

EN VEJLEDNING I IOT OG SENSORER TIL BÆREDYGTIGE TILTAG BÆREDYGTIGHEDSCERTIFICERING FOR BYGNINGER I DRIFT

INDHOLD

DGNB-CERTIFICERING	4
IOT OG SENSORBESTYKNING TIL DGNB DRIFT	6
KLASSIFICERING, PROCES OG DATA	10
MILJØKVALITET	14
ØKONOMISK KVALITET	17
SOCIAL KVALITET	20
OPSÆTNING AF SENSORER OG DATAOVERVEJELSER	23
BÆREDYGTIGHEDS- OG MILJØOVERVEJELSER VED DRIFT AT IOT	27



FORORD



Formålet med denne guide er at vise hvordan IoT kan anvendes i forbindelse med bæredygtigheds certificering for bygninger i drift (DGNB Drift).

DGNB Drift er en certificeringsordning, der fokuserer på at identificere og implementere CO2-reducerende tiltag i bygningssektoren.

IoT kan, i forbindelse med DGNB Drift-certificering, bidrage til energieffektivisering ved blandt andet at dokumentere hvilke effekter tiltag har.

Målgruppen for guiden er bl.a. bygningsejere, bygningsanvendere, og bygningsforvaltere, der ønsker at bidrage til den grønne omstilling og implementere tiltag der er mere bæredygtige i forhold til bygningsdrift.

Guiden er udarbejdet for We Build Denmark i forbindelse med et projekt, finansieret af midler fra Uddannelses- og Forskningsministeriet og Danmarks Erhvervsfremmebestyrelse.

Dele af materialet er baseret på "En vejledning i IoT, sensorer og data - For optimering af indeklima i bygninger" [3] hvor Teknologisk Institut bidrog, især til afsnittet om "placering af sensorer".

Viden og erfaringer med arbejdet og udbyttet af DGNB Drift er indhentet af FORCE Technology i samarbejde med Rådet for Bæredygtigt Byggeri (tidligere Green Building Council Denmark), Aguardio, DEAS, Frandsen & Søndergaard, IoT Fabrikken, Lagerberg Rådgivning, Openframe, Rambøll, Schneider Electric og Trifork.

Juni 2023

DGNB-CERTIFICERING

Motivation for at certificere bæredygtighed i bygninger

Drift af bygninger udleder store mængder af drivhusgasser, og der bliver for tiden lavet forskellige initiativer på tværs af EU for at gøre bygninger mere bæredygtige. I følge en strategi udarbejdet af EU-kommissionen skal alle bygninger være CO₂-neutrale i 2050 [1]. Baggrunden for at mindske udledningen af drivhusgasser fra byggesektoren bunder i den store mængde drivhusgasser som de udleder. Eksempelvis bliver 30% af Danmarks samlede CO₂-udledning udledt fra bygge og anlægsbranchen. 40% af Danmarks samlede energiforbrug kommer fra bygninger.

Der er dermed et betragteligt forbedringspotentiale for bæredygtige løsninger indenfor byggebranchen.

DGNB Drift benyttes til certificering af eksisterende bygninger, der som navnet angiver allerede er i drift – både individuelle bygninger samt hele porteføljer, uanset deres anvendelsestype.

Der findes flere certificeringsordninger, der på forskellig vis indarbejder bæredygtighed i byggeri og planlægning.

Bæredygtighedscertificeringer giver en konkurrencefordel i et marked, hvor efterspørgslen efter dokumenteret bæredygtigt byggeri er i vækst.

DGNB i Danmark

DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen) er en certificeringsordning, der bruges som fælles standard i den danske byggebranche for, hvad bæredygtighed er, og hvordan bæredygtighed kan gøres målbart i byggeriet.

DGNB karakteriseres som en bæredygtighedscertificering og ikke en miljøcertificering, og har en mere cirkulær tilgang sat op mod andre certificeringsordninger for bygninger, såsom LEED og BREEAM.

Rådet for Bæredygtigt Byggeri har i samarbejde med en lang række faglige eksperter sikret at DGNB passer til det danske bygningsreglement, standarder, byggetraditioner og den danske lovgivning. På deres hjemmeside kan alle manualer for DGNB-certificeringer downloades gratis på dansk [2].

Der er efterspørgsel fra de første DGNB-certificerende virksomheder i Danmark efter mere specifikke måleguidelines og resultatindikatorer. Det skyldes at den nuværende DGNB-guide tilbyder metodefrihed i forhold til hvordan man opnår de ønskede resultater. Der er dermed ikke krav til hvordan resultaterne skal opnås, hvilket resulterer i usikkerhed fra virksomhedernes side om hvordan de skal opnå resultaterne. Rådet for Bæredygtigt Byggeri håndterer denne problematik ved at nedsætte udvalg til at udvikle netop dette. Som læser bør man være opmærksom på at der er forskel på retningslinjer for indeklima af eksempelvis kontormiljø og beboelsesmiljø

MILJØ- ELLER BÆREDYGTIGHEDSCERTIFICERING?

Miljøcertificeringer til bygninger fokuserer på hvordan bygningen er mere eller mindre miljøbelastende. Det kan bl.a. være ISO-14001, Svanemærket og EU Ecolabel.

Bæredygtighedscertificeringer såsom DGNB anses som mere holistiske, da der tages højde for andre faktorer end miljø. DGNB bygger på FN's definition af bæredygtighed, hvilket omfavner sociale, miljømæssige og økonomiske faktorer, hvilket også beskrives som totaløkonomien.

DGNB kan anvendes som et værktøj til kontinuerlig forbedring af bygningers grad af bæredygtighed.

IOT OG SENSORBESTYKNING TIL DGNB DRIFT

DGNB Drift er udviklet til at være et transformations- og styringsværktøj, der understøtter bygningsejere, -operatører og -brugere i udviklingen af en bæredygtig og handlingsorienteret ejendomsstrategi.

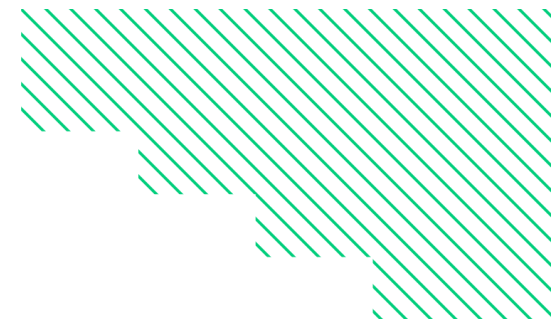
Ved systematisk at evaluere oplysninger om bygningens tilstand, brugssituation og faktiske forbrugsdata, hjælper certificeringssystemet til at skabe transparens i bygningsdriften samt identificere optimeringspotentialer blandt andet ved hjælp af data fra IoT.

Certificeringsordningen fokuserer på at reducere energi- og ressourceforbrug ved at forsøge at indføre mere bæredygtig brugeradfærd.

DGNB Drift bidrager samtidig med at skabe indblik i bygningens stand, og dermed indblik i hvilke områder det giver mening at renovere.

