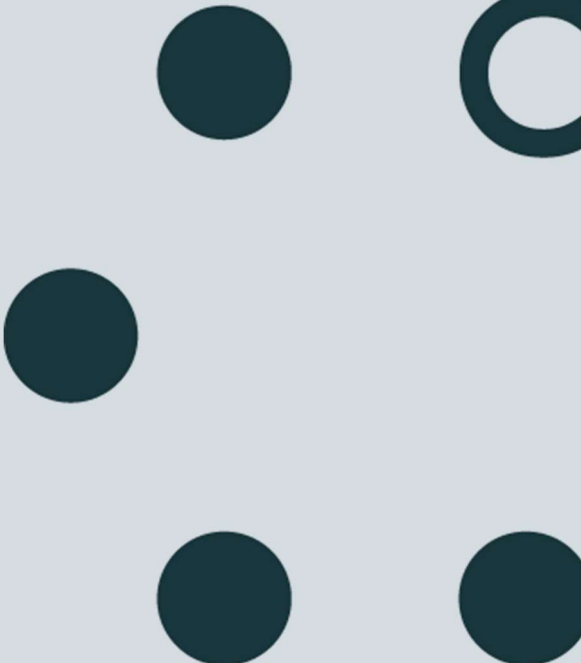




Mot en nasjonal feildatabase: Innledende kartlegging av typiske feil som oppstår i ventilasjonssystemer

Forskningsprosjekt:
jAInitor – Den digitale vaktmesteren



Publisert: juni 2026

Innholdsfortegnelse

01. Bakgrunn og innledning	3
02. Workshop og data innsamling	5
03. Resultater og observasjoner	7
04. Neste steg	11

01.

Bakgrunn og innledning

Næringsbygg står for 14 % av Norges energiforbruk, og 40 % av dette går til ventilasjon-, varme- og kjølesystemer. Feil i disse systemene fører til årlige energitap på opptil 1 TWh. Ofte oppdages feilene først når brukerne klager. Driftspersonell bruker rundt 10–20 timer per måned på å håndtere slike feil.

For å møte disse utfordringene ble forskningsprosjektet «**jAlnitor – Den digitale vaktmesteren**» igangsatt. Prosjektet samler aktører fra forskning og næringsliv for å øke kunnskap og forståelse om feildeteksjon og -diagnostisering (FDD, Fault Detection and Diagnosis) i ventilasjon-, varme- og kjølesystemer, samt om håndtering av feil gjennom hele byggets livsløp. Målet er å utvikle kunnskapsgrunnlaget for en «digital vaktmesterassistent» som gir driftspersonell tydelig og handlingsrettet innsikt. Dette går utover ad hoc-terskelalarmer og manuelle inspeksjoner, og muliggjør tidligere oppdagelse og raskere utbedring av feil. Mer info finnes på prosjektets hjemmeside (<https://www.sintef.no/prosjekter/2025/jainitor-den-digitale-vaktmester/>).

En viktig leveranse i jAlnitor-prosjektet er en første nasjonal feildatabase for ventilasjon-, oppvarming- og kjølesystemer. En feildatabase er et strukturert system (digitalt eller delvis digitalt) for registrering, lagring og oppfølging av feil, avvik og driftsrelaterte hendelser i systemene. Feildatabasen omfatter også tilhørende service- og alarminformasjon.

Feildatabasen vil støtte utviklingen av KI-drevne applikasjoner for vedlikeholdsstøtte. Etablering av en slik database krever forståelse av hvilke feil som oppstår i praksis, hvordan feilen ser ut i systemet, hvordan feil håndteres, og hvordan feilrelaterte data er strukturert.

Samarbeid med bransjen er en suksessfaktor for jAlnitor-prosjektet, for å sikre både relevans og implementering av resultatene. Her spiller Construction City Cluster (CCC) en sentral rolle som formidlings- og samhandlingsarena. Som partner i jAlnitor bidrar klyngen til formidling av resultater, deling av kunnskap med bransjen, og forankring i reelle behov.

