ventilationsluft styres med en lokal regulator, - f.eks. en Danfoss ECL-enhed. Driften af varmeanlægget fjernovervåges i de fleste tilfælde gennem internetopkobling til regulatoren.

I varmeanlægget benyttes typisk omdrejningstalsregulerbare cirkulationspumper.



Figur 4.12. Reguleringsventil i blandekreds til radiatorsystem



Figur 4.13. Udekompenseringsanlæg (indstilling af fremløbstemperatur)

Varmt brugsvand

Det varme brugsvand produceres typisk af varmtvandsbeholdere. I nogle tilfælde kan det også være brugsvandsvekslere. Varmetilførslen sker via on/off-ventiler, der måler vandtemperaturen i beholderen. Varmtvandsproduktionen er ofte ligeledes koblet til den ECL, der styrer rumvarmen.

Ventilation

I langt de fleste daginstitutioner er der ventilationsanlæg, og disse er uanset institutionens alder forsynet med en lokal styring (betjeningspanel). Betjeningspanelet er nogle steder placeret i et kontor eller lignende så der er nem adgang, og i andre tilfælde er betjeningspanelet monteret direkte på ventilationsaggregatet. Nogen steder er der mulighed for at fjernovervåge/styre driften af ventilationsanlæggene centralt, - f.eks. hos kommunens driftsorganisation.

Det vurderes, at driften af ca. en tredjedel af ventilationsanlæggene overvåges og kontrolleres centralt.



Figur 4.14. Indblæsningsarmaturer



Figur 4.15. Decentral enhed til indstilling af indstilling af ønsket rumtemperatur og flow

Belysning

I lidt ældre daginstitutioner, der ikke er energirenoverede, er belysningen manuelt betjent med kontakter ved dørene. I nyere daginstitutioner samt daginstitutioner der er energirenoverede, er belysningen styret med bevægelsesmeldere. Desuden er der i nogle tilfælde etableret dagslysstyring i de områder, hvor der er dagslysindfald. Det vurderes, at belysningen i ca. halvdelen af daginstitutionerne er manuelt betjent. Det er ingen steder muligt at overvåge om og hvor belysningen er tændt.



Figur 16. Belysningsarmaturer i lokale i daginstitution med manuel styring (kontakt på væg)

CTS-anlæg

Der er ofte ikke etableret et CTS-anlæg, men bygningens tekniske installationer styres af lokale standalone styringer. I nogle tilfælde er der installeret et CTS-anlæg, hvor bygningens varme- og ventilationsanlæg kan styres og overvåges. I andre tilfælde er der etableret fjernovervågning af de væsentligste anlæg, f.eks. varme- og ventilationsanlæg, så en central drifts- og vedligeholdelsesorganisation kan overvåge anlæggene. I disse tilfælde er mulighederne for at styre anlæggene normalt begrænset til basale funktioner som start/stop af anlæg, overvågning af temperaturer, indstilling af driftstider og fællesalarm.

Ny daginstitution >2010

Varme

Disse typer bygninger opvarmes typisk med fjernvarme eller naturgas, og varmen tilføres bygningen gennem radiatoranlæg og/eller gulvarmeanlæg.

Varmetilførslen til de enkelte lokaler styres ofte med motorventiler efter signal fra temperaturfølere anbragt på væggene i hvert enkelt lokale. Fremløbstemperaturen reguleres efter udetemperaturen.

I varmeanlægget benyttes typisk omdrejningstalsregulerbare cirkulationspumper.

Varmt brugsvand

Det varme brugsvand produceres typisk af varmtvandsbeholdere. I nogle tilfælde kan det også være brugsvandsvekslere. Varmetilførslen sker via on/off-ventiler, der måler vandtemperaturen i beholderen, og varmetilførslen styres af enten en ECL eller et CTS-anlæg.

Ventilation

Stuer, fællesområder etc. er mekanisk ventileret af et vist antal ventilationsanlæg. Ventilationsanlæggenes ydelse styres typisk af kombinerede temperatur- og CO₂ følere monteret på væggene i de enkelte klasselokaler og fælles-områder således, at lokalerne ventileres efter behov (VAV). Varmegenvindingen styres typisk modulerende ved at justere hastigheden på den roterende veksler eller ved at justere by-passet på krydsvarmeveksleren. Indblæsningstemperaturen reguleres efter udetemperaturen.

Belysning

Belysningen styres næsten overalt af PIR- og dagslyssensorer således, at lyset er tændt efter persontilstedeværelse og behov. Desuden er belysningen ofte sektionsopdelt, så områder inderst i lokalerne kan tilføres mere lys end de områder der er tæt på vinduerne. Belysningen kan tændes/slukkes aktivt på tryk ved dørene / i områderne.



Figur 17 Belysningsanlæg med LED-armaturer samt PIR- og dagslyssensorer

CTS-anlæg

Der er typisk installeret et CTS-anlæg, hvor bygningens varme- og ventilationsanlæg kan styres og overvåges. CTS-anlægget tilgås primært af kommunens driftsansvarlige for bygningen og kun i begrænset omfang den lokale organisation.

4.2. Skoler

4.2.1. Nuværende bygningsautomatik

Skole < 1960

Varme

Bygningerne opvarmes typisk med fjernvarme eller naturgas, og varmen tilføres bygningen gennem radiatoranlæg.

Varmetilførslen til de enkelte lokaler styres ofte med termostatiske radiatorventiler. Fremløbstemperaturen reguleres efter udetemperaturen.

I varmeanlægget benyttes typisk omdrejningstalsregulerbare cirkulationspumper, da cirkulationspumperne ofte er udskiftet til nyere typer.

Varmeanlægget forsyner ligeledes bygningernes ventilationsanlæg. Varmeanlægget styres ofte med en lokal regulator, - f.eks. en Danfoss ECL-enhed, der normalt fjernovervåges. I nogle tilfælde er der etableret et CTS-anlæg, der styrer varmeanlægget.

Varmt brugsvand

Det varme brugsvand produceres typisk af varmtvandsbeholdere. Varmetilførslen sker via on/off-ventiler, der måler vandtemperaturen i beholderen. I nogle tilfælde styres varmetilførslen af en Danfoss ECL-enhed eller CTS-anlægget, hvis et sådant er etableret.

Ventilation

Klasselokaler, fællesområder etc. er i en del tilfælde ikke mekanisk ventileret, men friskluft tilføres ved åbning af vinduer. I nogle tilfælde er der etableret mekanisk ventilation på et tidspunkt for at forbedre indeklimaet. I de tilfælde er ventilationsanlæggenes ydelse (luftmængder) er typisk konstante (CAV) og anlæggene er ur-styrede. Ventilationsanlæggenes varmegenvinding er i de fleste tilfælde krydsvexlere, og de styres modulerende ved at justere by-passet på varmeveksleren. Indblæsningstemperaturen er i fyringssæsonen indstillet til en konstant værdi, og der er ikke termofølere i klasselokalerne etc.

Belysning

Belysningen styres typisk manuelt med kontakter på væggen ved dørene. Hvis bygningen er blev energirenoveret, er der ofte opsat PIR-sensorer således, at lyset er tændt efter persontilstedeværelse. Desuden er der i nogle tilfælde etableret dagslysstyring i de områder, hvor der er dagslysfald.

CTS-anlæg

Der er ofte ikke etableret et CTS-anlæg, men bygningens tekniske installationer styres af lokale standalone styringer. I nogle tilfælde er der installeret et CTS-anlæg, hvor bygningens varme-, køle- og ventilationsanlæg kan styres og overvåges. I andre tilfælde er der etableret fjernovervågning af de væsentligste anlæg, f.eks. varme- og ventilationsanlæg, så en central drifts- og vedligeholdelsesorganisation kan overvåge anlæggene. I disse tilfælde er mulighederne for at styre anlæggene normalt begrænset til basale funktioner som start/stop af anlæg, overvågning af temperaturer, indstilling af driftstider og fællesalarm.

Skole 1960 - 1990

Varme

Bygningerne opvarmes typisk med fjernvarme eller naturgas og varmen tilføres bygningen gennem radiatoranlæg.

Varmetilførslen til de enkelte lokaler styres ofte med motorventiler efter signal fra temperaturfølere anbragt på væggene i hvert enkelt lokale.

Fremløbstemperaturen reguleres efter udetemperaturen. I varmeanlægget benyttes typisk omdrejningstalsregulerbare cirkulationspumper.



Figur 4.16. Blandekredse til radiatorsystemer og omdrejningstalsregulerbare cirkulationspumper



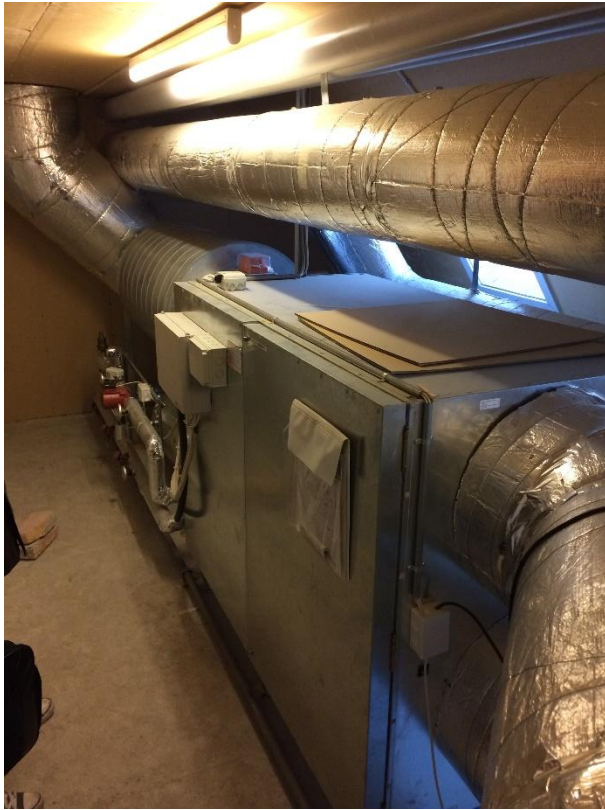
Figur 4.17. Motorventil på radiator

Varmt brugsvand

Det varme brugsvand produceres typisk af varmtvandsbeholdere. I nogle tilfælde kan det også være brugsvandsvekslere. Varmetilførslen sker via on/off-ventiler, der måler vandtemperaturen i beholderen.

Ventilation

Klasselokaler, fællesområder etc. er i en del tilfælde ikke mekanisk ventileret, men friskluft tilføres ved åbning af vinduer. I nogle tilfælde er der etableret mekanisk ventilation på et tidspunkt for at forbedre indeklimaet. I de tilfælde er ventilationsanlæggenes ydelse (luftmængder) er typisk konstante (CAV) og anlæggene er ur-styrede. Ventilationsanlæggenes varmegenvinding er i de fleste tilfælde krydsvekslere, og de styres modulerende ved at justere bypass'et på varmeveksleren. Indblæsningstemperaturen er i fyringssæsonen indstillet til en konstant værdi.



