

Videncenter for  
Energibesparelser i Bygninger

VEJLEDNING  
**Funktionsafprøvning  
af bygningsautomatik**  
i større bygninger



Scan koden og  
TILMELD dig vores  
NYHEDSBREV

# INDHOLD

Bygningsautomatik i større bygninger skal funktionsafprøves .....	3
Test nr. 1: Funktionsafprøvning af signaler til og fra automatikkomponenter.....	4
Test nr. 2: Funktionsafprøvning af automatikfunktioner og alarmer .....	7
Test nr. 3: Funktionsafprøvning af reguleringsløjfer i varme-, køle- og ventilationsanlæg ....	10
Test nr. 4: Funktionsafprøvning af driftsstrategier .....	12
Test nr. 5: Prøvedrift .....	15
Registreringsskema til test nr. 1: Signaler til og fra automatikkomponenter.....	19
Registreringsskema til test nr. 2: Automatikfunktioner og alarmer .....	21
Registreringsskema til test nr. 3: Reguleringsløjfer .....	28
Registreringsskema til test nr. 4: Driftsstrategier.....	30
Registreringsskema til test nr. 5: Prøvedrift .....	34

*VEB påtager sig intet ansvar for eventuelle fejl og mangler i hverken trykt eller digitalt informationsmateriale eller for tab, der måtte opstå som følge af dispositioner på baggrund af materialet. VEB forbeholder sig ret til uden forudgående varsel at foretage ændringer i materialet.*

Udgivet oktober 2020

# BYGNINGSAUTOMATIK I STØRRE BYGNINGER

## Bygningsautomatik i bygninger skal funktionsafprøves

Denne vejledning handler om, hvordan man funktionsafprøver bygningsautomatik i større bygninger - fx storcentre, kontorbygninger og lignende. Større bygninger vil normalt altid indeholde bygningsautomatik, der styrer, regulerer og overvåger en bygnings tekniske installationer.

### Det er lovpligtigt

I henhold til Bygningsreglementet kap 11 § 298 b skal der gennemføres en funktionsafprøvning af bygningsautomatik inden ibrugtagning. Funktionsafprøvningen skal påvise, at bygningsautomatikken er korrekt installeret og reguleret, virker efter hensigten og giver bygningen den forudsatte energimæssige effektivitet. For nyopførte bygninger findes den forudsatte effektivitet i energibehovsberegningen, som byggetilladelsen er baseret på, og der skal indsendes dokumentation for funktionsafprøvningen til kommunen senest ved færdigmelding.

### Definition

Ved bygningsautomatik forstås de automatiksystemer, der styrer, regulerer og overvåger en bygnings tekniske installationer ud fra målte ude- og indeklimaparametre, anlægsparametre, tidsstyring, behov mv. Bygningsautomatikken skal være i stand til at:

1. overvåge og analysere energiforbruget løbende
2. kommunikere med de tekniske anlæg og regulere disse anlæg energieffektivt efter behovet i bygningen
3. kunne udtrykke den energimæssige effektivitet af bygningen og dens tekniske anlæg
4. detektere fejl i anlæggene og underrette driftspersonalet om fejlene

Bygningens tekniske installationer kan typisk omfatte varme- og køleanlæg, ventilationssystemer, belysningsstyringer, solafskærmningsanlæg, vinduesåbningssystemer og indhentning af alarmer fra forskellige tekniske anlæg mv.

### Hvad får du i denne vejledning?


I denne vejledning får du beskrivelser af en række relevante funktionsafprøvninger, som fortæller, hvad det er relevant at måle på, når den afsluttende funktionsafprøvning skal gennemføres. Samtidig får du via testbeskrivelser input til, hvilke krav du skal stille.

Vejledningen indeholder beskrivelser af test, målemetoder og registreringskemaer. Der er beskrevet fem typer af funktionsafprøvninger:

1. Funktionsafprøvning af signaler til og fra automatikkomponenter
2. Funktionsafprøvning af automatikfunktioner og alarmer
3. Funktionsafprøvning af reguleringsløjfer
4. Funktionsafprøvning af driftsstrategier
5. Prøvedrift (det ikke er et krav i henhold til BR18, men blot en anbefaling til bygherre at få udført)

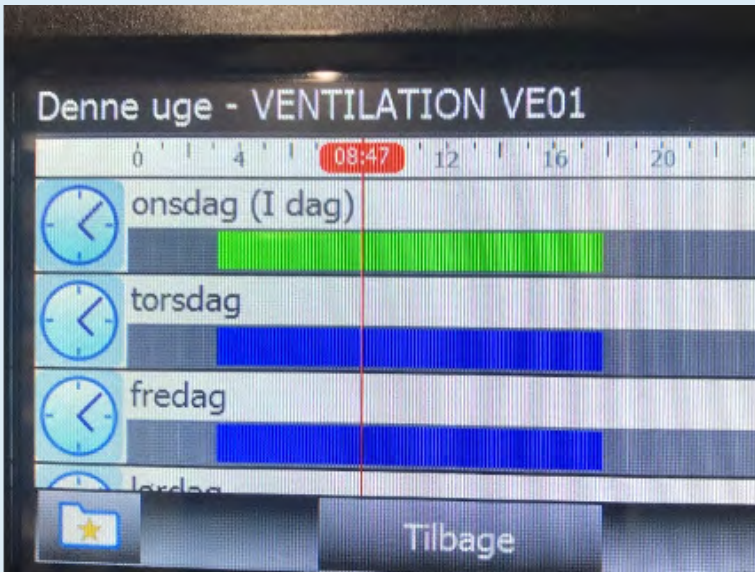
De to sidste funktionsafprøvninger vil man typisk kun bruge i større bygninger med mere komplekse anlæg som CTS- eller BMS-anlæg.