Som en del av jAlnitor-prosjektet gjennomførte SINTEF, i samarbeid med CCC, en bransjeworkshop i mars 2026. Formålet med workshopen var å samle innsikt fra ulike aktører i næringen om hvilke typer feil som oppstår, i første omgang med vekt på ventilasjonssystemer. Deltakerne diskuterte også hvordan slike feil klassifiseres og oppdages i praksis.

Denne rapporten oppsummerer resultatene fra workshopen og peker på veien videre for jAlnitor-prosjektet og samarbeidet med klyngen.

jAlnitor - Den digitale vaktmester

Kompetansebyggende prosjekt for næringslivet (KSP-K)

Prosjektet er finansiert av Forskningsrådet med prosjektnummer: 35859

Prosjektperiode: 2025-2029.

Hovedmål: Å øke kunnskapen og forståelsen av feildetektering, diagnostisering og feilhåndtering i ventilasjon, oppvarming og kjøling gjennom hele byggets livsløp ved å implementere maskinlæring for å effektivisere disse prosessene.

Forskningspartnere: Sintef, NMBU

Industripartnere: Coor; Toma Eiendomsdrift; Agiltek; Virtual House; Aase Teknikk; KLP Eiendom; Mustad Eiendom; Fram Eiendom; Coop Norge Eiendom AS; Enoco m/ ALTI Forvaltning AS; Properate; EM Systemer; Piscada; Soundsensing; Autility.

Formidlingspartnere: Construction City Cluster; NemiTek

02.

Workshop og data innsamling

En tverrfaglig workshop med bred bransjedeltakelse ble gjennomført i Oslo i mars 2026, arrangert av SINTEF i samarbeid med Construction City Cluster. Målet var å bygge en felles forståelse av hvilke feil som typisk oppstår i ventilasjonssystemer gjennom byggets livsløp, hva som er årsakene til dem, og hvordan og når de oppdages i praksis. Gjennom erfaringsdeling og felles diskusjoner bidro deltakerne til å identifisere og klassifisere feil på tvers av prosjektering, installasjon, innregulering og drift, som et grunnlag for en nasjonal feildatabase og videre utvikling av datadrevne løsninger for FDD.



Figur 1: Fra bransjeworkshop om kartlegging og klassifisering av feil i ventilasjonssystemer, mars 2026 (bildet: Construction City Cluster)

Workshopen var strukturert rundt to hovedoppgaver. Deltakerne ble delt inn i grupper og tildelt ulike hovedkategorier i ventilasjonssystemet: aggregat, kanalsystem og distribusjon, romnivå og automatikk. Gruppene arbeidet parallelt innenfor sine respektive kategorier. Under workshopen ble det lagt vekt på at alle skulle dele erfaringer og diskutere ulike perspektiver, noe som ga tverrfaglig læring og bidro til å bygge en felles forståelse av utfordringene.

Oppgave 1 besto av å identifisere vanlige feil i ventilasjonssystemer, dele erfaringer og plassere feilene i riktig fase av byggets livsløp: prosjektering, montering og installasjon, innregulering eller drift.



Figur 2 og 3: Fra bransjeworkshop om kartlegging og klassifisering av feil i ventilasjonssystemer, mars 2026 (bildet: Construction City Cluster)

Oppgave 2 besto av å systematisere og klassifisere feilene som grunnlag for utvikling av feildatabasen og andre tjenester. For hver feil beskrev deltakerne symptomer, årsak, konsekvens og alvorlighetsgrad (lav, middels eller høy). Videre registrerte de mulige tiltak for å rette feilen, hvem som kan utføre utbedringen (driftsansvarlig eller ekstern service), størrelsesorden på kostnad hvis mulig. De ble også bedt om å indikere hvilken fase feilen burde vært avdekket i, samt hvordan feilen vanligvis oppdages.

03.

