Brannsikkerhet i samfunnet – Hva kan kunstig intelligens, digitalisering og ny teknologi bidra med?

RISE RAPPORT 2026:21

Andreas Sæter Bøe

Christoph Meraner

RISE FIRE RESEARCH

Brannsikkerhet i samfunnet – Hva kan kunstig intelligens, digitalisering og ny teknologi bidra med?

Andreas Sæter Bøe, Christoph Meraner

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

RISE Research Institutes of Sweden AB

RISE-rapport 2026:21
ISBN: 978-91-90109-48-9
Prosjektnummer: 0421-24FOR-2
Kvalitetssikring: Tian Li
Finansiert av: Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB)
Trondheim 2026

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

Innhold

Innhold ..... **I**
Executive Summary ..... **III**
Sammendrag ..... **VII**
Forord ..... **XI**
1 Bakgrunn **1**
1.1 Forskningsspørsmål 1
1.2 Metode og avgrensninger 1
1.3 Oppbygging av rapporten 2
2 Forebyggende arbeid **3**
2.1 Bedre dokumentoversikt 3
2.2 Økt brannsikkerhet ved oppføring og rehabilitering av bygg 4
2.3 Automatisk test og kontroll av sprinkleranlegg 4
2.4 Dynamisk varsling av brannfare 5
2.4.1 Faktorer som har påvirkning på risikoen 6
2.4.2 Eksempel på en utarbeidet dynamisk risikomodell - Varsling av høy sannsynlighet for storbrann i tett trehusbebyggelse 8
2.5 Mer effektiv feiing av fyringsanlegg 10
2.5.1 Mer effektiv bruk av ressurser - Feiing av fyringsanlegg 10
2.5.2 Bruk av droner for å inspisere skorsteiner 11
2.6 Trening og forberedelse ved hjelp av VR og digitale tvillinger 11
2.7 Robotiserte slokkesystemer 13
2.8 Prediksjon av brannlast i et bygg 14
3 Brannprosjektering **15**
3.1 Forenklede analyser – økt bruk av skreddersydde løsninger 15
3.1.1 Temperaturutvikling og røykspredning 16
3.1.2 Optimal plassering av røykdetektorer og sprinklerdyser 16
3.1.3 Forhold tilknyttet evakuering 17
3.2 Tidlig integrering av brannsikkerhet 17
3.3 Automatisk sjekk av regelverk 18
3.4 Forenkling av oppgaver knyttet til simulering 18
3.5 Bruk av chatboter som pålitelig oppslagsverk for brannsikkerhet 19
3.6 Bruk av KI i konsulentbransjen 19
4 Mer effektiv branninnsats **20**
4.1 Fase 1 – Oppdage og varsle 20
4.1.1 Video fra innringer 20
4.1.2 eCalls 20

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

4.1.3 Redusere antallet unødige og falske alarmer ... 21
4.1.4 Redusere varslingstiden ved flere direkte tilkoblete anlegg ... 22
4.2 Hva kan ny teknologi, digitalisering og KI bidra med? ... 24
4.3 Fase 2 - Utrykning og forberedelser til hendelsen ... 27
4.3.1 Redusert utrykningstid ... 27
4.3.2 Forberedelser til hendelsen ... 29
4.4 Fase 3 – Slokkeinnsats og ulykkeshåndtering ... 29
4.4.1 Hjelmkameraer ... 29
4.4.2 Bedre kommunikasjonsløsninger ... 31
4.4.3 Økt sikkerhet for røykdykkere ... 32
4.4.4 Slokkeroboter ... 32
4.4.5 Droner ... 35
4.4.6 Prediksjon av tid til overtenning ... 40
4.4.7 Aktiv bruk av digitale tvillinger og tilhørende sensorer ... 40
4.4.8 Skogbrann ... 41
4.5 Fase 4 - Evaluering og rapportering av innsatsen ... 42
4.5.1 Læring fra branner ... 42
4.5.2 Loggføring etter branner ... 45
5 Barrierer for innføring av KI og ny teknologi ... 46
5.1 Generelle barrierer for kunstig intelligens ... 46
5.2 Hvordan oppstår innovasjon og innføring av ny teknologi i brannvesenet? ... 47
5.3 Hvordan får vi innført teknologien? ... 48
5.4 Utfordringer og etiske dilemmaer ved et “svart-boks” -samfunn? ... 49
5.4.1 Begrensninger til en KI-modell ... 49
5.4.2 Forståelig KI og etiske dilemmaer ... 50
6 Konklusjoner og anbefalinger ... 52
6.1 Konklusjoner ... 52
6.2 Anbefalinger ... 56
7 Referanser ... 57
Vedlegg A – Regnestykke for årlig besparelse ved bruk av pipesensor ... 60

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

Executive Summary

Fire Safety in Society – How Can Artificial Intelligence, Digitalization, and Emerging Technologies Contribute?

In this project, we have taken a closer look at the status and opportunities for using artificial intelligence (AI), digitalization, and new technology to improve fire safety in our society. Information was gathered through a literature review as well as conversations, interviews, and email exchanges with individuals and organizations in our network, including representatives from fire services, research environments, and technology companies.
We have divided fire safety work into the following three themes: (1) prevention, (2) fire safety consulting, and (3) fire response. Fire response is further divided into four different phases related to emergency operations. Below, the key findings within each theme are presented.

Fire Safety Design and Prevention

There are already examples where AI contributes to the **automation of tasks and processes**. Examples include generating simple fire safety concepts and systemizing documents for improved quality control. Programs that **automatically check regulations** against design documentation are under development and will enable earlier integration of fire safety solutions.

Several studies have also developed **simplified analysis models** trained on data from fire simulations. Results show good agreement between predicted values and simulated values, although the models have some limitations. Using such simplified analyses can streamline and significantly improve the efficiency of analytical design work, increasing the potential for more tailored solutions.

Today, **sensor technology** used to monitor systems or functions is becoming increasingly widespread. Examples include chimney sensors that predict the need for sweeping of heating systems, and automated testing and inspection of sprinkler systems.

Drones have been adopted for **chimney inspections**, providing improved HSE, increased efficiency, better access, easier documentation, and better cooperation with residents/owners.

Dynamic risk models can provide early warnings about when critical fires are most likely to occur. Some examples already exist, such as the forest fire danger index and a model for large fires in dense wooden urban areas. Going forward, more advanced and accurate models are expected, which can strengthen resource planning and preparedness for major fires.

Fixed, robotic extinguishing systems have been installed in several locations where a conventional automatic extinguishing system is not suitable, for example in waste management facilities. These systems can detect and extinguish/control a fire automatically, but can also be manually overridden by an operator.

Increasing use of **digital twins** can strengthen fire safety through improved risk management in construction projects, and by allowing firefighters to familiarize themselves with buildings through **VR** without needing to be physically present.

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

Fire Response

Phase 1: Detection and Alerting, and Phase 2: Dispatch and Preparation for the Incident

Allowing callers to **share video** from the scene has become standard procedure for several emergency dispatch centers in Norway, providing increased situational awareness and helping ensure that the correct type of resources can be dispatched more quickly.

AI is expected to increasingly support the operator by **listening to the call**, automatically identifying the address and relevant reference material for the incident, as well as transcribing the conversation.

eCall is an automatic emergency notification system installed in newer cars. Such eCalls have proven useful in many situations by reporting the exact location, number of people involved, and whether a high-energy impact has occurred through airbag status. At the same time, there have been some false alarms.

Unnecessary alarms are a major problem in the fire services in Norway, and many of these alarms could likely have been avoided by using sensors with the latest technology. The challenge is therefore not the technology itself, but rather the lack of incentives for building owners to choose the best technology. The number of unnecessary alarms could likely be reduced by imposing stricter requirements on which sensors are permitted, introducing support schemes for system upgrades, and evaluating whether current sanctions for false alarms are sufficiently deterrent.

If the issue of unnecessary alarms is resolved, there is potential to enable direct notification to emergency centers via **smart smoke detectors**.

Smart traffic management systems for faster and safer emergency response are not widely used in Norway, but experience from Europe shows that this is technologically feasible.

Phase 3: Firefighting and Incident Management

Access to video from drones and helmet/body cameras has become more widespread, which improvs the ability to understand how a fire develops both internally and externally. This provides a better foundation for evaluating tactics and resource use.
Helmet/body cameras with standard video and live streaming enable improved tactical guidance and support during operations, while **helmet-mounted infrared cameras** displayed on a small screen inside the mask make firefighters more effective by keeping both hands free and supports improved navigation.

Several fire services have adopted **drone technology**, and experience shows that drones function as versatile tools in many situations. However, many smaller fire services still lack access to drones, and there is significant variation in how advanced the adopted solutions are. The most advanced solution currently is **"drone-in-a-box**", operated remotely.

Firefighting robots are increasingly being used during large and complex incidents, helping to reduce strain and risk for firefighters. In recent years, such robots have been used to pull

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

burning vehicles out of underground parking garages, pressurize large rooms, and provide significant extinguishing capacity during major incidents.

VR training is becoming increasingly common and allows fire services to train for diverse scenarios without exposing themselves to hazardous smoke and particles. Over time, VR training will become more realistic by adding elements such as realistic hose handling, treadmill-based movement, increased temperature and humidity, and training in digital models of real buildings.

Phase 4: Evaluation and Reporting of the Response

Learning from fires currently occurs primarily within individual fire services, and to a limited extent between different services. At a national level, this lack of experience sharing likely contributes to repeated mistakes, persistence of poor practices, and a lower rate of improvement than what would otherwise be possible. The potential to learn from available video material is also not being fully utilized, partly due to restrictions related to privacy regulations and video rights.

In 2026, ***Branntavla*** will be launched as a national platform for learning from fire incidents. Submitted reports will be reviewed by an expert team at the Fire and Rescue School, which will prepare generalized and quality-assured learning points that will be publicly available.

Logging after an incident is currently done manually. A **new communications system** for emergency centers in Norway, planned for 2026, will streamline this through automatic transcription of dialogue. Additional automated solutions are expected to follow over time.

Innovation in Fire Services within AI, Digitalization, and New Technology

Innovation within the fire service is often driven by individual employees with a strong interest in technology, rather than directed from leadership. This provides freedom to test new solutions, but at the same time increases the risk of poor investments and a lack of standardization, which makes experience sharing and collaboration during major incidents more difficult.