<b>Test nr. 1</b>	<b>Funktionsafprøvning af signaler til og fra automatikkomponenter</b>	
<b>Anlægs nr.:</b>	<b>Udført af:</b>	<b>Dato:</b>
<b>Lovkrav</b>	Jf. Bygningsreglement 2018 kap. 11 er der krav om, at alle bygnings-installationer, dvs. ventilationsanlæg, varmeanlæg, køleanlæg, belysningsanlæg, solafskærmningsanlæg og vinduesåbningssystemer, skal være forsynet med automatik. Der er ikke krav til automatikkens funktion eller andet, kun at automatikken skal sikre energieffektiv drift.	
<b>Definition</b>	<p>Signaler til og fra automatikkomponenterne skal sørge for, at ventilationsanlæg, varmeanlæg, køleanlæg m.v. styres og reguleres effektivt og energioptimalt, samtidig med at krav til funktioner og indeklime er opfyldt.</p> <p>Funktionsafprøvningen skal påvise, at de overførte signaler til og fra automatikkomponenterne stemmer overens med de viste på styrepanelet eller CTS-skærmen.</p>	
<b>Målepunkter og målemetode</b>	<p>Der udtages en stikprøve på 25 % af de signaler, som overføres fra forskellige typer signalgivere (dvs. temperatursensorer fx sensorer for åbning af ovenlys, tryksensorer, CO<sub>2</sub>-følere, fugtsensorer, potentiometre til spjældstilling og lyssensorer), og der er styrende parametre for fx ventilationsanlæg, varmeanlæg og solafskærmning for at kontrollere, om de overførte signaler stemmer overens med de viste på styrepanelet eller CTS-skærmen. Dette kontrolleres ved at sammenholde værdien in situ for de udvalgte signaler med de viste værdier på skærmen.</p> <p>Testen kan suppleres med tilbagemeldingssignaler fra fx reguleringsspjæld i de tilfælde, hvor det er implementeret. Dokumentationsmetoden er at verificere, at den tilbagemelding, der kommer på styrepanelet eller CTS-skærmen, svarer til det, der sker (fx en spjældstilling i %).</p> <p>Hvis ét eller flere signaler ikke overføres korrekt, kontrolleres 50 % af signalererne af leverandøren. Herefter udtages en ny stikprøve på 25 % af de styrende signaler til kontrol. Hvis der ligeledes er fejl ved ét eller flere signaler gentages ovenstående, indtil der udtages en fejlfri stikprøve.</p> <p>Målingerne af temperatur, tryk, CO<sub>2</sub>-niveau og andre signaler foretages med dertil egnede, kalibrerede måleinstrumenter. De korresponderende værdier på styrepanelet eller CTS-anlægget aflæses samtidig med registrering af måleværdier.</p> <p>Målingerne dokumenteres i testskemaer, hvoraf de målte signalers tag-nr. (identifikationsnr.) og måleværdier samt værdier fra styrepanelet eller CTS-anlægget fremgår.</p> <p>Se endvidere registreringskema til test nr. 1.</p>	

Test nr. 1 fortsat	Funktionsafprøvning af signaler til og fra automatikkomponenter
Principskitse	
Forudsætninger for testens igangsættelse	<p><b>Før testen gennemføres skal det være på plads:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alle vandkredse i varme- og kølanlæg skal være indreguleret af de respektive entreprenører i henhold til DS 469:2013, kap. 14.7 "Indregulering", kap. 16 "Kontrol og afprøvning", kap. 16.1 "Indregulering" samt øvrige skærpende krav i udbudsmaterialet.</li> <li>• Alle ventilationsanlæg skal være indreguleret af de respektive entreprenører i henhold til DS447:2013, kap. 6.3 + 7.3 + 8.3 "Indregulering og aflevering" samt øvrige skærpende krav i udbudsmaterialet.</li> <li>• Alle entreprenørers dokumentation for egenkontrol og indregulering af alle aktiviteter nævnt i DS 447:2013 og DS 469:2013 skal være godkendt (inkl. evt. krævet mangeludbedring).</li> <li>• Bygningsautomatikken skal være indreguleret i henhold til bips beskrivelsesværktøj "Bygningsautomation", september 2012, basisbeskrivelse punkt 3.6.7.4 "Dokumenteret looptuning", stk. 1-11 (dvs. inkl. byggeledelsens godkendelse af looptuningsrapporten) samt øvrige skærpende krav i udbudsmaterialet.</li> <li>• Belysningsinstallationen skal være afsluttet og installeret med de projekterede lyskilder, armaturer og lysstyring.</li> <li>• Automatiske styringer, fx dagslysstyring, skal være indreguleret og i drift.</li> <li>• Der er indhentet dokumentation for indregulering af belysningsanlæggets setpunkter, zoneopdeling, sensorer samt beskrivelser af kontinuerlig regulering og automatisk styret solafskærmning (hvis dette forefindes).</li> </ul>
Omfang af test	Signaler til og fra automatikkomponenter tjekkes for alle nye automatikanlæg.
Tidspunkt for testens gennemførelse	Testen gennemføres inden aflevering af anlægget til kunden.