Resultater og observasjoner

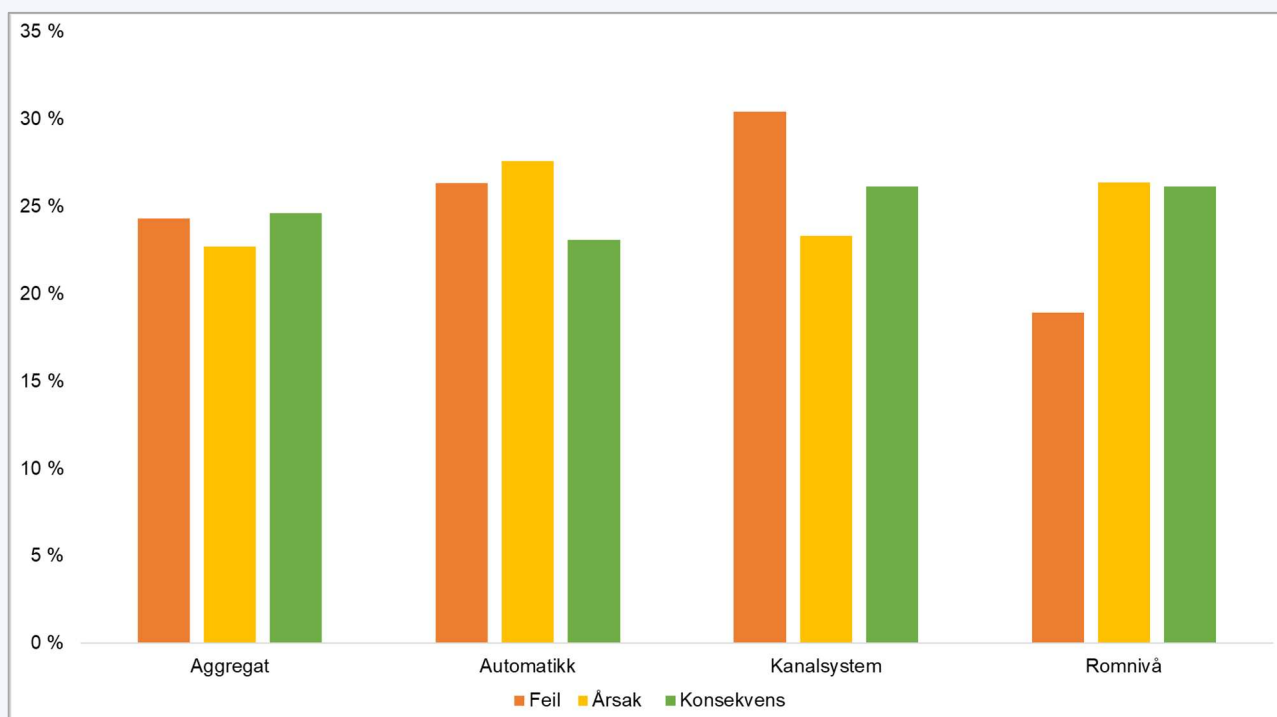
Resultatene fra workshopen ble bearbeidet av SINTEF og bygger på rådata levert av deltakerne. Workshopen samlet over 30 deltakere fra mer enn 20 ulike bedrifter og organisasjoner i bygge- og eiendomssektoren. Deltakerne representerte et bredt spekter av roller, blant annet byggdriftere, driftsledere, service- og vedlikeholdspersonell, ventilasjons- og VVS-leverandører, rådgivere og ingeniører, utdanningsinstitusjoner samt byggeiere.