Ved systematisk at monitorere relevant information om bygningen og dens karakteristika, anvendelse og reelle forbrugsdata, er DGNB Drift med til at skabe transparens og identificere optimeringspotentialer.

Data og dataindsigter gør det muligt at være proaktiv i stedet for reaktiv, når det kommer til bygningsdrift.



Certificeringssystemet skal støtte bygningsejere og porteføljeforvaltere til at optimere deres eksisterende bygninger med en tilgang, der gør det muligt at udnytte alle CO2-reduktionspotentialer og blive fremtidssikret i en verificeret proces.

I samarbejde med brugerne skal alle potentialer først identificeres ved at optimere bygningsdriften, før der træffes strukturelle foranstaltninger. Input fra brugere og beboere er et af de vigtigste elementer i DGNB-certificeringen af en bygning i drift, hvilket bidrager til bedre brugsoptimerende løsninger.

Flere typer af interessenter skal involveres i DGNB-certificeringsprocessen. Interessenterne omfatter bygningsejere, lejere, bygningsledere og DGNB-auditorer.

Certificeringssystemet fokuserer på specifikke emner målrettet bæredygtig bygningsdrift.

Den grundlæggende struktur bygger på den velkendte bæredygtighedsmodel, den tredobbelte bundlinje, med miljømæssig kvalitet, økonomisk kvalitet og social kvalitet. Under disse søjler er samlet i alt ni kriterier med forskellig vægtning ind i certificeringen.

Denne struktur svarer til den grundlæggende struktur for det øvrige DGNB-system, der f.eks. anvendes til nybygninger og bidrager til ét eller flere af FN's verdensmål.

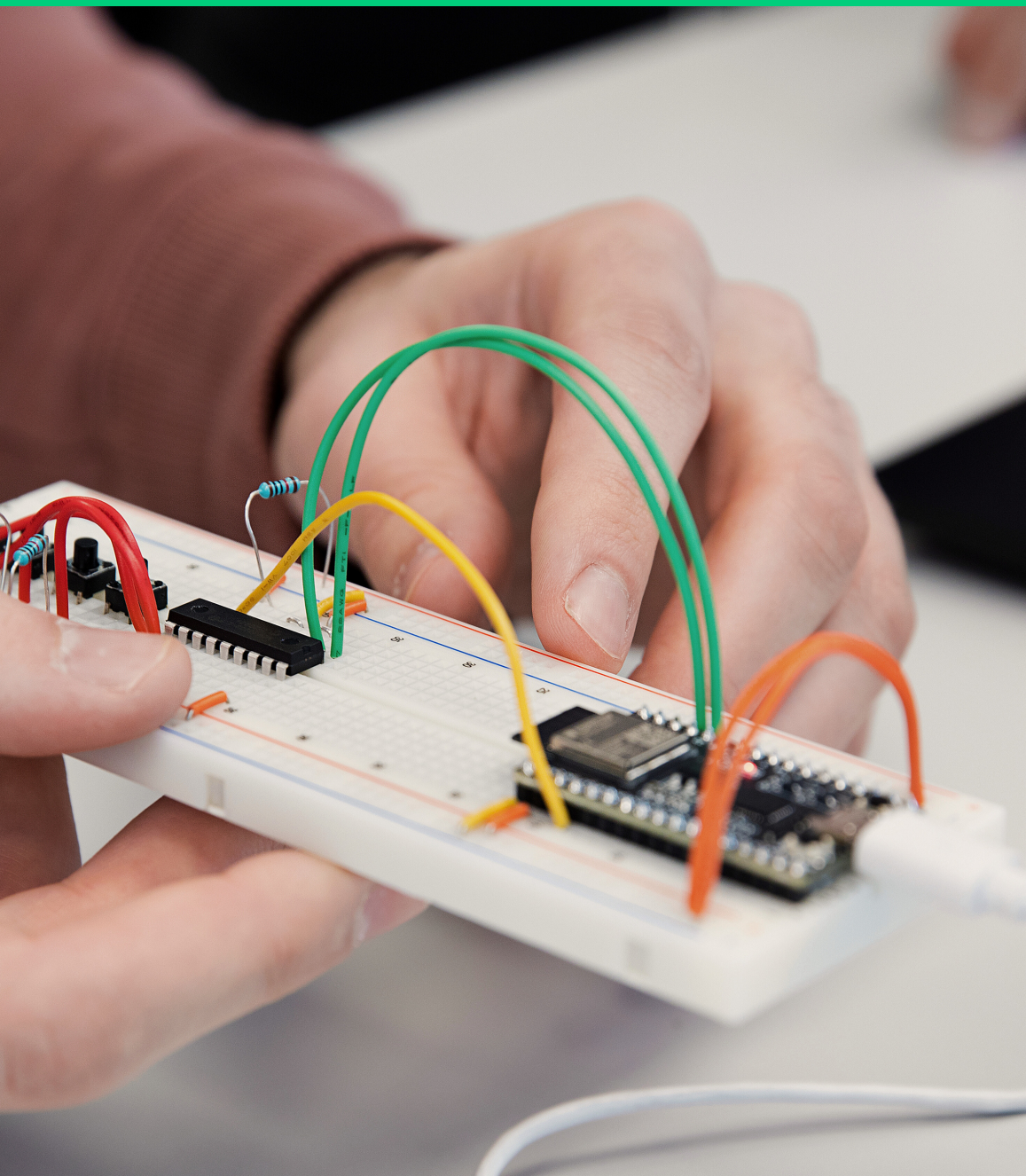
Vægtningen af de tre kriterier fordeler sig således:

Vægtning af de tre kriterier

- 1 Miljøkvalitet
40%
- 2 Økonomisk kvalitet
30%
- 3 Social kvalitet
30%

Hvad står
IoT for?

IoT står for "Internet of Things". Det anvendes i dette tilfælde til at beskrive et netværk af sensorer og eventuelle andre enheder, som er forbundet til et netværk. Formålet med et IoT-system er at opsamle og behandle data.



De fleste af kriterierne i DGNB Drift bygger på en proces for løbende optimering, og inddeles i fire processpor: *PLAN*, *DO*, *CHECK* og *ACT*. Disse processpor gentages i arbejdet mod recertificering. Processen beskrives i afsnittet om Planlægning.

En DGNB Drift-certificering kræver grundig indsamling af data og dokumentation f.eks. IoT-løsninger som indsamler data via sensorer.

Selve certificeringen gives af uvildig tredjepart – i Danmark Rådet for Bæredygtigt Byggeri.

Certificeringen fungerer som et kvalitetsstempel for bygningens bæredygtighed og reduktion af bygningens klimapåvirkning, og giver en objektiv strømlinet vurdering.

KLASSIFICERING, PROCES OG DATA





DGNB klassificering

DGNB Drift klassificerer bygninger ved hjælp af præstationsindekser spænder fra bronze til platin. Det samlede præstationsindeks er beregnet ved at kombinere de tre emner, miljøkvalitet, økonomisk kvalitet og social kvalitet.