Figur 4.18. Ventilationsanlæg med indblæsning og udsugning samt varmegenvinding

Belysning

Belysningen styres typisk manuelt med kontakter på væggen ved dørene. Hvis bygningen er blevet energirenoveret, er der ofte opsat PIR-sensorer således, at lyset er tændt efter persontilstedeværelse. Desuden er der i nogle tilfælde etableret dagslysstyring i de områder, hvor der er dagslysindfald.



Figur 4.19. Belysningsarmaturer i klasselokale med manuel styring (kontakt på væg)

CTS-anlæg

Der er ofte ikke etableret et CTS-anlæg, men bygningens tekniske installationer styres af lokale standalone styringer. I nogle tilfælde er der installeret et CTS-anlæg, hvor bygningens varme-, køle- og ventilationsanlæg kan styres og overvåges. I andre tilfælde er der etableret fjernovervågning af de væsentligste anlæg, f.eks. varme- og ventilationsanlæg, så en central drifts- og vedligeholdelsesorganisation kan overvåge anlæggene. I disse tilfælde er mulighederne for at styre anlæggene normalt begrænset til basale funktioner som start/stop af anlæg, overvågning af temperaturer, indstilling af driftstider og fællesalarm.

Skole 1990 - 2010

Varme

Disse typer bygninger opvarmes typisk med fjernvarme eller naturgas, og varmen tilføres bygningen gennem radiatoranlæg og/eller gulvarmeanlæg.

Varmetilførslen til de enkelte lokaler styres ofte med motorventiler efter signal fra temperaturfølere anbragt på væggene i hvert enkelt lokale. Fremløbstemperaturen reguleres efter udetemperaturen.

I varmeanlægget benyttes typisk omdrejningstalsregulerbare cirkulationspumper, da pumperne er blevet udskiftet siden bygningens opførelse.



Figur 4.20. Blandekredse til radiatorsystemer og omdrejningstalsregulerbare cirkulationspumper



Figur 4.21. Motorventil på radiator

Varmt brugsvand

Det varme brugsvand produceres typisk af varmtvandsbeholdere. I nogle tilfælde kan det også være brugsvandsvekslere. Varmetilførslen sker via on/off-ventiler, der måler vandtemperaturen i beholderen. Produktionen af varmt brugsvand styres ofte af en Danfoss ECL-enhed eller over et CTS-anlæg.

Ventilation

Klasselokaler, fællesområder etc. er mekanisk ventileret af et vist antal ventilationsanlæg. Ventilationsanlæggenes ydelse styres typisk af kombinerede temperatur- og CO₂ følere monteret på væggene i de enkelte klasselokaler og fælles-områder således, at lokalerne ventileres efter behov (VAV). Varmegenvindingen styres typisk modulerende ved at justere hastigheden på den roterende veksler eller ved at justere by-passet på krydsvarmeveksleren. Indblæsningstemperaturen reguleres efter udetemperaturen.



Figur 4.22. Ventilationsanlæg med indblæsning og udsugning samt varmegenvinding

Belysning

Belysningen styres typisk manuelt med kontakter på væggen ved dørene eller der er opsat PIR-sensorer således, at lyset er tændt efter persontilstedeværelse. Hvis bygningen er blevet energirenoveret, er der i nogle tilfælde etableret dagslysstyring i de områder, hvor der er dagslysindfald.



Figur 4.23. Belysningsarmaturer i klasselokale PIR-sensor placeret på væg



Figur 4.24. PIR-sensor placeret på væg

CTS-anlæg

Der er styres ofte et CTS-anlæg, hvor bygningens varme-, køle- og ventilationsanlæg kan styres og overvåges. I andre tilfælde er der etableret fjernovervågning af de væsentligste anlæg, f.eks. varme- og ventilationsanlæg, så en central drifts- og vedligeholdelsesorganisation kan overvåge anlæggene. I disse tilfælde er mulighederne for at styre anlæggene normalt begrænset til basale funktioner som start/stop af anlæg, overvågning af temperaturer, indstilling af driftstider og fællesalarm.

Ny skole >2010

Varme

Disse typer bygninger opvarmes typisk med fjernvarme eller naturgas, og varmen tilføres bygningen gennem radiatoranlæg og/eller gulvarmeanlæg.

Varmetilførslen til de enkelte lokaler styres som regel med motorventiler efter signal fra temperaturfølere anbragt på væggene i hvert enkelt lokale. Fremløbstemperaturen reguleres efter udetemperaturen.

I varmeanlægget benyttes omdrejningsregulerbare cirkulationspumper.



Figur 4.25. Blandekredse til radiatorsystem og omdrejningsregulerbare cirkulationspumper

Varmt brugsvand

Det varme brugsvand produceres typisk af varmtvandsbeholdere eller brugsvandsvekslere. Varmetilførslen sker via on/off-ventiler, der måler vandtemperaturen i beholderen. Varmtvandsproduktionen styres af bygningens CTS-anlæg.

Ventilation

Klasselokaler, fællesområder etc. er mekanisk ventileret af et vist antal ventilationsanlæg. Ventilationsanlæggenes ydelse styres typisk af kombinerede temperatur- og CO₂-følere monteret på væggene i de enkelte klasselokaler og fælles-områder således, at lokalerne ventileres efter behov (VAV). Varmegenvindingen styres modulerende ved at justere hastigheden på den roterende veksler eller

ved at justere by-passet på krydsvarmeveksleren. Indblæsningstemperaturen reguleres efter ude-temperaturen.

Belysning

Belysningen styres næsten overalt af PIR- og dagslyssensorer således, at lyset er tændt efter person-tilstedeværelse og behov. Desuden er belysningen ofte sektionsopdelt, så områder inderst i lokalerne kan tilføres mere lys end de områder der er tæt på vinduerne. Belysningen kan tændes/slukkes aktivt på tryk ved dørene / i områderne.



Figur 4.26. Belysningsarmaturer styret af PIR- og dagslyssensorer

CTS-anlæg

Der er typisk installeret et CTS-anlæg, hvor bygningens varme- og ventilationsanlæg kan styres og overvåges. CTS-anlægget tilgås primært af kommunens driftsansvarlige for bygningen og kun i begrænset omfang den lokale organisation.

4.3. Kontorejendomme

4.3.1. Nuværende bygningsautomatik

Kontorbygning < 1960

Varme

Kontorbygninger opvarmes typisk med fjernvarme eller naturgas og varmen tilføres bygningerne gennem radiatoranlæg og ved opvarmning af ventilationsluften.

Varmetilførslen til de enkelte lokaler styres med termostatventiler for hver radiator. Termostatventilerne kan være med en temperaturføler, som er placeret i rummet. Fremløbstemperaturen reguleres efter udetemperaturen og tilføres radiatorsystemerne via blandekredse.

I varmeanlægget benyttes typisk omdrejningstalsregulerbare cirkulationspumper, da pumperne er blevet udskiftet.

Varmt brugsvand

Det varme brugsvand produceres typisk af varmtvandsbeholdere. Varmetilførslen sker via on/off-ventiler, der styres af vandtemperaturen i beholderen. I nogle tilfælde er der installeret brugsvandsvekslere, der i de fleste tilfælde styres med en motorventil.

Ventilation

Kontorlokalerne, fællesområder etc. er i en del tilfælde ikke mekanisk ventileret, men friskluft tilføres ved åbning af vinduer. I nogle tilfælde er der etableret mekanisk ventilation på et tidspunkt for at forbedre indeklimaet. I de tilfælde er ventilationsanlæggenes ydelse (luftmængder) er typisk konstante (CAV) og anlæggene er urstyrede. Ventilationsanlæggenes varmegenvinding er i de fleste tilfælde krydsvekslere, og de styres modulerende ved at justere by-passet på varmeveksleren. Indblæsningstemperaturen er i fyringssæsonen indstillet til en konstant værdi.

Mekanisk køling

Der er typisk ikke installeret mekanisk køling.

Belysning

Belysningen styres typisk manuelt med kontakter på væggen ved dørene. Hvis bygningen er blev energirenoveret, er der ofte opsat PIR sensorer således, at lyset er tændt efter persontilstedeværelse. Desuden er der i nogle tilfælde etableret dagslysstyring i de områder, hvor der er dagslysfald.

CTS-anlæg

Der er ofte ikke etableret et CTS-anlæg, men bygningens tekniske installationer styres af lokale standalone styringer. I nogle tilfælde er der installeret et CTS-anlæg på et tidspunkt, hvor bygningens varme- og køleanlæg samt ventilationsanlæg kan styres og overvåges. Ofte er det dog sådan at det ikke er alle energiforbrugende anlæg der er kan overvåges fra CTS-anlægget, og mulighederne for at styre de anlæg der er på CTS anlægget er begrænset til basale funktioner som start/stop af anlæg, overvågning af temperaturer, indstilling af driftstider og fællesalarm.

Kontorbygning 1960 - 1990

Varme

Bygningerne opvarmes typisk med fjernvarme eller naturgas, og varmen tilføres bygningerne gennem radiatoranlæg og ved opvarmning af ventilationsluften. Varmetilførslen til de enkelte lokaler styres med termostatventiler for hver radiator. Termostatventilerne kan være med en temperaturføler, som er placeret i rummet. Fremløbstemperaturen reguleres efter udetemperaturen og tilføres radiatorsystemerne via blandekredse. I varmeanlægget benyttes typisk omdrejningsregulerbare cirkulationspumper.



Figur 4.27. Blandekredse til radiatorsystem og omdrejningsregulerbare cirkulationspumper



Figur 4.28. Radiatorer med manuelle termostatventiler

Varmt brugsvand

Det varme brugsvand produceres typisk af varmtvandsbeholdere. Varmetilførslen sker via on/off-ventiler, der styres af vandtemperaturen i beholderen. I nogle tilfælde er der installeret brugsvandsvekslere, der i de fleste tilfælde styres med en motorventil.

Ventilation

Kontorlokalerne, fællesområder etc. er i en del tilfælde ikke mekanisk ventileret, men friskluft tilføres ved åbning af vinduer. I nogle tilfælde er der etableret mekanisk ventilation på et tidspunkt for at forbedre indeklimaet. I de tilfælde er ventilationsanlæggenes ydelse (luftmængder) er typisk konstante (CAV) og anlæggene er ur-styrede. Ventilationsanlæggenes varmegenvinding er i de fleste tilfælde krydsvekslere, og de styres modulerende ved at justere by-passet på varmeveksleren. Indblæsnings-temperaturen er i fyringssæsonen indstillet til en konstant værdi.