Fordeling av feil på ulike deler av systemet

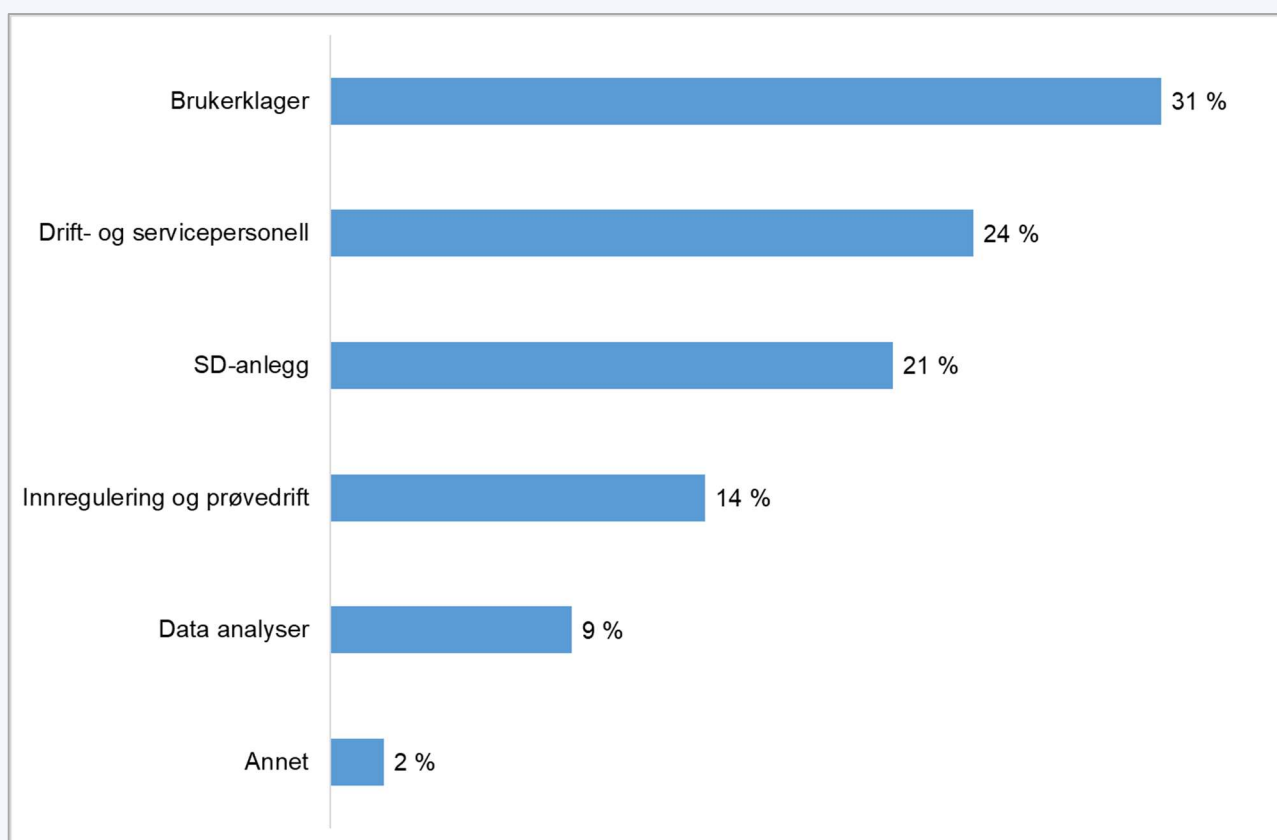
Over 200 feil ble nevnt av deltakerne. Figur 4 viser hvordan identifiserte feil, årsaker og konsekvenser fordeler seg på ulike nivåer i ventilasjonssystemet. Fordelingen er gjennomgående relativt jevn, med en noe høyere andel feil knyttet til kanalsystemet, og en noe lavere andel på romnivå. Øvrige feil er jevnt fordelt mellom aggregat- og automasjonsnivå. Antall identifiserte feil er også påvirket av hvilke deler av systemet deltagerne kjenner best, og hvordan de ulike gruppene disponerte tiden for å skrive ned ulike type feil innenfor hver kategori. Erfaringene viser at det i mange tilfeller kan være krevende å entydig definere/kategorisere hva som er selve feilen og årsaken til feilen.

Hvordan feil oppdages?

Når det gjelder hvordan feil i ventilasjonssystemer oppdages, rapporterer deltagerne at feil i stor grad avdekkes reaktivt, det vil si etter at feilen har oppstått. Figur 5 viser at over 30 % av de nevnte type feilene identifiseres først gjennom bruker- og leietakerklager, mens drifts- og vedlikeholdspersonell avdekker om lag 24 % av feilene gjennom manuelle inspeksjoner. Til sammenligning oppdages kun rundt 21 % av feilene ved hjelp av tekniske alarmer, sensorer eller overvåkning i SD-anlegg. Datadrevne metoder, som automatisk analyse av måledata, benyttes i bare cirka 9 % av tilfellene.



