

Case Studie

Innovativ fuktovervåkning – Forskningsparken Tromsø

17.01.2025

1. Introduksjon

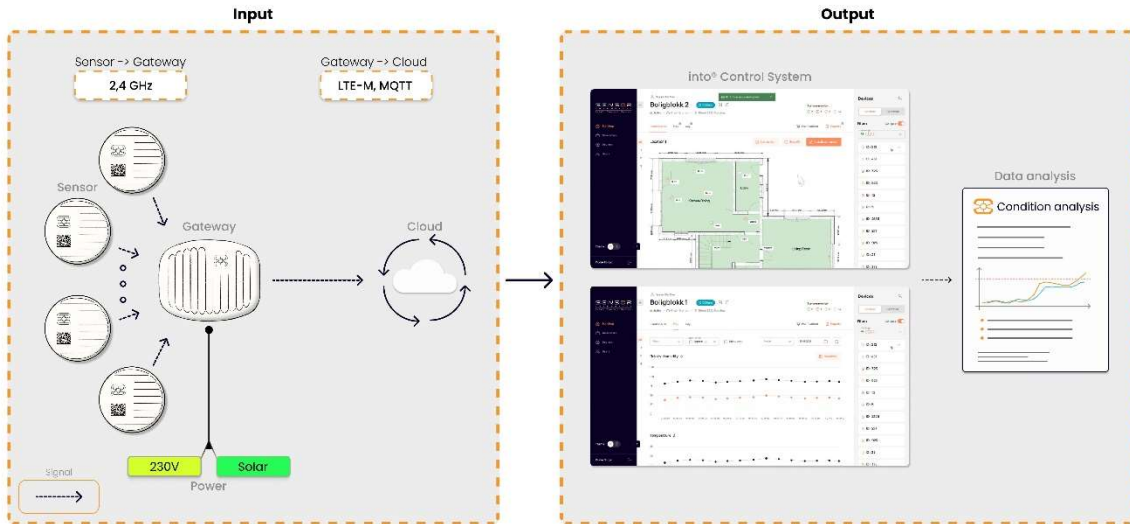
Forskningsparken Bygg 4 i Tromsø er et banebrytende prosjekt som setter bærekraft og teknologisk innovasjon i fokus. Prosjektet involverer blant annet et tett samarbeid mellom byggherren Siva, entreprenøren Consto og Sensor Innovation, i jakten på *innovasjonspoeng* i det som skal bli verdens nordligste BREEAM Outstanding prosjekt. Sensor Innovations into-teknologi er integrert i alle kritiske konstruksjonsdeler for å bidra til å forlenge byggenes levetid og redusere risikoen for vannskader. Systemet er spesielt utviklet for å gi sanntidsinformasjon om fuktforhold, noe som gjør det mulig å gjennomføre forebyggende tiltak tidlig.



2. Tekniske spesifikasjoner og databehandling

System Architecture

into® by Sensor Innovation



For å kunne overvåke kritiske konstruksjonsdelene for fukt- og temperaturavvik over lengre tid trenger man en robust og smart teknologi med adaptivt design som muliggjør at systemet kan oppdateres og utvikles med tiden. Den tekniske arkitekturen til into bygger på en input av trådløse komponenter bygget for ugjestmilde miljøer som kan oppdateres sømløst, samt en output som bygger på faktiske data og kjente teknologier som videreutvikles kontinuerlig.

Sensorene er sertifisert for IP67 som kan tåle krevende fuktforhold og varierende temperaturer over en lang periode i en bygningskonstruksjon. Batterilevetiden til systemet er dokumentert til over 30 år, og vil dermed matche vedlikeholdsintervallet til materialene i vegger og tak.