Et samlet præstationsindeks på 35% eller derover giver et DGNB-certifikat i bronze. For et præstationsindeks på 50% tildeles et DGNB-certifikat i sølv. For at opnå et guld-certifikat skal projektet opnå et samlet præstationsindeks på 65% og for præstationsindeks over 80% tildeles et platin-certifikat.

Platin-certifikatet er det mest prestigefyldte, der udstedes i DGNB regi.

Til forskel fra andre certificeringsordninger, er der i DGNB Drift ikke opsat et minimumsperformancekrav for nogle af kriterierne. Hvis man er mere ambitiøs i arbejdet med kriterierne, er det mulig at opnå anerkendelse i form af bonuspoint.

	 Platinum	 Gold	 Silver	 Bronze*
Total performance index	80% and higher	65% and higher	50% and higher	35% and higher
Minimum performance index	65%	50%	35%	-- %

* This award only applies to certification of existing buildings/the Buildings in Use certificate.

IoT, data og DGNB Drift

Data spiller en central rolle for at imødekomme, opnå og opretholde DGNB-certificering. Dataindsamling ved hjælp af sensorer giver point i DGNB certificeringsordningen for nye bygninger samt for bygninger der allerede er i drift (DGNB Drift).

Følgende skridt kan tages for at administrere data effektivt i eksisterende bygninger:

1 Vurdering af eksisterende data

Vurdér de data, der allerede bliver indsamlet af eksisterende systemer og enheder, såsom HVAC- og belysningsystemer. Bestem, hvilke data der er relevante og brugbare for certificeringen, og hvilke data der ikke er relevante for DGNB-certificering

2 Opgradere eller installere nye sensorer

Identificer områder, hvor der er behov for yderligere data, og installer nye målere, sensorer eller opgrader eksisterende sensorer for at indsamle den nødvendige data. Dette kan involvere retrofitting af eksisterende systemer eller installation af nye systemer til at indsamle data om indendørs luftkvalitet, energiforbrug eller brug af bygninger.

3 Integre systemer

Integrer data fra forskellige systemer og enheder i bygningen for at skabe en omfattende visning af bygningens præstation. Dette kan involvere brug af et bygningsstyringsystem eller anden software til at indsamle og analysere data.



4 Kontinuerlig overvågning

Overvåg bygningens præstation kontinuerligt for at identificere mønstre og tendenser og foretage justeringer efter behov. Dette kan involvere brug af machine learning-algoritmer til at analysere data og identificere områder til forbedring.

5 Kommunikation med bygningens brugere og beboere

Kommunikér med bygningens brugere og beboere for at forstå deres behov og præferencer og identificere områder, hvor bygningens præstation kan forbedres.

6 Involvere eksperter eller konsulenter

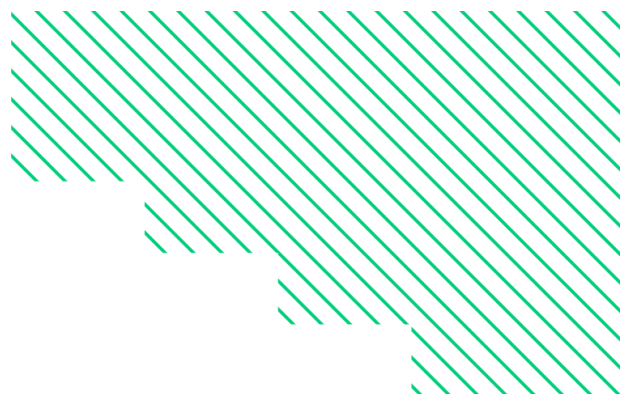
Involver eksperter eller konsulenter til at give vejledning om dataadministration og analyse og hjælpe med at identificere områder, hvor bygningens præstation kan forbedres.

PDCA-PROCESSEN

Certificering af bygninger i drift handler om at definere en målsætning for mere bæredygtig drift og lægge en plan for at nå denne. Ved re-certificering evalueres og defineres nye mål og optimeringstiltag.

PLAN, DO, CHECK og ACT (PDCA), er en systematisk tilgang til problemløsning og kontinuerlig forbedring af bygningers bæredygtighed. Processen er iterativ.

I relation til DGNB Drift kan PDCA-processen bruges til at planlægge og implementere bæredygtige bygningspraksisser, indsamle data om deres effektivitet (blandt andet ved hjælp af IoT) for kontinuerligt at forbedre driften af bygningen mht. bæredygtighed.



De fire trin i PDCA-processen er følgende:

PLAN

Identificer problemet eller muligheden og planlæg de nødvendige ændringer for at løse det. Dette inkluderer at sætte mål, identificere de nødvendige ressourcer og udvikle en handlingsplan. I visse kriterier, kan der anvendes IoT i dette trin.

DO

Implementer ændringerne og sæt planen i gang. Dette inkluderer at træne medarbejdere, teste ændringerne og foretage eventuelle nødvendige justeringer.

CHECK

Overvåg og mål resultaterne af ændringerne for at bestemme deres effektivitet. Dette inkluderer at indsamle data, analysere resultaterne og sammenligne dem med de opstillede mål.

ACT

Tag handling baseret på resultaterne af CHECK-trinnet. Dette inkluderer at foretage yderligere ændringer, fortsætte med den nuværende handlingsplan eller vende tilbage til planlægningsfasen for at revidere planen.



INTRODUKTION TIL BRUG AF IOT I FORBINDELSE MED INDIKATORER

Der er flere kriterier i DGNB Drift hvor anvendelse af IoT-løsninger kan være en fordel. Nedenstående afsnit indeholder de syv kriterier som med fordel delvis kan løses med installering af IoT-systemer.

Afsnittet er struktureret efter de 3 kriterier: miljøkvalitet, økonomisk kvalitet og endelig social kvalitet.

De tre afsnit er organiseret således:

- Den første side indeholder titlen på indikatoren
- Side to indeholder en oversigt af indikatorerne som hører til det respektive kriterie. De indikatorer hvor det er relevant at anvende IoT er markeret med grøn skrift.
- Den tredje side indeholder en tabel hvor:
 - Den første søjle indeholder de relevante indikatorer (markeret med grønt på nummer to side).
 - Den midterste søjle indeholder en uddybelse af de relevante indikatorer, som de er skrevet i DGNB Drift rapporten.
 - Den tredje søjle indeholder en kort beskrivelse af IoT-løsninger som findes på markedet.

IoT og sensorbestykning til måling og monitorering af

Miljøkvalitet

- ENV1-B Klimaindsats og energi
- ENV2-B Vand
- ENV3-B Affaldshåndtering



INDIKATORER I MILJØKVALITET

Oversigt over indikatorerne i miljøkvalitet. De grøn-markerede punkter viser hvor i processen og hvilke indikatorer hvortil der med fordel kan anvendes IoT og sensorbestykning i forbindelse med klimaindsats og energi.

Se tabellen på næste side for yderligere oplysninger.