<b>Test nr. 2</b>	<b>Funktionsafprøvning af automatikfunktioner og alarmer</b>	
<b>Anlægs nr.:</b>	<b>Udført af:</b>	<b>Dato:</b>
<b>Lovkrav</b>	Jf. Bygningsreglement 2018 kap. 11 er der krav om, at alle bygnings-installationer, dvs. ventilationsanlæg, varmeanlæg, køleanlæg, belysningsanlæg, solafskærmningsanlæg og vinduesåbningssystemer, skal være forsynet med automatik. Der er ikke krav til automatikkens funktion eller andet, kun at automatikken skal sikre energieffektiv drift.	
<b>Definition</b>	Signaler til og fra automatikkomponenterne skal sørge for, at ventilationsanlæg, varmeanlæg, køleanlæg, belysningsanlæg m.v. styres og reguleres effektivt og energioptimalt, samtidig med at krav til funktioner og indeklime er opfyldt.	
<b>Målepunkter og målemetode</b>	<p>Der udtages en stikprøve på 25 % af de automatikfunktioner, som benyttes i hver af hovedanlægstyperne. Det vil sige ventilationsanlæg, varmeanlæg, køleanlæg, belysningsanlæg, solafskærmningsanlæg og vinduesåbningssystemer.</p> <p>I testen kontrolleres at signalerne fra de tilsluttede anlæg faktisk bliver overført, og at der sker den korrekte reaktion. Fx kan det være at en frostalarm på et ventilationsanlæg. Endvidere kan det være, at en forøgelse af CO<sub>2</sub>-niveauet i et lokale medfører en forøgelse af friskluftmængderne, så det ønskede CO<sub>2</sub>-niveau genetableres. Endelig kan det være, at en urstyring tænder og slukker et belysningsanlæg på bestemte tidspunkter, eller at en bevægelses- eller lyssensor tænder belysningsanlægget, når folk går ind i lokalet.</p> <p>I testen foretages endvidere afprøvning af programmerede alarmer i bygnings-automatikken. Der udføres afprøvninger, hvor målte parametre overskrider fastsatte grænseværdier, som udløser en alarm.</p> <p>Hvis ét eller flere signaler ikke overføres korrekt, eller der ikke sker den korrekte reaktion, kontrolleres 50 % af signalerne af leverandøren, og eventuelle defekte komponenter udskiftes. Herefter udtages en ny stikprøve på 25 % af de styrende signaler til kontrol. Hvis der ligeledes er fejl ved ét eller flere signaler, gentages ovenstående, indtil der udtages en fejlfri stikprøve.</p> <p>Målingerne af temperatur, tryk, CO<sub>2</sub>-niveau og andre signaler foretages med dertil egnede, kalibrerede måleinstrumenter. De korresponderende værdier på styrepanelet eller CTS-anlægget aflæses samtidig med registrering af måleværdier.</p> <p>Målingerne dokumenteres i testskemaer, hvoraf de målte signalers tag.nr. (identifikationsnr.) og måleværdier samt værdier fra styrepanelet eller CTS-anlægget fremgår.</p> <p>Se endvidere registreringsskema til test nr. 2.</p>	

Test nr. 2 fortsat	Funktionsafprøvning af automatikfunktioner og alarmer
Principskitse	
Forudsætninger for testens igangsættelse	<p><b>Før testen gennemføres skal dette være på plads:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alle vandkredse i varme- og kølanlæg skal være indreguleret af de respektive entreprenører i henhold til DS 469:2013, kap. 14.7 "Indregulering", kap. 16 "Kontrol og afprøvning", kap. 16.1 "Indregulering" samt øvrige skærpende krav i udbudsmaterialet.</li> <li>• Alle ventilationsanlæg skal være indreguleret af de respektive entreprenører i henhold til DS447:2013, kap. 6.3 + 7.3 + 8.3 "Indregulering og aflevering" samt øvrige skærpende krav i udbudsmaterialet.</li> <li>• Alle entreprenørers dokumentation for egenkontrol og indregulering af alle aktiviteter nævnt i DS 447:2013 og DS 469:2013 skal være godkendt (inkl. evt. krævet mangeludbedring).</li> <li>• Bygningsautomatikken skal være indreguleret i henhold til bips beskrivelsesværktøj "Bygningsautomation", september 2012, basisbeskrivelse punkt 3.6.7.4 "Dokumenteret looptuning", stk. 1-11 (dvs. inkl. byggeledelsens godkendelse af looptuningsrapporten) samt øvrige skærpende krav i udbudsmaterialet.</li> <li>• Belysningsinstallationen skal være afsluttet og installeret med de projekterede lyskilder, armaturer og lysstyring.</li> <li>• Automatiske styringer, fx dagslysstyring, skal være indreguleret og i drift.</li> <li>• Der er indhentet dokumentation for indregulering af belysningsanlæggets setpunkter, zoneopdeling, sensorer samt beskrivelser af kontinuerlig regulering og automatisk styret solafskærmning (hvis dette forefindes).</li> </ul>
Omfang af test	Automatikfunktioner og alarmer tjekkes for alle nye automatikanlæg.
Tidspunkt for testens gennemførelse	Testen gennemføres inden aflevering af anlægget til kunden.

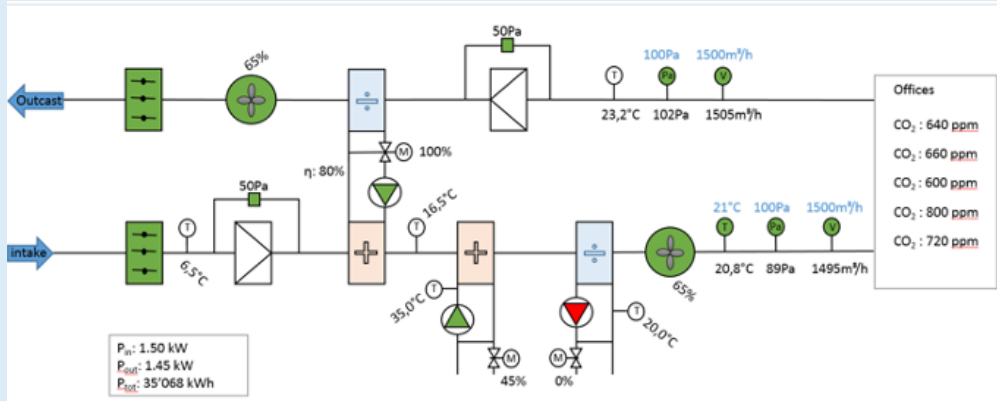


Test nr. 2 fortsat	Funktionsafprøvning af automatikfunktioner og alarmer
<b>Dokumentation</b>	Der udarbejdes en funktionsafprøvningsrapport, der beskriver: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hvilke forudsætninger og forhold, målingen er udført under</li> <li>• Målepunkter</li> <li>• Måleudstyr, der er anvendt, samt hvor og hvornår dette sidst blev kalibreret</li> <li>• De opnåede måleresultater</li> <li>• Det samlede resultat</li> <li>• Oplysninger om hvem, der har udført funktionsafprøvningen</li> </ul> Se endvidere registreringsskema til test nr. 2.
<b>Acceptkriterium</b>	Testen er acceptabel, hvis signalerne fra de tilsluttede anlæg faktisk bliver overført, og at der sker den korrekte reaktion.
<b>Testens resultat</b>	Er testens acceptkriterium opfyldt? <span style="float: right;">Ja    Nej</span>
<b>Årsager til afvigelser</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Signalgiveren er defekt eller upræcis</li> <li>• De elektriske forbindelser til signalgiveren er fejlbehæftede</li> <li>• Signalgiveren er placeret uhensigtsmæssigt</li> <li>• Overførslen af signalet er fejlbehæftet</li> <li>• Konvertering af måleværdi til signalværdi i styrepanelet eller CTS-anlægget er fejlbehæftet</li> </ul>