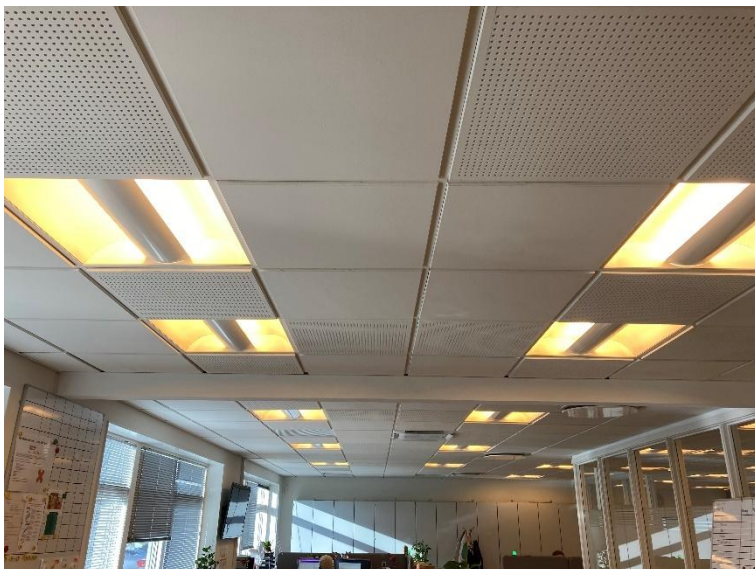
Figur 4.29. Ventilationsanlæg med indblæsning og udsugning samt varmevenvinding

Mekanisk køling

Der er typisk ikke installeret mekanisk køling.

Belysning

Belysningen styres typisk manuelt med kontakter på væggen ved dørene. Hvis bygningen er blevet energirenoveret, er der ofte opsat PIR sensorer således, at lyset er tændt efter persontilstedeværelse. Desuden er der i nogle tilfælde etableret dagslysstyring i de områder, hvor der er dagslysindfald.



Figur 4.30. Belysningsarmaturer (indbyggede) med manuel styring (kontakt på væg)

CTS-anlæg

Der er ofte ikke etableret et CTS-anlæg, men bygningens tekniske installationer styres af lokale stand-alone styringer. I del tilfælde er der installeret et CTS-anlæg, hvor bygningens varme-, køle- og ventilationsanlæg kan styres og overvåges. Ofte er det dog sådan at det ikke er alle energiforbrugende anlæg der kan overvåges fra CTS-anlægget, og mulighederne for at styre de anlæg der er på CTS anlægget er begrænset til basale funktioner som start/stop af anlæg, overvågning af temperaturer, indstilling af driftstider og fællesalarm.

Kontorbygning 1990 – 2010

Varme

Bygningerne opvarmes typisk med fjernvarme eller naturgas, og varmen tilføres bygningerne gennem radiatoranlæg og ved opvarmning af ventilationsluften.

Varmetilførslen til de enkelte lokaler styres med termostatventiler for hver radiator. Der benyttes også motorventiler, hvor ventilen reguleres efter en temperaturføler opsat i det enkelte lokale eller styres centralt fra et CTS-anlæg. Fremløbstemperaturen reguleres efter udetemperaturen og tilføres radiatorsystemerne via blandekredse.

I varmeanlægget benyttes typisk omdrejningstalsregulerbare cirkulationspumper.

Varmt brugsvand

Det varme brugsvand produceres typisk af varmtvandsbeholdere. Varmetilførslen sker via on/off-ventiler, der styres af vandtemperaturen i beholderen. I nogle tilfælde er der installeret brugsvandsvekslere, der i de fleste tilfælde styres med en motorventil. Varmtvandsproduktionen styres ofte enten af en Danfoss ECL-enhed eller CTS-anlægget, hvis et sådant er installeret.

Ventilation

Kontorlokaler, fællesområder etc. er typisk mekanisk ventileret af et antal ventilationsanlæg. Ventilationsanlæggenes ydelse styres typisk af kombinerede temperatur- og CO₂ følere monteret på væggene i de enkelte lokaler og fællesområder således, at lokalerne ventileres efter behov (VAV). Ventilationsanlæggenes er altid trykstyrede. Varmegenvindingen styres typisk modulerende ved at justere hastigheden på den roterende veksler eller ved at justere by-passet på krydsvarmeveksleren. Indblæsningstemperaturen reguleres efter udetemperaturen.



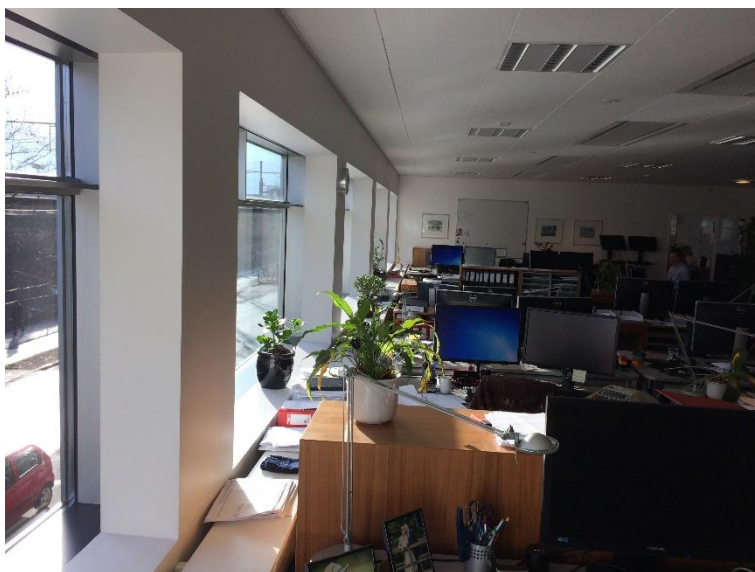
Figur 4.31. Temperatur- og CO₂-sensor på væg

Mekanisk køling

Der er ofte installeret et mekanisk køleanlæg i bygningerne. Kølingen tilføres typisk køleflader i ventilationsanlæggene af et kølevandssystem, der i nogle tilfælde er udetemperaturkompenseret. Kulde tilførslen på de enkelte kølesteder styres fortrinsvis med motorventiler. I køleanlægget benyttes typisk omdrejningstalsregulerbare cirkulationspumper.

Belysning

Belysningen styres typisk overalt af PIR sensorer således, at lyset er tændt efter persontilstedeværelse. Desuden er der ofte etableret dagslysstyring i de områder, hvor der er dagslysindfald. Dagslysstyringen kan være zoneopdelt, så belysningen dæmpes mest i de områder, hvor der er størst dagslysindfald. Belysningen kan ofte afbrydes manuelt, hvis det ønskes.



Figur 4.32 Belysningsanlæg med dagslysstyring (lyskilderne er slukket tæt på vinduerne)

CTS-anlæg

Der er typisk installeret et CTS-anlæg, hvor bygningens varme-, køle- og ventilationsanlæg kan styres og overvåges. I CTS-anlægget sker der ligeledes opsamling af driftsdata og energiforbrug.

Ny kontorbygning - >2010

Varme

Bygningerne opvarmes typisk med fjernvarme eller naturgas, og varmen tilføres bygningerne gennem radiatoranlæg og ved opvarmning af ventilationsluften.

Varmetilførslen til de enkelte lokaler styres typisk med motorstyrede radiatorventiler. I nogle få tilfælde er der anvendt almindelige termostatventiler. Fremløbstemperaturen reguleres efter udetemperaturen og varmen tilføres radiatorkredsene via blandekredse.

I varmeanlægget benyttes omdrejningstalsregulerbare cirkulationspumper.



Figur 4.33 Blandekredse med omdrejningstalsregulerbare cirkulationspumper



Figur 4.34 Forindstillelig manuel termostatventil

Varmt brugsvand

Det varme brugsvand produceres typisk af varmtvandsbeholdere. Varmetilførslen sker via on/off-ventiler, der styres af vandtemperaturen i beholderen. I nogle tilfælde er der installeret brugsvandsvekslere, der i de fleste tilfælde styres med en motorventil. Varmtvandsproduktionen styres af bygningens CTS-anlæg.

Ventilation

Kontorlokaler, fællesområder etc. er ventileret af mekaniske ventilationsanlæg. Ventilationsanlæggenes ydelse styres typisk af kombinerede temperatur- og CO₂ følere monteret på væggene i de enkelte lokaler og fællesområder således, at lokalerne ventileres efter behov (VAV). Ventilationsanlæggene er altid trykstyrede. Varmegenvindingen styres typisk modulerende ved at justere hastigheden på den roterende veksler eller ved at justere by-passet på krydsvarmeveksleren. Indblæsningstemperaturen reguleres efter udetemperaturen.



Figur 4.35. Temperatursensor placeret på væggen



Figur 4.36. VAV-armatur (indblæsning)

Mekanisk køling

Der er ofte installeret et mekanisk køleanlæg i bygningerne. Kølingen tilføres ventilationsanlæggenes køleflader af et kølevandssystem, der er udetemperaturkompenseret. Kuldetilførslen på de enkelte kølesteder styres fortrinsvis med motorventiler. I køleanlægget benyttes typisk omdrejningstalsregulerbare cirkulationspumper.



Figur 4.37. Kølekreds som forsyner køleflade i ventilationsanlæg. I kølekredsen er monteret en omdrejningstalregulerbar cirkulationspumpe

Belysning

Belysningen styres typisk overalt af PIR sensorer således, at lyset er tændt efter persontilstedeværelse. Desuden er der ofte etableret dagslysstyring i de områder, hvor der er dagslysindfald. Dagslysstyringen kan være zoneopdelt, så belysningen dæmpes mest i de områder, hvor der er størst dagslysindfald.

Belysningen kan ofte afbrydes manuelt, hvis det ønskes.



Figur 4.38. Belysningsarmaturer i kontorlokale med bevægelses- og dagslyssensorer



Figur 4.39. Bevægelses- og dagslyssensor

CTS-anlæg

Der er typisk installeret et CTS-anlæg, hvor bygningens varme-, køle- og ventilationsanlæg, belysning etc. kan styres og overvåges. I CTS-anlægget sker der ligeledes opsamling af driftsdata og energiforbrug.

5. Cases

5.1. Skoler

Case 1

Bygningen anvendes som folkeskole for 0-9. klassetrin og SFO. Skolen er opført i 1972, og er tilbygget i 1990.

Skolens installationer er løbende renoveret og der er f.eks. nyere lysarmaturer styret af PIR-sensorer stort set overalt.

Klimaskærmen er fra opførelsestidspunkterne ligesom de fleste af installationerne. Der er ikke adgang til CTS-anlægget på skolen, men installationerne kan tilgås fra en ekstern PC.

Det nuværende CTS-system er en kombination af to ældre systemer, der kun kan tilgås fra en ekstern PC. Det er muligt at foretage en basal overvågning og styring af varme- og ventilationsanlæggene, men ingen af systemerne rummer de muligheder der kræves jf. BR18 til overvågning, styring og kontrol.

Bygningerne opvarmes med fjernvarme og varmen tilføres bygningerne gennem radiatoranlæg.

Endelig opvarmes luften i ventilationsanlæggene. Varmetilførslen til de enkelte lokaler styres med manuelt betjente radiatorventiler for hver radiator.

Det varme brugsvand produceres af en gennemstrømningsvandvarmer.

Der er mekanisk ventilation i klasselokaler, fællesområder etc. Disse anlæg styres efter indblæsnings-temperaturen og driftes typisk med konstant luftmængde (CAV) i fællesområder og med variabel luftmængde (VAV) i klasselokalerne styret af CO₂-følere. Temperaturen i hver zone styres af en temperaturføler i zonen. Ventilationsanlæggene er i drift i fastsatte tidsrum.

Belysningen styres næsten overalt af PIR sensorer, således at lyset er tændt efter persontilstedeværelse.