ENV1-B

Del 1 Management

- 1: Plan
 - 1.1 Målsætning (målværdi)
 - 1.2 Ambitionsniveau
- 2: Do
 - 2.1 Registrering af data (faktisk værdi)
- 3: Check
 - 3.1 Dataanalyse
 - 3.2 Implementering af optimeringstiltag (re-certificering)
- 4: Act
 - 4.1 Tiltag til optimering af driften
- 5: Verdensmål bonus
 - 5.1 Livscyklusvurdering (LCA) af bygningen

Del 2 Performance

- 6 Evaluering af performance
 - 6.1 Opfyldelse af målsætning (intern)
 - 6.2 Opfyldelse af målsætning (ekstern)
- 7 Verdensmål bonus
 - 7.1 CO2- neutralitet

ENV2-B

Del 1 Management

- 1: Plan
 - 1.1 Målsætning
 - 1.2 Vandstress
- 2: Do
 - 2.1 Registrering af data (faktisk værdi)
- 3: Check
 - 3.1 Dataanalyse
 - 3.2 Implementering af optimeringstiltag (re-certificering)
- 4: Act
 - 4.1 Tiltag til optimering af driften

Del 2 Performance

- 5: Evaluering af performance
 - 5.1 Opfyldelse af målsætning (intern)
 - 5.2 Opfyldelse af målsætning (ekstern)
- 6 Cirkulær økonomi bonus
 - 6.1 Lukket vandcyklus

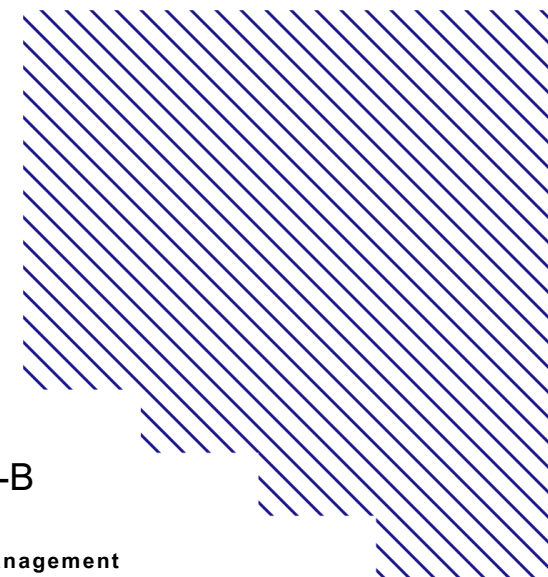
ENV3-B

Del 1 Management

- 1: Plan
 - 1.1 Målsætning
- 2: Do
 - 2.1 Registrering af data (faktisk værdi)
- 3: Check
 - 3.1 Dataanalyse
 - 3.2 Implementering af optimeringstiltag (re-certificering)
- 4: Act
 - 4.1 Tiltag til optimering af driften

Del 2 Performance

- 5: Evaluering af performance
 - 5.1 Opfyldelse af målsætning (intern)
- 6 Cirkulær økonomi bonus
 - 6.1 Lukket affaldcyklus



Miljøkvalitet

Kriterie og indikator Direkte afskrift fra DGNB Drift manual [6]	Uddybelse Direkte afskrift fra DGNB Drift manual [6]	IoT-løsninger/kommentarer
ENV1-B Klimaindsats og energi 2.1 Registrering af data (faktisk værdi)	Data for energiforbrug samt data for eksporteret vedvarende energi til det kollektive forsyningsnet er tilgængelige for den relevante periode. Energidata er registreret: <ul style="list-style-type: none"> • Årligt ved at kopiere data fra fakturaer fra forsyningsselskabet • Månedligt ved at aflæse data fra forbrugsmåleren samt ved at krydstjekke data med fakturaer fra forsyningsselskabet • Kontinuerligt gennem digital overvågning samt ved at krydstjekke data med fakturaer fra forsyningsselskabet 	Der findes IoT-løsninger som kan: <ul style="list-style-type: none"> • Udnytte de indsamlede data fra smarte metre • Via de smarte metre kan brugsdata fra bygningen opsamles og sendes til en platform til analyse. Det kan diskuteres om forbrugsdata fra smarte metre går under kategorien IoT. Men denne data kan i samspil med anden data, fra eksempelvis indeklima, være meget værdifuld for at forstå implementeringen af nye tiltag.
ENV2-B Vand 2.1 Registrering af data (faktisk værdi)	Data for vandforbrug er tilgængelige for den relevante periode. Vanddata er registreret: <ul style="list-style-type: none"> • Årligt ved at kopiere forbruget fra fakturaer fra forsyningsselskabet • Månedligt ved at aflæse data fra forbrugsmåleren samt ved at krydstjekke data med fakturaer fra forsyningsselskabet • Kontinuerligt gennem digital overvågning samt ved at krydstjekke data med fakturaer fra forsyningsselskabet 	Der findes IoT-løsninger som kan: <ul style="list-style-type: none"> • Foretage flowmålinger – sensorer kan monteres udenpå rør og opsamle data om brug af vand, kontinuerligt.
ENV3-B – Affaldshåndtering 2.1 Registrering af data (faktisk værdi)	Data for restaffaldsproduktion samt data for indsamlede fraktioner til genanvendelse er tilgængelige for den relevante periode. Restaffaldsdata og fraktioner til genanvendelse er registreret: <ul style="list-style-type: none"> • Årligt ved at kopiere data fra fakturaer fra affaldsaftager • Månedligt ved at kopiere data fra fakturaer fra affaldsaftager Desuden indhentes de faktiske genanvendelsesprocenter fra aftagervirksomheden, der håndterer fraktioner til genanvendelse	Der findes IoT-løsninger på markedet som kan: <ul style="list-style-type: none"> • Detektere affaldsmængden på stort set alle affaldsfraktioner f.eks. til påmontering på affaldsbeholdere. • Måle hvor fuld containeren er samt detektere hvad der findes i skraldespanden, via radar-teknologi. På denne måde kan man analysere indholdet. Denne løsning er endnu ikke udbredt i Danmark

IoT og sensorbestykning til måling og monitorering af

Økonomisk kvalitet

- ECO1-B Driftsomkostninger
- ECO2-B Risikostyring og værdibevarelse
- ECO3-B Indkøb og drift



INDIKATORER I ØKONOMISK KVALITET

Ud af de tre indikatorer ved økonomisk kvalitet, kan der med fordel anvendes IoT og sensorbestykning til at monitorere risikostyring og værdibevarelse - ECO2-B.

Det grøn-markerede punkt viser hvor i processen det er relevant i forbindelse med økonomisk kvalitet.

De to andre indikatorer, driftsomkostninger, ECO1-B, og indkøb og drift, ECO3-B, er ikke relevante i denne sammenhæng.