Recommendations for Fire Services

1. **Embed learning from fires within the organization**
   To meet the requirements for learning from fires in § 20 of the Fire Prevention Regulation, this work should be anchored throughout the entire organization. This means allocating sufficient resources to evaluate fires, doing so in a more structured manner, and involving both prevention and operations personnel. New digital tools can help streamline and improve this work. It is recommended to actively use the new national platform (*Branntavla)* for external knowledge sharing.

2. **Increase collaboration and information sharing with other fire services**
   This will raise awareness, knowledge levels, and experience related to new equipment and technology on the market, and provide a better basis for assessing whether one needs such equipment themselves.

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

Recommendations for National Authorities

1. **Facilitate national collaboration arenas for technology**
   Establish structures and platforms that allow fire services to coordinate training, share expertise, experience, opportunities, and resources related to new technology (e.g., drones, sensors, firefighting robots, and AI).
2. **Ensure operation and further development of digital learning platforms (Branntavla and Digibib)**
   Be proactive in enabling experience sharing and knowledge exchange, and consider functions that make learning easily accessible to operational personnel.

3. **Help reduce technological disparities between municipalities**
   Consider designated funds or other measures to ensure that fire services with limited resources do not fall behind in digitalization and technological development.

4. **Facilitate safe and efficient data sharing**
   Develop clear guidelines and user-friendly tools that enable firefighters to anonymize sensitive information in reports and video recordings from fire incidents in an efficient and standardized way. This will ensure the material meets legal privacy requirements and can be more easily used and shared for learning purposes.

5. **Update standards and regulations in line with technological development**
   Evaluate equipment and technology requirements to ensure that better and more fire-safe systems and components can be adopted more easily by the market.

Key words: ARTIFICIAL INTELLIGENCE, NEW TECHNOLOGY, FIRE SERVICE, FIRE SAFETY DESIGN, RISK

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

Sammendrag

Brannsikkerhet i samfunnet – Hva kan kunstig intelligens, digitalisering og ny teknologi bidra med?

I dette prosjektet har vi sett nærmere på status og muligheter for bruk av kunstig intelligens (KI), digitalisering og ny teknologi for å forbedre brannsikkerheten i samfunnet vårt.

Innhenting av informasjon har skjedd via en litteraturstudie samt samtaler, intervjuer og e-postutvekslinger med personer og virksomheter i vårt kontaktnettverk, inkludert representanter fra brannvesen, forskningsmiljøer og teknologiselskaper.

Vi har delt opp brannsikringsarbeid inn i følgende tre temaer: 1) forebygging, 2) brannrådgivning og 3) branninnsats. Branninnsats er videre delt opp fire ulike faser tilknyttet innsatsen. Nedenfor er de viktigste funnene innenfor hvert tema presentert.

Brannprosjektering og forebygging

Det finnes allerede eksempler der KI bidrar til **automatisering av oppgaver og prosesser**. Eksempler på dette er generering av enkle brannkonsepter og systematisering av dokumenter for bedre kvalitetskontroll. Programmer som **automatisk kontrollerer regelverk** mot prosjekteringsunderlag er under utvikling, og vil gi mulighet for tidligere integrering av branntekniske løsninger.

Flere studier har også **utviklet forenklede analysemodeller**, som er trent opp på data fra brannsimuleringer. Resultater viser godt samsvar mellom predikerte verdier og simulerte verdier, selv om modellene har noen begrensninger. Bruk av slike forenklede analyser vil kunne forenkle og betydelig effektivisere analysejobben tilhørende analytisk prosjektering og øke muligheten for mer skreddersydde løsninger.

I dag er det en økende utbredelse av sensorteknologi som **overvåker systemer eller funksjoner**. Eksempler på dette er pipesensorer for å predikere behovet for feiing av fyringsanlegg og automatisk test og kontroll av sprinkleranlegg.

Droner har blitt tatt i bruk for å inspisere skorsteiner, som gir bedre HMS, økt effektivitet, bedre tilkomst, enklere dokumentasjon og bedre samarbeid med beboere/eiere.

Dynamiske risikomodeller kan gi et forvarsel om når det er størst sannsynlighet at kritiske branner vil oppstå. Eksempler finnes allerede, som skogbrannfareindeksen og en modell for storbrann i tett trehusbebyggelse. Fremover forventes mer avanserte og treffsikre modeller, som kan styrke ressursplanlegging og beredskap mot større branner.

Fastmonterte robotiserte slokkeroboter har blitt installert flere plasser der et ordinært automatisk slokkeanlegg ikke er egnet, f.eks. i avfallsanlegg. Disse kan detektere og slokke/kontrollere en brann automatisk, men kan også overstyres av en operatør.

Økende bruk av **digitale tvillinger** kan styrke brannsikkerheten gjennom bedre risikostyring i byggeprosjekter og ved å la brannmannskaper bli kjent i bygg via **VR** uten fysisk oppmøte.

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

Branninnsats

Fase 1: Oppdage og varsle, og Fase 2: Utrykning og forberedelser til hendelsen

Å la innringer **dele video fra hendelsen** har blitt standard prosedyre for flere 110-sentraler, noe som gir økt situasjonsforståelse og som bidrar til at man raskere kan sende riktig type ressurser til hendelsen.

Det forventes at KI i økende grad vil støtte operatøren ved at den kan **lytte på samtalen**, finne automatisk adresse og støttelitteratur til hendelsen, samt transkribere samtalen.

eCall er et automatisk nødvarslingssystem installert i nyere biler. Slike eCalls har vært nyttig i mange situasjoner ved at det varsles om nøyaktig posisjon, antall personer og om det er en høyenergiskade via airbagstatus. Samtidig har det vært noen feilalarmer.

Unødige alarmer er et stort problem i brann-Norge, og mange av alarmene kunne trolig vært unngått ved bruk av sensorer med nyeste teknologi. Her ligger altså ikke problemet i teknologien, men at det er for få insentiver for byggeiere til å velge den beste teknologien. Antallet unødige alarmer kan trolig reduseres ved å stille strengere krav til hvilke sensorer som skal være tillatt å installere, innføre støtteordninger for å oppgradere anlegg, samt vurdere om sanksjonsmetoden for unødig alarm er avskrekkende nok.

Dersom problemet med unødige alarmer løses, er det et mulighetsrom for å tilrettelegge for direkte varsling til 110-sentralen via **smarte røykvarslere**.

Smart trafikkstyring for raskere og tryggere utrykning er lite utbredt i Norge, men erfaringer fra Europa viser at dette er teknologisk mulig å få til.

Fase 3: Slokkeinnsats og ulykkeshåndtering

Tilgang på **video fra droner og hjelm/kroppskameraer** har blitt mer utbredt og gjør at man bedre kan forstå hvordan en brann utvikler seg både innvendig og utvendig. Dette gir et bedre grunnlag for å vurdere taktikk og bruk av ressurser.

Hjelm/kroppskamera med ordinær video og live streaming gir mulighet for bedre taktisk rådgivning og oppfølging underveis i innsatsen, mens **hjelmkamera med IR** som vises på en liten skjerm inne i masken gjør røykdykkere mer effektive ved at de kan ha begge hendene fri og enklere kan navigere.

Flere brannvesen har tatt i bruk **droner**, og erfaringer viser at de i en rekke situasjoner fungerer som et allsidig verktøy. Samtidig er det mange mindre brannvesen som ikke har tilgang på droner, og det er også store forskjeller mellom hvor avanserte løsninger som er tatt i bruk. Den mest avanserte løsningen i dag er «**droner-i-boks**», som styres fra avstand.

Slokkeroboter blir i økende grad benyttet ved store og kompliserte hendelser, og bidrar til å redusere belastningen og risikoen for røykdykkere. I løpet av de siste årene har slike roboter blitt brukt til å trekke brennende kjøretøy ut fra parkeringskjellere, trykksette store rom, og bidratt med en betydelig slokkekapasitet ved større hendelser.

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

VR-trening blir mer og mer tatt i bruk, og gir brannvesenet mulighet til å trene mot varierte scenarier uten at de selv utsetter seg for helsefarlig røyk og partikler. VR-trening vil etter hvert bli mer realistisk ved at det legges til mer realistiske elementer, som reell slangehåndtering, bevegelse på tredemøller, økt temperatur og fuktighet, og at man kan trene i digitale modeller av reelle bygg.

Fase 4: Evaluering og rapportering av innsatsen

Læring fra branner skjer i dag primært innad i de ulike brannvesenene, og i liten grad mellom ulike brannvesen. På overordnet nivå bidrar denne mangelen på erfaringsoverføring sannsynligvis til at feil gjentas, dårlige praksiser opprettholdes og graden av forbedring forblir lavere enn den kunne ha vært. I dag utnyttes heller ikke potensialet i å lære fra tilgjengelig videomateriale godt nok, blant annet på grunn av restriksjoner knyttet til personvern og videorettigheter.

I 2026 vil **Branntavla** lanseres, som en nasjonal plattform for læring av branner. Innsendte innspill vil gjennomgås av et fagteam ved Brann-og redningsskolen, som utarbeider generaliserte og kvalitetssikrede læringspunkter som vil være åpent tilgjengelig for alle.

Loggføring etter en innsats gjøres i dag manuelt. En ny **kommunikasjonsløsning** for 110-sentralene fra 2026 vil effektivisere dette gjennom automatisk transkripsjon av dialogen. Flere automatiske løsninger forventes å komme etter hvert.

Innovasjon i brannvesenet innen KI, digitalisering og ny teknologi

Innovasjon i brannvesenet drives ofte av teknologiinteresserte enkeltansatte, og er i mindre grad styrt fra ledelsen. Det gir frihet til å teste ut nye løsninger, men øker samtidig risikoen for dårlige investeringer og manglende standardisering, som gjør erfaringsdeling og samarbeid ved større hendelser vanskeligere.

Anbefalinger til brannvesen

1. **Å lære fra branner bør forankres i organisasjonen.**
   For å oppfylle kravene om læring av branner i forskrift om brannforebygging § 20, bør dette forankres i hele organisasjonen. Dette innebærer at det må settes av tilstrekkelige ressurser til å evaluere branner, at det skjer på en mer strukturert måte, og inkluderer både forebyggende og operativt personell. Nye digitale løsninger kan bidra til å effektivisere og forbedre dette arbeidet. Det anbefales å aktivt benytte DSBs Branntavla for spredning eksternt.