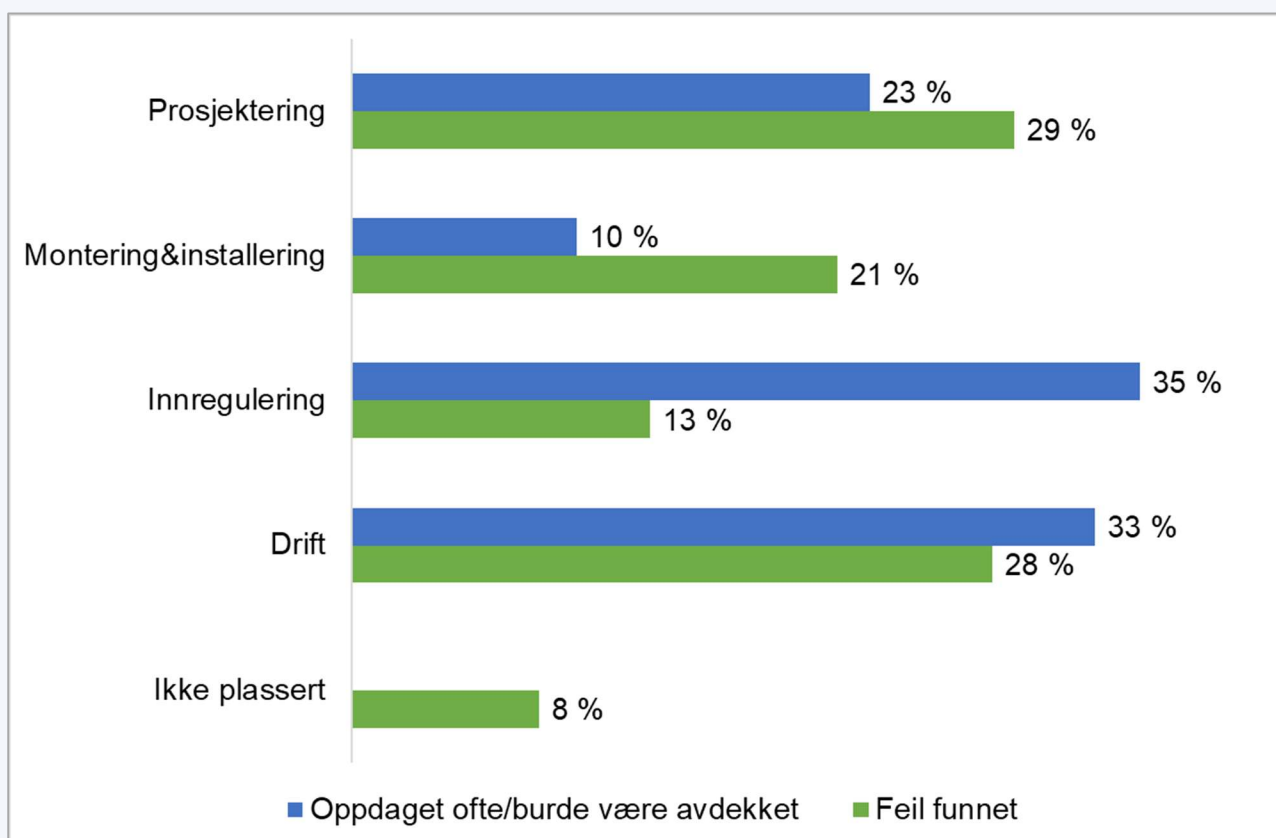
Figur 4: Fordeling av feil, årsak og konsekvens for på ulike systemnivåer (kilde: Johra et al., 2026).



Figur 5: Fordeling av hvordan feil oppdages i praksis, basert på workshopdeltakernes vurderinger (kilde: Johra et al., 2026).

Feil knyttet til ulike faser

Mange feil blir ikke avdekket i riktig fase, og følger da med videre til neste fase eller inn i driftsfasen. Figur 6 viser en sammenstilling av deltagernes vurdering av når typiske feil i ventilasjonssystemer blir funnet (grønn) og når feilene burde har blitt avdekket (blå). Vi ser at en god del fanges opp i prosjekteringsfasen, men at en forholdsvis stor andel følger med helt over i driftsfasen. Oversikten viser også at innreguleringsfasen er en svært viktig fase, der det forventes at feilene burde blitt avdekket. Diskusjoner på bordene avdekket at tilstrekkelig tid er en viktig faktor for forbedring. En systematisk gjennomgang av alle rapporterte feil viste at 44% ble rapportert funnet i en annen fase enn den burde vært avdekket i.