ECO2-B

Del 1: Analyser af potentialer og risici

- 1: Driftsansvarlige
 - 1.1 Ansvarshavende personale
- 2: Bygningens tilstand
 - 2.1 Bygningsrelevante dokumenter
 - 2.2 Bygningsinspektion
 - 2.3 Serviceaftaler og garantier
- 3 Brugerkrav
 - 3.1 Brugertilfredshedsundersøgelse
 - 3.2 Klagehåndtering
 - 3.3 Lejeradministration
 - 3.4 Aftale om adgang til data
- 4 Miljømæssige risici på stedet
 - 4.1 Klassificering af miljømæssige risici
 - 4.2 Tilpasning af klimæændringer
 - 4.3 Risici på stedet
- 5 Analyse af potentialer og forberedelse af klimaindsatsplan (Climate Action Roadmap)
 - 5.1 Potentialeanalyse og klimaindsatsplan (Climate Action Roadmap)

Del 2: Handlingsplan og finansiering

- 6: Handlingsplan og finansiering
 - 6.1 Fastsættelse af handlingsplan og finansiering



Økonomisk kvalitet

Kriterie og indikator Direkte afskrift fra DGNB Drift manual [6]	Uddybelse Direkte afskrift fra DGNB Drift manual [6]	IoT-løsninger/kommentar
<p>ECO2-B Risikostyring og værdibevarelse</p> <p>2.2 Bygningsinspektion 3.1 Brugertilfredshedsundersøgelse</p>	<p>2.2 Bygningsinspektion: Bygningen er i løbet af sidste reviewperiode, dvs. de sidste tre år, blevet inspiceret minimum én gang med henblik på at identificere eventuelle mangler og risici.</p> <p>Følgende aspekter blev inspiceret:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Bygningskonstruktionens tilstand 2) Bygningens og de tekniske systemers tilstand med hensyn til energi 3) Bygningens tilstand med hensyn til brandbeskyttelse og sikkerhed 4) Indhold af skadelige stoffer 5) Anvendelse af kølemidler <p>3.1 Brugertilfredshedsundersøgelse: Der er udført en brugertilfredshedsundersøgelse. Undersøgelsen dækker som minimum dække de fire aspekter (1) termisk komfort, (2) luftkvalitet, (3) visuel komfort og (4) akustisk komfort</p> <ul style="list-style-type: none"> • Der er udført en udvidet brugertilfredshedsundersøgelse ved brug af POE-plattformen eller tilsvarende. Den udvidede undersøgelse indeholder som minimum ovennævnte fire aspekter, men er tilpasset projektets faktiske forhold. • Brugertilfredshedsundersøgelsen er suppleret med uddybende undersøgelser, f.eks. supplerende observationsstudier, opfølgende interviews, workshops mv. • Brugertilfredshedsundersøgelsen er suppleret med en handlingsplan med specificering • af tiltag for vedligehold og forbedring. 	<p>Der findes IoT-løsninger som kan tjekke for vandlækage, som er relevant i forhold til indikator 2.2 Bygningsinspektion. Det kan køres i samme IoT-system som IoT-løsningen for ENV2-B Vand, beskrevet ovenfor. Derudover findes der IoT-løsninger som:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kan undersøge om der er toiletter som løber • Detektere fugt i konstruktioner <p>Der findes IoT-løsninger som kan bruges til brugerundersøgelser som:</p> <ul style="list-style-type: none"> • En velkendt evalueringsmetode med en skærm som brugeren trykker på (en smiley eller andet i en Likert skala) for at vurdere rengøring eller andet

IoT og sensorbestykning til måling og monitorering af

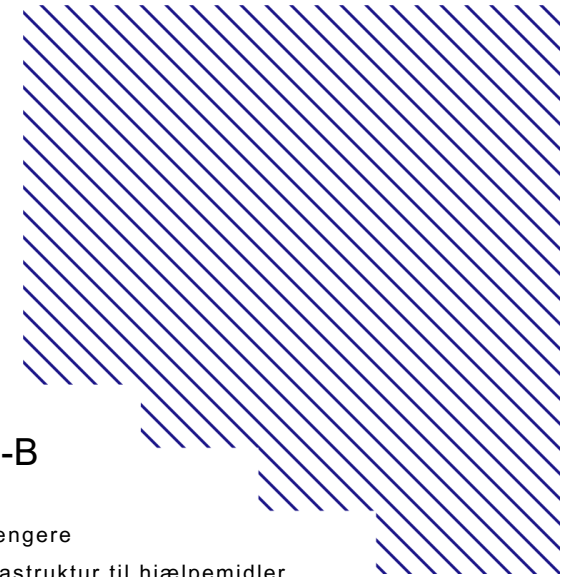
Social kvalitet

SOC1-B	Indeklima
SOC2-B	Brugertilfredshed
SOC3-B	Mobilitet



INDIKATORER I SOCIAL KVALITET

Under social kvalitet er indikatorerne Brugertilfredshed, SOC2-B, og Mobilitet, SOC3-B, sat anderledes op, sammenlignet med de forrige. De grøn-markerede punkter viser hvor i processen og hvilke indikatorer hvor der med fordel kan anvendes IoT og sensorbestykning i forbindelse med social kvalitet.



SOC1-B

Del 1 Management

- 1: Plan
 - 1.1 Målsætning
- 2: Do
 - 2.1 Registrering af data om komfortparametre og brugerinformation (faktiske værdier)
- 3: Check
 - 3.1 Dataanalyse
 - 3.2 Implementering af optimeringstiltag (re-certificering)
- 4: Act
 - 4.1 Tiltag til optimering af driften
- 5 Verdensmål bonus
 - 5.1 Måling af komfortparametre

Del 2 Performance

- 6: Evaluering af performance (re-certificering)
 - 6.1 Opfyldelse af målsætning

SOC2-B

- 1 Brugerfaciliteter
 - 1.1 Brugerkommunikation
 - 1.2 Brugerinteraktion
- 2 Familiefaciliteter
 - 2.1 Familievenlige faciliteter
- 3 Tilgængelighed
 - 3.1 Adgangsforhold ved bygningen
 - 3.2 Graden af tilgængelighed
 - 3.3 Koncept for øget tilgængelighed
- 4 Sundhed og velvære
 - 4.1 Sundhedsfaciliteter
 - 4.2 Kvaliteten af arealer
- 5 Verdensmål bonus
 - 5.1 Røgfri og lave emissioner

SOC3-B

- 1: Fodgængere
 - 1.1 Infrastruktur til hjælpemidler
- 2: Cyklister
 - 2.1 Parkeringsfaciliteter
 - 2.2 Bygningsrelaterede faciliteter
- 3: Offentlig transport
 - 3.1 Adgang til offentlig transport
 - 3.2 Fremme brugen af offentlig transport
- 4: Motoriseret transport
 - 4.1 Infrastruktur til elbiler
 - 4.2 Fremme brugen af elbiler
- 5: Fællestransport
 - 5.1 Deleordninger og samkørsel
- 6 Verdensmål bonus
 - 6.1 Mobilitetsinfrastruktur i overensstemmelse områdets strategi