<b>Test nr. 3</b>	<b>Funktionsafprøvning af reguleringsløjfer i varme-, køle- og ventilationsanlæg</b>	
<b>Anlægs nr.:</b>	<b>Udført af:</b>	<b>Dato:</b>
<b>Lovkrav</b>	Jf. Bygningsreglement 2018 kap. 11 er der krav om, at alle bygningsinstallationer, dvs. ventilationsanlæg, varmeanlæg, køleanlæg, belysningsanlæg, solafskærmningsanlæg og vinduesåbningssystemer, skal være forsynet med automatik. Der er ikke krav til automatikkens funktion eller andet, kun at automatikken skal sikre energieffektiv drift.	
<b>Definition</b>	<p>Automatikken skal være i stand til at styre og regulere varme-, køle- og ventilationsanlægget effektivt og energioptimalt, samtidig med at krav til funktioner og indeklime er opfyldt.</p> <p>Kontrol af varme-, køle- og ventilationsanlæggets automatik er baseret på vurderinger og målinger af:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hovedreguleringsventiler i varme- og køleanlæg (forsyning)</li> <li>• Reguleringsventiler i blandekredse (varme-, køle- og ventilationsanlæg)</li> </ul>	
<b>Målepunkter og målemetode</b>	<p>Der udtages en stikprøve, der som minimum indbefatter reguleringsventilen i varme- eller køleanlægget samt 25 % af ventilerne i blandekredse for varme, køling og ventilation (styringer i forsyningskredse og lokale styringer).</p> <p>Stikprøverne skal være fordelt ligeligt på de tekniske installationer, som testes.</p> <p>Der udføres step respons tests i henhold til bips beskrivelsesværktøj "Bygningsautomation", september 2012, basisbeskrivelse punkt 3.6.7.4 "Dokumenteret looptuning" stk. 1-11. Logningen af data skal være så tilpas hurtig, at eventuelle pendlinger vil blive afsløret.</p> <p>Testen kan dokumenteres ved fremvisning og gennemgang af den indreguleringsrapport, der er godkendt i henhold til bips beskrivelsesværktøj "Bygningsautomation", september 2012, basisbeskrivelse punkt 3.6.7.4 "Dokumenteret looptuning" stk. 11.</p> <p>Se endvidere registreringsskema til test nr. 3.</p>	

Test nr. 3 fortsat	Funktionsafprøvning af reguleringsløjfer i varme-, køle- og ventilationsanlæg
Principskitse	
Forudsætninger for testens igangsættelse	<p><b>Før testen gennemføres skal:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alle vandkredse i varme- og kølanlæg skal være indreguleret af de respektive entreprenører i henhold til DS 469:2013, kap. 14.7 "Indregulering", kap. 16 "Kontrol og afprøvning", kap. 16.1 "Indregulering" samt øvrige skærpende krav i udbudsmaterialet.</li> <li>• Alle ventilationsanlæg skal være indreguleret af de respektive entreprenører i henhold til DS447:2013, kap. 6.3 + 7.3 + 8.3 "Indregulering og aflevering samt øvrige skærpende krav i udbudsmaterialet.</li> <li>• Alle entreprenørers dokumentation for egenkontrol og indregulering af alle aktiviteter nævnt i DS 447:2013 og DS 469:2013 skal være godkendt af fagtilsynet (inkl. evt. krævet mangeludbedring).</li> <li>• Bygningsautomatikken skal være indreguleret i henhold til bips beskrivelsesværktøj "Bygningsautomation", september 2012, basisbeskrivelse punkt 3.6.7.4 "Dokumenteret looptuning" stk. 1-11 (dvs. inkl. byggeledelsens godkendelse af looptuningsrapporten) samt øvrige skærpende krav i udbudsmaterialet.</li> </ul>
Omfang af test	Reguleringsløjfer i varme-, køle- og ventilationsanlæg tjekkes for alle nye automatikanlæg.
Tidspunkt for testens gennemførelse	Testen gennemføres inden aflevering af anlægget til kunden.

<b>Test nr. 3 fortsat</b>	<b>Funktionsafprøvning af reguleringsløjfer i varme-, køle- og ventilationsanlæg</b>
<b>Dokumentation</b>	<p>Der udarbejdes en funktionsafprøvningsrapport, som beskriver:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hvilke forudsætninger og forhold, målingen er udført under</li> <li>• Målepunkter</li> <li>• Måleudstyr, der er anvendt, samt hvor og hvornår dette sidst blev kalibreret</li> <li>• De opnåede måleresultater</li> <li>• Det samlede resultat</li> <li>• Oplysninger om hvem, der har udført funktionsafprøvningen</li> </ul> <p>Se endvidere registreringsskema til test nr. 3.</p>
<b>Acceptkriterium</b>	<p>Testens resultat accepteres, hvis step respons testene viser, at den enkelte reguleringsløjfe:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• er stabil inden testen begynder (fremløbstemperaturen har været konstant i 5-10 min., inden testen begynder)</li> <li>• foretager en hurtig indsvingning til stabil værdi ved nyt højere setpunkt (maks. 10 min. indsvingningstid)</li> <li>• foretager en hurtig indsvingning til stabil værdi ved nyt lavere setpunkt (maks. 10 min. indsvingningstid)</li> <li>• ikke pendler</li> <li>• ikke har varige afvigelser (medmindre det på forhånd er aftalt, at en specifik reguleringsløjfe er en ren P-regulering)</li> </ul> <p>For meget træge reguleringskredse fx rumtemperaturreguleringer til gulvvarmeanlæg skal step responstesten kun vise, at der er korrekt sammenhæng mellem rumtemperatur og tilhørende aktuatorer</p>
<b>Testens resultat</b>	<p>Er testens acceptkriterium opfyldt?</p> <p style="text-align: right;">Ja    Nej</p>
<b>Årsager til afvigelser</b>	<p>Forskelle mellem den målte og beregnede værdi kan blandt andet skyldes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Problemer med pendling og dårlig regulering kan skyldes, at reguleringsventilerne ikke er dimensioneret korrekt i forhold til belastning og differenstryk</li> <li>• Problemer med langsom indsvingning til stabil værdi skyldes forkert indstilling af regulatoren (forstærkningen, integrationstiden eller differentialtiden)</li> <li>• Upræcis eller forkert indregulering af vand- og luftmængder m.m.</li> </ul>

