

Guide:

Bygningsautomatik i eksisterende bygninger ifølge BR18

Sådan sikrer du at bygningsautomatikken lever op til reglerne i bygningsreglementet.

Indhold

Der er krav til bygningsautomatik i BR18	3
Cases:	
Sådan opgraderer du bygningsautomatikken i forskellige typer af bygninger	6
Case for eksisterende daginstitution	6
Case for eksisterende skole	8
Case for eksisterende kontorejendom	10
Typisk bygningsautomatik i eksisterende bygninger	12
Nuværende bygningsautomatik i daginstitutioner	12
Nuværende bygningsautomatik i skoler	20
Nuværende bygningsautomatik i kontorejendomme	26
Bilag:	
Sådan kalibreres Be18-beregningen til den aktuelle drift i bygningen	33
Kilder	37

Der er krav til bygningsautomatik i BR18

Der er nye krav i bygningsreglementet til bygningsautomatik i både nybyggeri og eksisterende bygninger.

Ifølge Bygningsreglementet BR18, § 295, skal der installeres bygningsautomatik til styring af de tekniske anlæg i bygninger, der ikke skal anvendes til beboelse, og der har et dimensionerende varmebehov eller kølebehov over 290 kW.

Det gælder både for nybyggeri og for eksisterende bygninger.

For eksisterende bygninger gælder, at bygningsautomatikken skal være installeret inden udgangen af 2024 under forudsætning af, at det er teknisk gennemførligt og rentabelt, jf. § 275.

Kravene gælder for alle private og offentlige bygninger, der ikke anvendes til beboelse (privatboliger, etageejendomme, kollegier, døgninstitutioner, plejehjem osv. er undtaget). Det vil sige, kravene gælder hovedsageligt for kontor- og erhvervsbyggeri, skoler, daginstitutioner o.l.

Det svarer til, at kravene gælder for ca. 1/5 af alt eksisterende byggeri i Danmark.

Overordnet set skal bygningsautomatikken kunne styre og regulere installationerne i det samlede system af tekniske anlæg, dvs. som minimum varme- og køleanlæg, ventilationanlæg, 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 for at eftervise, at automatikken fungerer efter hensigten. Kravene og detaljerne i dem fremgår i bygningsreglementets vejledning om energiforbrug, punkt 9.6. Kravene har karakter af krav til automatikkens funktion.

Gælder kun, hvis det er økonomisk rentabelt og teknisk gennemførligt

Der skal i alle nye bygninger med et varme- eller kølebehov, der overstiger 290 kW installeres bygningsautomatik, som opfylder de overordnede krav i bygningsreglementets kapitel 3.

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 tjenes hjem af besparelserne på under 15 år (dvs. ved besparelserne ved reducerede energiomkostninger, reducerede personale- og vedligeholdelsesomkostninger osv). Det kræver en beregning at afgøre dette, se cases i denne guide.

Hvad får du i denne guide?

Du kan her med Videncentrets guide om bygningsautomatik i eksisterende bygninger ifølge BR18 opnå en bedre forståelse af kravene i BR18. Dermed kan du sikre, at fremtidige opdateringer af bygningsautomatik, du arbejder med, vil komme til at leve op til kravene.

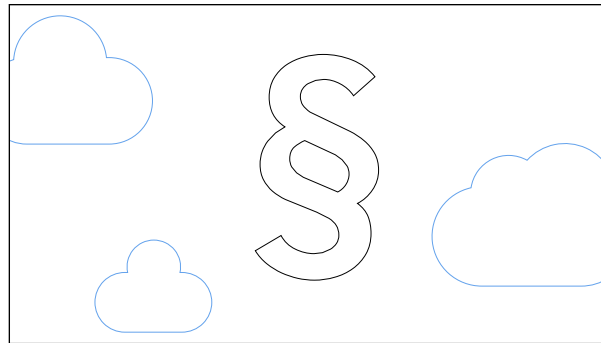
Du kan læse cases om, hvordan man kan opgradere forskellige bygningstyper ifølge kravene, så du kan få overblik over, hvad det kræver at opgradere automatikken. Desuden kan du finde beskrivelser af typisk bygningsautomatkniveau i forskellige bygningstyper fra forskellige perioder. Endelig får du tips til, hvordan du kalibrerer din BE18-beregning.

Med beskrivelserne af typisk bygningsautomatik kan du få et billede af, hvordan automatiseringsniveauet typisk er i bygninger fra forskellige perioder. Ofte vil du kunne genkende niveauet af automatik i den aktuelle bygning, som du står overfor at skulle vurdere. Der kan dog være afvigelser – fx vil automatiseringsniveauet typisk være blevet forbedret i forbindelse med en energireovering.

Reglerne uddybet

Vejledningen til bygningsreglementet præciserer ikke direkte konkrete krav til bygningsautomatikken, men baserer sig i højere grad på et teoretisk grundlag uden henvisninger til standarder eller konkrete cases. Det kan gøre det vanskeligt at gennemskue, hvordan man overholder lovgivningen.

Her får du derfor Videncentrets uddybende fortolkning af reglerne for bygningsautomatik i bygningsreglementet. Der er overordnet seks krav:



1. Fælles platform for bygningsautomatik

Kravene til bygningsautomatikken i bygningsreglementet om en fælles platform for bygningsautomatik 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, fx en PC. Desuden skal driftspersonalet underrettes om væsentlige fejlmeddelelser og alarmer, fx på en mobiltelefon.

Der er således frihed til at opbygge bygningsautomatikken, som det er mest hensigtsmæssigt i den aktuelle bygning. Det kan være med alt fra et CTS-anlæg med alle funktionerne inkluderet til en konstellation af fx individuel automatik på de enkelte anlæg med fuld datadeling, vejrdata fra fx 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 selvvirkende automatik til regulering af varmetilførslen til radiatorer, som ikke tilkobles bygningsautomatikken, herunder elektroniske termostater og mekaniske radiatortermostatventiler. Det forudsætter imidlertid, at der etableres selvstændige følere til måling af rumtemperaturen, så mindst 80 % af bygningens etageareal er omfattet af rumtemperaturmåling.

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. 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 fx Molio tegningsstandard C213, del 7 Bygningsautomatik.

4. Alarmhåndtering

I den fælles platform skal der foretages overvågning og fejldetektering 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 styrings-signaler. Overvågningen omfatter desuden alarmer for vedligehold af anlæggene fx for filterskift.

5. Datalogning

Alle data fra regulerede eller styrede parametre, regulerings- og styringssignaler, driftsstatus og alarmer skal opsamles med fastsatte intervaller og herefter gemmes, se bygningsreglementet.

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.

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.