Social kvalitet

Kriterie og indikator Direkte afskrift fra DGNB Drift manual [6]	Uddybelse Direkte afskrift fra DGNB Drift manual [6]	IoT-løsninger/kommentar
SOC1-Indeklima 1.1 Målsætning 2.1 Registrering af data om komfortparametre og brugerinformation (faktiske værdier) 3.1 Dataanalyse 5.1 Måling af komfortparametre	<p>1.1 Målsætning (målværdi) - Der er defineret en målsætning for indeklimaet. Målsætningen er defineret på basis af konkrete målværdier, der er: 1) Bestemt internt; 2) Baseret på data fra flere sammenlignelige bygninger eller er særlig teknisk innovativ.</p> <p>2.1 Registrering af data om komfortparametre og brugerinformation (faktiske værdier). Data for indeklima er tilgængelige for den relevante periode. Indeklimadata er registreret: 1) Via midlertidige målinger under ekstreme forhold; 2) Via kontinuerlige målinger i repræsentative rum.</p> <p>3.1 Dataanalyse. De registrerede data er analyseret og opsummeret i en rapport og/eller grafisk præsenteret: Der er udført en dataanalyse</p> <p>5.1 Måling af komfortparametre. Denne indikator evaluerer, om der er blevet udført midlertidige målinger af komfortparametre som f.eks. træk, strålingsasymmetri/overfladetemperatur, visuel komfort, akustik, indendørs luftkvalitet/indendørs forurenende stoffer (VOC, SVOC og formaldehyd) og elektrosmog. Disse målinger kan bruges til objektivt at evaluere mistænkelige data fra brugertilfredshedsundersøgelser, klager eller fra bygningsinspektioner. Derudover kan målingerne bruges som grundlag for at bestemme fremtidige tiltag for indeklimateforbedringer.</p>	<p>IoT-løsninger kan bidrage til at opsamle kontinuerlige data om indeklima i bygninger. IoT kan gøre analysen af data lettere at gå til. De mest gængse parametre i forhold til indeklima er:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Temperatur • CO2 • Fugt • Tilstedeværelse <p>Se evt vejledningen "En vejledning i IoT, sensorer og data for optimering af indeklima i bygninger" [3].</p> <p>Andre relevante parametre for måling af indeklima er VOC. Kontinuerlig måling af VOC via IoT kan bruges til at evaluere brugertilfredshedsundersøgelser.</p>
SOC2-B Brugertilfredshed 1.1 Brugerkommunikation 1.2 Brugerinteraktion	<p>1.1 Brugerkommunikation. 1) Der er indført ét tiltag, der fremmer kommunikationen mellem ejer/driftsansvarlig og brugerne. 2) Der er indført to eller flere tiltag, der fremmer kommunikationen mellem ejer/driftsansvarlig og brugerne. 3) En bæredygtighedshåndbog er tilgængelig for brugerne. 4) Der er integreret informationsskilte, der opfordrer til en mere bæredygtigt brugeradfærd. 5) Der er integreret et informationssystem, der giver brugerne mulighed for at følge med i relevante forbrugsdata</p> <p>1.2 Brugerinteraktion. 1) Der er indført ét tiltag, der fremmer interaktion mellem brugerne. 2) Der er indført to eller flere tiltag, der fremmer interaktion mellem brugerne.</p>	<p>IoT-løsninger kan bidrage med kommunikation mellem bygningsansvarlige og brugere af bygninger. Der findes eksempelvis:</p> <ul style="list-style-type: none"> • IoT-løsninger som kombinerer indeklima-data, data om energiforbrug i en platform hvor brugerne kan få information om indeklima og energiforbrug, samt kommunikere med bygningsansvarlige og dermed opfylde 1.1 og 1.2 • Løsninger til nudging af reduceret vandforbrug • Løsninger der viser at der skal luftes ud • Løsninger med konkrete brugerinput, der samler subjektive brugerinput på indeklima
SOC3-B Mobilitet 3.2 Fremme brugen af offentlig transport	<p>3.2 Fremme brugen af offentlig transport. 1) Der findes incitamentsprogrammer for brug af offentlig transport. 2) Der findes oversigtskort, som viser bygningens placering i forhold til offentlig transport, med angivelse af afstande til stationer, køreplaner og andre relevante rejseinformationer (skilte eller digitale displays)</p>	<p>IoT-løsninger kan indeholde information om offentlig transport.</p> <p>Forslag til IoT-data:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Parkeringsensorer (biler, cykler) viser ledige p-pladser (edge, inground sensorer) • Offentlige trafikdata baseret på kamera/edge, radar eller lignende viser hvornår der er meget trafik



OPSÆTNING AF SENSORER OG DATAOVERVEJELSER

GUIDE TIL INDEKLIMASENSORER

Der er på nuværende tidspunkt ingen retningslinjer for kvaliteten af sensorer og data opsamlet i DGNB. Dette kan skabe udfordringer på tværs af certificeringer, men også internt hos den enkelte bygningsejer hvis unøjagtige data er fundament for en certificering.

Ligeledes definerer DGNB heller ikke retningslinjer for opsætning og placering af sensorer, hvilket eksempelvis kan give unøjagtigheder i forbindelse med temperaturmålinger.

We Build Denmark (WBDK) har i samarbejde med KL, FORCE Technology m.fl. udviklet en vejledning for indkøb og brug af indeklimasensorer [3].

Det er ikke alle indeklimaparametre som på nuværende tidspunkt kan måles og behandles af bygningsejere. Måling af lys og lyd skal på nuværende tidspunkt udføres af en specialist for at blive DGNB-godkendt. Dette medfører at målinger og analyse af disse faktorer bliver mere omkostningsfuld for bygningsejeren.