Test nr. 4	Funktionsafprøvning af driftsstrategier	
Anlægs nr.:	Udført af:	Dato:
Lovkrav	Jf. Bygningsreglement 2018 kap. 11 er der krav om, at alle bygningsinstallationer, dvs. ventilationsanlæg, varmeanlæg, køleanlæg, belysningsanlæg, solafskærmningsanlæg og vinduesåbningssystemer, skal være forsynet med automatik. Der er ikke krav til automatikkens funktion eller andet, kun at automatikken skal sikre energieffektiv drift.	
Definition	Funktionsafprøvningen af bygningsautomatik kan ikke ses alene, da bygningsautomatikken typisk styrer de tekniske anlæg i bygningen, og der er en række krav til funktionsafprøvning af de tekniske anlæg, som overlapper med bygningsautomatikken. Det, der bør være i fokus ved afprøvningen af bygningsautomatikken, er grænsefladerne mellem de forskellige tekniske anlæg og samspillet mellem anlæggene. Fx at der ikke køles med ventilationsanlægget, samtidig med at der er varme på radiator- eller gulvvarmekredse.	
Målepunkter og målemetode	<p>Det kontrolleres om bl.a. ventilations-, køle- og varmeanlæg, belysningsanlæg, solafskærmningsanlæg og vinduesåbningssystemer kobler ind/ud og regulerer jf. driftsstrategien i forhold til luftflow, luftkvalitet, temperaturer, belysningsstyrker m.v.</p> <p>Målepunkterne kan variere, da det afhænger af, hvilke tekniske anlæg der er installeret.</p> <p>Se endvidere registreringsskema til test nr. 4.</p>	
Principskitse		

Test nr. 4 fortsat	Funktionsafprøvning af driftsstrategier
<p><b>Forudsætninger for testens igangsættelse</b></p>	<p><b>Før testen gennemføres skal dette være på plads:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alle vandkredse i varme- og kølanlæg skal være indreguleret af de respektive entreprenører i henhold til DS 469:2013, kap. 14.7 "Indregulering", kap. 16 "Kontrol og afprøvning", kap. 16.1 "Indregulering" samt øvrige skærpende krav i udbudsmaterialet.</li> <li>• Alle ventilationsanlæg skal være indreguleret af de respektive entreprenører i henhold til DS447:2013, kap. 6.3 + 7.3 + 8.3 "Indregulering og aflevering" samt øvrige skærpende krav i udbudsmaterialet.</li> <li>• Alle entreprenørers dokumentation for egenkontrol og indregulering af alle aktiviteter nævnt i DS 447:2013 og DS 469:2013 skal være godkendt (inkl. evt. krævet mangeludbedring).</li> <li>• Bygningsautomatikken skal være indreguleret i henhold til bips beskrivelsesværktøj "Bygningsautomation", september 2012, basisbeskrivelse punkt 3.6.7.4 "Dokumenteret looptuning" stk. 1-11 (dvs. inkl. byggeledelsens godkendelse af looptuningsrapporten) samt øvrige skærpende krav i udbudsmaterialet.</li> <li>• Belysningsinstallationen er afsluttet og installeret med de projekterede lyskilder, armaturer og lysstyring.</li> <li>• Automatiske styringer, fx dagslysstyring, er indreguleret og i drift.</li> <li>• Der er indhentet dokumentation for indregulering af belysningsanlæggets setpunkter, zoneopdeling, sensorer samt beskrivelser af kontinuerlig regulering og automatisk styret solafskærmning (hvis dette forefindes).</li> </ul>
<p><b>Omfang af test</b></p>	<p>Der udføres en kontrol af, om den planlagte driftsstrategi er implementeret korrekt for de tilsluttede installationer.</p> <p>Testen omfatter i udgangspunktet ét anlæg af hver type, fx ventilationsanlæg, varmeanlæg, køleanlæg, belysningsanlæg, solafskærmningsanlæg og vinduesåbningssystemer.</p>
<p><b>Tidspunkt for testens gennemførelse</b></p>	<p>Testen gennemføres inden aflevering af anlægget til kunden.</p>

Test nr. 4 fortsat	Funktionsafprøvning af driftsstrategier
<b>Dokumentation</b>	Der udarbejdes en funktionsafprøvningsrapport, der beskriver: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hvilke forudsætninger og forhold, målingen er udført under</li> <li>• Målepunkter</li> <li>• Måleudstyr, der er anvendt, samt hvor og hvornår dette sidst blev kalibreret</li> <li>• De opnåede måleresultater</li> <li>• Det samlede resultat</li> <li>• Oplysninger om hvem, der har udført funktionsafprøvningen</li> </ul> Se endvidere registreringsskema til test nr. 4.
<b>Acceptkriterium</b>	Testens resultat accepteres, når installationerne følger driftsstrategien.
<b>Testens resultat</b>	Er testens acceptkriterium opfyldt? <span style="float: right;">Ja    Nej</span>
<b>Årsager til afvigelser</b>	Afvigelser fra den fastlagte driftsstrategi kan blandt andet skyldes: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fejlagtig programmering af driften af den enkelte installationer</li> <li>• Fejlagtig programmering af samstyringen af de enkelte installationer</li> <li>• Fejlagtig indstilling af temperaturer eller tryk (setpunkter)</li> <li>• Defekte komponenter (temperaturfølere, trykfølere, reguleringsventiler inkl. motorer, defekt styring til varmegenvindingsenhed, defekte frekvensomformere til motorerne m.m.)</li> </ul>