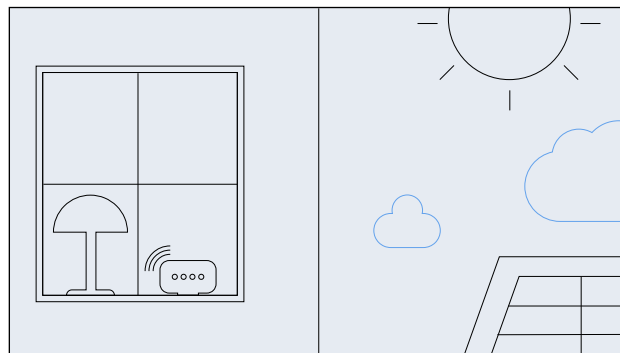
Målerdataene korrigeres for fx lufttemperatur og soltilskud, og der opstilles en korrigeret energisignatur for bygningen. Ved større afvigelse mellem det faktiske korrigerede energiforbrug og det beregnede forventede forbrug tilgår en alarm til driftspersonalet. Vejrdata kan være fra nærmeste meteorologiske station eller fra en kalibreret vejrstation på bygningen.

Cases:

Sådan opgraderer du bygningsautomatikken i forskellige typer af bygninger

Videncenter for Energibesparelser i Bygninger har udarbejdet cases for en kontorbygning, en skole og en daginstitution med det formål at vise, hvilket automatiseringsniveau der skal til for at opgradere bygningsautomatik i eksisterende bygninger for at efterleve bygningsreglementets krav.

Der er også beregninger, som viser, hvordan man bestemmer, om bygningsejeren er forpligtet til at lave opgraderingen, dvs. om opgraderingen tjener sig selv hjem ved energibesparelser i løbet af dens levetid.



Case for eksisterende daginstitution

Bygningen i denne case anvendes som daginstitution og er opført i 2004:

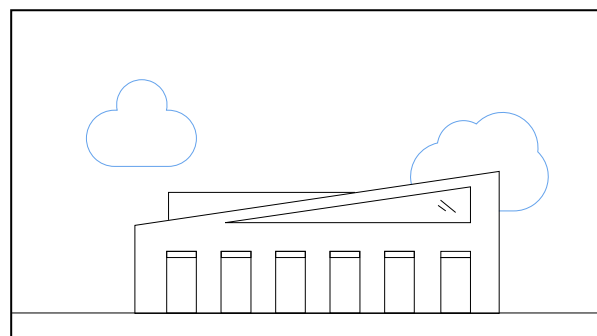
- Bygningen opvarmes med fjernvarme, der tilføres bygningen gennem radiatoranlæg og ved opvarmning af ventilationsluften.
- Varmetilførslen til de enkelte lokaler styres med termostatventiler for hver radiator.
- Det varme brugsvand produceres af én varmtvandsbeholder.
- Samtlige opholdsrum er mekanisk ventileret af to ventilationsanlæg, der er placeret i teknikrum.
- Ventilationsanlæggenes ydelse styres ikke (CAV-anlæg).
- Ventilationsanlæggenes er udrustet med varmevekslere for varmegenvinding.
- Ventilationsanlæggenes eftervarmeblade opvarmes med fjernvarme.
- Der er et indblæsnings- og udsugningsanlæg for køkkenet, der er uden varmegenvinding.
- Ventilationsanlæggenes styres af ugeskemaer i CTS-anlægget.
- Belysningen styres overalt af PIR-sensorer, således at lyset er tændt efter persontilstedeværelse. Desuden er der etableret dagsstyring i visse områder.

Der anvendes pt. en webløsning oven på standalone styringer (Danfoss ECL'er), hvor bygningens varme- og ventilationsanlæg kan styres og overvåges. I webløsningen sker der en opsamling af driftsdata og energiforbrug for varme- og vandforbrug. Elforbruget aflæses manuelt på hovedmåleren.

Hvordan overholder man kravene i bygningsreglementet i bygningen?

Set i forhold til det nuværende automatiseringsniveau i bygningen vil det for at overholde kravene i bygningsreglementet være nødvendigt at udvide CTS-anlægget med en række funktioner inklusiv tilhørende sensorer m.m.

De fremgår af skemaet nedenfor, hvor der også er angivet en estimeret pris at bringe bygningsautomatikken op på et niveau, der overholder BR18's krav. Videncenter for Energibesparelser i Bygninger har vurderet priserne ved opslag i Molio Prisdata.



Funktion	Estimeret pris
Etablering af rumtemperatursensorer på lokaleniveau, så mindst 80% af etagearealet er dækket. Sensorerne skal tilkobles CTS-anlægget.	200.000 kr.
Overførsel af data fra hovedelmålerne og eventuelle bimålere til CTS-anlægget	50.000 kr.
Opdatering af CTS-anlæg og program, så det: <ul style="list-style-type: none"> • giver alarm ved fx pendlende ventiler og temperaturer • logger regulerende/styrende parametre, regulerings- og styringssignaler, driftsstatus og alarmer • 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. 	900.000 kr.
Total	1.150.000 kr.

Beregning af, om bygningsautomatikken skal opgraderes efter reglerne i BR18	
Årligt varmeforbrug	74.732 kr.
Årligt elforbrug	152.383 kr.
Samlet årlig besparelse	22.900 kr.
Beregning af rentabilitet: $22.900 * 15 / 1.150.000 = 0,30$ Det svarer til en besparelse i levetiden på: $22.900 * 15 / 1,33 = 258.000$ kr.	Da resultatet er langt under 1,33*, er opgraderingen af bygningsautomatikken ikke rentabel. Det betyder, at investeringen ikke er tjent hjem inden for de 15 år, som levetiden for bygningsautomatik er sat til. Dermed er bygningsejeren i dette tilfælde <u>ikke</u> pligtig til at opfylde kravene i BR18 vedrørende bygningsautomatik.

*Jf. bygningsreglementets §275 er tiltaget rentabelt, hvis den årlige besparelse gange levetid divideret med den nødvendige investering er større end 1,33.