Datafrekvens

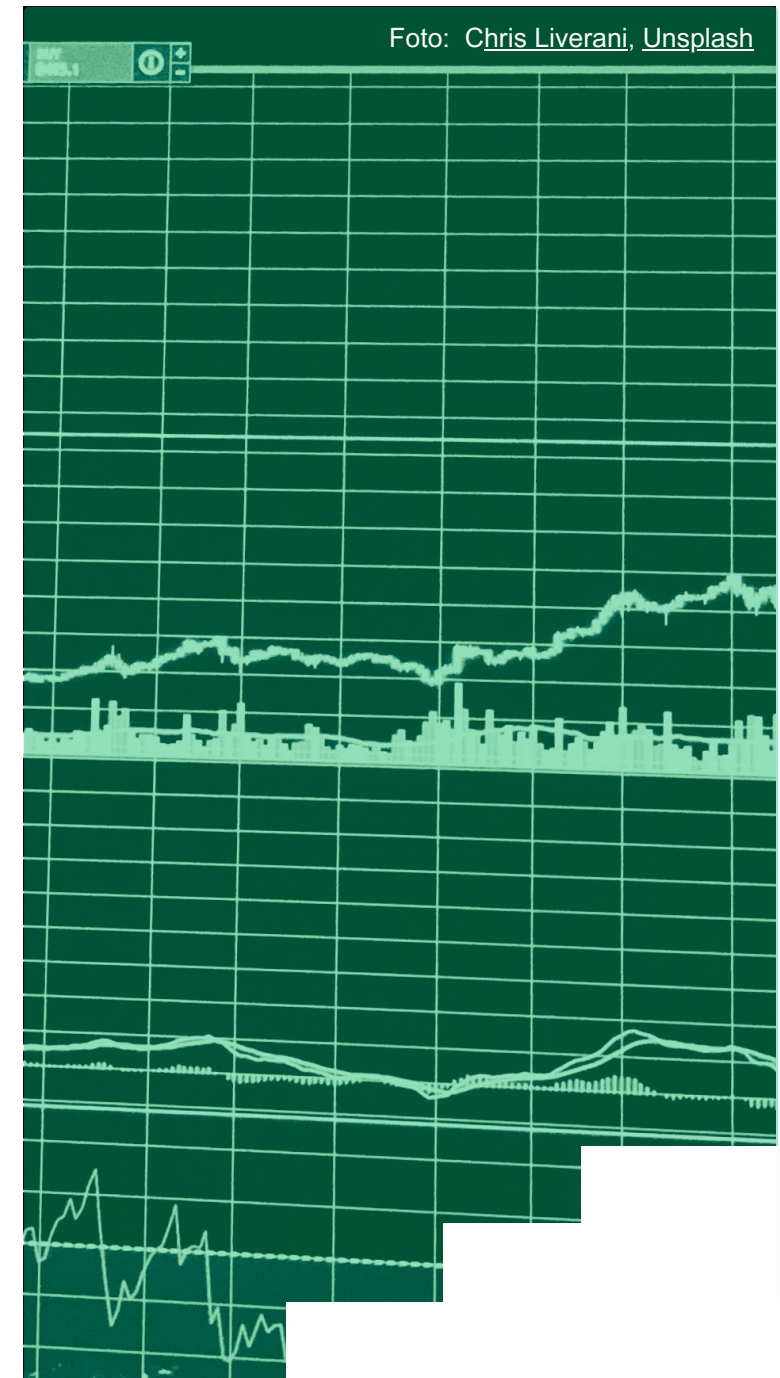
Datafrekvens refererer til hyppigheden, hvormed en sensor sender og logger data. Afhængigt af behov kan data sendes med forskellige hyppigheder. Hvis data skal anvendes til at regulere et varmeanlæg, kræves en højere datafrekvens end hvis data skal bruges retrospektivt til at beskrive bygningens brug.

Sensorens konfiguration påvirker også datafrekvensen. Sensoren kan være indstillet til at sende data med bestemte intervaller eller have indbygget logik, der sender data i forhold til den definerede logik. Dette kunne være når der sker en væsentlig ændring i temperatur eller når der kommer personer ind i et rum. Sensorer med indbygget logik kan være et godt valg for bæredygtighed og omkostningsbesparelser i forhold til datamængden, da de kun sender relevante data.

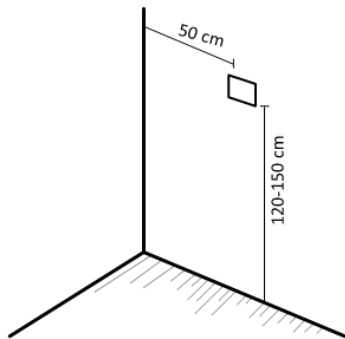
Dataformat

Det er vigtigt, at data er lette og omkostningseffektive at tilgå. Dette kan opnås ved at anvende standarder for dataformater. Det anbefales at anvende et ensartet format for alle installations- og målingsdata, således at data nemt kan bruges og sammenlignes på tværs af forskellige løsninger.

Inden for bygnings- og energidata er FIWARE, Haystack og BrickSchema nogle af de mest anvendte modeller. Offentlige organisationer og EU-finansierede Smart City-projekter bruger typisk FIWARE, mens private leverandører ofte bruger Haystack og BrickSchema. For at muliggøre automatisk dataindhentning bør data være tilgængelige i JSON-format via en API-opsætning i skyen.

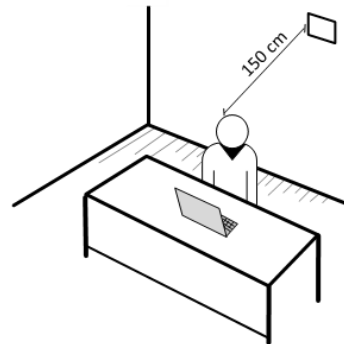


Placeringen af sensorer er altafgørende for at indsamle repræsentative data om et rums indeklima. I de følgende afsnit beskrives anbefalingerne for opsætning og indsamling af data fra sensorer. Dertil bør sensorerne placeres ens i alle rum hvorfor resultaterne kan sammenlignes. Materialet er oprindeligt lavet af Teknologisk Institut til "En vejledning i IoT, sensorer og data - For optimering af indeklima i bygninger" [3].



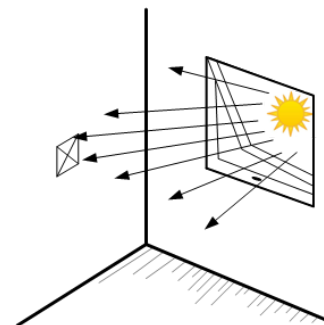
Gulv og hjørner

Sensoren placeres mellem 120 og 150 cm. over gulv og mindst 50 cm. fra hjørner.



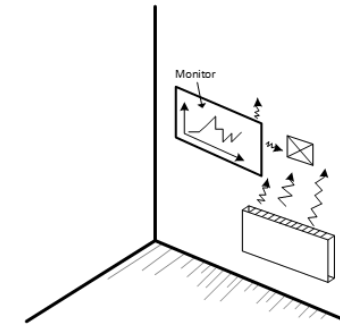
Siddepladser

Sensoren placeres mindst 150 cm. fra siddepladser og steder med længerevarende ophold.



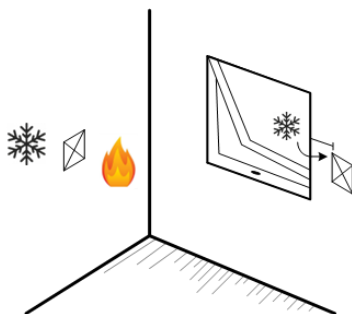
Sollys

Sensoren placeres så den ikke udsættes for direkte sollys. Husk at tage højde for når solen står lavt og orienteringen af vinduet.



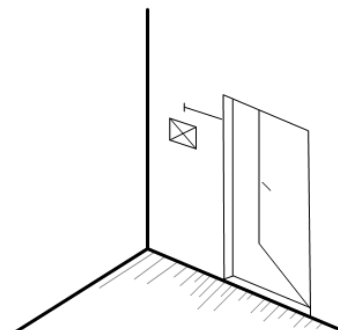
Varmekilder

Sensoren placeres ikke i nærheden af varmekilde f.eks. radiator, TV og andet elektronisk udstyr.



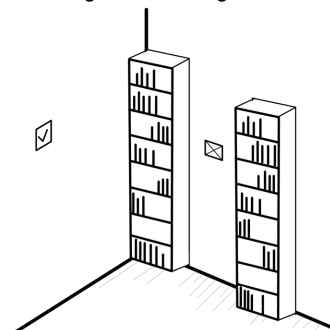
Overflader

Sensoren placeres ikke på en varm eller kold overflade, herunder bl.a. ydervægge i ældre bygninger.