<b>Test nr. 5</b>	<b>Prøvedrift</b>	
<b>Anlægs nr.:</b>	<b>Udført af:</b>	<b>Dato:</b>
<b>Lovkrav</b>	Jf. Bygningsreglement 2018 kap. 11 er der krav om at alle bygningsinstallationer, dvs. ventilationsanlæg, varmeanlæg, køleanlæg, belysningsanlæg, solafskærmningsanlæg og vinduesåbningssystemer, skal være forsynet med automatik. Der er ikke krav til automatikkens funktion eller andet, kun at automatikken skal sikre energieffektiv drift.	
<b>Definition</b>	Funktionsafprøvningen af bygningsautomatik kan ikke ses alene, da bygningsautomatikken typisk styrer de tekniske anlæg i bygningen, og der er en række krav til funktionsafprøvning af de tekniske anlæg, som overlapper med bygningsautomatikken. Det, der bør være i fokus ved afprøvningen af bygningsautomatikken, er grænsefladerne mellem de forskellige tekniske anlæg og samspillet mellem anlæggene. Fx at der ikke køles med ventilationsanlægget, samtidig med at der er varme på radiator- eller gulvvarmekredse.	
<b>Målepunkter og målemetode</b>	Der gennemføres prøvedrift i 6 uger (42 dages test), hvor bygningens installationer bliver overvåget, og eventuelle fejlfunktioner skal dokumenteres, bl.a. via CTS/IBI-logninger.  Se endvidere registreringsskema til test nr. 5.	
<b>Principskitse</b>		



Test nr. 5 fortsat	Prøvedrift
<b>Forudsætninger for testens igangsættelse</b>	<b>Før testen gennemføres skal:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alle vandkredse i varme- og kølanlæg skal være indreguleret af de respektive entreprenører i henhold til DS 469:2013, kap. 14.7 "indregulering", kap. 16 "Kontrol og afprøvning", kap. 16.1 "indregulering" samt øvrige skærpende krav i udbudsmaterialet.</li> <li>• Alle ventilationsanlæg skal være indreguleret af de respektive entreprenører i henhold til DS447:2013, kap. 6.3 + 7.3 + 8.3 "Indregulering og aflevering samt øvrige skærpende krav i udbudsmaterialet.</li> <li>• Alle entreprenørers dokumentation for egenkontrol og indregulering af alle aktiviteter nævnt i DS 447:2013 og DS 469:2013 skal være godkendt (inkl. evt. krævet mangeludbedring)</li> <li>• Bygningsautomatikken skal være indreguleret i henhold til bips beskrivelsesværktøj "Bygningsautomation", september 2012, basisbeskrivelse punkt 3.6.7.4 "Dokumenteret looptuning" stk. 1-11 (dvs. inkl. byggeledelsens godkendelse af looptuningsrapporten) samt øvrige skærpende krav i udbudsmaterialet.</li> <li>• Belysningsinstallationen er afsluttet og installeret med de projekterede lyskilder, armaturer og lysstyring</li> <li>• Automatiske styringer, fx dagslysstyring, er indreguleret og i drift</li> <li>• Der er indhentet dokumentation for indregulering af belysningsanlæggets setpunkter, zoneopdeling, sensorer samt beskrivelser af kontinuerlig regulering og automatisk styret solafskærmning (hvis dette forefindes)</li> </ul>
<b>Omfang af test</b>	Samtlige anlæg der styres af CTS-anlægget.
<b>Tidspunkt for testens gennemførelse</b>	Testen gennemføres inden aflevering af anlægget til kunden.

Test nr. 5 fortsat	Prøvedrift
<p><b>Dokumentation</b></p>	<p>Med udgangspunkt i oplæg fra bygherren og dennes rådgiver gennemføres en overvågning af installationerne, primært via CTS-lograpporter og via testkørsler af sekvenser af ændrede setpunkter, bl.a. nat- og weekendkørsler. Der gennemføres daglige tjekrutiner, hvor alarmer, setpunkter, værdier, lograpporter, vejrrapporter mv. gennemgås af det tekniske driftspersonale, der betjener CTS-anlægget.</p> <p>Under forløbet kontrolleres om der er overensstemmelse med visninger på CTS-anlægget og den faktiske tilstand af de forskellige installationer, dvs. om der er overensstemmelse mellem den viste driftstilstand på CTS-anlægget og den faktiske driftstilstand.</p> <p>Alle observationer dokumenteres, dels via CTS/IBI-logningerne, dels via afvigerapporter mv., som sammenholdes med de aktiviteter, der foregår i huset.</p> <p>Se endvidere registreringsskema til test nr. 5.</p>
<p><b>Acceptkriterium</b></p>	<p>Testen er acceptabel, når alle kritiske og mindre kritiske fejl er udbedret.</p> <p>Der henvises til bips beskrivelsesværktøj "Bygningsautomation", september 2012, basisbeskrivelse punkt 2.15.2 "Testperiode" stk. 5-9.</p> <p>Ved kritiske fejl påbegyndes en ny 6 ugers prøvedrift, efter fejlen/fejlene er udbedret.</p>
<p><b>Testens resultat</b></p>	<p>Er testens acceptkriterium opfyldt? <span style="float: right;">Ja    Nej</span></p>
<p><b>Årsager til afvigelser</b></p>	<p>Der henvises til bips beskrivelsesværktøj "Bygningsautomation", september 2012, basisbeskrivelse punkt 2.15.2 "Testperiode" stk. 5-9.</p>

## Registreringsskema til test nr. 1

### Signaler til og fra automatikkomponenter

<b>Anlægsnummer:</b>	<b>Udført af:</b>	<b>Dato:</b>

<b>Beskrivelse af, hvilke forudsætninger og forhold målingen er udført under</b>

<b>Målepunkter (angiv, hvor målingerne er foretaget)</b>

<b>Anvendt måleudstyr</b>	
<b>Type</b>	<b>Kalibreringsdato</b>

## Måleresultater

Målepunkt	Tag nummer	Målt værdi	Værdi ifølge stand alone- eller CTS-anlæg	Afvigelse [%]