Case for eksisterende skole

Bygningen i denne case anvendes som folkeskole samt SFO for de mindste klasser:

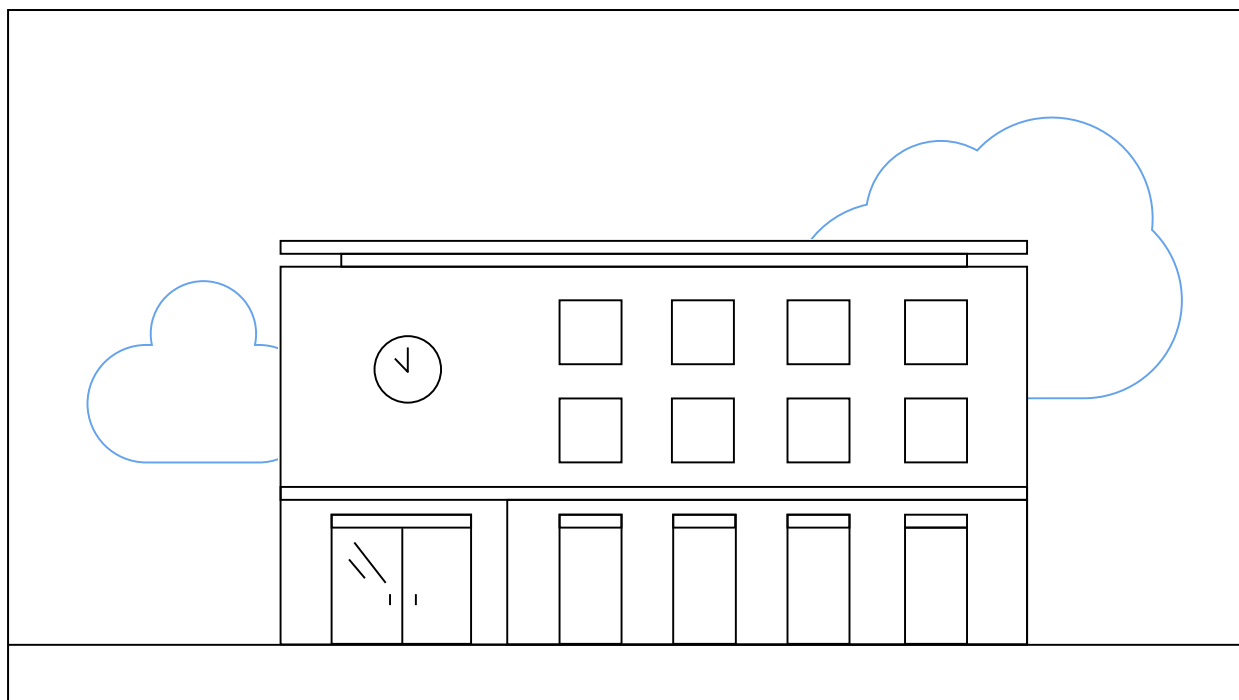
- Bygningen er opført i 1972, men der er tilbygget i 1990 med ca. 10% af det samlede areal.
- Klimaskærmen er fra opførelsestidspunkterne, mens bygningens installationer er renoveret med bl.a. nye ventilationsanlæg, ny belysning samt CTS-anlæg.
- Bygningen opvarmes med fjernvarme, og varmen tilføres gennem radiatoranlæg og gulvvarmeanlæg.
- Ventilationsluften opvarmes med fjernvarme.
- Varmetilførslen til de enkelte lokaler styres med mekaniske radiatorventiler for hver radiator.
- Gulvvarmen styres over CTS-anlægget via vægmonterede rumtermostater i hvert rum.
- Det varme brugsvand produceres af to serieforbundne pladeveksler, der er tilsluttet fjernvarmen.
- Samtlige klasselokaler, fællesområder osv. er mekanisk ventileret af i alt 12 ventilationsanlæg.
- I klasselokalerne og fællesområder styres ventilationsanlæggenes ydelse af temperatur- og CO2-sensorer monteret på væggen, således at lokalerne ventileres efter behov (VAV).
- Belysningen styres næsten overalt af PIR-sensorer, således at lyset er tændt efter persontilstedeværelse.

Der er installeret et CTS-anlæg, hvorfra bygningens varme- og ventilationsanlæg kan styres og overvåges. El- og varmeforbruget opgøres ved manuelt aflæste hovedmålere.

Hvordan overholder man kravene i bygningsreglementet i bygningen?

Set i forhold til det nuværende automatiseringsniveau i bygningen vil det for at overholde kravene i bygningsreglementet være nødvendigt at udvide CTS-anlægget med en række funktioner inklusiv tilhørende sensorer m.m.

De fremgår af skemaet nedenfor, hvor der også er angivet en estimeret pris for at bringe bygningsautomatikken op på et niveau, der overholder BR18's krav. Videncenter for Energifbesparelser i Bygninger har vurderet priserne ved opslag i Molio Prisdata.



Funktion	Estimeret pris
Overførsel af data fra hovedelmålerne og eventuelle bimålere til CTS- anlægget	300.000 kr.
Opdatering af CTS-anlæg og program, så det: <ul style="list-style-type: none"> viser billeder af driftsparametre/konditioner på lokaleniveau giver alarm ved fx pendlende ventiler og temperaturer logger regulerende/styrende parametre, regulerings- og styringssignaler, driftsstatus og alarmer 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. 	900.000 kr.
Total	1.200.000 kr.

Beregning af, om bygningsautomatikken skal opgraderes efter reglerne i BR18	
Årligt varmeforbrug	766.800 kr.
Årligt elforbrug	569.800 kr.
Samlet årlig besparelse (estimeret)	134.000 kr.
Beregning af rentabilitet: $134.000 * 15 / 1.200.000 = 1,68$ Det svarer til en besparelse i levetiden på: $134.000 * 15 / 1,33 = 1.500.000$ kr.	Da resultatet er over 1,33*, er opgraderingen af bygningsautomatikken rentabel. Det betyder, at investeringen er tjent hjem inden for de 15 år, som levetiden for bygningsautomatik altid sættes til. Dermed er bygningsejeren i dette tilfælde pligtig til at opfylde kravene i BR18 vedrørende bygningsautomatik.

*Jf. bygningsreglementets §275 er tiltaget rentabelt, hvis den årlige besparelse gange levetid divideret med den nødvendige investering er større end 1,33.

Case for eksisterende kontorejendom

Bygningen i denne case anvendes som kontorbygning, er opført i 1936 og opvarmes med fjernvarme:

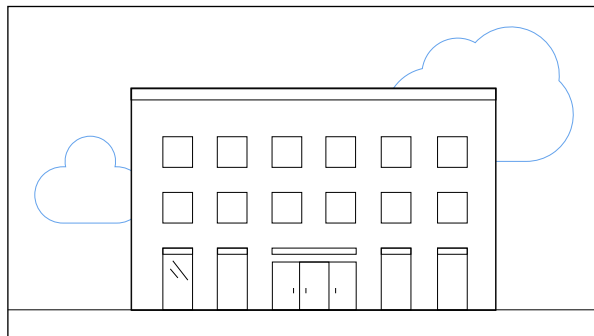
- Varmen tilføres bygningen gennem radiatoranlæg og ved opvarmning af ventilationsluften.
- Varmetilførslen til de enkelte lokaler styres med manuelt betjente termostatventiler for hver radiator.
- Det varme brugsvand produceres af én varmtvandsbeholder.
- Der er ikke installeret mekaniske køleanlæg. Samtlige lokaler er mekanisk ventileret af flere ventilationsanlæg, der er placeret i teknikrum.
- Ydelsen på ventilationsanlæggene til kontorerne styres ikke (CAV-anlæg).
- Ydelsen på ventilationsanlæggene til mødelokalerne styres via CO₂-følere (VAV-anlæg).
- Ventilationsanlæggene er udrustet med varmevekslere for varmegenvinding, der styres modulerende.
- Ventilationsanlæggenes varmeflader opvarmes med fjernvarme. Ventilationsanlæggenes driftstid styres at ugeskemaer i CTS-anlægget.
- Belysningen styres overalt af PIR-sensorer således, at lyset er tændt efter persontilstedeværelse.
- Der er etableret dagsstyring i visse områder.
- Belysningen kan afbrydes manuelt, hvis det ønskes.
- Der er automatisk solafskærmning på ca. 30% af vinduesarealet (vinduer mod syd).