Figur 5.1. Varmesystem (fjernvarmeveksler)



Figur 5.2. Ventilationsanlæg med indblæsning og udsugning samt varmegenvinding

Bygningsautomatik

Der er installeret et CTS-system der kan tilgås fra en ekstern PC. Bygningernes varme- og ventilationsanlæg kan styres og overvåges fra den eksterne PC. El- og varmekonsumet opgøres ved fjernaf-læsning af hovedmålerne.

Overholdelse af krav i BR18

Set i forhold til det nuværende automatiseringsniveau i bygningerne vil det være nødvendigt at etablere et nyt CTS, der indeholder nedenstående funktioner inklusiv tilhørende sensorer m.m. for at opfylde kravene til bygningsautomatik jf. BR18:

- Opdatering af CTS-anlæg og program, så det sammenholder/analyserer det forventede el- og varmekonsum (ud fra en korrigeret Be18-beregning) med det faktisk realiserede, korrigerede forbrug (ca. 726.000 kr.)
- Etablering af motorstyrede radiatorventiler de steder hvor det ikke er tilfældet (ca. 2.609.000 kr.)
- Etablering af automatisk lysstyring de steder hvor det ikke er tilfældet (ca. 749.000 kr.)

Det vurderes, at det vil koste samlet at koste **ca. 4.084.000 kr.** at bringe bygningsautomatikken op på et niveau, der overholder BR18's krav. Omkostningerne er estimeret med det beregningsværktøj, der er udviklet i projektet for Realdania.

Bygningens årlige energiforbrug er 1061,4 MWh_{fjernvarme} og 270 MWh_{el}, hvilket medfører den årlige udgift er på **ca. 1.167.200 kr.** (573.200 kr. til fjernvarme og 594.000 kr. til elforbrug).

Det bemærkes, at ca. 22% af det totale varmekonsum anvendes til varmtvand, hvilket er en sædvanlig men høj andel af det samlede varmekonsum.

Det vurderes, at den forbedrede bygningsautomatik kan reducere el- og varmemeforbruget med henholdsvis **ca. 19% og 19%**. Besparelspotentialerne er estimeret med det beregningsværktøj, der er udviklet i projektet for Realdania.

Den årlige værdi af energibesparelsen er ca. 276.200 kr. Jf. BR18 anses investeringen som rentabel, hvis den er lavere end $276.200 \text{ kr.} \cdot 15/1,33 = \mathbf{3.115.000 \text{ kr.}}$, hvilket ikke er tilfældet.

Der er derfor set på om der er dele af de nævnte opdateringer af bygningsautomatikken, der er rentable, - enten hver for sig eller samlet.

Beregningerne viser, at energibesparelsen ved at etablere motorstyrede radiatorventiler har meget dårlig rentabilitet. Hvis denne del af den supplerende automatik tages ud af beregningerne, bliver investeringen reduceret til ca. 1.475.000 kr., mens værdien af den årlige energibesparelse bliver 222.400 kr. Da investeringen nu er lavere end $222.400 \text{ kr.} \cdot 15/1,33 = \mathbf{2.508.300 \text{ kr.}}$ er bygningsejeren er således **pligtig** til at gennemføre projekterne vedrørende automatisk lysstyring og opdatering af CTS-anlægget.

Case 2

Bygningen anvendes som folkeskole for 0-9. klassetrin samt som SFO for de mindste klasser. Der er opført en sportshal umiddelbart ved skolen. Bygningerne er opført i 1975, og er løbende renoveret i et vist omfang. Der foregår p.t. en renovering af nogle faglokaler (sløjde, fysisk etc.) med ny belysning og ventilation.

Klimaskærmen er fra opførelsestidspunktet ligesom de fleste af installationerne. Der er ikke adgang til CTS- anlægget på skolen, men installationerne kan tilgås fra en ekstern PC.

Det nuværende CTS-system er et ældre TAC-system, der ikke rummer de muligheder der kræves jf. BR18 til overvågning, styring og kontrol.

Bygningerne opvarmes med fjernvarme og varmen tilføres bygningerne gennem radiatoranlæg.

Endelig opvarmes luften i de ventilationsanlæg, der er balancerede anlæg. Varmetilførslen til de enkelte lokaler styres med manuelt betjente radiatorventiler for hver radiator.

Det varme brugsvand produceres af to parallelforbundne pladevekslere, der er tilsluttet fjernvarmen.

Der er mekanisk udsugning i samtlige klasselokaler, fællesområder etc. De fleste af udsugningsanlæggene er dog ikke i drift. Desuden er der etableret mekanisk, balanceret ventilationsanlæg for faglokalerne, i tandklinikken samt i sportshallen. Disse anlæg styres efter indblæsningstemperaturen og driftes med konstant luftmængde i fastsatte tidsrum (CAV).

Belysningen styres næsten overalt af PIR-sensorer, der er indbygget i armaturerne, således at lyset er tændt efter persontilstedeværelse.



Figur 5.3. Varmesystem med omdrejningstalregulerbar cirkulationspumpe

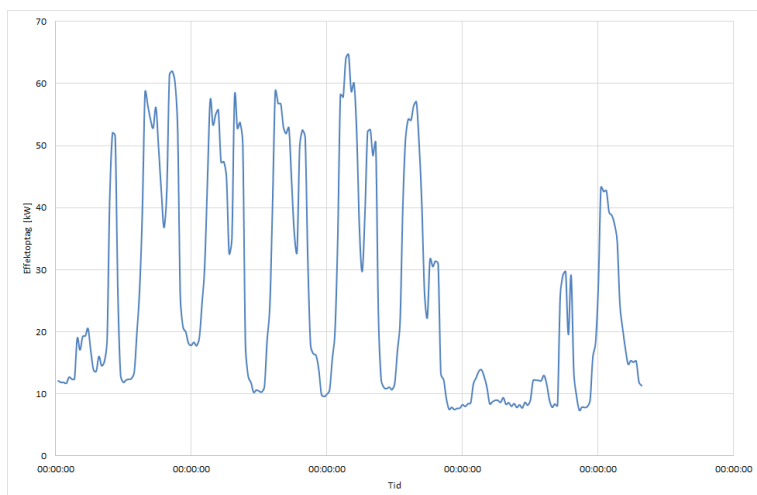


Figur 5.4. Ventilationsanlæg med indblæsning og ud-sugning samt varmegenvinding

Bygningsautomatik

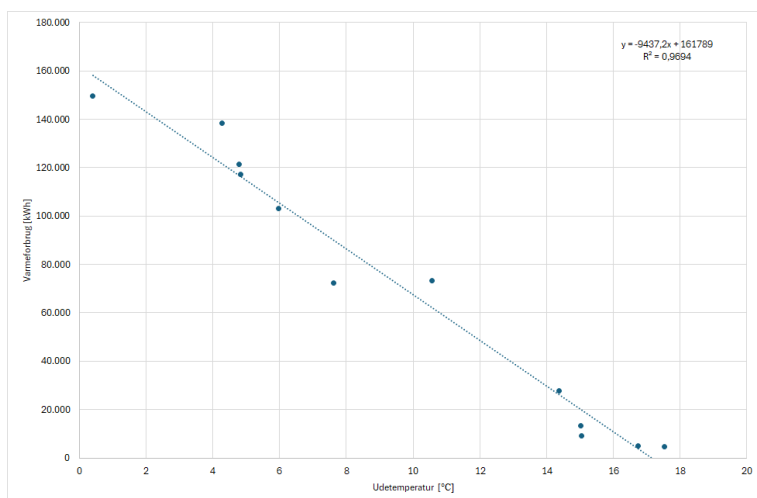
Der er installeret et ældre TAC CTS-anlæg, hvor bygningens varme- og ventilationsanlæg kan styres og overvåges. CTS-anlægget kan kun tilgås fra en ekstern PC. CTS-anlægget vil blive udskiftet i starten af 2026. El- og varmeforbruget opgøres ved fjernaflæsning af hovedmålerne.

I figur 5.5 ses data fra elmåleren i perioden 27. januar til 2. februar 2025. Som det ses, kommer belastningen aldrig under 10 kW på hverdage og 8 kW i weekender, hvilket er bemærkelsesværdigt, da de fleste tekniske anlæg er tidsstyrede. Det vurderes, at nogle af ventilationsanlæggene er i drift om natten og i weekenden.



Figur 5.5. Data fra elmåleren (mandag til fredag – timeværdier)

I figur 5.6 ses data fra varmemåleren i 2024. Som det ses, er der god overensstemmelse mellem varmeforbruget og udetemperaturen.



Figur 5.6. Data fra varmemåleren - månedlige varmeforbrug som funktion af udetemperaturen (energisignatur)

Overholdelse af krav i BR18

Set i forhold til det nuværende automatiseringsniveau i bygningen vil det være nødvendigt at etablere et nyt CTS-anlæg, der indeholder nedenstående funktioner inklusiv tilhørende sensorer m.m. for at opfylde kravene til bygningsautomatik jf. BR18:

- Ved udskiftningen af CTS-anlægget i starten af 2026 bør det sikres at det:
 - giver alarm ved f.eks. pendlende ventiler og temperaturer
 - sammenholder/analyserer det forventede el- og varmeforbrug (ud fra en korrigeret Be18'beregning) med det faktisk realiserede, korrigerede forbrug
 - analyserer af det faktiske, korrigerede el- og varmeforbrug holdt op mod bygningens energisignatur
 - viser skærbilleder med plantegning af bygningens lokaler med driftsparametre

Udover den allerede planlagte investering i nyt CTS-anlæg bliver der behov for:

- Overførsel af data fra eksisterende hovedelmålerne og nye bimålere til CTS-anlægget (300.000 kr.)
- Etablering af følere for rumtemperaturer (450.000 kr.)
- Etablering og overførsel driftsdata fra udsugnings- og ventilationsanlæg (225.000 kr.)

Det vurderes, at det vil koste **ca. 995.000 kr.** at bringe bygningsautomatikken op på et niveau, der overholder BR18's krav. Omkostninger er vurderet ved opslag i Molio Prisdata¹.

Bygningens årlige energiforbrug er 835,7 MWh_{fjernvarme} og 170 MWh_{el}, hvilket medfører den årlige udgift er på **ca. 825.300 kr.** (451.300 kr. til fjernvarme og 374.000 kr. til elforbrug).

Det bemærkes, at ca. 10% af det totale varmeforbrug anvendes til varmtvand, hvilket er en usædvanlig lav andel af det samlede varmeforbrug.

¹ MOLIO Prisdata Renovering – Fagdele Brutto 2024

Det vurderes, at den forbedrede bygningsautomatik kan reducere el- og varmemeforbruget med henholdsvis **ca. 10% og 15%**. Besparelspotentialerne er blandt andet baseret på det faktum, at det vurderes, at nogle af ventilationsanlæggene er i drift om natten og i weekenden.

Den årlige værdi af energibesparelsen er ca. 105.100 kr. Jf. BR18 anses investeringen som rentabel, hvis den er lavere end $105.100 \text{ kr.} \cdot 15/1,33 = \mathbf{1.185.000 \text{ kr.}}$, hvilket ikke er tilfældet.