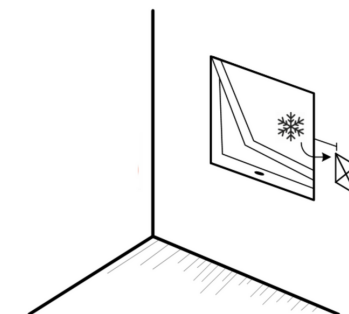
Døråbninger

Sensoren placeres ikke ved en dør som ofte står åben.



Omgivelser

Sensoren placeres så luft frit kan strømme forbi føleren, f.eks. på en plan væg.



Vinduer

Sensoren placeres ikke ved et vindue eller yderdør, for at undgå at sensorer påvirkes af ude-temperaturen.

Foto: Nathan Dumlao, Unsplash



Installationsdata

Ved registrering af installationsdata bør følgende elementer inkluderes: sensor-id, serienummer, sensortype, adresse, rumnummer inklusive etage, kunde-id samt eventuelt bygningsejers navn, hvis denne er forskellig fra kunden.

Udover disse elementer kan det også være relevant at tilføje yderligere information, såsom leverandør, producent, modelnavn, certificering, tidsperiode, hvor enheden har været eller er operationel, kategorisering af enhedens faste placering eller mulighed for flytning, og kontaktperson. Hvis opgaven gennemføres i offentligt regi bør der angives hvilket KLE-nummer opgaven relaterer sig til.

Målings- og forbrugsdata

Ved registrering af målingsdata bør følgende elementer være inkluderet: sensor-id, tidsstempel i ISO 8601-format, fejlkode (hvis sensoren understøtter dette), måleværdi og signalstyrke. Udover disse elementer er det også værd at inkludere en fejlmeddelelse, hvis forbindelsen fejler.

Afhængigt af sensortype og situation kan det også være relevant at inkludere batteristatus som en del af datapakken. Batteristatus kan typisk angives som en procentdel strøm tilbage eller som en konstatering af, at batteriet nu er under et vist niveau, eksempelvis når der er mindre end 25% strøm tilbage på batteriet.

BÆREDYGTIGHEDS- OG MILJØOVERVEJELSER VED DRIFT AF IOT

IoT og bæredygtighed

IoT-systemer består af flere elektronikheder og bruger energi mens de er i brug. Det er derfor vigtigt at overveje hvor mange enheder, for eksempel sensorer, som man har brug for at mindske klima- og miljøbelastningen.

Der er flere faktorer, der bør tages i betragtning for at sikre en sikker og bæredygtig installation af IoT (se tjeklisten på næste side).

Sørg for, at sensorerne opfylder de gældende energi-, sikkerheds-, sundheds- og miljøkrav inden for det pågældende produktområde. Måleinstrumenter skal som udgangspunkt CE-mærkes og overholde RoHS (Reduction of Hazardous Substances)-kravene. Kræv dokumentation herpå fra leverandøren.

Læs mere om energikrav til produkter på Energistyrelsens hjemmeside [4] og IT Branchens 2023 katalog om grønne IT-indkøbskrav [5].

TJEKLISTE FOR BÆREDYGTIG INSTALLATION AF IOT

- Begræns antallet af sensorer: optimer placering og udvælg de mest relevante målepunkter.
- Vælg sensorer, der måler flere parametre i samme enhed.
- Sikr jer at sensorer kan opdateres, repareres og bruges til forskellige formål for at undgå unødvendig udskiftning af produkter.
- Stil krav til leverandøren om løbende opdatering af sensorens software via internettet.
- Overvej muligheden for at genanvende sensorens delkomponenter efter bortskaffelse.
- Sikr jer at batterierne som minimum kan udskiftes.
- Minimer antallet af datatransmissioner ved at sende data mindre hyppigt.
- Systemerne skal være åbne for de relevante personer, der skal tilgå data. Dog skal it-sikkerhed være højt prioriteret omkring hele løsningen.
- Indtænk sikkerhed både i den fysiske enhed og ved datahåndtering, hvilket indebærer data-transmission, databehandling og -lagring.



ORDLISTE OG HENVISNINGER

IoT står for "Internet of Things". Det anvendes i dette tilfælde til at beskrive et netværk af sensorer og eventuelle andre enheder, som er forbundet til et netværk. Formålet med et IoT-system er at opsamle og behandle data.

LEED - Leadership in Energy and Environmental Design - er en amerikansk bæredygtighedscertificering, som hovedsageligt fokuserer på miljø og indeklima.

BREEAM - Building Research Establishment Environmental Assessment Method - er en engelsk bæredygtighedscertificering, der ligesom LEED primært fokuserer på miljø og indeklima.

FIREWARE er et værktøj af open-source-komponenter (API'er, datamodeller) indenfor Smart Solutions.

Haystack er et initiativ med mål om at standardisere måden hvorpå semantisk tagning og datamodellering benyttes i smarte bygninger.

BrickSchema er et open source-forsøg på at standardisere semantiske beskrivelser af de fysiske, logiske og virtuelle aktiver i bygninger og relationerne mellem dem.

JSON er et dataudvekslingsformat, der fungerer sammen med de fleste moderne sprog, som Python, Java, PHP og JavaScript. JSON bruges ofte til at overføre data i webapplikationer samt lagring af midlertidig data.

API står for Application Programming Interface og er en form for grænseflade, der gør det muligt for flere forskellige computerprogrammer at kommunikere sammen.

RoHS står for Restriction of Hazardous Substances er en række krav pålagt elektronik og elektronisk udstyr til beskyttelse af befolkning og miljø.

Datastandarder beskriver de formelle rammer der er for repræsentation, format, definition, strukturering, mærkning, transmission, manipulation, brug og håndtering af data.

[1] **European Green Deal, EU**. Læs mere om EUs European Green Deal målsætninger her:

- https://climate.ec.europa.eu/eu-action/european-green-deal_en

[2] **DGNB-manualer, Rådet for Bæredygtigt Byggeri** - Manualer for alle DGNB-certificeringer kan downloades via:

- www.rfbb.dk/manualer

[3] **En vejledning i IoT, sensorer og data - For optimering af indeklima i bygninger, FORCE Technology m.fl.** - downloades via:

- www.forcetechnology.com/da/artikler/vejledning-bedre-indeklima-iot-sensorer-data

[4] **Energikrav til produkter, Energistyrelsen**. Information kan hentes via:

- www.ens.dk/ansvarsomraader/energikrav-til-produkter/om-energikrav

[5] **Grønne IT-indkøbskrav og konkurrenceparametre, IT Branchen** - Information kan hentes via:

- www.itb.dk/maerkesager/groenomstilling/industrien-og-branchen-i-samarbejde-om-udbredelse-af-groen-it/

[6] **DGNB Drift Manual 2023. Bæredygtighedscertificering af bygninger i drift. Rådet for Bæredygtigt Byggeri** / Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen - DGNB e.V., Tübinger Straße 43, 70178 Stuttgart