Der er installeret et CTS-anlæg, der styrer og overvåger bygningens varme- og ventilationsanlæg. I CTS-anlægget sker der ligeledes opsamling af driftsdata og energiforbrug for varme- og vandforbrug. Elforbruget er manuelt aflæst på hovedmåleren.

Hvordan overholder man kravene i bygningsreglementet i bygningen?

Set i forhold til det nuværende automatiseringsniveau i bygningen vil det for at overholde kravene i bygningsreglementet være nødvendigt at udvide CTS-anlægget med en række funktioner inklusiv tilhørende sensorer m.m.

De fremgår af skemaet nedenfor, hvor der også er angivet en estimeret pris for at bringe bygningsautomatikken op på et niveau, der overholder BR18's krav. Videncenter for Energibesparelser i Bygninger har vurderet priserne ved opslag i Molio Prisdata.



Funktion	Estimeret pris
Etablering af rumtemperatursensorer på lokaleniveau, så mindst 80% af etagearealet er dækket. Sensorerne skal tilkobles CTS anlægget.	500.000 kr.
Overførsel af data fra CO2-sensorerne i mødelokalerne til CTS-anlægget	200.000 kr.
Overførsel af data fra solafskærmningen på de sydvendte vinduer til CTS-anlægget	80.000 kr.
Overførsel af data fra hovedelmålerne og eventuelle bimålere til CTS-anlægget	300.000 kr.
Opdatering af CTS-anlæg og program, så det: <ul style="list-style-type: none"> • viser billeder af driftsparametre/konditioner på lokaleniveau • giver alarm ved fx pendlende ventiler og temperaturer • logger regulerende/styrende parametre, regulerings- og styringssignaler, driftsstatus og alarmer • 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 bygningens energisignatur. 	900.000 kr.
Total	1.980.000 kr.

Beregning af, om bygningsautomatikken skal opgraderes efter reglerne i BR18	
Årligt varmemeforbrug	1.000.000 kr.
Årligt elforbrug	1.400.000 kr.
Årlig besparelse på varmemeforbrug – 15%	150.000 kr.
Årlig besparelse på varmemeforbrug – 5%	70.000 kr.
Samlet årlig besparelse	220.000 kr.
Beregning af rentabilitet: $220.000 * 15 / 1.980.000 = 1,67$ Det svarer til en besparelse i levetiden på: $220.000 * 15 / 1,33 = 2.481.203$ kr.	Da resultatet er over 1,33*, er opgraderingen af bygningsautomatikken rentabel. Det betyder, at investeringen er tjent hjem inden for de 15 år, som levetiden for bygningsautomatik altid skal sættes til. Dermed er bygningsejeren i dette tilfælde pligtig til at opfylde kravene i BR18 vedrørende bygningsautomatik.

*Jf. bygningsreglementets §275 er tiltaget rentabelt, hvis den årlige besparelse gange levetid divideret med den nødvendige investering er større end 1,33.

Typisk bygningsautomatik i eksisterende bygninger

Videncenter for Energibesparelser i Bygninger har undersøgt det nuværende automatiseringsniveau i de væsentligste typer af bygninger, der er omfattet af de nye krav til bygningsautomatik i bygningsreglementet. Det drejer sig om daginstitutioner, skoler og kontorbygninger.

Der er som regel forskel på automatiseringsniveauet afhængig af bygningernes alder. Bygningernes automatiseringsniveau er derfor vurderet for forskellige perioder:

- Før 1960
- 1960-1990
- 1990-2010
- Efter 2010

Nuværende bygningsautomatik i daginstitutioner

Daginstitutioner opført før 1960

Varme

Daginstitutioner opført før 1960 opvarmes typisk med fjernvarme eller naturgas, og varmen tilføres bygningen gennem radiatoranlæg. Varmeanlægget til rumopvarmning, varmt vand og eventuel opvarmning af ventilationsluft styres med en lokal regulator – fx en Danfoss ECL-enhed.

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

Beskrivelserne gælder typiske bygningstyper fra forskellige perioder

Formålet med beskrivelserne er, at du kan få et billede af, hvordan automatiseringsniveauet typisk er i disse bygningstyper fra forskellige perioder. Ofte vil du kunne genkende niveauet af automatik i den aktuelle bygning, som du står overfor at skulle vurdere. I andre tilfælde vil der dog være afvigelser, og typisk vil automatiseringsniveauet være forbedret i forbindelse med en energirenovering.



Figur 1. Typisk varmeanlæg for bygningstypen.



Figur 2. Typisk regulator for bygningstypen.

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. Disse er uanset institutionens alder forsynet med en lokal styring (betjeningspanel). Betjeningspanelet er i nogle tilfælde placeret i et kontor eller lignende, så der er nem adgang. I andre tilfælde er betjeningspanelet monteret direkte på ventilationsaggregatet. Nogle steder er der mulighed for at fjernovervåge/styre driften af ventilationsanlæggene centralt – fx hos kommunens driftsorganisation.

Videncenter for Energibesparelser i Bygninger vurderer, at driften af ca. en tredjedel af ventilationsanlæggene overvåges og kontrolleres centralt.



Figur 3. Typisk ventilationsanlæg for bygningstypen.



Figur 4. Typisk lokalt betjeningspanel til indstilling af ventilationsanlæg for bygningstypen.

Belysning

I lidt ældre daginstitutioner, der ikke er energireoverede, er belysningen manuelt betjent med kontakter ved dørene.

I nyere daginstitutioner samt daginstitutioner, der er energireoverede, er belysningen styret med bevægelsesmeldere. Videncenteret vurderer, at belysningen i ca. halvdelen af daginstitutionerne er manuelt betjent.

Det er ingen steder muligt at overvåge, om og hvor belysningen er tændt.

CTS-anlæg

Der er i de fleste daginstitutioner opført før 1960 etableret fjernovervågning/opsamling af el- og varmeforbrug til en centralt placeret driftsorganisation, der løbende bearbejder energiforbrugsdata.

Der er ikke etableret CTS-anlæg i daginstitutioner fra perioden før 1960.



Figur 5. Typisk belysningsanlæg for bygningstypen.