Bygningsejeren er således **pligtig** til at opfylde kravene i BR18 vedrørende bygningsautomatik.

Case 3

Bygningen anvendes som sportshal til en folkeskole. Hallen er opført i 1961. Hallens installationer er i vist omfang renoveret, idet der f.eks. nyere lysarmaturer med LED-lyskilder.

Klimaskærmen er fra opførelsestidspunktet ligesom de fleste af installationerne.

Der er ikke adgang til CTS-anlægget i hallen eller på skolen, men installationerne kan tilgås fra et CTS-anlæg, der drifter en række kommunale bygninger centralt. Fra det centrale CTS-anlæg er det muligt at tilgå de tekniske installationer på et niveau, der i forhold til styring og regulering opfylder kravene i BR18. Der er skærbilleder hvor værdier for indeklimaet er vist ligesom det er muligt at få vist kurver over historiske værdier af parametrene.

Der er ikke opsamling af el- og varmemeforbrug samt analyse af udviklingen i energiforbruget samt eventuelle driftsafvigelser.

Bygningen opvarmes med fjernvarme og varmen tilføres hallen gennem strålevarmepaneler samt ventilationsanlæg.

Det varme brugsvand produceres af og distribueres fra to varmtvandsbeholdere, der er placeret på skolen som sportshallen hører til.

Der er mekanisk ventilation i hallen, omklædningsrummene etc. Disse anlæg styres efter indblæsningstemperaturen og driftes med konstant luftmængde (CAV) styret af PIR sensorer.

Belysningen styres af PIR sensorer med dagslysstyring, således at lyset er tændt efter persontilstedeværelse.



Figur 5.7. Indblæsningsventilator til sportshal

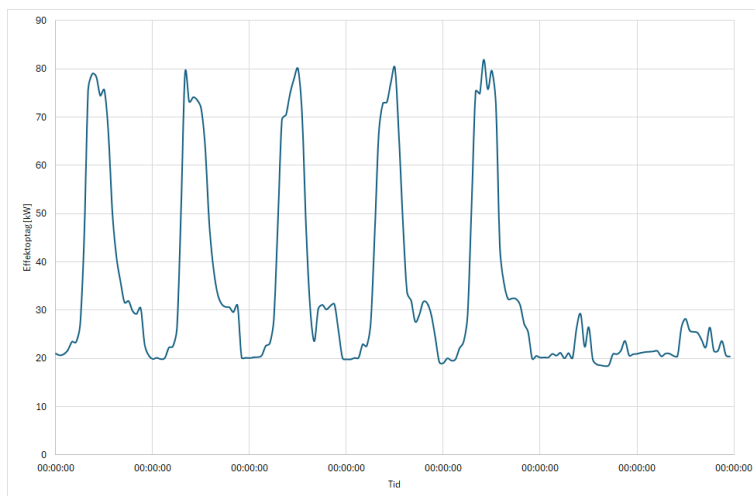


Figur 5.8. Belysningsanlæg i sportshal

Bygningsautomatik

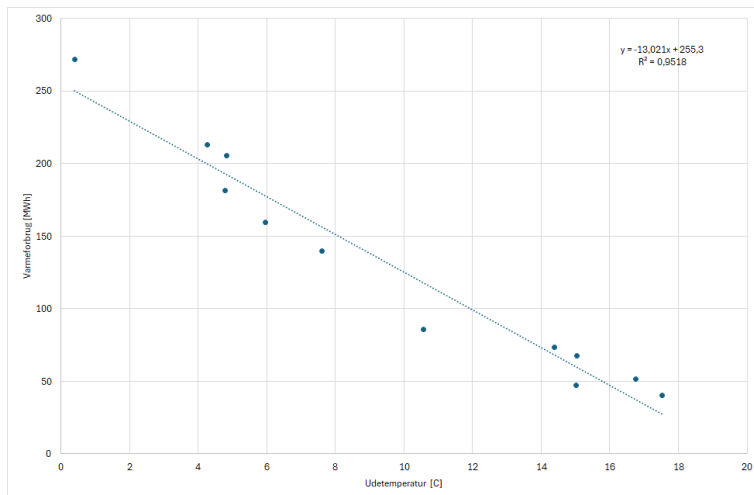
Der er installeret et nyere CTS-system fra Schneider type Ecostructure. Bygningens varme- og ventilationsanlæg kan styres og overvåges fra kommunens centrale CTS-team. El- og varmeforbruget opgøres ved fjernaflæsning af hovedmålerne for skolen. Der er ikke separate el- og varmemålere for sportshallen.

I figur 5.9 ses data fra elmåleren på hele skolen i perioden 3. til 9. marts 2025. Som det ses, kommer belastningen aldrig under 20 kW, hvilket er bemærkelsesværdigt, da de fleste tekniske anlæg er tids-styrede.



Figur 5.9. Data fra elmåleren på hele skolen (mandag til fredag – timeværdier)

I figur 5.10 ses data fra varmemåleren i 2024 på hele skolen. Som det ses, er der god overensstemmelse mellem varmemeforbruget og udetemperaturen. Energisignaturen i figur 4 kan således løbende anvendes til at følge varmemeforbruget på hele skolen.



Figur 5.10. Data fra varmemåleren på hele skolen - månedlige varmemeforbrug som funktion af udetemperaturen (energisignatur)

Overholdelse af krav i BR18

Set i forhold til det nuværende automatiseringsniveau i bygningen vil det være nødvendigt at udvide det eksisterende CTS-anlæg, så det indeholder nedenstående funktioner for at opfylde kravene til bygningsautomatik jf. BR18:

- Opdatering af CTS-anlæg og program (400.000 kr.) så det:
 - giver alarm ved f.eks. pendlende ventiler og temperaturer
 - sammenholder/analyserer det forventede el- og varmemeforbrug (ud fra en korrigeret Be18'beregning) med det faktisk realiserede, korrigerede forbrug
 - analyserer af det faktiske, korrigerede el- og varmemeforbrug holdt op mod bygningernes energisignatur
- Overførsel af data fra nye el- og varmemålere for hallen til CTS-anlægget (200.000 kr.)

Det vurderes, at det vil koste **ca. 600.000 kr.** at bringe bygningsautomatikken op på et niveau, der overholder BR18's krav.

Omkostninger er vurderet ved opslag i Molio Prisdata².

Hele skolens årlige energiforbrug inklusive hallen er ca. 1.538,0 MWh_{fjernvarme} og ca. 315 MWh_{el}, hvilket medfører den årlige udgift er på **ca. 1.546.100 kr.** (960.200 kr. til fjernvarme og 585.900 kr. til elforbrug). Det vurderes, at ca. 25% af energiforbruget anvendes i sportshallen.

² MOLIO Prisdata Renovering – Fagdele Brutto 2024

Det vurderes, at den forbedrede bygningsautomatik kan reducere el- og varmemeforbruget med henholdsvis **ca. 20% og 25%**. Besparelspotentialerne er blandt andet baseret på det faktum, at flere af ventilationsanlæggene er i drift om natten og i weekenden og at det højst tænkeligt også gælder for sportshallen.

Den årlige værdi af energibesparelsen er **ca. 89.300 kr.** Jf. BR18 anses investeringen som rentabel, hvis den er lavere end $89.300 \text{ kr.} \cdot 15/1,33 = 1.007.000 \text{ kr.}$, hvilket er tilfældet.

Bygningsejeren er således i dette tilfælde pligtig til at opfylde kravene i BR18 vedrørende bygningsautomatik.

5.2. Kontorejendomme

Case 4

Bygningen, der er opført i 2022, anvendes som rådhus for en Kommune. Rådhusets installationer, herunder bygningens automatik, er næsten nye. Da bygningen er opført efter BR18 og de krav der er heri til de energiforbrugende installationer og automatik.

Der er et centralt CTS-anlæg, og installationerne tilgås fra en ekstern PC. Det er muligt at foretage detaljeret overvågning og styring af varme- og ventilationsanlæggene, fjernkøleanlægget samt en række andre anlæg, og rummer de muligheder der kræves jf. BR18 til overvågning, styring og kontrol.

Energiforbruget ikke sammenholdes med det forventede el- og varmemeforbrug beregnet ud fra bygningens energisignatur.

Bygningen opvarmes med fjernvarme og varmen tilføres bygningen gennem radiatoranlæg og et gulvarmeanlæg.

Endelig opvarmes luften i ventilationsanlæggene. Varmetilførslen til de enkelte lokaler styres af rumtermostater.

Det varme brugsvand produceres af en gennemstrømningsvandvarmer samt i en varmtvandsbeholder (ekstra varmt vand).

Der er mekanisk ventilation overalt. Ventilationsanlæggene styres efter indblæsningstemperaturen og driftes med variabel luftmængde i fastsatte tidsrum (VAV). Udsugningen fra toiletter samt få andre rum er dog med konstant luftmængde (CAV).

Belysningen styres overalt af PIR sensorer, således at lyset er tændt efter persontilstedeværelse. Desuden er der dagslysstyring i alle rum med dagslysindfald.



Figur 5.11. Varmesystem (fjernvarmeveksler)

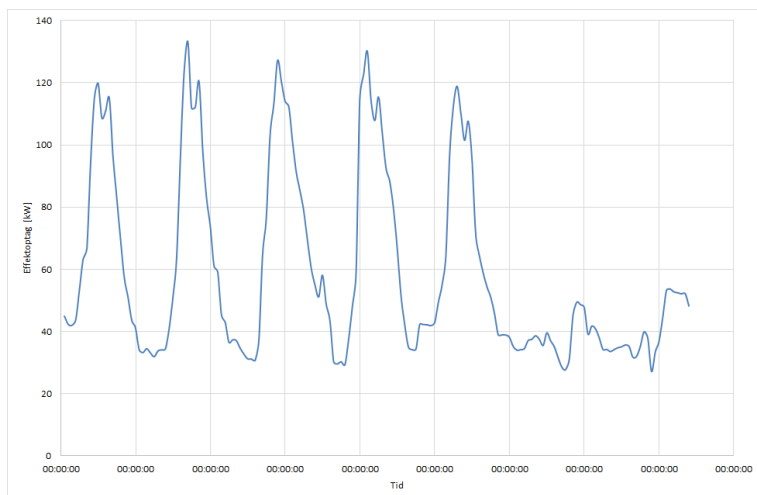


Figur 5.12. Ventilationsanlæg med indblæsning og udsugning samt varmegenvinding

Bygningsautomatik

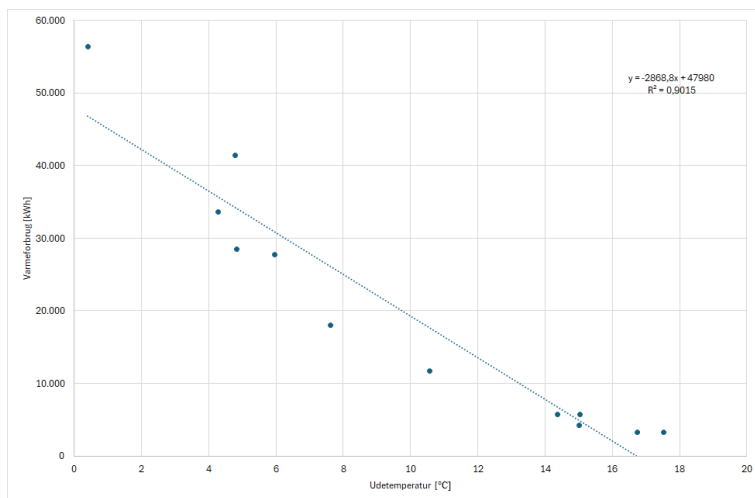
CTS-systemet tilgås fra en ekstern PC. Bygningernes varme- og ventilationsanlæg, fjernkøleanlæg samt andre anlæg kan styres og overvåges fra den eksterne PC. El- og varmekonsumet opgøres ved fjernaflæsning af hovedmålerne.