2. **Øke samarbeid og informasjonsdeling med andre brannvesen.**
   Dette vil øke bevisstheten, kunnskapsnivået og erfaringer om nytt utstyr og ny teknologi på markedet, samt gi et bedre grunnlag for å vurdere om man trenger utstyret selv.

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

Anbefalinger til nasjonale myndigheter

1. **Tilrettelegge for nasjonale samarbeidsarenaer for teknologi.**
   Etablere strukturer og arenaer som gjør det mulig for brannvesen å samkjøre opplæring, dele kompetanse, erfaringer, muligheter og ressurser innen ny teknologi (f.eks. droner, sensorer, slokkeroboter og KI).

2. **Sikre drift og videreutvikling av digitale læringsplattformer (Branntavla og digibib)**
   Vær proaktiv i å legge til rette for erfaringsdeling og kunnskapsutveksling og vurder funksjoner som gjør læring lett tilgjengelig for operativt personell.

3. **Bidra til å redusere teknologiske forskjeller mellom kommuner**
   Utvikle virkemidler som sikrer at brannvesen med begrensede ressurser ikke blir hengende etter i digitalisering og teknologisk utvikling.

4. **Tilrettelegg for trygg og effektiv deling av data**
   Utarbeide klare retningslinjer og brukervennlige verktøy som gjør det mulig for brannmannskaper å anonymisere sensitive opplysninger i rapporter og videoopptak fra branninnsatser på en effektiv og standardisert måte. Dette vil sikre at materialet oppfyller juridiske krav til personvern og dermed lettere kan brukes og deles som læringsgrunnlag.

5. **Oppdater standarder og regelverk i takt med teknologisk utvikling**
   Vurder krav til utstyr og teknologi for å sikre at bedre og mer brannsikre systemer og komponenter enklere tas i bruk av markedet.

Nøkkelord: KUNSTIG INTELLIGENS, NY TEKNOLOGI, BRANNVESEN BRANNPROSJEKTERING, RISIKO

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

Forord

I dette prosjektet har vi forsøkt å være tett på brannmannskaper og andre som daglig jobber med ulike brannrelaterte problemstillinger. Gjennom fysiske møter og videosamtaler har vi fått et interessant innblikk i utfordringer i brann-Norge, og fått sett eksempler på hvordan teknologiske fremskritt i større eller mindre grad har bidratt, og kan bidra, til å forenkle prosesser, gi bedre situasjonsforståelse, gi økt trygghet m.m. Mange av eksemplene vi presenterer av ny teknologi i denne rapporten kommer fra direkte samtaler med ulike brannvesen, og vi er takknemlig for alle som har tatt seg tid til å dele av sine erfaringer og tanker om ulike problemstillinger og løsninger. Vi er samtidig sikre på at vi kunne presentert mange flere slike teknologiske eksempler og løsninger om vi hadde hatt anledning til å intervju flere brannvesen og aktører. De eksemplene vi presenterer i denne rapporten må derfor ikke anses å være fasiten eller en uttømmende oversikt over alt som finnes av teknologiske løsninger og muligheter, men et utvalg.

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

1 Bakgrunn

Samfunnet vårt er i stadig endring og teknologiske nyvinninger bidrar til å endre hvordan vi lever og jobber. Den norske regjeringen har satt som mål at 80 % av offentlige virksomheter skal ta i bruk kunstig intelligens (KI) innen utgangen av 2025, og at alle skal ha tatt det i bruk innen 2030[1]. Målet er å effektivisere tjenester, frigjøre tid fra rutineoppgaver og styrke kvaliteten i offentlig forvaltning. Regjeringen legger vekt på ansvarlig og trygg bruk av KI, og arbeider med å etablere nasjonal infrastruktur, styrke kompetanse og sikre rettslige rammer for teknologien.

Videre i «Brannmeldingen» Meld. St. 16 [1] påpekes det at ny teknologi og kunstig intelligens representerer store muligheter for brann- og redningsvesenet, og at regjeringen skal legge til rette for at Norge aktivt tar i bruk ny teknologi og samarbeider med andre land om utvikling av systemer som både forebygger og håndterer brann. For å akselerere kunnskapsutviklingen har også regjeringen bevilget støtte til seks nye forskningssentre innenfor kunstig intelligens[2].

I denne studien har vi sett nærmere på status og muligheter for bruk av kunstig intelligens (KI), digitalisering og ny teknologi for å forbedre brannsikkerheten i Norge.

1.1 Forskningsspørsmål

Denne rapporten har hatt som mål å besvare følgende forskningsspørsmål:

1: Innenfor hvilke områder er kunstig intelligens, digitalisering og ny teknologi allerede inkludert i brannsikringsarbeid, i Norge og i utlandet?

2: Hvilke potensielle muligheter finnes det for kunstig intelligens, digitalisering og ny teknologi knyttet til brannsikkerhet, og hvilke barrierer må overkommes for at disse mulighetene skal implementeres i driften?

1.2 Metode og avgrensninger

I arbeidet med denne rapporten har vi valgt en bred tilnærming til hva som kan defineres som et teknologisk fremskritt, samtidig som vi har gått mer i dybden på utvalgte teknologier, problemstillinger og mulige løsninger. For å få en bedre forståelse av problemene og løsningene som finnes innenfor brann-Norge, har vi hatt samtaler, intervjuer og e-postutvekslinger med personer og virksomheter i vårt kontaktnettverk, inkludert representanter fra brannvesen, forskningsmiljøer og teknologiselskaper. Et fokusområde innenfor denne dialogen har vært å bedre forstå de praktiske utfordringene brannmannskaper og forebyggende personell står overfor i hverdagen, og identifisere hvordan kunstig intelligens og ny teknologi kan bidra til å effektivisere arbeidsoppgaver, skape bedre flyt og frigjøre ressurser.

[1] Økt bruk av KI i staten - regjeringen.no
[2] https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/regjeringens-milliardsatsing-dette-er-norges-seks-nye-forskningssentre-for-kunstig-intelligens/id3108609/

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

I tillegg til dette har vi utført både brede og mer målrettede søk på internett og i forskningsdatabaser som Scopus og Google Scholar, med fokus på de problemstillingene og løsningene som har blitt identifisert.

Enkelte av de brannfaglige problemstillingene vi har kommet over, er komplekse problemer, og vil kreve mer enn bare en teknologisk løsning. For disse har vi også diskutert andre ikke-tekniske løsninger.

Der informasjon om pris for innføring av ny teknologi har vært tilgjengelig har vi oppgitt og kommentert dette, men vi har ikke utført egne kost-nytte-analyser av de ulike tiltakene vi har foreslått.

Selv om vi har hatt et bredt fokus, kan vi imidlertid ikke garantere at vi har fått med oss all relevant teknologi som finnes på markedet i Norge, og spesielt utlandet. Eksemplene som presenteres i denne rapporten representerer løsninger vi har identifisert, og må ikke oppfattes som en fullstendig oversikt over eksisterende teknologiske alternativer. Det er også enkelte aktører vi har forsøkt å intervjue, men som ikke har besvart våre henvendelser.

1.3 Oppbygging av rapporten

Denne rapporten består av tre hoveddeler: Brannprosjektering, forebyggende arbeid og branninnsats, der sistnevnte er inndelt i fire faser:

Fase 1: Oppdage og varsle.
Fase 2: Utrykning og forberedelser til hendelsen.
Fase 3: Slokkeinnsats og ulykkeshåndtering.
Fase 4: Evaluering og rapportering av innsatsen.

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

2 Forebyggende arbeid

2.1 Bedre dokumentoversikt

Et viktig element i forebyggende brannvern er å ha kontroll på at alle passive[1], aktive[2] og organisatoriske[3] branntekniske tiltak fungerer slik de er tiltenkt. Måten dette normalt kontrolleres på er at man har god oversikt over de ulike tiltakene, og at man har dokumentasjon og historikk på at disse tiltakene jevnlig følges opp. Å gjennomgå slike dokumenter kan være tidkrevende ettersom de varierer i utforming og utførelse, og at ansvarsområdet for de ulike tiltakene ofte hviler på ulike personer eller avdelinger.

I møte med ulike brannvesen har det blitt uttrykt at det er et stort potensial i å strukturere data og gjøre dette mer søkbart. I dag kan man f.eks. kun hente ut tilsynsrapporter for ett og ett bygg, eller én og én sak. En forbedring ville derfor vært å strukturere dataene, slik at man f.eks. enkelt kan få en oversikt over alle saker eller bygg som inkluderer et bestemt tema, eller at man kan få ut alle historiske avvik av en viss type for et bestemt bygg.

Det er forventet at det vil komme flere ulike løsninger, som vil gjøre kategorisering og systematisering av dokumenter lettere, og på den måten sørge for bedre dokumentasjon og oppfølging av branntekniske tiltak. Samtidig finnes det allerede i dag enkelte kommersielle løsninger. En norsk aktør[4] anvender blant annet kunstig intelligens for å systematisere og effektivisere håndteringen av FDV[5]- og sikkerhetsdokumentasjon. Ved å automatisere prosesser som strukturering og kategorisering, bidrar dette til at dokumenter blir lettere tilgjengelig og mer sporbare.

Teknologien gjør det mulig å generere FDV-rapporter som gir oversikt over hvilke brannrelaterte dokumenter som er til stede eller mangler, og knytter disse til relevante krav. Alt innholdet gjøres søkbart, slik at brukere enkelt kan stille spørsmål som f.eks. «hvor er siste brannkonsept?» eller «hva er serviceintervall for sprinkleranlegg?».

Ifølge aktøren har løsningen deres blitt tatt i bruk av flere bedrifter både i Norge og i Storbritannia, og bidratt til:

- Kortere forberedelsestid for klargjøring av dokumenter til tilsyn - fra uker til dager.
- Bedre datagrunnlag for risikovurderinger og rapportering.
- Færre manuelle oppgaver ved dokumentasjonskontroll.
- Systematisk etterlevelse av forskrifter.