Fuktighet i bygninger har på generell basis store variasjoner og avhenger av ulike parametere. Ytre klimaparametere som temperatur, solforhold og årstid har innvirkning på hvordan fukten i bygg både utvikles og beveger seg i konstruksjonen. I tillegg har konstruksjonsparametere som isolasjonstype, isolasjonstykkelse, type takbelegg og innebygd byggfukt innvirkning på dette. For å gi presise varslinger som skiller mellom faktiske lekkasjer og naturlige variasjoner i fuktighet kreves kompleks dataanalyse. Skyløsningen benytter derfor en Hybrid-AI modell som kombinerer fysikkbasert modellering med data drevet maskinlæring. Sensorene måler relativ fuktighet (RH), temperatur (C°) og væske (Ω).

3. Antall og type sensorer

Forskningsparken Bygg 4 består i all hovedsak av to bygg (Hus A og B) som er koblet sammen ved hjelp av et mellombygg. Sensor Innovation leverer sensorer for ulike bruksområder tilknyttet hvert bygg med samme strukturelle oppbygning uavhengig av byggets funksjon.

Overvåkning av tak

- a) Takisolasjon (152 stk) – into Sensor Plus (Mode 1: Normal)
Sensorer installeres i et grid over dampspærren i takkonstruksjonen for å overvåke utluftingen av byggfukt og eventuelle lekkasjer som oppstår. Dette er en av de mest risikoutsatte konstruksjonsdelene med størst sannsynlighet for skade hvor man ofte har lite oversikt over hvor en potensiell lekkasje har oppstått.
- b) Overvann på tak (12 stk) – into Bracket Sensorer løftes ca. 40 mm over takflaten for å kontrollere og varsle ved for mye overvann og økt sannsynlighet for tette sluker.

Overvåkning av vegger

- a) Trefukt i yttervegger (108 stk) – into Sensor Wood. Gjennom å installere sensorer allerede i byggingen av veggelementene i fabrikk har sensorer overvåket utviklingen av trefukt for å sikre isolasjonsevne og bæring.

Overvåkning av indre struktur

I all hovedsak omhandler «overvåkning av indre struktur» om å overvåke kritiske områder inne i bygget som har en risiko for driftsstans eller lignende. Dette er ofte områder som ikke har daglig tilsyn eller det blåtte øyet ikke kan se. I tilfellet for Forskningsparken i Tromsø gjelder dette: into Sensor (Mode 2: Instant) // into Sensor Plus (Mode 2: Instant)

- a) Rørførende sjakter
- b) Tekniske rom
- c) Kjøkken med automatisk nedstenging via digital vannstopper

4. Fordeler i forhold til typisk bransjepraksis

Into-systemløsningen vil gi målbar merverdi når det gjelder miljømessig bærekraft i et bygnings levetidsperspektiv, både i byggefasen og driftsfasen. Det vil bidra til å sette en ny standard for fuktkontroll i et livssyklusperspektiv for bygg (LCC).

Byggefasen

- State-of-the-art: Manuelle målinger av trefuktighet utføres før lukking av vegger, visuell inspeksjon av bygningsfuktighet i materialer og taktrykktesting. Erfaring viser at manuelle målinger ikke er planlagt ut fra kritiske områder samt at årsaken ofte ikke blir identifisert, noe som fører til at skader oppstår med økende sannsynlighet i løpet av de første 10 årene etter at et bygg er oppført.
- Innovasjonen gir omfattende kontroll av bygningsfuktighet og lekkasjepunkter for bygget. Erfaringer fra FoU-prosjekter gjennomført i samarbeid mellom Sensor Innovation og SINTEF viser at rask identifisering av lekkasjepunkter samt måling av effekt av tiltak av lekkasjer, samt tilleggstiltak på ventilasjon (ventilasjonsnetter osv.), gir bygningseier raskere kontroll over bygget og unngår materialskader.
- Målbar effekt i byggefasen: Into-systemløsningen vil dokumentere målbar nytte ved å oppdage lekkasjepunkter og/eller behovet for ventilasjonspunkter i konstruksjoner der presise overvåklingsløsninger for øyeblikket ikke er tilgjengelige. Dette kan sammenlignes med erfaringer fra andre bygg og viser at CO₂ spares i form av reduserte materielle skader og forbedret isolasjon.