Daginstitutioner opført fra 1960-1990

Varme

Daginstitutioner opført i perioden fra 1960-1990 opvarmes typisk med fjernvarme eller naturgas, og varmen tilføres bygningen gennem radiatoranlæg. Varmeanlægget til rumopvarmning, varmt vand samt eventuel opvarmning af ventilationsluft styres med en lokal regulator – fx en Danfoss ECL-enhed.

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



Figur 6. Typisk varmeanlæg for bygningstypen.



Figur 7. Typisk udetemperaturkompenseringsanlæg for bygningstypen.

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.

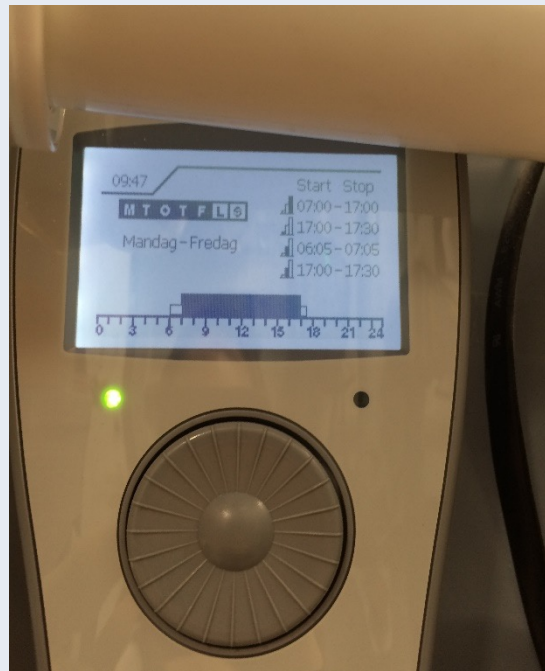
Ventilation

I langt de fleste daginstitutioner er der ventilationsanlæg. 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. I andre tilfælde er betjeningspanelet monteret direkte på ventilationsaggregatet. Nogle steder er der mulighed for at fjernovervåge/styre driften af ventilationsanlæggene centralt – fx hos kommunens driftsorganisation.

Videncentret vurderer, at driften af ca. en tredjedel af ventilationsanlæggene overvåges og kontrolleres centralt.



Figur 8. Typisk ventilationsanlæg for bygningstypen.



Figur 9. Typisk lokalt betjeningspanel til indstilling af ventilationsanlæg for bygningstypen.

CTS-anlæg

Der er ofte ikke etableret et CTS-anlæg i daginstitutioner opført fra 1960-1990, 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, fx 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.



Figur 10. Typisk ældre belysningsanlæg for bygningstypen.



Figur 11. Typisk nyt belysningsanlæg med dagslysstyring

Belysning

I lidt ældre daginstitutioner, der ikke er energireoverede, er belysningen manuelt betjent med kontakter ved dørene. I nyere daginstitutioner samt daginstitutioner der er energireoverede, er belysningen styret med bevægelsesmeldere. Desuden er der i nogle tilfælde etableret dagslysstyring i de områder, hvor der er dagslysindfald. Videncentret vurderer, at belysningen i ca. halvdelen af daginstitutionerne er manuelt betjent.

Det er ingen steder muligt at overvåge, om og hvor belysningen er tændt.

Daginstitutioner opført fra 1990-2010

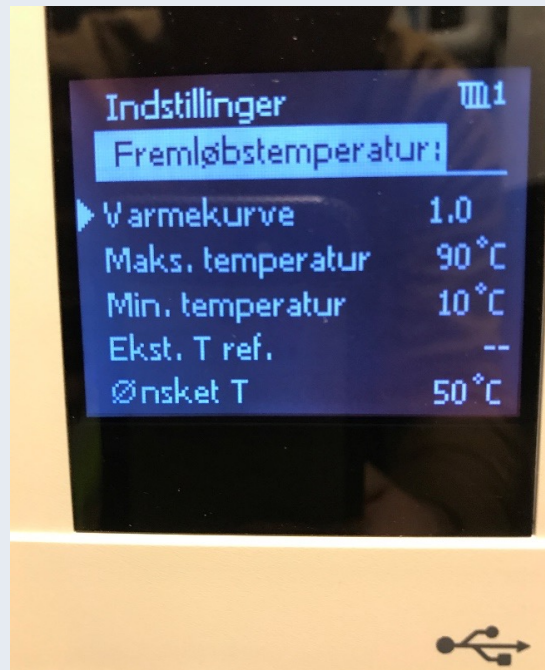
Varme

Daginstitutioner opført i perioden fra 1990-2010 opvarmes typisk med fjernvarme eller naturgas, og varmen tilføres bygningen gennem radiatoranlæg. Varmeanlægget til rumopvarmning, varmt vand samt eventuel opvarmning af ventilationsluft styres med en lokal regulator – fx en Danfoss ECL-enhed.

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



Figur 12. Typisk varmeanlæg for bygningstypen.



Figur 13. Typisk lokalt betjeningspanel til indstilling af ventilationsanlæg for bygningstypen.

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. 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. I andre tilfælde er betjeningspanelet monteret direkte på ventilationsaggregatet. Nogle steder er der mulighed for at fjernovervåge/styre driften af ventilationsanlæggene centralt – fx hos kommunens driftsorganisation.

Videncentret vurderer, at driften af ca. en tredjedel af ventilationsanlæggene overvåges og kontrolleres centralt.

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. Videncentret vurderer, at belysningen i ca. halvdelen af daginstitutionerne er manuelt betjent.

Det er ingen steder muligt at overvåge, om og hvor belysningen er tændt.



Figur 14. Typisk ventilationsanlæg for bygningstypen.



Figur 15. Typisk lokalt betjeningspanel til indstilling af ventilationsanlæg for bygningstypen.



Figur 16. Typisk belysningsanlæg for bygningstypen.

CTS-anlæg

Der er ofte ikke etableret et CTS-anlæg i daginstitutioner opført fra 1990-2020, men bygningens tekniske installationer styres af lokale standalone styringer. Der er dog undtagelser, hvor der er installeret et CTS-anlæg, der kan styre og overvåge bygningens varme- og ventilationsanlæg. I andre tilfælde er der etableret fjernovervågning af de væsentligste anlæg, fx 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.

Daginstitutioner opført efter 2010

Varme

Daginstitutioner opført efter 2010 opvarmes typisk med fjernvarme eller naturgas, og varmen tilføres bygningen gennem radiatoranlæg og/eller gulvvarmeanlæg. 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 osv. 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 fællesområder, så lokalerne ventileres efter behov (VAV). Varmegenvindingen styres typisk modulerende ved at justere hastigheden på den roterende veksler eller ved at justere bypasset på krydsvarmeveksleren. Indblæsningstemperaturen reguleres efter udetemperaturen.