I årene som kommer er det forventet at det vil dukke opp mange ulike slike løsninger, som vil forenkle prosesser og datahåndtering, samt gi bedre sporbarhet og dokumentasjon. Samtidig er det viktig å påpeke at teknologien bare støtter og forenkler arbeidet, og er ikke ansvarlig for at forskrifter og lovpålagte oppgaver blir utført. Dette ansvaret ligger fortsatt hos eier/forvalter av bygget.

---

[1] Eks. brannskiller og -dører, nødutganger
[2] Eks. brannalarmanlegg ventilasjon og automatiske slokkeanlegg
[3] Eks. risikovurderinger, beredskapsplaner, brannøvelser m.m.
[4] Informasjonen er basert på epost-korrespondanse med ansatt i Findable (13.10.2025)
[5] FDV: forvaltning, drift og vedlikehold

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

2.2 Økt brannsikkerhet ved oppføring og rehabilitering av bygg

Branner som oppstår i byggefasen eller under rehabilitering kan være ekstra utfordrende og potensielt ha større bygningsmessige konsekvenser enn om bygget hadde vært ferdig, ettersom passive (branndører og vegger) og aktive sikringstiltak (brannvarsling, sprinkleranlegg) ofte ennå ikke er på plass, eller er ute av drift. En brann vil derfor lettere kunne utvikle og spre seg slik at hele bygget blir totalskadd. Eksempler på større bygg som har gått tapt på denne måten er laboratoriebygget til Nottingham Universitet i 2014[1] som hadde en prislapp på 200 millioner, og Liseberg badeland i 2024[2] som var nesten ferdigbygd.

I tillegg til at skadene kan være omfattende, er også sannsynligheten for at en slik brann skal oppstå, ofte forhøyet ved at det i byggefasen normalt utføres arbeid som er forbundet med økt sannsynlighet for å starte en brann, inkludert varmt arbeid (sveising, bruk av skjærebrenner og åpen ild).

I EU-prosjektet BIMprove[3,4,5] ble det undersøkt hvorvidt bruk av sensorer og digitale tvillinger kan bidra til å redusere risikoen ved brann i byggefasen av et bygg. En digital tvilling av bygget ble først laget, og ved hjelp av datainnsamling fra sensorer og robotiserte løsninger (roboter og droner) ble modellen kontinuerlig oppdatert. På den måte kunne modellen gi et sanntidsbilde av antall personer som befant seg i bygget, hvor de befant seg, hva slags byggematerialer som ble brukt på ulike steder, hvilke operasjoner som ble utført, hvor avfall ble lagret og sørget for å holde orden på at brannslukningsapparater m.m. var plassert der de skulle.

En slik modell vil for det første bidra til at man har vesentlig bedre kontroll over farer og risikoer underveis i en byggeprosess. I fremtiden er det og mulig at slike modeller kan fungere som et verktøy under en brannhendelse for å navigere i bygget og bedre forstå omfanget av brannen, og hvordan situasjonen utvikler seg.

2.3 Automatisk test og kontroll av sprinkleranlegg

Sprinkleranlegg er i dag et av de vanligste tiltakene for å redusere konsekvensen av en brann. Teknologien har i stor grad vært uforandret de siste tiårene, og bygger på at man har et rørsystem installert i bygget med sprinklerdyser installert i rom som skal beskyttes. Rørene er koblet til en vannkilde, som ofte er den lokale vannledningen. En pumpe bidrar til å forsyne rørene med vann. Sprinklerdysene har en glassbulb installert som sprekker når bulben varmes opp over en viss temperatur, normalt 67 °C. Ved brann vil derfor nærtstående sprinklerdyser aktiveres og levere vann der det brenner.

Fra sprinklerstatistikk opparbeidet gjennom flere tiår, vet vi at et sprinkleranlegg har høy pålitelighet. Samtidig er det også noen tilfeller der et sprinkleranlegg ikke har fungert slik som tiltenkt. Årsakene til dette inkluderer mangelfullt vedlikehold, manuelt avstengte systemer,

[1] https://www.bbc.com/news/uk-england-nottinghamshire-30751431
[2] https://www.nrk.no/urix/kraftig-brann-ved-lisebergs-nye-badeland-i-goteborg-1.16759426
[3] https://blogg.sintef.no/bygg/bruk-av-kunstig-intelligens-skal-bidra-til-trygghet-i-en-av-europas-farligste-bransjer/
[4] https://www.bimprove-h2020.eu/
[5] BIMprove Report D1.8 – Risk and safety assessment method

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

manglende vanntilgang, og raskere brannutvikling og intensitet enn det sprinkleranlegget ble dimensjonert for å kunne håndtere [2–4].

En faktor som kan påvirke påliteligheten, er i hvilken grad et anlegg har blitt vedlikeholdt og kontrollert. Ifølge standarden *NS-EN 12845:2015+A1:2019 Faste brannslokkesystemer - Automatiske sprinklersystemer - Dimensjonering, installering og vedlikehold* skal et sprinkleranlegg kontrolleres både ukentlig og månedlig. En rapport fra 2019 [5] konkluderte med at det er grunn til å anta at mange anlegg i Norge svært sjelden kontrolleres i henhold til disse anbefalingene. Videre peker rapporten på tall fra Danmark, der mer enn halvparten av alle kontrollerte anlegg hadde feil, og 3–6 % av anleggene hadde så alvorlige feil at sprinkleranlegget trolig ikke ville fungert ved en brann.

Et norsk firma[1] har utviklet en automatisert løsning for kontroll og ettersyn av sprinkleranlegg. Ved å installere sensorer tilknyttet ventiler, rør og pumpe, kan byggeier få full oversikt over tilstanden til sprinkleranlegget. Ved trykkfall eller andre hendelser som påvirker anlegget vil dette bli varslet om, slik at feil kan rettes opp i, eller kompenserende tiltak kan iverksettes.

Systemet logger trykket på anlegget hvert 10. minutt, og man har på den måten god kontroll på systemets operative kapasitet. Systemet vil også fange opp om tilgangen på vann forsvinner, f.eks. planlagt avstenging av vannet eller en vannlekkasje i gata. At et sprinkleranlegg ikke har vanntilgang kan være verdifull informasjon for brannvesenet, ettersom det vil påvirke brannsikkerheten i de berørte byggene, men også kunne påvirke slokkeinnsatsen dersom brannvesenet benytter samme vannforsyningskilde som sprinkleranlegget. I dag har ikke 110-sentralen mulighet for å motta denne typen informasjon fra brannalarmanlegget, men ifølge NKS110, vil det komme et nytt alarmhåndteringsverktøy i 2026 som kan det.

I tillegg til å overvåke sprinkleranleggets operativitet, vil også systemet kunne brukes til å påvise om det er en lekkasje på anlegget, som i praksis betyr at vann fra sprinkleranlegget lekker ut til drikkevannet. En slik lekkasje skyldes ofte feil på tilbakestrømssikringen, som nettopp skal hindre at vann fra sprinkleranlegget strømmer ut til drikkevannsnettet. Det finnes flere enkeltsaker om dette i media[2,3], men ikke en overordnet statistikk, og det er ukjent hvor stort dette problemet faktisk er.

2.4 Dynamisk varsling av brannfare

For å kunne redusere risikoen for en uønsket hendelse eller konsekvensen av den, må man først bli klar over når økt risiko forekommer, og hvilke faktorer som påvirker dette. Mange typer branner og ulykker følger bestemte mønstre. For eksempel øker antallet drukningsulykker i perioder med sammenhengende pent vær, mens langvarig tørt vær gir økt skogbrannfare. En risikomodell der risikoen endrer seg over tid basert på endringer i underliggende parametere kalles ofte en dynamisk risikomodell.

Et konkret eksempel på en slik dynamisk risikomodell er skogbrannfareindeksen levert av Metrologisk Institutt[4]. Denne beregner en faregrad for hele landet basert på informasjon om

[1] https://www.firemesh.no/
[2] https://www.utposten.no/asset/2015/2015-03-16-17.pdf
[3] https://www.eub.no/odd-arne-syntes-vannet-hjemme-i-eidsvoll-luktet-rart-sa-ble-det-slatt-full-alarm-det-er-jo-gift-og-vi-har-drukket-det/s/5-136-644339
[4] https://skogbrannfare.met.no/

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

temperatur, fuktighet, nedbør og vind. Faregraden vurderes i fem ulike kategorier: Ingen fare (hvit farge), liten fare (grønn), noe fare (gul), fare (oransje) og stor fare (rød). Ved gult nivå eller høyere sendes det ut farevarsel, som kan gi f.eks. forbud mot båltenning i enkelte områder av landet.

I tillegg til å vurdere skogbrannrisiko på denne måten, mener vi at det burde være mulig å beregne en dynamisk risiko også for andre typer hendelser (ulike brannscenarier, flom, skred m.m.), som igjen kan være et verktøy for å organisere beredskap og ressursbruk.

Kvaliteten og omfanget av en slik dynamisk varslingsmodell vil blant annet avhenge av:

- Hvor godt vi forstår ulike faktorers bidrag til risikoen.
- Hvor mye informasjon og ulike parametere modellen tar inn.
- Kvaliteten på informasjonen som legges inn i modellen.

Eksempler på lokale forhold som kan gi forhøyet risiko er strømbrudd, vannlekkasjer, kraftig vind, sterk kulde, bortfall av mobildekning, store folkemengder, større lokale arrangementer m.m.

For at et slikt system skal kunne tas i bruk må man først utarbeide et system som henter ut informasjon fra alle de ulike kildene (værvarsling, IoT-sensorer, driftsmeldinger m.m.) og deretter må det utarbeides en risikomodell som tar hensyn til de ulike faktorenes bidrag og vekter disse etter hvor stor påvirkning de har på risikoen. Deretter må risikoen kategoriseres inn i en skala, på lik linje som skogbrannfareindeksen, der ulike faregrader fører til ulik respons.

I følgende delkapitler vil ulike faktorers påvirkning på brannrisikoen diskuteres, og en eksisterende dynamisk risikomodell for en stor brann i trehusbebyggelse, vil presenteres.

2.4.1 Faktorer som har påvirkning på risikoen

Under følger en mer detaljert beskrivelse av hvordan ulike faktorer kan føre til forhøyet risiko, gjennom økt sannsynlighet og/eller konsekvens.

Strømbrudd.