Driftsfase

- State-of-the-art: Det finnes leverandører av sensorer for måling av trefuktighet og sensorer (aktive eller passive) som kan plasseres på risikopunkter og varsle om lekkasjer (fuktighet eller rent vann). De mangler imidlertid en metode for omfattende bygningsovervåking og intelligente varsler som skiller mellom reelle lekkasjer og naturlige fuktighetsvariasjoner. Og batterilevetiden som varer hele levetiden til et tak/vegg.
- Into-systemløsningen: Systemet skal gi bygningsforvaltere og brukere full kontroll over fuktigheten i bygget. Ved å tilby overvåking av tak, yttervegger og rørsjakter, oppnås omfattende fuktkontroll gjennom hele bygningens levetid, som matcher konstruksjonens levetid. Inne i strukturen er merverdien omfattende kontroll, muligheten til å oppdage lekkasjer i de tidlige stadiene, og aktiv fuktovervåking gjennom hele bygningens levetid. I tillegg vil løsningen muliggjøre en overgang fra syklisk til tilstandsbasert vedlikehold, noe som sikrer effektiv ressursutnyttelse.

- Målbar effekt i driftsfasen: into vil gi sanntidsvarsler og fukttilstandsrapporter for bygningen. Ved å motta sanntidsvarsler om lekkasjer og iverksette korrigerende tiltak, kan bygningseier dokumentere at bygningen forblir tørr og opprettholder sine isolasjonsegenskaper. Gjennom tilstandsbasert vedlikehold kan bygningsforvalter dokumentere handlingene som er utført, noe som fører til potensielle miljøfordeler. Hovedformålet med innovasjonen er miljøpåvirkning. Samtidig skal økonomiske gevinster i form av effektiv ressursutnyttelse i driftsfasen og samfunnsgevinster i form av godt inneklima dokumenteres.

5. Suksesser, utfordringer og læringspunkter

Suksesser

Entreprenør og byggeier oppgir at erfaringen med bruk av innovative fuktsensorer fra Sensor Innovation har vært positive bidrag i byggefasen. Data fra sensorene presenteres i en brukervennlig interface og varslinger ved mulige lekkasjer fungerer som tilsiktet. Sensor Innovation har vært flere runder på byggeplassen for å delta i prosjektering, montasje, opplæring og testing av sensorene.

Sensorene ble montert i veggelementer hos elementprodusent mens i tak og sjakter ble montert på byggeplass, slik at prosjektet hadde mulighet til å holde løpende oversikt over fuktnivåer gjennom byggeperioden. Et moment som fremheves er at også de ulike fagene skjerper faglig utførelse når det er teknologi som overvåker faglig utførelse og avslører eventuelle avvik og feilmontasje i en tidlig fase.

Utfordringer og læringspunkter

- a) Planlegging og prosjektering: Into-løsningen er en ny teknologi og krever grensesnittavklaringer og planlegging for alle tilstøtende fag, samt valg av komponenter som har grensesnitt mot into-teknologien. Det bør derfor avklares tidlig at teknologien skal benyttes.
- b) Byggefase: En av utfordringene tilknyttet byggefasen er behovet for midlertidig strømkilde til into Gateway for å kunne drifte systemet før faststrøm er på plass i ferdigstilt bygg. Et erfaringspunkt er å starte planleggingen for nødvendig utstrekning av byggestrøm tidlig, for å sikre at dekningsområdet er tilstrekkelig stort nok til å drifte sensorer i byggeperioden. Som følge av disse erfaringer har Sensor Innovation utviklet en solcelleløsning for byggefase og driftsfase.
- c) Videreutvikling av produkter og tjenester i into teknologien: Prosjektet er en nyvinning/ innovasjon og dermed gir dette grunnlag for selve produktene og tjenestene.
 - ✓ Tilpasning av varslingsalgoritmer for sensorer med iverksatte tiltak: Det var tilfeller mot slutten av byggefasen hvor flere sensorer varslet om utslag på vann, hvor årsaken for varslet var forhøyet byggfukt fra lukkefasen av bygget, men som ikke var lekkasjer. Når sola ble sterkere med høye temperaturer og påfølgende økt damptrykk påviste systemet forhøyede verdier. Her varsler systemet hvert døgn med alarmer som allerede var identifisert og tiltak iverksatt. Gjennom tett dialog mellom byggeledelsen og Sensor Innovation ble problemet identifisert og løst. På bakgrunn av dette, gjennomførte Sensor Innovation en fintuning av grenseverdier i sine modeller for å unngå tilsvarende falske positive varsler i fremtiden.
 - ✓ Digitalt grensesnitt i BIM modeller: Når det kommer et lekkasjevarsel, så er det viktig å kunne finne riktig sensor raskt. Sensorene er innbygd i klimaskallet og vises dermed ikke fysisk, derfor må den digitale skyløsningen enkelt kunne guide driftspersonell dit de skal. Det vil bli gjort oppdateringer inne i skyløsningen for å