I figur 5.13 ses data fra elmåleren i perioden 27. januar til 2. februar 2025. Som det ses, kommer belastningen aldrig under 30 kW på hverdage og 28 kW i weekender, hvilket er bemærkelsesværdigt, da de fleste tekniske anlæg er tidsstyrede. Det vurderes, at flere af ventilationsanlæggene er i drift om natten og i weekenden.



Figur 5.13. Data fra elmåleren (mandag til fredag – timeværdier)

I figur 5.14 ses data fra varmemåleren i 2024. Som det ses, er der god overensstemmelse mellem varmekonsumet og udetemperaturen.



Figur 5.14. Data fra varmemåleren - månedlige varmeforbrug som funktion af udetemperaturen (energisignatur)

Overholdelse af krav i BR18

Set i forhold til det nuværende automatiseringsniveau i bygningen vil det være nødvendigt at etablere nedenstående funktioner i den eksisterende styring for at opfylde kravene til bygningsautomatik jf. BR18:

- Opdatering af CTS-system (726.000 kr.) så det:
 - sammenholder/analyserer det forventede el- og varmeforbrug (udfra en korrigeret Be18'beregning) med det faktisk realiserede, korrigerede forbrug
 - analyserer af det faktiske, korrigerede el- og varmeforbrug holdt op mod bygningens energisignatur

Det er estimeret, at det vil koste **ca. 726.000 kr.** at bringe bygningsautomatikken op på et niveau, der overholder BR18's krav. Omkostningerne er estimeret med det beregningsværktøj, der er udviklet i projektet for Realdania.

Bygningens årlige energiforbrug er 239,6 MWh_{fjernvarme} og 483 MWh_{el}, hvilket medfører den årlige udgift er på **ca. 1.192.000 kr.** (129.400 kr. til fjernvarme og 1.062.600 kr. til elforbrug).

Det bemærkes, at ca. 20% af det totale varmeforbrug anvendes til varmtvand, hvilket er en sædvanlig, men høj andel af det samlede varmeforbrug.

Det er estimeret til at være vurderes, at den forbedrede bygningsautomatik kan reducere el- og varmeforbruget med henholdsvis **ca. 4% og 18%**. Besparelspotentialerne er estimeret med det beregningsværktøj, der er udviklet i projektet for Realdania.

Den årlige værdi af energibesparelsen er 76.700 kr. Jf. BR18 anses investeringen som rentabel, hvis den er lavere end $76.700 \text{ kr.} \cdot 15/1,33 = \mathbf{865.000 \text{ kr.}}$, hvilket er tilfældet.

Bygningsejeren er således i dette tilfælde **pligtig** til at opfylde kravene i BR18 vedrørende bygningsautomatik.

Case 5

Bygningen, der er opført i 1975, anvendes som rådhus. Rådhusets installationer, herunder bygningens automatik, er i stort omfang de oprindelige.

Bygningen opvarmes med fjernvarme og varmen tilføres bygningen gennem radiatoranlæg.

Endelig opvarmes luften i ventilationsanlæggene, der er VAV-anlæg overalt. Varmetilførslen til de enkelte lokaler styres af radiatortermostater. Ventilationen, og dermed varmetilførslen til ventilationsluften, styres af rumtermostater i kontorområderne og i mødelokalerne.

Det varme brugsvand produceres af en række varmtvandsbeholdere, der er placeret så de dækker et område i bygningen. Belysningen styres overalt af PIR sensorer, således at lyset er tændt efter persontilstedeværelse. Der er ikke dagslysstyring.



Figur 5.15. Varmesystem



Figur 5.16. Ventilationsanlæg

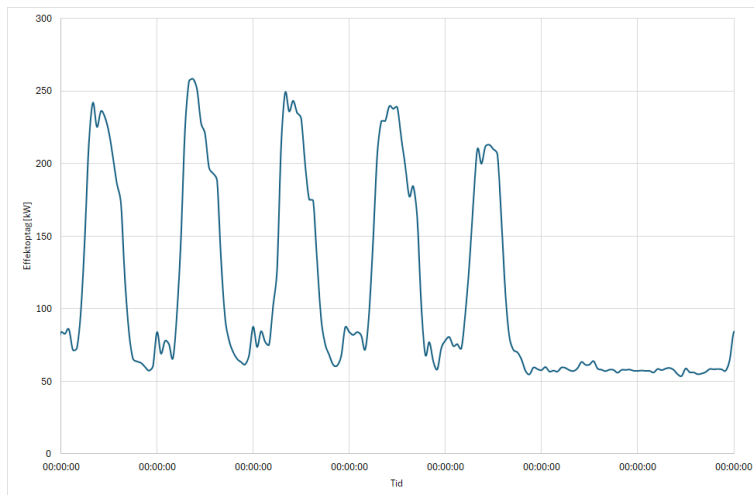
Der er et centralt CTS-anlæg, og de tekniske installationer kan tilgås fra en ekstern PC. CTS-systemet er leveret af Schneider og er af type EcoStructure. Det er muligt at foretage detaljeret overvågning og styring af varme- og ventilationsanlæggene samt en række andre anlæg, og rummer de muligheder der kræves jf. BR18 til overvågning, styring og kontrol. Energiforbruget til de tekniske anlæg tilgås ikke CTS-anlægget ligesom energiforbruget ikke sammenholdes med det forventede el- og varmekonsum beregnet ud fra bygningens energisignatur.

Bygningsautomatik

Der er installeret et CTS-system fra Schneider, der tilgås fra en PC. Bygningernes varme- og ventilationsanlæg samt andre anlæg styres og overvåges af CTS anlægget.

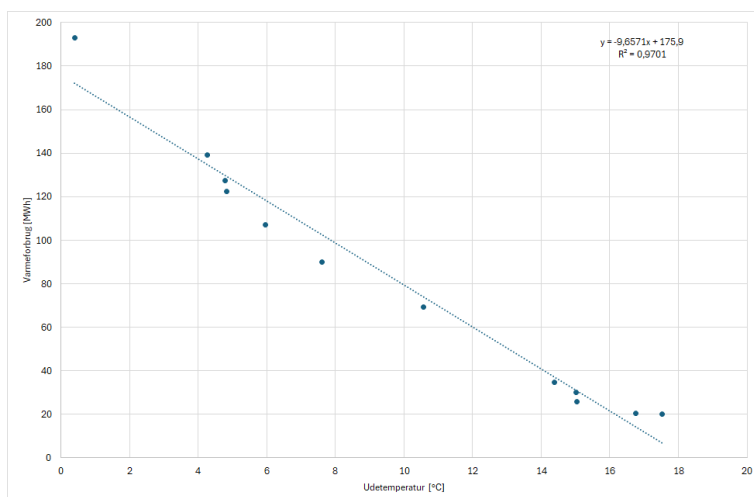
El- og varmemeforbruget opgøres ved fjernaflæsning af hovedmålerne ligesom målerdata tilgår en platform leveret af Ento, hvor målerdata bearbejdes.

I figur 5.17 ses data fra elmåleren på rådhuset i perioden 3. til 9. marts 2025. Som det ses, kommer belastningen aldrig under 55 kW, hvilket er bemærkelsesværdigt, da de fleste tekniske anlæg er tidsstyrede.



Figur 5.17. Data fra elmåleren på rådhuset (mandag til fredag – timeværdier)

I figur 5.18 ses data fra varmemåleren i 2024 på rådhuset. Som det ses, er der god overensstemmelse mellem varmemeforbruget og udetemperaturen.



Figur 5.18. Data fra varmemåleren på rådhuset - månedlige varmemeforbrug som funktion af udetemperaturen (energisignatur)

Overholdelse af krav i BR18

Set i forhold til det nuværende automatiseringsniveau i bygningen vil det være nødvendigt at etablere nedenstående funktioner i den eksisterende styring for at opfylde kravene til bygningsautomatik jf. BR18:

- Opdatering af CTS-system (1.800.000 kr.) så det:
 - giver alarm ved f.eks. pendlende ventiler og temperaturer
 - sammenholder/analyserer det forventede el- og varmekonsum (udfra en korrigeret Be18-beregning) med det faktisk realiserede, korrigerede konsum
 - analyserer af det faktiske, korrigerede el- og varmekonsum holdt op mod bygningens energisignatur
- Overførsel af data fra eksisterende hovedelmålerne og bimålere til CTS-anlægget (300.000 kr.)

Det vurderes, at det vil koste **ca. 2.100.000 kr.** at bringe bygningsautomatikken op på et niveau, der overholder BR18's krav.

Omkostninger er vurderet ved opslag i Molio Prisdata³.

Bygningens årlige energikonsum er 1.055,7 MWh_{fjernvarme} og ca. 993 MWh_{el}, hvilket medfører den årlige udgift er på **ca. 2.506.100 kr.** (659.100 kr. til fjernvarme og 1.847.000 kr. til elforbrug).

Det bemærkes, at ca. 27% af det totale varmekonsum anvendes til varmt vand, hvilket er en høj andel af det samlede varmekonsum. Varmeforbruget til varmtvand bør derfor undersøges nærmere.

Det vurderes, at den forbedrede bygningsautomatik kan reducere el- og varmekonsumet med henholdsvis **ca. 25% og 20%**. Besparelspotentialerne er blandt andet baseret på det faktum, at flere af ventilationsanlæggene er i drift om natten og i weekenden. Den årlige værdi af energibesparelsen er ca. **593.600 kr.**

Jf. BR18 anses investeringen som rentabel, hvis den er lavere end 593.600 kr. $\cdot 15/1,33 = \mathbf{6.694.400 \text{ kr.}}$, hvilket er tilfældet.

Bygningsejeren er således i dette tilfælde **pligtig** til at opfylde kravene i BR18 vedrørende bygningsautomatik.

5.3. Andet

Case 6

Bygningen anvendes som daginstitution for både vuggestue- og børnehavebørn, og den er opført i 2024. Der er plads til i alt 160 børn, heraf 60 vuggestuebørn.

Bygningen er helt ny og er stadig under indkøring.

Der er lysarmaturer med LED lyskilder overalt, der styres af PIR- og dagslyssensorer.

Bygningen opvarmes fjernvarme og der er gulvvarme overalt.

³ MOLIO Prisdata Renovering – Fagdele Brutto 2024

Der er ét ventilationsanlæg, der ventilerer hele bygningen. Dette anlæg styres efter indblæsnings-temperaturen og driftes med konstant luftmængde (CAV) efter et tidsskema.