- Et operativt **brannalarmanlegg** er et av de viktigste tiltakene for personsikkerhet ved brann. Ved strømbrudd er det et nødbatteri som gjør at systemet vil fungere i en viss tid. Varigheten anlegget vil fungere uten strøm er imidlertid noe begrenset, og ved langvarig strømstans over flere dager kan konsekvensen ved en brann bli vesentlig høyere ettersom varsling til personer i bygget ikke vil bli utført som normalt.

- **Elektriske Exit-lys** har også et innebygget nødbatteri. Ved kortvarige strømbrudd er dette normalt ikke et problem, men nødbatteriet har begrenset kapasitet[1], og ved langvarige strømbrudd vil disse settes ut av spill. I kombinasjon med mangel på lys i rømningsveier kan dette potensielt føre til økt tid til evakuering ved en brann.

- **Ventilasjonsanlegg:** Et strømbrudd vil normalt føre til at ventilasjonsanlegg i bygg settes ut av drift og blir trykkløst. For ventilasjonsanlegg med «trekk-ut»-strategi[2] vil dette føre til at røyk lett kan spre seg til andre rom via kanalnettet, forverre evakuering

[1] Varigheten kan variere, men typisk rundt 1-2 timer.
[2] Ved "trekk-ut"-strategi trekkes røyk ut fra bygget basert på ventilasjonsanleggets normale drift.

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

(dersom det fortsatt er personer i bygget) og gi større røykskader. For bygg med et steng-inne anlegg skal brann-spjeld automatisk lukke seg, og vil derfor ikke endre konsekvensen av en brann.

I tillegg til at et strømbrudd kan påvirke konsekvensen av en brann, kan det også endre sannsynligheten for at en brann oppstår. På den ene siden vil bortfall av strøm eliminere en av de vanligste årsakene til brann, «elektrisk feil», noe som kan redusere sannsynligheten for at en brann oppstår. På den andre siden vil et langvarig strømbrudd føre til økt bruk av levende lys, alternative varmekilder og improviserte matlagingsmetoder, som vil øke sannsynligheten for brann. Hvis man tar utgangspunkt i hvor mange branner som oppstår av «Åpen ild» (5 %) og «Elektrisk årsak» (7.1 %)[1] sammenlignet med utbredelsen av disse kategoriene i vanlige bygg, indikerer dette at sannsynligheten, for at brann oppstår, vil øke.

Bortfall av mobildekning

Bortfall av mobildekning vil gjøre det betydelig vanskeligere å varsle om brann og andre ulykker, noe som kan føre til at en brann får utvikle seg over lengre tid før brannmannskaper ankommer. Personer som trenger assistanse ved brann/ulykke risikerer da å ikke få hjelp i tide.

Vannlekkasje

Bortfall av vann fra f.eks. en lokal vannlekkasje vil kunne føre til at sprinkleranlegget settes ut av spill dersom anlegget er knyttet opp mot det lokale vannettet[2]. I mange bygg er sprinkleranlegget et av de viktigste brannsikringstiltakene, og uten et operativt sprinkleranlegg vil brannsikkerheten reduseres betraktelig, og dermed føre til økt brannrisiko.

I tillegg til at sprinkleranlegg vil mangle vann, vil også tilgang til slokkevann kunne bli mer utfordrende og ressurskrevende, avhengig av omfanget på vannlekkasjen og behovet for slokkevann.

Tiltak som kan virke risikoreduserende i slike tilfeller kan eksempelvis være å plassere ut større vanntanker på strategiske steder, sette inn brannvakt i kritiske bygg, benytte aggregat for å få funksjoner i drift igjen. Å øke bemanningen kan også være et tiltak, men trolig mest relevant for deltidsbrannvesen.

Sterk kulde og snø

Snø er en faktor som kan gjøre innsats mer utfordrende på ulike måter. De mest åpenbare utfordringene knyttes til vanskeligere tilkomst, trangere oppstillingsplasser, glatte veier og at snø kan sperre nødutganger.

Sterk kulde er en annen faktor som kan gjøre en slokkeinnsats mer krevende, ved at vanntilganger kan være frosset, slanger og utstyr kan fryse og slutte å fungere, og vann fra slokking kan fryse til is m.m.

Sterk kulde vil også bidra til at hygroskopiske materialer[3] brukt inne i bygninger, som trematerialer, blir tørrere, som igjen vil kunne føre til at branner utvikler seg raskere. Les mer om dette i kapittel 2.4.2.

---

[1] Brannstatistikk.no
[2] En stor del av bygg med automatisk slokkeanlegg installert har lokalt vann-nett som vannkilde.
[3] Et hygroskopisk materiale kan endre fuktinnholdet sitt basert på omgivende temperatur og fuktighet.

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

Langvarig tørke

Langvarig tørke øker brannfaren i skog og vegetasjon, ved at de antennes lettere og genererer mer varme ved forbrenning. Disse forholdene bidrar også til at en skog eller lyngbrann lettere og raskere vil spre seg.

Kraftig vind

Kraftig vind er en faktor som bidrar sterkt til brannspredning mellom hus/objekter, og kan gjøre branner kraftigere ved at vinden bidrar med ytterligere tilførsel av oksygen til brannen. Kraftig vind kan også føre til at trær velter over bygninger, kjøretøy eller strømledninger, som kan føre til strømbrudd, stengte veier og vanskeligere tilkomst.

Større lokale arrangementer og store folkemengder

Større lokale arrangementer og store folkemengder utgjør en forhøyet risiko på flere måter. Både ved at personer og utstyr kan stå i veien for tilkomsten og dermed hindre effektiv forflytning/plassering av utrykningskjøretøy. Det kan også være utfordrende og tidkrevende å evakuere skadde, og det kan skje farlige situasjoner om panikk oppstår.

2.4.2 Eksempel på en utarbeidet dynamisk risikomodell - Varsling av høy sannsynlighet for storbrann i tett trehusbebyggelse

I Forskningsprosjektet DYNAMIC[1] er det utarbeidet en prediksjonsmodell[2] for brannrisiko i trebygninger, som baserer seg på samme teknologi som skogbrannvarselet. I en studie [6] har man benyttet dette konseptet for å angi risiko for storbranner i tett trehusbebyggelse. Tre har den egenskapen at det tar opp og gir fra seg fukt i forhold til hvor fuktig luften er, og luftens evne til å holde på fukt varierer med temperaturen. Jo høyere lufttemperaturen er, desto mer fukt kan luften holde på. Dette har innvirkning på fuktigheten i trematerialer innendørs og utendørs. Fuktigheten i trematerialer er lavest i løpet av vinterhalvåret fordi utendørsluften er kald og inneholder lite fuktighet. Når denne kalde luften kommer inn i oppvarmede hus varmes lufta opp, og evnen til å ta opp fukt øker. På den måten vil lufta bidra til å trekke ut fukt fra trematerialer i bygget. Fuktigheten i treet vil påvirke hvor lett det lar seg antenne, og hvor mye varme som frigis ved forbrenning. Derfor vil en brann kunne utvikle seg vesentlig raskere om treverket er tørt.

Med andre ord kan risikoen for at et branntilløp i et trehus utvikler seg til en storbrann variere gjennom året, avhengig av skiftende vær- og vindforhold. Basert på disse sammenhengene har forfatterne [6] utviklet en modell som predikerer tid til overtenning i et trehus som følge av fuktigheten i treverket innendørs, som igjen er basert på værdata (utendørs temperatur og vindforhold). Modellen har blitt testet mot historisk værdata og målt fuktighet i treverk innendørs i samme periode og gitt tilfredsstillende samsvar mellom prediksjoner og faktiske målinger.

[1] Dynamic Risk Assessment and Management
[2] En visning av modellen er tilgjengelig her: https://happy-pebble-0f7c98f03.5.azurestaticapps.net/

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

Modellen som er utviklet er allerede implementert for enkelte området på Vestlandet, men er i prinsippet klart for å kunne rulles ut overalt i form av et nasjonalt varslingssystem for å i sanntid vurdere faren for en storbrann i tett trehusbebyggelse, dersom dette er ønskelig og kan finansieres. En løsning kan være å integrere dette inn i yr.no.

Modellen benytter historisk værdata ca. 1 uke bakover i tid, og har da mulighet til å predikere fremtidig risiko 3–4 dager frem i tid, basert på værmeldingen for de neste dagene.

Økt beredskap → en betydelig kostnad for brannvesen

Lærdalsbrannen i 2014, der mer enn 40 bygninger ble totalskadet, er en påminnelse om at store bygningsbranner i trehusbebyggelse kan oppstå også i dag. Det som er interessant med denne brannen er at brannen oppstod like ved brannstasjonen. Likevel, siden brannstasjonen ikke var bemannet, måtte brannmannskaper først komme seg fra sine hjem og til brannstasjonen før de kunne igangsette slokking. I løpet av denne tiden rakk boligbrannen å utvikle seg til en fullt utviklet brann. Det er godt mulig at skadeomfanget kunne ha blitt begrenset til kun ett hus om brannstasjonen hadde vært bemannet på dette tidspunktet.

Modellen som beskrevet vil kunne være et viktig verktøy for å vurdere risikoen for storbrann i områder med tett trehusbebyggelse, og dermed gi beslutningsstøtte for om økt beredskap bør iverksettes i perioder med høy risiko.

På den ene siden er det enkelt å argumentere for at det vil være fornuftig å ha økt beredskap når risikoen er høy, og at man på den måten trolig kan redusere antallet «Lærdalshendelser» i fremtiden. Det samme prinsippet gjelder når skogbrannfaren er høy ved at skogbrannhelikopter settes i standby, og er klar for å rykke ut på kort varsel.

På den andre siden, vil økt beredskap medføre en betydelig økning i kostnader for de enkelte brannvesen og kommuner hvor dette innføres. Før et slikt system skal kunne gjennomføres er det derfor flere vurderinger som må gjennomføres. Eksempelvis, hvor høy skal risikoen være før det er samfunnsmessig lønnsomt å øke beredskapen? Videre, hvordan ser økt beredskap ut i praksis? Betyr dette flere personer på vakt? Betyr det at man automatisk rykker ut med flere ressurser? Skal dette gjelde kun for enkelte typer brannvesen, f.eks. deltidsbrannvesen, eller skal også fulltidsbrannvesen ha noen form for økt beredskap? Og til slutt, skal dette gjelde alle områder med tett trehusbebyggelse, eller kun noen få?