**Det samlede resultat**

**Kommentarer**

## Registreringsskema til test nr. 2

### Automatikfunktioner og alarmer

<b>Anlægsnummer:</b>	<b>Udført af:</b>	<b>Dato:</b>

<b>Beskrivelse af, hvilke forudsætninger og forhold målingen er udført under</b>

<b>Målepunkter (angiv, hvor målingerne er foretaget)</b>

<b>Anvendt måleudstyr</b>	
<b>Type</b>	<b>Kalibreringsdato</b>

## Måleresultater

### Ventilationsanlæg

Funktionsafprøvning af start og stop (tidsstyring eller bevægelsesføler)	
Aktion	Sæt kryds hvis ja
Spjæld i indtag og afkast lukker	
Cirkulationspumpe til varme- eller køleflade stopper	

Funktionsafprøvning af frostautomatik	
Aktion	Sæt kryds hvis ja
Ventilator stopper	
Spjæld i indtag og afkast lukker	
Ventil til varmefflade åbner	
Cirkulationspumpe starter	

Funktionsafprøvning af CO <sub>2</sub> -styring		
Driftsparameter		Enhed
CO <sub>2</sub> -niveau (udgangspunkt)		ppm
CO <sub>2</sub> -niveau (højere setpunkt)		ppm
CO <sub>2</sub> -niveau (lavere setpunkt)		ppm

Driftsparameter		Enhed
Luftmængde (udgangspunkt)		m <sup>3</sup> /h
Luftmængde (højere setpunkt)		m <sup>3</sup> /h
Luftmængde (lavere setpunkt)		m <sup>3</sup> /h

Det samlede resultat

Kommentarer

## Varmeanlæg

Funktionsafprøvning af start og stop (tidsstyring eller udetemperatur)	
Aktion	Sæt kryds hvis ja
Ventil til varmeveksler i varmekredsen lukker	
Cirkulationspumpe stopper	

Funktionsafprøvning af fremløbstemperaturstyring		
Driftsparameter		Enhed
CO <sub>2</sub> -niveau (udgangspunkt)		°C
CO <sub>2</sub> -niveau (højere setpunkt)		°C
CO <sub>2</sub> -niveau (lavere setpunkt)		°C

Driftsparameter		Enhed
Fremløbstemperatur (udgangspunkt)		°C
Fremløbstemperatur (højere setpunkt)		°C
Fremløbstemperatur (lavere setpunkt)		°C

Kommentarer



## Køleanlæg

Funktionsafprøvning af start og stop (tidsstyring eller udetemperatur)	
Aktion	Sæt kryds hvis ja
Ventil til varmeveksler i kølekredsen lukker	
Cirkulationspumpe stopper	

Funktionsafprøvning af fremløbstemperaturstyring (normalt er fremløbstemperaturen konstant)		
Driftsparameter		Enhed
Udetemperatur (udgangspunkt)		°C
Udetemperatur (højere setpunkt)		°C
Udetemperatur (lavere setpunkt)		°C

Driftsparameter		Enhed
Fremløbstemperatur (udgangspunkt)		°C
Fremløbstemperatur (højere setpunkt)		°C
Fremløbstemperatur (lavere setpunkt)		°C

Kommentarer

## Belysningsanlæg

Funktionsafprøvning af on/off	
Aktion	Sæt kryds hvis ja
Tidsstyring	
Bevægelsesføler	
Lysmåler	

Funktionsafprøvning af lysstyring		
Driftsparameter		Enhed
Målt minimumsbelysningsstyrke, $E_{\min}$		Lux
Målt maksimumsbelysningsstyrke, $E^{\max}$		Lux

Målt minimumsbelysningsstyrke, $E_{\min}$ [Lux]	Indstillingsværdi for minimumsbelysningsstyrke [Lux]	Afvigelse [Lux]

Målt maksimumsbelysningsstyrke, $E_{\max}$ [Lux]	Indstillingsværdi for maksimumsbelysningsstyrke [Lux]	Afvigelse [Lux]

Kommentarer

## Temperatur

	Maks. grænse [°C]	Alarm		Min. grænse [°C]	Alarm	
		Ja	Nej		Ja	Nej
Indblæsning						
Rum						

## CO<sub>2</sub>-koncentration

	Maks. grænse [ppm]	Alarm	
		Ja	Nej
Rum			

## Relativ fugtighed

	Maks. grænse [RF]	Alarm	
		Ja	Nej
Rum			

## Belysningsstyrke

	Maks. grænse [Lux]	Alarm		Min. grænse [Lux]	Alarm	
		Ja	Nej		Ja	Nej
Rum						

## Kanaltryk

	Maks. grænse [Pa]	Alarm		Min. grænse [Pa]	Alarm	
		Ja	Nej		Ja	Nej
Kanal						

## Registreringsskema til test nr. 3

### Reguleringsløjfer

<b>Anlægsnummer:</b>	<b>Udført af:</b>	<b>Dato:</b>

<b>Beskrivelse af, hvilke forudsætninger og forhold målingen er udført under</b>

<b>Målepunkter (angiv, hvor målingerne er foretaget)</b>

<b>Anvendt måleudstyr</b>	
<b>Type</b>	<b>Kalibreringsdato</b>

## Måleresultater

### Varme- og køleanlæg

Driftsparameter		Enhed
Fremløbstemperatur (udgangspunkt)		°C
Fremløbstemperatur (højere setpunkt)		°C
Fremløbstemperatur (lavere setpunkt)		°C

Driftsparameter		Enhed
Indsvingningstid (højere setpunkt)		min
Indsvingningstid (lavere setpunkt)		min

### Træge reguleringskredse

Lokale	Aktuator	Overensstemmelse?	
		Ja	Nej

### Ventilationsanlæg

Driftsparameter		Enhed
Indblæsningstemperatur (udgangspunkt)		°C
Indblæsningstemperatur (højere setpunkt)		°C
Indblæsningstemperatur (lavere setpunkt)		°C

Det samlede resultat

## Registreringsskema til test nr. 4

### Driftsstrategier

Anlægsnummer:	Udført af:	Dato:

Beskrivelse af hvilke forudsætninger og forhold målingen er udført under

Målepunkter (angiv hvor målingerne er foretaget)

Anvendt måleudstyr	
Type	Kalibreringsdato

## Måleresultater

### Setpunkter

Rumtemperaturer	Min.	Maks.	Enhed
Vinter			°C
Overgangsperioder (april til oktober)			°C
Sommer			°C
Nat (vinter)			°C
Nat (sommer)			°C