Belysning

Belysningen styres næsten overalt af PIR- og dagslyssensorer, så at lyset tændes og slukkes 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.

CTS-anlæg

Der er typisk installeret et CTS-anlæg i bygninger til daginstitutioner opført efter 2010, 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 i daginstitutionen.



Figur 17. Typisk belysningsanlæg med LED-armaturer samt PIR- og dagslyssensorer for bygningstypen.

Nuværende bygningsautomatik i skoler

Skoler opført før 1960

Varme

Skoler opført før 1960 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 – fx 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 osv. er i en del tilfælde ikke mekanisk ventileret, og frisk luft tilføres ved åbning af vinduer. I nogle tilfælde er der på et tidspunkt etableret mekanisk ventilation for at forbedre indeklimaet. I de tilfælde er ventilationsanlæggenes ydelse (luftmængder) typisk konstante (CAV), og anlæggene er urstyrede. Ventilationsanlæggenes varmegenvinding er i de fleste tilfælde krydsvekslere, og de styres modulerende ved at justere bypasset på varmeveksleren. Indblæsningstemperaturen er i fyringssæsonen indstillet til en konstant værdi, og der er ikke termofølere i klasselokalerne m.m.

Belysning

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

CTS-anlæg

Der er ofte ikke etableret et CTS-anlæg i skoler opført før 1960, men bygningens tekniske installationer styres af lokale standalone styringer. Der er dog undtagelser, hvor der er installeret et CTS-anlæg, der kan styre og overvåge bygningens varme- og ventilationsanlæg. I andre tilfælde er der etableret fjernovervågning af de væsentligste anlæg, fx 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.

Skoler opført fra 1960-1990

Varme

Skoler opført fra 1960-1990 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 18. Typisk varmeanlæg for bygningstypen.



Figur 19. Typisk radiator og termostatventil for bygningstypen.

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.

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.



Figur 20. Typisk ventilationsanlæg for bygningstypen.



Figur 21. Typisk belysningsanlæg for bygningstypen.

Ventilation

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

Belysning

Belysningen styres typisk manuelt med kontakter på væggen ved dørene. Hvis bygningen er blevet energirenoveret, er der ofte opsat PIR-sensorer, så lyset tændes og slukkes 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, i skoler opført fra 1990-2020, men bygningens tekniske installationer styres af lokale standalone styringer. Der er dog undtagelser, hvor der er installeret et CTS-anlæg, der kan styre og overvåge bygningens varme- og ventilationsanlæg. I andre tilfælde er der etableret fjernovervågning af de væsentligste anlæg, fx 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.

Skoler opført fra 1990-2010

Varme

Skoler opført fra 1990-2010 opvarmes typisk med fjernvarme eller naturgas, og varmen tilføres bygningen gennem radiatoranlæg og/eller gulvvarmeanlæg. 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 22. Typisk varmeanlæg for bygningstypen.



Figur 23. Typisk fjernbetjent radiatortermostatventil for bygningstypen.

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 osv. 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 fællesområder, så lokalerne ventileres efter behov (VAV).

Varmegenvindingen styres typisk modulerende ved at justere hastigheden på den roterende veksler eller ved at justere bypasset på krydsvarmeveksleren. Indblæsningstemperaturen reguleres efter udetemperaturen.



Figur 24. Typisk ventilationsanlæg for bygningstypen.



Figur 25. Typisk belysningsanlæg for bygningstypen.



Figur 26. Typiske bevægelsesmelder/PIR-føler for bygningstypen.

Belysning

Belysningen styres typisk manuelt med kontakter på væggen ved dørene, eller der er opsat PIR-sensorer, så lyset tændes og slukkes efter persontilstedeværelse. Hvis bygningen er blevet energirenoveret, er der i nogle tilfælde etableret dagslysstyring i de områder, hvor der er dagslysfald.

CTS-anlæg

Der er ofte et CTS-anlæg i skoler opført fra 1990-2010, hvor bygningens varme-, køle- og ventilationsanlæg kan styres og overvåges. I andre tilfælde er der etableret fjernovervågning af de væsentligste anlæg, fx 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.

Skoler opført efter 2010

Varme

Skoler opført efter 2010 opvarmes typisk med fjernvarme eller naturgas, og varmen tilføres bygningen gennem radiatoranlæg og/eller gulvvarmeanlæg. 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.

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 osv. 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 fællesområder, så lokalerne ventileres efter behov (VAV). Varmegenvindingen styres modulerende ved at justere hastigheden på den roterende veksler eller ved at justere bypasset på krydsvarmeveksleren. Indblæsningstemperaturen reguleres efter udetemperaturen.

Belysning

Belysningen styres næsten overalt af PIR og dagslyssensorer, så 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.

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.



Figur 27. Typisk varmeanlæg for bygningstypen.



Figur 28. Typisk belysningsanlæg for bygningstypen.

Nuværende bygningsautomatik i kontorejendomme

Kontorbygning opført før 1960

Varme

Kontorbygninger opført før 1960 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 osv. er i en del tilfælde ikke mekanisk ventileret, og frisk luft 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) typisk konstante (CAV), og anlæggene er urstyrede. Ventilationsanlæggenes varmegenvinding er i de fleste tilfælde krydsvekslere, og de styres modulerende ved at justere bypasset 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 blevet energirenoveret, er der ofte opsat PIR-sensorer, så 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, og bygningens tekniske installationer styres af lokale standalone styringer. I nogle tilfælde er der på et tidspunkt installeret et CTS-anlæg, hvor bygningens varme- og køleanlæg samt 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 opført fra 1960-1990

Varme

Kontorbygninger opført fra 1960-1990 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 29. Typisk varmeanlæg for bygningstypen.



Figur 30. Typiske radiatorer for bygningstypen.

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.



Figur 31. Typisk ventilationsanlæg for bygningstypen.



Figur 32. Typisk belysningsanlæg for bygningstypen.

Ventilation

Kontorlokalerne, fællesområder osv. er i en del tilfælde ikke mekanisk ventileret, og frisk luft 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) typisk konstante (CAV), og anlæggene er urstyrrede. Ventilationsanlæggenes varmegenvinding er i de fleste tilfælde krydsvekslere, og de styres modulerende ved at justere bypasset 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 blevet energirenoveret, er der ofte opsat PIR-sensorer, så lyset tændes og slukkes efter personilstedeværelse. 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, og bygningens tekniske installationer styres af lokale standalone styringer. I en 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 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.

Kontorbygninger opført fra 1990-2010

Varme

Kontorbygninger opført fra 1990-2010 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 osv. 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, så 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 bypasset på krydsvarmeveksleren. Indblæsningstemperaturen reguleres efter udetemperaturen.

Mekanisk køling

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

Belysning

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



Figur 33. Typisk lokalt betjeningspanel til indstilling af ventilationsanlæg for bygningstypen.