For Haugesundområdet var det, ifølge forfatterne av studien [6], i løpet av ett år registrert åtte dager med kritiske forhold. Med andre ord, om det hadde oppstått en brann i et trehus i løpet av disse dagene, er sannsynligheten stor for at den kunne ha utviklet seg til en storbrann. Disse tallene gir og en indikasjon på hvor mange dager i året en slik økt beredskap hadde vært fornuftig for et område, og kan brukes som et startpunkt i en kost-nytte-analyse.

Potensiell forbedring av modellen → spisset mot lokale forhold

Per nå angir modellen en risiko kun basert på hvor tørt det er inne i trehus, mens meldt vindstyrke de neste dagene er angitt ved siden av. Ettersom vind er en viktig faktor for at en storbrann skal kunne skje, tenker vi at effekten av vind med fordel kunne vært inkludert i risikomodellen. I en eventuell neste versjon av modellen kunne den også ha åpnet for å inkludere mer lokale forhold, som brannvesen-organisering (deltid/fulltid) og forekomster av strømbrudd, vannlekkasjer m.m., som diskutert i kapittel 2.4.1.

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

2.5 Mer effektiv feiing av fyringsanlegg

I stortingsmelding *Meld. St. 16 (2023–2024)* [1] fremheves det viktigheten av forebyggende arbeid, og at det forebyggende arbeidet må styrkes for å nå nullvisjonen om null omkomne i brann. I følgende delkapittel presenteres to ulike måter som kan bidra til å styrke det forebyggende arbeidet gjennom mer effektiv feiing av fyringsanlegg.

2.5.1 Mer effektiv bruk av ressurser - Feiing av fyringsanlegg

En løsning for å øke effekten av det forebyggende arbeidet er å benytte ansatte der de har størst påvirkningskraft og samtidig unngå unødvendig ressursbruk. Relatert til å benytte ressurser optimalt, har det i en nylig masteroppgave [7] blitt undersøkt om feiertjenesten kan utføres mer effektivt. Faktorer som påvirker hvor ofte feiing skal utføres kan være byggverket og bygningsmiljøets karakter, kvaliteten på fyringsanlegget og fyringsmønster. Til tross for vekting av disse faktorene, skiller dagens ordning, ifølge masteroppgaven, i liten grad på hvor mye et fyringsanlegg har blitt benyttet siden forrige feiing, og data indikerer at 55 % av fyringsanlegg ikke har behov for feiing før om 10 år. Konseptet bak *«mer effektiv feiing»* er å redusere unødvendig feiing ved å installere en temperatursensor[1] i pipa. Denne sensoren vil på bakgrunn av temperaturmålinger registrere antall timer fyringsanlegget er i bruk, hvor effektiv fyringen er, og basert på dette beregne og varsle når det er behov for feiing neste gang.

Ifølge produsenten[2] av sensoren, har de fått gode tilbakemeldinger på konseptet, som er utrullet i flere ulike pilotprosjekter rundt om i landet. En foreløpig evaluering viser at varsling om *«feiing er nødvendig»* har blitt korrekt predikert i 70 % av installasjonene, mens 30 % av målingene har gitt en for tidlig varsling. Produsenten forventer imidlertid at treffprosenten vil bli bedre med tiden ettersom man bedre forstår de feilaktige signalene, og kan korrigere for disse.

Vi har fått tilsendt et regnestykke som viser at for en kommune med 10 000 piper, vil årlig netto besparelse være 2,2 millioner. Tallene tilknyttet regnestykket finnes i Vedlegg A.

Om dette er en løsning som norske kommuner velger å innføre, og systemet virker som beskrevet, vil man da kunne gå over til en behovsprøvd feieløsning, som vil gi følgende gevinster:

- Feiing vil hovedsakelig bli utført der det er behov for feiing.
- Feiere unngår unødvendig eksponering for sot og partikler.
- Oppsamlet data over formingsaktivitet vil gi et bedre grunnlag for å gi persontilpasset veiledning om f.eks. gode fyringsvaner, og dermed redusere brannrisiko.
- Feiegebyr til forbrukere vil bedre gjenspeiles i behovet for feiing, og for mange bli redusert.
- Ressurser kan bli brukt på en mer effektiv måte, f.eks. ved å omfordele ressurser mot områder med høyere risiko, som forebygging av andre kjente brannårsaker i boliger.

Relatert til de to siste punktene, finansieres feiertjenesten i dag av gebyret, og gebyret skal ikke overstige kostnadene til gjennomføring av tjenesten. Feieren kan brukes til andre oppgaver, men da må dette finansieres på annen måte. Denne finansieringsmodellen er trukket frem som en

[1] f.eks. Firefly Pipesensor fra AirMont. https://www.airmont.no/firefly
[2] E-post fra AirMont 14.08.2025.

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

barriere i stortingsmelding *Meld. St. 16 (2023–2024)* [1] for å bruke feieren til andre forebyggende oppgaver. DSB vil sannsynligvis vurdere denne ordningen i løpet av 2026.

2.5.2 Bruk av droner for å inspisere skorsteiner

Et annet eksempel på innovasjon tilknyttet feiertjenesten, er bruk av droner til å inspisere skorsteiner. Tromsø brann og redning (TBR) [1,2] er det brannvesenet i Norge som er lengst fremme på det området. De har fire sertifiserte droneoperatører som kan fly droner opp til 4 kg i boligområder (A2 «Åpen kategori»). I kommunen blir 50 % av dronene nå kontrollert med drone. Resterende 50 % har pipehatt og har derfor til nå ikke vært mulig å inspisere med drone. TBR holder imidlertid på å utvikle en drone som skal kunne utføre inspeksjon også for skorsteiner med pipehatt.

Å inspisere en skorstein på denne måten har en rekke fordeler:

- **Bedre HMS** – reduksjon av risiko knyttet til fallskader og eksponering for sot og partikler.
- **Bedre effektivitet** – å sende opp en drone for inspeksjon går svært raskt.
- **Bedre tilkomst** – skorsteiner som tidligere ikke har vært praktisk mulig å inspisere, kan nå inspiseres.
- **Enklere dokumentasjon** – det er lett å ta gode bilder via dronen.
- **Bedre samarbeid med beboere/eiere** – ved behov for feiing kan dette dokumenteres, og gjennom video av taket kan man lett vurdere hva slags behov det er for å sikre sikker adkomst til taket (stige, stillas, lift).

Av utfordringer har det av og til vært behov for å avklare flyging i nærheten av flyplassen (innenfor 5 km) og noen av dronene deres kan ikke fly i regn. Sterk vind har også noen få ganger ført til at flyging ikke har blitt gjennomført. Samtidig ville heller ikke ferdsel på tak ha blitt gjennomført under slike forhold.

Dette initiativet har kommet på plass etter tett samarbeid med Universitet i Tromsø, som har bidratt til å skreddersy en drone som passer til dette formålet.

2.6 Trening og forberedelse ved hjelp av VR og digitale tvillinger

Både på Brann-og redningsskolen (BRSK) og ved flere brannvesen, er det nå et økt fokus på å forsøke å gjennomføre mer av treningen i simulatorer. Med VR-briller kan brannmannskaper trene i mer varierte scenarioer enn det som er mulig på et øvingsfelt, repetere vanskelige scenarioer, og analysere innsatsen grundig etterpå. Videre vil slik trening samlet sett bidra til at brannmannskaper i mindre grad blir eksponert for varme og røyk, samtidig som det reduserer utslipp til miljøet.

[1] https://www.nrk.no/tromsogfinnmark/tromso-er-forste-brannvesen-i-norge-til-a-ta-i-bruk-droner-til-inspeksjon-av-skorstein-1.17095650
[2] E-post korrespondanse med feierinspektør hos Tromsø brann- og redning 02.02.2026.

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

I FRIC[1] har det blitt utviklet en VR-modell, der en røykdykker skal håndtere en brann i en parkeringskjeller. Røykdykkeren med full bekledning beveger seg i modellen ved å gå på en tredemølle. En røykdykkerleder overvåker innsatsen via en skjerm og ser det samme som røykdykkeren, og kan gi instrukser underveis. Etter at øvelsen er ferdig, blir innsatsen analysert. For det første, har VR-brillene *Eye-tracking* teknologi, som gjør det mulig å analysere hvor røykdykkeren hadde fokus, og om hen overså viktig informasjon under oppdraget (personer, objekter og farer). Gjennomføringen kan og spilles av uten røyk for å gi en bedre forståelse av om røykdykkeren forflyttet seg mest hensiktsmessig i forhold til oppdragets mål.

Ifølge de som leder VR-arbeidet i FRIC, finnes det allerede en del kommersielle VR-produkter man kan kjøpe, men de fleste har kun et fåtall ulike scenarier, som man etter et par forsøk vet hvordan man skal løse mest effektivt. De foreslår at en VR-modell generelt må være enkel å bruke, det må være enkelt å legge til nye scenarier, og det må være enkelt å analysere en øvelse i etterkant. Modellen må i tillegg ha mulighet for å koble til IR-kamera funksjonalitet, som gir røykdykkere en mer virkelighetsnær trening.

Andre eksempler der VR-teknologi har blitt brukt er ved evakuering av personer i en tunnelbrann, der det ble undersøkt hvilke faktorer som får personer til å føle seg komfortable og trygge hvis de skal oppholde seg lenge i et evakueringsrom tilknyttet en tunnel [8], og hvilke faktorer som påvirker evakueringshastigheten [9].

En kritikk som ofte rettes mot slik VR-trening, er at den i for liten grad representerer faktiske forhold, både i form av fysisk påkjenning for røykdykkeren, men og hvordan temperatur-, røyk- og branndynamikk blir simulert i modellen. Gjennom FRIC er det planlagt videre uttesting av VR i et klimarom med forhøyet temperatur og fuktighet, for å bedre forstå hvor stor effekt temperaturen har på den fysiske opplevelsen og gjennomføringen.