Det varme brugsvand produceres af og distribueres fra en varmtvandsbeholder, der er placeret i et teknikrum.



Figur 5.19. Varmesystem

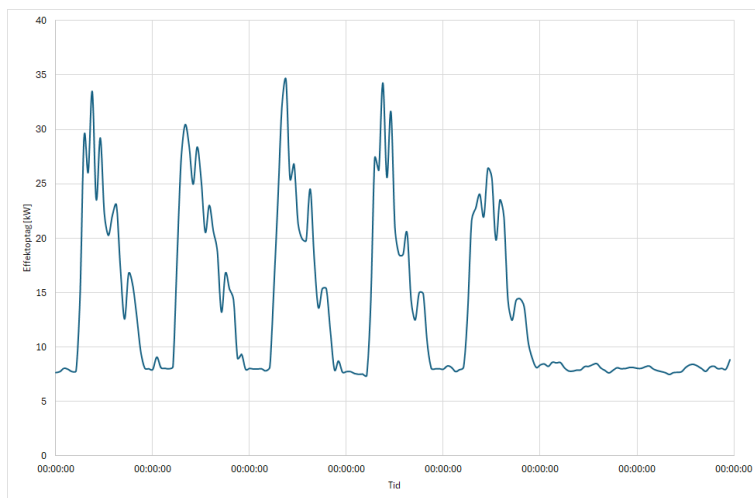


Figur 5.20. Ventilationsanlæg

Bygningens tekniske installationer er alle styret af lokale regulatorer, idet varmeanlæggets fjernvarmeveksler styres af en Danfoss ECL samt termofølere på væggen i de enkelte lokaler, ventilationsanlægget styres af den regulator, der er monteret på anlægget, og belysningen styres af PIR- og dagslyssensorer.

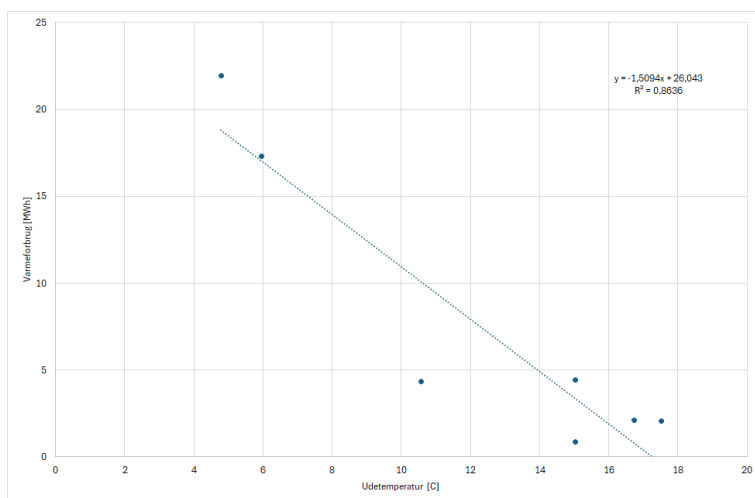
Der er ingen samlet, overordnet og fælles platform skal krævet i BR18. Der er heller ikke opsamling af el- og varmekonsum samt analyse af udviklingen i energiforbruget samt eventuelle driftsafvigelser. Der er en separat varmemåler for varmtvandsbeholderen.

I figur 5.21 ses data fra elmåleren i daginstitutionen i perioden 3. til 9. marts 2025. Som det ses, kommer belastningen aldrig under 8 kW, hvilket er bemærkelsesværdigt, da de fleste tekniske anlæg er tidsstyrede. Det vurderes, at ventilationsanlægget er i drift om natten og i weekenden.



Figur 5.21. Data fra elmåleren i daginstitutionen (mandag til fredag – timeværdier)

I figur 5.22 ses data fra varmemåleren i 2024 (juni til december). Som det ses, er der okay overensstemmelse mellem varmemeforbruget og udetemperaturen.



Figur 5.22. Data fra varmemåleren i daginstitutionen - månedlige varmemeforbrug som funktion af udetemperaturen (energisignatur)

Overholdelse af krav i BR18

Set i forhold til det nuværende automatiseringsniveau i bygningen vil det være nødvendigt at etablere et CTS-anlæg, der opfylder kravene i BR18:

- Etablering af CTS-anlæg (Opdatering af CTS-anlæg og program (1.500.000 kr.) så det:
 - det styrer og regulerer de energiforbrugende installationer
 - giver alarm ved f.eks. pendlende ventiler og temperaturer
 - sammenholder/analyserer det forventede el- og varmemeforbrug (ud fra en korrigeret Be18'beregning) med det faktisk realiserede, korrigerede forbrug

- o analyserer af det faktiske, korrigerede el- og varmemeforbrug holdt op mod bygningernes energisignatur
- Overførsel af data fra nye el- og varmemålere for hallen til CTS-anlægget (200.000 kr.)

Det vurderes, at det vil koste i alt ca. 1.700.000 kr. at bringe bygningsautomatikken op på et niveau, der overholder BR18's krav. Omkostninger er vurderet ved opslag i Molio Prisdata⁴.

Bygningens årlige energiforbrug er ca. 99 MWh_{fjernvarme} og 121 MWh_{el}, hvilket medfører den årlige udgift er på **ca. 1.167.200 kr.** (61.800 kr. til fjernvarme og 225.100 kr. til elforbrug).

Det vurderes, at den forbedrede bygningsautomatik kan reducere el- og varmemeforbruget med henholdsvis **ca. 20% og 25%**. Besparelspotentialerne er blandt andet baseret på det faktum, at ventilationsanlægget er i drift om natten og i weekenden.

Den årlige værdi af energibesparelsen er **ca. 60.500 kr.** Jf. BR18 anses investeringen som rentabel, hvis den er lavere end 60.500 kr. $\cdot 15/1,33 = 682.300 \text{ kr.}$, hvilket ikke er tilfældet.

Da den installerede fjernvarmeeffekt er under 75 kW, er bygningsejeren i dette tilfælde under alle omstændigheder ikke pligtig til at opfylde kravene i BR18 vedrørende bygningsautomatik.

Case 7

Bygningen, der er opført i 2017, indgår som en del af et sygehus. Bygningen rummer bl.a. fødeafdelingen for sygehuset. Bygningen er opført som en A2015 ejendom, dvs. at den opfylder de skærpede energimæssige krav i BR10.

Bygningen opvarmes med fjernvarme og varmen tilføres bygningen gennem radiatoranlæg samt ved opvarmning af luften i ventilationsanlæggene.

Varmetilførslen til de enkelte fødestuer styres af motorstyrede radiatorventiler samt med VAV-indblæsning. Det er muligt at stille den ønskede rumtemperatur individuelt på hver fødestue. I gangarealerne styres rumtemperaturen med manuelt indstillede radiatortermostater. Belysningen styres overalt af PIR-sensorer, således at lyset er tændt efter persontilstedeværelse. Der er ikke dagslysstyring.

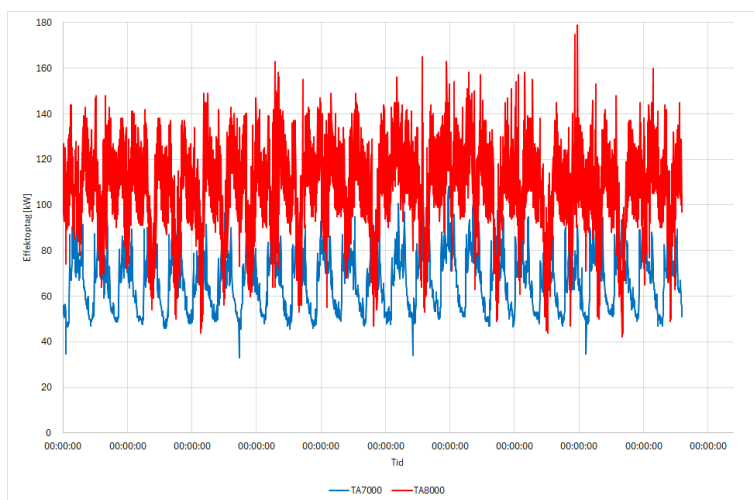
Der er et nyere Schneider Eco Structure CTS-anlæg, hvorfra de tekniske installationer kan tilgås. Det er muligt at foretage detaljeret overvågning og styring af varme-, køle- og ventilationsanlæggene samt en række andre anlæg. Det antages, at energiforbruget ikke sammenholdes med det forventede el- og varmemeforbrug beregnet ud fra bygningens energisignatur, da dette ikke er normalt i CTS anlæg.

Bygningsautomatik

⁴ MOLIO Prisdata Renovering – Fagdele Brutto 2024

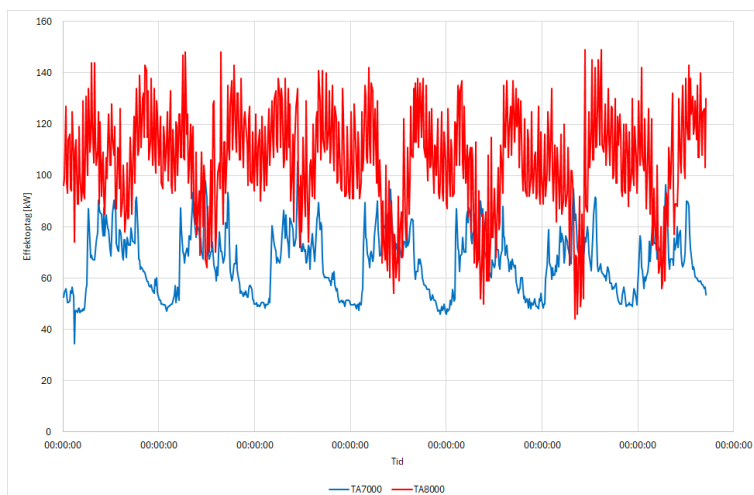
Der er installeret et nyere Schneider Eco Structure CTS-anlæg. Bygningernes varme- og ventilationsanlæg, køleanlæg samt andre anlæg kan styres og overvåges fra CTS anlægget. Målerregistreringer fra hovedel- og varmemålerne overføres til CTS anlægget, og der er varmemålere.

I figur 5.23 ses data fra elmålerne i perioden 12. maj til 5. juni 2025. Som det ses, kommer belastningen på målere TA7000 aldrig under 45 kW på hverdage og i weekender, mens belastningen på målere TA8000 aldrig under 35 kW på hverdage og i weekender. Der er ikke noget bemærkelsesværdigt i det, da de tekniske anlæg er i drift konstant. Det gælder primært ventilations- og belysningsanlæg, som også er i drift om natten og i weekenden.