enklere synliggjøre sensorenes plassering i forhold til byggets akser. Et forbedringsforslag fra entreprenør og byggeier er digitalisering av sensorplasseringene inne i byggets BIM-modell. Dette vil gjøre det lettere å håndtere grensesnitt mot andre fag i prosjektering og utførelse, og det vil gjøre det lettere for Sivas driftspersonell å finne riktig plassering av sensorer ved eventuelle lekkasjer. Sensor Innovation oppgir at metoder for bedre visualisering og kobling mellom reell og prosjektert sensorplassering er under utvikling.

- ✓ Videreutvikling av plattformen iCS: Erfaringer fra større og mer komplekse bygg er at dagens plattform har noen forbedringsområder for å skalere bedre mot større bygningseiere og det globale markedet gjennom distributører. Erfaringene fra dette prosjektet med grensesnitt mellom mange fag og underleverandører har vi identifisert og sett behov for å tilpasse verdikjeden i iCS. Dette er i oppstarten gjennom et eget utviklingsprosjekt. Dette vil gjøre bruksopplevelsen og verdien av plattformen langt bedre for sluttkunden som kan være entreprenøren (bygge-/ garantitid) og bygningseieren gjennom er planlagt og tilstandsbasert drift før skade oppstår
- ✓ Tjenesteutvikling iCS: Som et ledd i dette prosjektet har Sensor Innovation en hybrid-AI løsning med stort utviklingspotensiale for å også kunne predikere sopp-/ råte i en tidlig fase før skade.

6. Forfattere

Sensor innovasjon AS

- Sondre Rennan Nettet / CEO / sondre.nettet@sensorinnovation.no
- Bjørge Rennan Nettet / CPO / bjorge.nettet@sensorinnovation.no

Siva Tromsø Eiendom AS/Siva SF

- Øyvind Eklo / Prosjektsjef / oyvind.eklo@siva.no

Consto AS

- Ida Bordi Stene / Prosjektleder / ida.bordi.stene@consto.no

[1] Gradeci, K., Time, B. og Gullbrekken, L. Risk-based optimization of sensor distribution in roof construction – A conceptual study. E3S WEB of Conferences 172, 21008 (2020) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017221008>

[2] Gjeving S, Gullbrekken L. Sintef Community 2023. Prosjektnotat Fastleggelse av optimal plassering av sensorer.

[3] Gisvold Solberg, Mari. 2017. "Byggeskader koster samfunnet 17 milliarder i året – Det blir stadig flere feil". TU Bygg, mai 2017.

[4] Rambæk, Ida. 2021. "Mer regn og bedre regelverk gir andre typer byggskader". TU Bygg, 2021.

[5] Pedersen, S., Grønvik O., Rødal M., Bjørberg S., Mattsson J., Midttømme K. og Sæterøy R (2022). Omfang av byggfeil i Norge. Menon-publikasjon nr. 146/2022. Menon Economics, p. 100.