En annen måte å bruke VR på, er ved å trene i digitale tvillinger, altså modeller som i stor grad representerer faktiske bygg. Per nå brukes ikke digitale tvillinger direkte til dette formålet. BIM-modeller er generelt for komplekse til å direkte brukes til VR-trening. Det kreves en del manuell filtrering før de kan brukes til dette formålet, men det er forventet at mulighet for en slik direkte bruk vil komme etter hvert. Dette vil i så fall utvide muligheten for å gjøre VR-trening i faktiske bygg. Dette vil være høyst relevant trening, der brannmannskaper kan gjøre seg kjent med et bygg på forhånd, noe som vil bidra til økt trygghet og raskere navigering i det ekte bygget om en brann skal oppstå.

En annen mulighet knyttet til VR-teknologi og digitale tvillinger er at brannmannskaper kan gjøre seg kjent i et bygg uten å fysisk måtte reise dit. Det er tidkrevende å skulle reise ut til et bygg for å gjennomføre orientering, og bare en begrenset del av brannmannskapet kan delta siden hele beredskapsstyrken ikke kan bindes opp på denne måten. I tillegg krever slike befaringer betydelig organisering, blant annet tilgang til bygget og en person som kan vise mannskapet rundt.

Hvis denne «bli-kjent-runden» kan gjøres digitalt fra brannstasjonen kan dette gjøres når det passer for mannskapene med hensyn på andre aktiviteter, det svekker ikke beredskapen, og det er ingen øvre grense for hvor mange som kan få denne gjennomgangen.

[1] Fire Research and Innovation Centre, se www.fric.no

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

Ved økt bruk og tilgjengelighet av digitale tvillinger, er det imidlertid viktig å være klar over at data lettere kan komme på avveie og misbrukes. Derfor er god datahåndtering og -sikkerhet avgjørende, og tilgang til informasjon bør begrenses til relevante aktører og personer.

2.7 Robotiserte slokkesystemer

I enkelte typer bygg er ikke et ordinært sprinkleranlegg en passende løsning, og flere og flere bygg utstyres nå med fastmonterte robotiserte brannslokkingsanlegg som både skal detektere og slokke branner selv. Selv om disse systemene kan operere på egen hånd, er det også mulig å manuelt overstyre dem. Typiske eksempler hvor slike allerede er installert er flyplasser, flyhangarer, avfallsanlegg, lasteskip m.m.

I EU-prosjektet LASH-fire[1] ble det undersøkt hvordan en brann om bord på et ro-ro-skip[2] kunne oppdages og slokkes ved hjelp av autonome eller semi-autonome systemer kalt "brannmonitorer". Storskala eksperimentell testing viste at enkelte deteksjonsteknologier kunne oppdage selv små og delvis skjulte branner. Slokkesystemet klarte å kontrollere brannen effektivt, men klarte ikke å slokke den helt i alle tilfeller. Prosjektet erfarte også at hvis systemet er avhengig av manuell aktivering (semi-autonomt), kan det oppstå betydelige forsinkelser i aktiveringen i forhold til automatisk aktivering, som kan føre til vesentlig større brannskader. Videre fant man at enkelte deteksjonsteknologier ikke var egnet for bruk i autonome systemer.

Det er flere fordeler med slike automatiserte systemer. For tradisjonelle brannslokkingsanlegg utløses dyser enten ved hjelp av en manuell aktivering, eller ved at en temperatursensitiv glassbulb sprekker som følge av økt temperatur. Et automatisk deteksjonssystem vil for de fleste tilfeller gi redusert deteksjonstid i forhold til disse variantene. I tillegg vil vannet distribueres mer direkte mot brannen, som i de fleste tilfeller vil være fordelaktig.

Rask deteksjon og vann direkte på brannkilden kan i mange tilfeller være nok til å fullstendig slokke en brann. For branner som er delvis skjult, eller som ikke så lett lar seg slokke, f.eks. batteribranner, vil uansett en slik slokkeinnsats bidra til å redusere omfanget av brannen og i mange tilfeller kontrollere den. Det betyr at brannen ikke slokkes, men at den heller ikke vokser. Små kontrollerte branner er ofte enkle for brannvesen å håndtere.

Automatiske systemer har mange fordeler, men også noen svakheter. Svakhetene kan gå på at brann ikke detekteres tidlig nok, eller at sensoren er oversensitiv. Et eksempel på sistnevnte er et anlegg som var installert for å overvåke og detektere brann (ikke slokke) ved en gammel bryggerekke i Trondheim, der sensoren hadde altfor høy sensitivitet og kunne aktivere både på gjenskinn fra sollys, en varm motor fra en motorsykkel som ble parkert ved siden av m.m. Alle disse feilaktiveringene førte til at systemet måtte kobles fra av. Dette eksempelet viser viktigheten av at teknologi blir testet ut under reelle forhold før det blir satt i drift.

Det forventes at flere slike anlegg vil bli installert i de neste årene når informasjonen om de blir bedre kjent, og teknologien og uttestingen blir enda bedre. Flere slike anlegg vil sannsynligvis bidra til å redusere konsekvensene av avfalls- og industribranner. Dette kan gi lavere

[1] lashfire.eu | Legislative Assessment for Safety Hazards of Fire and Innovations in Ro-Ro Ship Environment

[2] Ro-ro-skip er store frakteskip der kjøretøy kan kjøres av og på (roll on – roll off)

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

forsikringspremier for bransjene, mindre utslipp av røyk og slokkevann til omgivelser og ikke minst gjøre brannvesenets arbeid enklere og mindre ressurskrevende.

2.8 Prediksjon av brannlast i et bygg

Et annet hjelpemiddel som nevnes i litteraturen er et kamera som kan beregne brannlasten i et rom basert på bilder av rommet [10]. Modellen baserer seg på at en KI-modell gjenkjenner ulike objekter og materialer i rommet og finner brennverdi og brannlast fra en database. Denne informasjonen kan være nyttig i forebyggende arbeid ved at man raskt kan vurdere om brannlasten overstiger det brannkonseptet legger til grunn for i bygget. Videre, kan dette være nyttig input dersom man ønsker å simulere brannutvikling i det aktuelle rommet.

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

3 Brannprosjektering

I dette kapitlet diskuteres det hvordan tidligere involvering av brannprosjektering kan bidra til reduserte kostnader og gi større muligheter for å gjøre nødvendige endringer underveis i en byggeprosess. Videre belyses det hvordan KI-verktøy kan bidra til forenklede analyser og mer skreddersydde løsninger, som kan gi en effekt både i form av reduserte kostnader, redusert klimaavtrykk og sikrere bygg.

3.1 Forenklede analyser – økt bruk av skreddersydde løsninger

I Norge kan brannsikkerhet i bygg prosjekteres på to måter: **forenklet prosjektering** og **analytisk prosjektering**. Forenklet prosjektering følger preaksepterte ytelser som er beskrevet i veiledningen til TEK17 [11], og passer for vanlige bygg med standard krav. Dette inkluderer blant annet branncelleinndeling, rømningsveier, og automatisk slokkeanlegg. Analytisk prosjektering benyttes når bygget har spesielle behov eller avviker fra standardene. Her må man dokumentere at løsningene oppfyller kravene gjennom beregninger, simuleringer og tekniske analyser. Valg av metode avhenger av byggets kompleksitet og ønsket fleksibilitet.

De fleste bygg i dag prosjekteres etter preaksepterte ytelser som automatisk sikrer at bygget følger forskriftskravene. Tidsmessig er dette valget mer effektivt enn å velge analytisk prosjektering, men kan føre til at en del sikkerhetssystemer og tekniske løsninger er overdimensjonerte i forhold til de farene som faktisk forventes å oppstå. Å oversikre bygg er verken bra for samfunnet, miljøet eller kostnadsmessig for prosjektet. Utfordringen her ligger først og fremst i at det er mer kostnadskrevende å utføre analysene som eventuelt kan rettferdiggjøre å velge spesialtilpassede løsninger. For bygg, der slike analyser ikke er påkrevd, blir det derfor sjelden utført.

En mulig løsning, som kan føre til flere spesialtilpassede bygg, er å bruke KI-modeller til billigere, raskere og mer forenklede analyser, som kan bidra til større grad av skreddersydde løsninger som enten kan gi økonomiske besparelser, bedre klimatilpassede løsninger eller gi økt brannsikkerhet.

Før en KI-modell kan benyttes på denne måten, må den trenes opp til å forstå fenomenet brann. Slik opptrening foregår ved at man først må ha et passende datasett som representerer problemet man ønsker å løse. Deretter velger man en modellarkitektur og justerer parametere mens modellen lærer mønstre fra dataene gjennom en repetitiv optimaliseringsalgoritme. Til slutt evalueres modellen på et separat testsett for å sikre at den generaliserer godt og ikke bare husker treningsdataene [12].

Å trene opp en KI-modell som forstår fenomenet brann er imidlertid utfordrende, ettersom brann skiller seg fra andre typer data på mange måter. For endel områder kan man trene opp en modell basert på store mengder pålitelig og lett tilgjengelig data fra virkeligheten, f.eks. trafikkprediksjon og ansiktsgjenkjenning. Brann, derimot, er en hendelse med lav sannsynlighet, som oppstår relativt sjelden og som det er vanskelig å generalisere. Videre er det vanskelig å samle inn data fra reelle branner.

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

Selv om det er utført endel større branneksperimenter rundt om i verden i løpet av de siste tiårene, er disse dataene ofte ikke så lett tilgjengelig, eller tilstrekkelig godt beskrevet, til at de direkte kan brukes som input for å trene opp en KI-modell.

Som et alternativ har flere forskere istedenfor benyttet FDS [13], et simuleringsprogram for brann, for å generere store mengder temperatur og røykspredningsdata for ulike scenarier, og deretter benyttet disse for å trene opp en KI-modell.

Selv om trening av en KI-modell er en kompleks oppgave som krever høy ekspertise, vil bruk av KI-modellen ikke kreve spesielle forkunnskaper. KI-modellen, ferdig trent, vil derfor kunne gi et svar på sekunder i motsetning til en FDS-simulering som vil kunne vare i mange timer og dager.

Noen eksempler på dette er gitt nedenfor.