Figur 6: I hvilken fase blir feil funnet i ventilasjonssystemer (grønn) og i hvilken fase burde feilen vært avdekket (blå) (kilde: Johra et al., 2026).

Typiske feil i ventilasjonssystemer

Resultatene fra workshopen viser at den største andelen av feil som deltagerne fremhever for ventilasjonssystemer, er knyttet til prosjektering og systemintegrasjon (ca. 1/3). Disse feilene oppstår ofte som følge av misforhold mellom prosjekterte løsninger, faktisk fysisk utførelse eller endringer underveis. Omtrent ¼ av feilene knytter seg til innregulering, prøvedrift, settpunkt og

reguleringslogikk. Innregulering- og prøvedrift knytter seg til svakheter i testing, verifisering og systemkontroll før ordinær drift, herunder ufullstendig funksjonstesting, feil målepraksis og mangelfull innregulering av ventilasjonssystemer. Regulering- og styringsfeil omfatter feil settpunkter, innstillinger og reguleringslogikk. Ca. 16 % utgjør feil relatert til bruk og drift. Disse beskriver situasjoner der de tekniske systemene ikke fungerer som forutsatt på grunn av avvik mellom designforutsetninger og faktisk drift (for eksempel endringer i byggets bruk, variasjoner i bruksmønster og belastning, vedlikeholdsnivå osv.). Omtrent 10% av feilene klassifiseres som organisatoriske feil. De er relatert til mangler i kompetanse, kommunikasjon og dokumentasjon, kontrakter og ansvar på tvers av prosjektfaser. Sensor- og målefeil representerer den minste kategorien, med rundt 4 %.

04.

Neste steg

God feildeteksjon og -diagnostisering bygger på en omforent og formalisert taksonomi. Det videre arbeidet i prosjektet vil fokusere på å videreutvikle en hensiktsmessig og detaljert struktur for ventilasjonsområdet, med tilstøtende varme og kjøling. Arbeidet vil knyttes til demonstrasjonsbygg i prosjektet for å innhente dataserier, bekrefte typiske feil, og utvikle referanser som kan brukes for å identifisere ulike type feil (ground truth). Dette muliggjør gjenkjennelse av ulike type feil i andre anlegg. Det langsiktige målet er en fyldig database, og å etablere nasjonal statistikk for forekomst av feil i norske bygg. Type feil og omfang vil gi innsikt i hvilken konsekvens disse feilene har.

For å sikre fortsatt involvering av bransjen og formidling av resultater underveis, planlegges det webinarer i prosjektperioden. Disse vil brukes til å presentere resultater, dele erfaringer og hente innspill fra prosjektpartnere og andre aktører i næringen.

JAnitors feildatabase vil bli publisert gjennom jAnitor-prosjektets nettsider i en senere fase.

Denne rapporten er utarbeid av Sintef og Construction City Cluster. Arbeidet har fulgt en systematisk prosess for kunnskapsinnhenting og analyse. Rapporten gir en første innsikt i resultatene, se også «K.H. Johra, A. Yang, A. Bellini, K. Thunshelle, H.H. Johra (2026). **Towards a national fault database: Initial mapping of fault prevalence, consequences, and current handling practices in ventilation systems.** In Proceedings of BuildSim Nordic Conference 2026. Umeå, Sweden, 19-21 August 2026».

Kamilla Heimar Johra, Aileen Yang, Kari Thunshelle og Hicham Johra ved SINTEF har hatt ansvar for forskningsarbeid, datainnsamling og analyse. Alessia Bellini i Construction City Cluster har bidratt med strukturering av rapporten, prosessutvikling og formidling. Vi vil rette en stor takk til alle bransjeeksperter og prosjektpartnere som deltok i workshopen i mars 2026 og som gjennom aktiv medvirkning har bidratt til utviklingen av resultatene.