Figur 34. Typisk belysningsanlæg med dagslysstyring for bygningstypen (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 opført efter 2010

Varme

Kontorbygninger opført efter 2010 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 35. Typiske blandekredse med omdrejningstalsregulerbare cirkulationspumper for bygningstypen.



Figur 36. Typisk forindstillelig termostatventil for bygningstypen.

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.



Figur 37. Typisk lokalt betjeningspanel til indstilling af ventilationsanlæg for bygningstypen.



Figur 38. Typisk ventilationsanlæg for bygningstypen.

Ventilation

Kontorlokaler, fællesområder osv. er ventileret af mekaniske ventilationsanlæg. Ventilationsanlæggenes ydelse styres typisk af kombinerede temperatur- og CO2 følere monteret på væggene i de enkelte lokaler og fællesområder, så 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 bypasset på krydsvarmeveksleren. Indblæsningstemperaturen reguleres efter udetemperaturen.

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 omdrejningsstalsregulerbare cirkulationspumper.



Figur 39. Typisk omdrejningsregulerbar cirkulationspumpe for bygningstypen.



Figur 40. Typisk belysningsanlæg for bygningstypen.



Figur 41. Typisk dagslyssensor for bygningstypen.

Belysning

Belysningen styres typisk overalt af PIR-sensorer, så lyset tændes og slukkes 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.

CTS-anlæg

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

Sådan kalibreres Be18-beregningen til den aktuelle drift i bygningen

Seks trin i kalibreringen

1. Hvis elforbruget i bygningen er kendt (fx målt over en årrække), justerer du først Be18-modellen for at få overensstemmelse mellem det målte og beregnede elforbrug, dvs.:

Tilpas værdien: Internt varmetilskud → App. (W/m²). I eksemplet nedenfor er der indtastet en værdi på 6 W/m².

Internt varmetilskud	Zone	Areal (m ²)	Personer (W/m ²)	App. (W/m ²)	App.nat (W/m ²)
	Zone	650,2	2600,8 W	3901,2 W	0,0 W
	+1	650,2	4	6	0
	2	0	0	0	0
	3	0	0	0	0
	4	0	0	0	0
	5	0	0	0	0
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				
	11				
	12				
	13				

2. Her kan belastningen fra apparater og belastningen fra apparater om natten indtastes.

Der tilpasses: Nøgletal → Totalt elforbrug matcher det målte forbrug. I dette tilfælde er der beregnet et specifikt årligt elforbrug på 106 kWh/m², svarende til et elforbrug på 68.900 kWh, da arealet af bygningen er 650 m².

Nøgletal, kWh/m ² år			
Renoveringsklasse 2			
Uden tillæg	Tillæg for særlige betingelser	Samlet energiramme	
98,4	0,0	98,4	
Samlet energibehov 42,1			
Renoveringsklasse 1			
Uden tillæg	Tillæg for særlige betingelser	Samlet energiramme	
73,8	0,0	73,8	
Samlet energibehov 42,1			
Energiramme BR 2018			
Uden tillæg	Tillæg for særlige betingelser	Samlet energiramme	
42,5	0,0	42,5	
Samlet energibehov 42,1			
Energiramme lavenergi			
Uden tillæg	Tillæg for særlige betingelser	Samlet energiramme	
33,0	0,0	33,0	
Samlet energibehov 42,1			
Bidrag til energibehovet		Netto behov	
Varme	32,7	Rumopvarmning	26,7
El til bygningsdrift	7,5	Varmt brugsvand	6,0
Overtemp. i rum	0,0	Køling	0,0
Udvalgte elbehov		Varmetab fra installationer	
Belysning	4,8	Rumopvarmning	0,0
Opvarmning af rum	0,0	Varmt brugsvand	0,8
Opvarmning af vbv	0,0	Ydelse fra særlige kilder	
Varmepumpe	0,0	Solvarme	0,0
Ventilatorer	2,4	Varmepumpe	0,0
Pumper	0,2	Solceller	0,0
Køling	0,0	Vindmøller	0,0
Totalt elforbrug	106,1		

3. Det interne varmetilskud fra personer – dvs. Internt varmetilskud → Personer (W/m^2) – kan bestemmes, hvis man har informationer om antallet af personer, og hvornår de er til stede i bygningen.

4. Næste skridt i kalibreringen af modellen er at få modellens varmeforbrug til at matche det målte varmeforbrug. I den forbindelse justeres forbruget af varmt brugsvand, hvis forbruget er kendt. Hvis forbruget af varmt brugsvand ikke er kendt, anvendes standardværdier (dvs. $100 l/m^2$).

The screenshot shows the 'Eksempel v10 Administration.bexml - Be18' window. The left sidebar lists building components like 'Klimaskærm', 'Ventilation', and 'Mekanisk køling'. The main area is divided into 'Bygning' (Building) and 'Beregningsbetingelser' (Calculation conditions). The 'Bygning' section includes fields for 'Antal boligenheder' (0), 'Opvarmet etageareal, m²' (650,2), and 'Bebygget areal, m²' (650,2). The 'Beregningsbetingelser' section has a dropdown for 'BR: Aktuelle' and a note about energy frame adjustments. A 'Temperaturer' dialog box is open, showing 'Setpunkter, °C' for 'Opvarm.' (20), 'Ønsket' (23), 'Nat. vent.' (24), 'Køling' (25), and 'Lager opvarm.' (15). Other temperature settings include 'Dimensionerende temperaturer, °C' for 'Rumtemp.' (20), 'Udetemp.' (-12), and 'Lager temp.' (15).

Der tilpasses: Nøgletal → Bidrag til energibehovet → Varme matcher det målte varmeforbrug for bygningen.

Bidraget til energibehovet (varmebehovet) er et netto varmebehov, så man skal korrigere det for en årsnyttevirkning, hvis der er tale om en kedel. Det er kun, hvis der er tale om en ældre kedel, at det har betydning.

The screenshot shows the 'Eksempel v10 Administration.bexml - Be18' window with the 'Nøgletal, kWh/m² år' (Key figures) section. It displays energy requirements for different renovation classes and energy frames. A table shows 'Bidrag til energibehovet' (Contribution to energy demand) and 'Netto behov' (Net requirement). The 'Bidrag til energibehovet' table includes 'Varme' (32,7), 'El til bygningsdrift' (7,5), and 'Overtemp. i rum' (0,0). The 'Netto behov' table includes 'Rumopvarmning' (26,7), 'Varmt brugsvand' (6,0), and 'Køling' (0,0). A 'Temperaturer' dialog box is also visible, similar to the one in the previous screenshot.

6. Der udarbejdes herefter et udtryk for bygningens varmeforbrug som funktion af udetemperaturen og soltilskuddet eller solindstrålingen (direkte og diffust).