Luftkvalitet		Enhed
CO <sub>2</sub> -koncentration		ppm

Fremløbstemperatur - varmeanlæg		Enhed
Ved -12 °C udetemperatur		°C
Ved 20 °C udetemperatur		°C
Natsenkning		°C

Indblæsningstemperaturer - ventilationsanlæg	Min.	Maks.	Enhed
Vinter			°C
Overgangsperioder (marts til maj og september til november)			°C
Sommer			°C

Luftmængder - ventilationsanlæg		Enhed
Indblæsning - maks.		m <sup>3</sup> /h
Indblæsning - min.		m <sup>3</sup> /h
Udsugning - maks.		m <sup>3</sup> /h
Udsugning - min.		m <sup>3</sup> /h

Frigivelseskræfter - køleanlæg		Enhed
Udetemperatur		°C
Rumtemperatur		°C
Vinterluk (udetemperatur)		°C

Kriterier for aktivering af solafskærmning		Enhed
Belysningsstyrke udenfor		Lux
Rumtemperatur (maks.)		°C
Vindstyrke		m/s

Kriterier for åbning af ovenlysvinduer eller facadevinduer (naturlig ventilation)		Enhed
Rumtemperatur		°C

Det samlede resultat

Kommentarer



## Fornuftige driftsstrategier

Der er behov for at foretage en delvist simuleret test for at verificere driftsstrategien. Det gøres ved dels at tilpasse setpunkter, og dels at tilføje kunstige belastninger i bygningen (varme, CO<sub>2</sub> m.m.). Det kan selvfølgelig blive en meget omfangsrig test, hvis der er tale om et stort dækningsområde, hvor der skal en stor påvirkning til (fx et storcenter).

Nedenfor redegøres for en række væsentlige kriterier for energieffektiv drift. Det er ikke muligt at beskrive driftskriterierne i enhver situation, men de nedenstående er generelt gældende. Registreringer af setpunkterne i foregående afsnit er et væsentligt element i vurderingen af driftsstrategien.

### Kriterier for ventilationsanlæg

#### Rumtemperatur i brugstiden for lav

- Solafskærmningen skal være deaktiveret
- Ovenlysvinduer skal være lukkede
- Varmegenvindingen skal være aktiv
- Indblæsningstemperaturen øges gradvist op mod maksimal tilladelig indblæsningstemperatur
- Hvis dette ikke er tilstrækkeligt, øges luftmængden gradvist op mod maksimal tilladelig luftmængde
- Det tilstræbes at opnå den lavest tilladelige rumtemperatur

#### Rumtemperatur i brugstiden for høj

- Solafskærmningen skal være aktiveret, hvis kriterierne herfor er opfyldt
- Ovenlysvinduer skal så vidt muligt være åbne
- Varmegenvindingen skal være inaktiv (bypass)
- Hvis en aktivering af solafskærmningen og den naturlige ventilation ikke er tilstrækkeligt, øges luftmængden op mod maksimal tilladelig luftmængde
- Hvis dette ikke er tilstrækkeligt, aktiveres den mekaniske køling, og luftmængden reduceres gradvist ned mod minimum tilladelig luftmængde
- Det tilstræbes at opnå den højest tilladelige rumtemperatur

#### Rumtemperatur om natten (sommer og vinter) for lav

- Ovenlysvinduer skal være lukkede
- Varmegenvindingen skal være aktiv
- Indblæsningstemperatur øges gradvist op mod Wmaksimal tilladelig indblæsningstemperatur
- Hvis dette ikke er tilstrækkeligt, øges luftmængden gradvist op mod maksimal tilladelig luftmængde

#### Rumtemperatur om natten (sommer og vinter) for høj

- Ovenlysvinduer skal så vidt muligt være åbne
- Varmegenvindingen skal være inaktiv
- Der anvendes natkøling
- Hvis rumtemperaturen overstiger komfortkrav nogle timer før ibrugtagning om morgenen, indblæses med minimum tilladelig indblæsningstemperatur, indtil rumtemperaturen når komfortkravene

#### Luftkvalitet for ringe (for høj CO<sub>2</sub>-koncentration)

- Ovenlysvinduer og evt. facadevinduer med automatisk styring skal være åbne
- Luftmængden øges op mod maksimal tilladelig luftmængde

## Registreringsskema til test nr. 5

### Prøvedrift

Anlægsnummer:	Udført af:	Dato:

Beskrivelse af, hvilke forudsætninger og forhold målingen er udført under

Målepunkter (angiv, hvor målingerne er foretaget)

Anvendt måleudstyr	
Type	Kalibreringsdato

## Måleresultater

### Alarmer og lograpporter - 42 dages test

Efter udførelse af indregulering, prøvning og idriftsættelse, skal CTS/IBI-anlæg testes i sin helhed i en testperiode. Alle systemets enheder skal være indkoblede og i drift. Testperioden skal være 42 kalenderdage.

Under testperioden skelnes der mellem væsentlige og mindre væsentlige fejl. Hvis testperioden ikke kan gennemføres uden væsentlige system- eller funktionsfejl, skal denne gennemføres igen i sin fulde længde efter udbedring af fejlen(e).

Der henvises til bips beskrivelsesværktøj "Bygningsautomation", september 2012, basisbeskrivelse punkt 2.15.2 "Testperiode" stk. 5-9.

Alarmer		Lograpport
Dato	Tidspunkt	

Det samlede resultat

Kommentarer

## Om Videncenter for Energibesparelser i Bygninger

Videncenter for Energibesparelser i Bygninger indsamler og systematiserer viden om energibesparelser i bygninger og formidler dette til byggebranchen. Det overordnede mål er at medvirke til at realisere flere energibesparelser i den eksisterende bygningsmasse.

Videncentret er en del af Energistyrelsens målrettede informationsindsats og har eksisteret siden 2008.

Vores logo - huset i klare farver - er inspireret af termograferingsbilleder, der er et godt værktøj til at kortlægge energitabet i bygninger.



Videncenter for  
Energibesparelser i Bygninger

[www.ByggeriOgEnergi.dk](http://www.ByggeriOgEnergi.dk) • Tlf.: 7220 2555