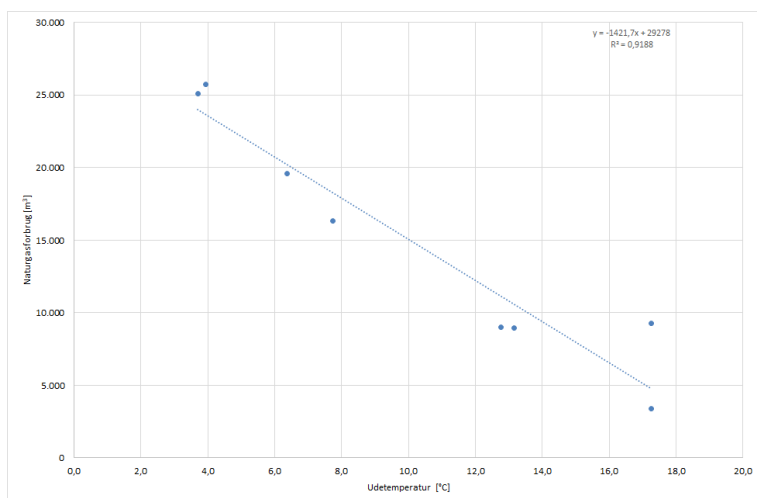
Figur 5.23. Data fra elmålerne (mandag til fredag – timeværdier)

I figur 5.24 ses data fra elmålerne i perioden 12. til 18. maj 2025. Her ses belastningerne tydeligere.



Figur 5.24. Data fra elmålerne (mandag til fredag – timeværdier)

I figur 5.25 ses data fra varmemåleren i 2024. Som det ses, er der god overensstemmelse mellem varmemeforbruget og udetemperaturen.



Figur 5.25. Data fra varmemåleren - månedlige varmeforbrug som funktion af udetemperaturen (energisignatur)

Overholdelse af krav i BR18

Set i forhold til det automatiseringsniveau der vil være i bygningen efter den igangværende renovering, er tilendebragt vil det være nødvendigt at etablere nedenstående funktioner at opfylde kravene til bygningsautomatik jf. BR18:

- Opdatering af det fremtidige CTS-system, så det:
 - sammenholder/analyserer det forventede el- og varmeforbrug (ud fra en korrigeret Be18-beregning) med det faktisk realiserede, korrigerede forbrug
 - analyserer af det faktiske, korrigerede el- og varmeforbrug holdt op mod bygningens energisignatur

Det vurderes, at det vil koste ca. 300.000 kr. at bringe bygningsautomatikken op på et niveau, der overholder BR18's krav. Omkostninger er vurderet ved opslag i Molio Prisdata⁵.

Bygningens årlige energiforbrug var 972,8 MWh_{fjernvarme} og 1.530,0 MWh_{el} i 2024, hvilket medfører den årlige udgift er på ca. **3.510.000 kr.** (ca. 603.000 kr. til fjernvarme og ca. 2.907.000 kr. til elforbrug).

Det vurderes, at den forbedrede bygningsautomatik kan reducere el- og varmeforbruget med henholdsvis ca. **5 % og 10 %**.

Den årlige værdi af den skønnede energibesparelse er ca. 205.700 kr. Jf. BR18 anses investeringen som rentabel, hvis den er lavere end 205.700 kr. * 15/1,33 = **2.319.900 kr.**, hvilket er tilfældet.

⁵ MOLIO Prisdata Renovering – Fagdele Brutto 2024

Bygningsejeren er således i dette tilfælde pligtig til at opfylde kravene i BR18 vedrørende bygningsautomatik.

Case 8

Bygningen, der er opført i 2001, anvendes som flerlejer ejendom til kontorformål. Ved besigtigelsen af bygningen blev det konstateret, at bygningen er under renovering af de tekniske installationer, herunder bygningens automatik.

Bygningen opvarmes med fjernvarme og varmen tilføres bygningen gennem radiatoranlæg samt ved opvarmning af luften i ventilationsanlæggene.

Der var ikke adgang til bygningens CTS-anlæg under besigtigelsen, da det pt. er under opgradering. Men det antages, at ventilationsanlæggene er VAV-anlæg overalt.

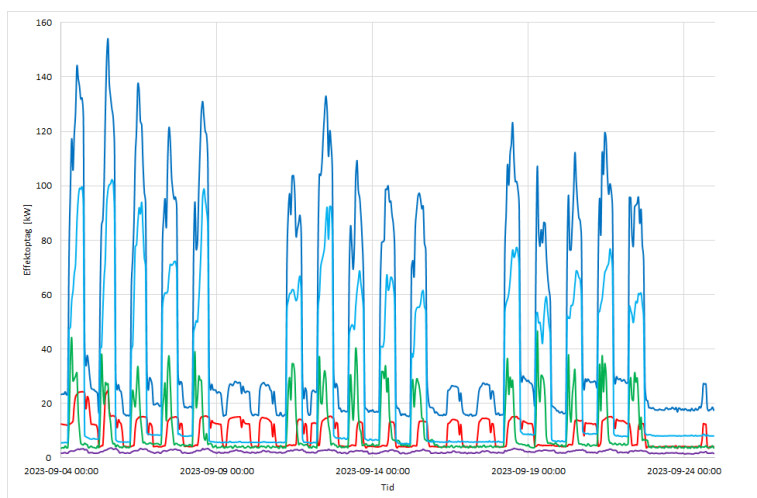
Varmetilførslen til de enkelte lokaler styres af pt. af manuelt indstillede radiatortermostater, men efter den igangværende renovering vil alle radiatorer være med motorventiler styret af termostater i de enkelte lokaler. Det varme brugsvand produceres i en fjernvarmeforsynet varmtvandsbeholder i kælderen. Belysningen styres overalt af PIR-sensorer, således at lyset er tændt efter persontilstedeværelse. Der er ikke dagslysstyring.

Der er et ældre centralt CTS-anlæg fra Siemens, hvorfra de tekniske installationer kan tilgås. Det er muligt at foretage detaljeret overvågning og styring af varme- og ventilationsanlæggene samt en række andre anlæg. Som nævnt er CTS anlægget under opgradering, og rummer en lang række af de muligheder der kræves jf. BR18 til overvågning, styring og kontrol. Men det antages, at energiforbruget ikke sammenholdes med, det forventede el- og varmekonsum beregnet ud fra bygningens energisignatur, da dette ikke er normalt i CTS anlæg.

Bygningsautomatik

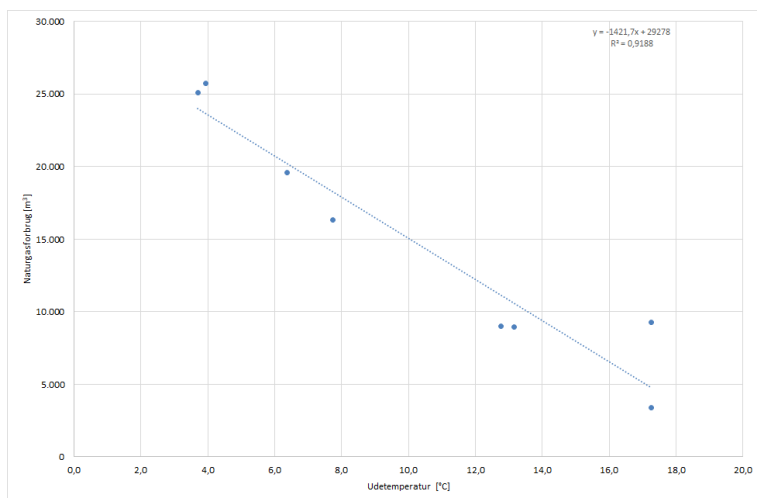
Der er installeret et ældre CTS-system fra Siemens. Bygningernes varme- og ventilationsanlæg, køleanlæg samt andre anlæg kan styres og overvåges fra CTS anlægget. Målerregistreringer fra hovedel- og varmemålerne overføres til CTS anlægget, og der er varmemålere. Det vides ikke om der ligeledes er elbimålere.

I figur 5.26 ses data fra elmålerne i perioden 4. til 24. september 2023. Som det ses, kommer belastningen aldrig under 18 kW på hverdage og i weekender, hvilket er bemærkelsesværdigt, da de fleste tekniske anlæg er tidsstyrede. Det vurderes, at nogle af ventilationsanlæggene er i drift om natten og i weekenden.



Figur 5.26. Data fra elmålerne (mandag til fredag – timeværdier)

I figur 5.27 ses data fra varmemåleren i 2024. Som det ses, er der god overensstemmelse mellem varmemeforbruget og udetemperaturen. Energisignaturen i figur 4 kan således løbende anvendes til at følge varmemeforbruget.



Figur 5.27. Data fra varmemåleren - månedlige varmemeforbrug som funktion af udetemperaturen (energisignatur)

Overholdelse af krav i BR18

Set i forhold til det automatiseringsniveau der vil være i bygningen efter den igangværende renovering, er tilendebragt vil det være nødvendigt at etablere nedenstående funktioner at opfylde kravene til bygningsautomatik jf. BR18:

- Opdatering af det fremtidige CTS-system, så det:
 - giver alarm ved f.eks. pendlende ventiler og temperaturer
 - sammenholder/analyserer det forventede el- og varmemeforbrug (ud fra en korrigeret Be18-beregning) med det faktisk realiserede, korrigerede forbrug

- o analyserer af det faktiske, korrigerede el- og varmemeforbrug holdt op mod bygningens energisignatur

Det vurderes, at det vil koste ca. **800.000 kr.** at bringe bygningsautomatikken op på et niveau, der overholder BR18's krav. Omkostninger er vurderet ved opslag i Molio Prisdata⁶.

Bygningens årlige energiforbrug er ca. 606 MWh_{fjernvarme} og ca. 220 MWh_{el}, hvilket medfører den årlige udgift er på ca. **968.000 kr.** (ca. 638.000 kr. til fjernvarme og ca. 330.000 kr. til elforbrug). Det bemærkes, at ca. 27% af det totale varmemeforbrug anvendes til varmtvand, hvilket er en høj andel af det samlede varmemeforbrug. Varmeforbruget til varmtvand bør derfor undersøges nærmere.

Det vurderes, at den forbedrede bygningsautomatik kan reducere el- og varmemeforbruget med henholdsvis **ca. 10 % og 15 %**. Besparelspotentialerne er blandt andet baseret på det faktum, at det vurderes, at nogle af ventilationsanlæggene vurderes at være i drift om natten og i weekenden.

Den årlige værdi af energibesparelsen er ca. 128.700 kr. Jf. BR18 anses investeringen som rentabel, hvis den er lavere end 128.700 kr. * 15/1,33 = **1.451.500 kr.**, hvilket er tilfældet.

Bygningsejeren er således i dette tilfælde **pligtig** til at opfylde kravene i BR18 vedrørende bygningsautomatik.

⁶ MOLIO Prisdata Renovering – Fagdele Brutto 2024

6. Referencer

- 1) Molio Prisdata Renovering Fagdele Brutto 2020
- 2) Energitilsynet og Forsyningstilsynet. Energifriser 2019.
- 3) Aagaard, N.-J., Brandt, E., Aggerholm, S., & Haugbølle, K. (2013). Levetider af bygningsdele ved vurdering af bæredygtighed og totaløkonomi.
<http://www.sbi.dk/byggeteknik/kvalitet/levetider-af-bygningsdele-ved-vurdering-af-baeredygtighed-og-totalokonomi-1/appendiks-f-sbi-2013-30>
- 4) EU's bygningsdirektiv EPBD (Energy Performance of Buildings)
- 5) Bygningsreglement BR18



TEKNOLOGISK
INSTITUT