Soltilskud

Det er kompliceret at måle soltilskuddet, da der skal foretages mange målinger. Soltilskuddet er et udtryk for hvor meget solenergi, der strømmer gennem et vindue og ind i rummet.

Solindstråling

Det er imidlertid betydeligt nemmere at måle solindstrålingen på facaderne end soltilskuddet. Dette vil indirekte sige noget om soltilskuddet, da en stor solindstråling må formodes at give anledning til et stort soltilskud. Det afhænger dog også af om der benyttes solafskærmning i bygningen.

Udetemperaturen hentes fra nærmeste meteorologiske station via en API.

Solindstrålingen måles med lysintensitetsmålere, og der bør måles mod nord, øst, syd og vest. Hvis der er etableret automatisk solafskærmning, vil der være etableret målere til måling af solindstrålingen og signaler fra disse vil ofte kunne anvendes. Der opstilles et udtryk for varmeforbruget, som ser således ud:

$$\text{Varmeforbrug} = (K1 \cdot \text{Udetemperatur}) + (K2 \cdot \text{Solindstråling})$$

Solindstrålingen bør opdeles efter de facader, hvor solindstrålingen har betydning for varmeforbruget.

Tabellen nedenfor viser eksempler på månedlige varmeforbrug, udetemperaturer og solindstråling.

Eksempel på månedlige varmeforbrug, udetemperaturer og solindstråling			
Måned	Varmeforbrug (kWh)	Udetemperatur (°C)	Solindstråling (W/m ²)
Januar	89.297,63	-0,5	164,76
Februar	80.142,54	-1,0	332,50
Marts	73.869,65	1,7	441,43
April	51.667,33	5,6	561,82
Maj	27.963,45	11,3	627,34
Juni	17.579,45	15,0	624,75
Juli	16.802,41	16,4	600,27
August	16.939,35	16,2	594,36
September	24.182,75	12,5	503,49
Oktober	40.571,19	9,1	356,92
November	60.929,39	4,8	216,64
December	80.617,83	1,5	111,64

Regressionsanalyse viser sammenhænge

Nedenfor er der lavet regressionsanalyse med dataene for varmekonsum, udetemperatur og solindstråling. Som det ses, er der en sammenhæng mellem udetemperaturen (X-variabel 1) og varmekonsumet. Det skyldes, at P-værdien er tæt på nul.

Der er også en vis sammenhæng mellem varmekonsumet og solindstrålingen (X-variabel 2). Værdien er tæt på nul, men ikke i samme grad som udetemperaturen.

Hele udtrykket er også rigtig godt, da justeret R-kvadreret er tæt på 1, og Signifikans-F er meget tæt på nul.

På samme måde kan man undersøge sammenhængen mellem bygningens elforbrug og udetemperaturer samt solindstråling. Ofte ses, at solindstrålingen har stor betydning for elforbruget.

Efter du har lavet regressionsanalysen har du en kalibreret model af bygningen, hvor både el- og varmekonsumet matcher de tilsvarende målte forbrug. Den kalibrerede model skal gerne passe på både måneds- og årsbasis.

RESUMEOUTPUT	
Regressionsstatistik	
Multipel R	0,99
R-kvadreret	0,98
Justeret R-kvadreret	0,98
Standardfejl	3918,27
Observationer	12,00

AVNAVA (afrundede tal)					
	fg	SK	MK	F	Signifikans F
Regression	2	20999704,11	10499852,06	273,56	8,73
Residual	9	345438,48	38382,05		
I alt	11	21345142,59			

	Koefficienter	Standardfejl	t-stat	P-værdi	Nedre 95%	Øvre 95%	Nedre 95,0%	Øvre 95,0%
Skæring	4347,47	156,59	27,76	4,96	3993,23	4701,71	3993,23	4701,71
X-variabel 1	-183,60	14,47	-12,69	4,78	-216,33	-150,87	-216,33	-150,87
X-variabel 2	-23,91	10,07	-2,38	0,04	-46,68	-1,14	-46,68	-1,14

Det benyttes i Be18 standardværdier for udetemperaturen og solindstrålingen. Dette har stor betydning for det beregnede varmekonsum.

Hvis det viser sig, at det ikke er muligt at kalibrere modellen ved at ændre indetemperaturen, så kan det skyldes, at det pågældende år, der foretages beregninger for, afviger fra det "normalår", der benyttes i Be18.

Hvis dette er tilfældet, så er man i princippet nødt til at korrigere de beregnede forbrug, så de passer med de aktuelle udetemperaturer og solindstrålinger. Det er ikke lige til at gøre, så det anbefales, at man "skruer på" de parametre, der kan ændres i Be18's brugerflade. Det vil sige indendørstemperaturer, luftmængder, interne varmetilskud m.m. Der må dermed accepteres en vis forskel mellem de målte og beregnede el- og varmekonsum. Umiddelbart kan en afvigelse på $\pm 10\%$ accepteres.

Kilder

1. BUILD U-værdier 2019
2. Molio Prisdata, Renovering Fagdele, Brutto 2020
3. Energitilsynet og Forsyningstilsynet. Energipriser 2019
4. 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>
5. COWI (2020). Opdaterede emissionsfaktorer for el og fjernvarme. Kortfattet baggrundsnotat. Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen
6. Ökobau (2018). Process Data set: Thermal energy from natural gas. https://oekobaudat.de/OEKO-BAU.DAT/datasetdetail/process.xhtml?uuid=b0ab4c94-268d-40a8-9a46-ba0606c647d1&version=20.19.120&stock=OBD_2020_II&lang=en
7. Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen (2020). Vejledning om den frivillige bæredygtighedsklasse
8. Worm, A. S., Poulin, H., Østergaard, F. C., Birgisdóttir, H., Madsen, S. S., & Rasmussen, F. N. (2016). Branchevejledning i LCA ved renovering. 1–13
9. Rasmussen, F.N. & Birgisdóttir, H. (2015). Livscyklusvurdering af større bygningsrenoveringer. Miljømæssige konsekvenser belyst via casestudier. SBI 2015:29. 1. udgave. Aalborg Universitet

Om Videncenter for Energibesparelser i Bygninger

Videncenter for Energibesparelser i Bygninger samler og formidler viden om konkrete og praktiske muligheder for at reducere energiforbruget i bygninger.

Det sker ved, at Videncentret medvirker til, at byggeriets parter opnår flere kvalifikationer og nye værktøjer til at gennemføre energibesparende tiltag i bygninger. Hermed understøtter Videncentret den samlede energispareindsats i Danmark.

Du er velkommen til at rette henvendelse om både overordnede emner og helt konkrete og praktiske spørgsmål:



For byggebranchen
72 20 22 55



For private
31 15 90 00



www.ByggeriOgEnergi.dk

info@ByggeriOgEnergi.dk

Videncenter for Energibesparelser i Bygninger