3.1.1 Temperaturutvikling og røykspredning

I en studie [14] ble det undersøkt om man kunne trene opp en KI-modell til å predikere temperaturutvikling og røykspredning i et vilkårlig bygg. KI-modellen ble trent med FDS-simuleringer av brann i 30 ulike romkonfigurasjoner med areal fra ca. 200-1100 m^2. For hver romkonfigurasjon ble to ulike brannscenarier gjennomført med ulike plasseringer av startbrannen. Brannstørrelsen var 1 m^2 med varmeavgivelse på 1 MW, og simuleringstiden var 750 sekunder, som er lengre enn typisk rømningstid i et bygg, og omtrent samme tid som brannvesenet ville ha brukt for å være på plass. Fra simuleringene ble det eksportert 2D-kart med temperatur og røyktetthet for romkonfigurasjonene. 80 % av datasettene med resultater ble deretter benyttet for å trene tre ulike KI-modeller, mens resterende 20 % ble benyttet for å teste modellene. Alle de tre ulike KI-modellene hadde en nøyaktighet på over 90 %, mens den beste hadde en nøyaktighet på 94 % for temperaturdistribusjon og 96 % for røyktetthet.

Forfatterne av studien mener at slike generative KI-modeller vil gi en betydelig reduksjon i beregningstid, noe som gjør det mulig å analysere et større utvalg av brannscenarier. Denne kapasiteten muliggjør en grundigere vurdering av brannsikkerheten i bygg, støtter raskere designprosesser og reduserer behovet for antakelser ved valg av brannlokasjoner.

3.1.2 Optimal plassering av røykdetektorer og sprinklerdyser

Å gjennomføre analyser for aktivering av røykdetektorer og sprinklerdyser er en vanlig oppgave relatert til brannprosjektering. Dette gjøres normalt ved å benytte semiempiriske ligninger som inkluderer de termiske egenskaper til produktene, f.eks. respons-tid-indeks (RTI) og aktiveringstemperatur, og røyk- og temperaturutvikling under tak. Ligningene er enkle å benytte og har vist seg å stemme godt overens med brannutvikling i åpne rom. Det har likevel blitt stilt spørsmålstegn ved hvor nøyaktige de er for branner i mer komplekse rom [15]. Dette begrunnes ved at det er mange faktorer som påvirker røyk og temperaturutvikling i starten av en brann, som hvor i rommet brannen starter, ventilasjonsbetingelser, nærvær av søyler/bjelker, hjørner, overflatematerialer m.m.

I en studie [15] ble det undersøkt om man kan trene opp en KI-modell til å foreslå optimale plasseringer for røykdetektorer og sprinklerdyser med hensyn til raskest mulig deteksjon/aktivering ved brann i ulike romkonfigurasjoner. For å trene modellen ble det gjennomført 136 ulike brannscenarioer fordelt på 34 ulike planløsninger med høyde 3 og 6 m,

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

og med brann som startet enten nær vegg eller langt fra vegg. Etter at modellen ble trent opp ble den testet på helt nye scenarioer og sammenlignet mot resultater fra FDS-modell og empiriske ligninger. For åpne rom viste både KI-modellen og den empiriske modellen bra samsvar med FDS-modellen, mens for mer komplekse eller lukkede rom ga KI-modellen vesentlig bedre resultater enn den empiriske modellen. Forfatterne påpeker at dette er en nokså enkel modell, og de forventer at det etter hvert vil bli mulighet for å lage vesentlig mer avanserte og presise modeller.

3.1.3 Forhold tilknyttet evakuering

I en studie [16] ble en KI-modell trent opp for å predikere CO-konsentrasjon og siktforhold i et auditorium under en brann. 1080 ulike brannscenarioer ble først simulert i FDS, og deretter benyttet som datagrunnlag for å trene opp og validere en KI-modell. Hvert scenario varte i 20 minutter og inkluderte variasjoner i faktorer som brannstørrelse, brannsted, sotproduksjon, bygningsgeometri og grad av røykventilasjon. Etter trening og validering viste modellen en nøyaktighet på 97 %. KI-modellen som har blitt utviklet finnes nå som en åpent tilgjengelig modell, kalt IFETool[1].

3.2 Tidlig integrering av brannsikkerhet

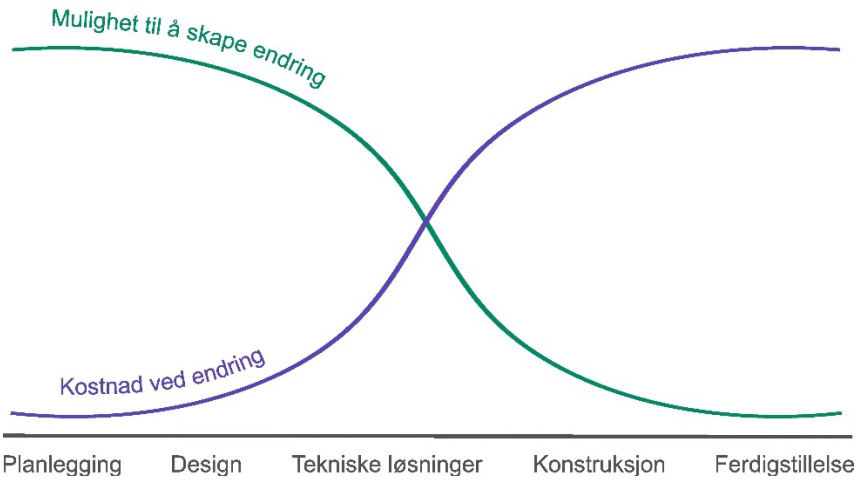
Branntekniske krav blir ofte først vurdert i de senere fasene av et byggeprosjekt, når hovedutformingen allerede er fastlagt. Dette fører til at nødvendige tilpasninger for å oppfylle brannregelverket kan bli både kostbare og tidkrevende. På dette tidspunktet er også muligheten til å endre byggets utforming, planløsning og materialvalg ofte betydelig redusert, noe som kan medføre suboptimale løsninger og økte byggekostnader [17], se Figur 3-1. Tidlig integrering av brannsikkerhet i prosjekteringsprosessen er derfor en fordel både for kostnadseffektivitet og utnyttelse av mest hensiktsmessige branntekniske tiltak.

FireBIM[2] (*Accounting for Fire Safety Engineering using Building Information Modelling*) er et europeisk forsknings- og utviklingsprosjekt med fokus på nettopp denne problemstillingen. FireBIM har som mål om å integrere brannsikkerhetskrav i digitale bygningsmodeller (BIM) ved å utvikle en åpen, webbasert plattform som muliggjør automatisk kontroll av bygninger mot gjeldende brannforskrifter allerede i tidlig fase av et byggeprosjekt.

Prosjektet tar utgangspunkt i utfordringen med store forskjeller i brannregelverk mellom europeiske land og behovet for mer effektive og pålitelige metoder for regelverkskontroll. Gjennom utviklingen av en begrepsmodell som oversetter nasjonale brannforskrifter til en felles, maskinlesbar struktur, vil det være mulig for modellen å automatisk identifisere avvik for rømningsveier, brannseksjonering og materialbruk.

[1] https://ifetool.firelabxy.com/
[2] https://firebim.org/

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0



Figur 3-1 Sammenheng mellom «kostnad ved endring» og «mulighet til å skape endring» i et byggeprosjekt. Skisse: RISE Fire Research, inspirert av [17].

Det er forventet at FireBIM vil bidra til økt sikkerhet, lavere kostnader og bedre samarbeid på tvers av landegrenser i europeisk byggevirksomhet.

3.3 Automatisk sjekk av regelverk

Direktoratet for byggkvalitet (DiBK) har et pågående prosjekt med mål å digitalisere byggteknisk forskrift (TEK17), inkludert brannkrav. Digitaliseringen vil gjøre det mulig for andre programmer å hente ut preaksepterte ytelser og krav automatisk, basert på informasjon om bygget. Regelverket vil være strukturert på en måte som gjør det lesbart for datamaskiner, slik at det kan brukes i automatiserte verktøy for kravsjekk. Prosjektet er fortsatt under utvikling og ikke lansert som et ferdig produkt, men det gir et viktig grunnlag for fremtidig integrasjon med BIM-verktøy og digital regelverkskontroll. Det har ikke lyktes å få en formell uttalelse av DiBK hva statusen for dette prosjektet er.

3.4 Forenkling av oppgaver knyttet til simulering

FDS er i dag et mye brukt simuleringsverktøy ved brannprosjektering, og til tross for at forenklede analyser vil avlaste hvor mye det blir brukt, er det sannsynlig at det fortsatt vil bli mye brukt.

Å benytte FDS kan enten utføres ved at man skriver inn kodelinjer for å bygge opp modellen (gratisversjon), eller man kan betale en lisens for å bruke et grafisk grensesnitt, kalt Pyrosim.

Terskelen kan for enkelte brukere være høy for å komme i gang å bruke FDS, spesielt om man ikke har Pyrosim. Nå er det mulig å generere kodelinjer til FDS gjennom kommandoer i ulike språkmodeller, som chatGPT. Foreløpig fungerer dette for nokså enkle eksempel, men det er forventet at dette vil øke betydelig i årene som kommer.

En åpenbar fordel med denne utviklingen er at det vil bli lettere å generere geometrier og lage et oppsett for en simulering. Terskelen for å gjennomføre en simulering vil derfor bli lavere. Samtidig er slike simuleringsprogrammer komplekse verktøy som krever at brukeren har en viss

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

forståelse av hvordan den fungerer og valget av riktige input-parametere er kritisk for å få et resultat med akseptabel nøyaktighet.

3.5 Bruk av chatboter som pålitelig oppslagsverk for brannsikkerhet

I en studie [18], ble det undersøkt i hvilken grad to ulike chatboter (chatGPT-4 og Bard fra Google, begge fra 2023) kunne besvare brannrelaterte spørsmål innenfor tema som: branndynamikk, brannmotstand, evakuering, bygningsregelverk, slokkesystemer m.m.

Svarene ble sammenlignet mot svar som typisk ville bestått eksamen på et tilsvarende spørsmål på universitetsnivå. I stor grad svarte chatbotene tilfredsstillende, men det hendte at svaret enten var feil, at det ble svart for skråsikkert på et komplekst spørsmål, eller at det ble funnet på referanser (f.eks. artikler) som ikke fantes. Av 25 spørsmål ble 20-22 spørsmål besvart tilfredsstillende, mens 3-5 spørsmål ble ikke tilfredsstillende besvart.

Oppsummert mener forfatterne at chatbotene som ble testet ikke kan erstatte en person med brannfaglig utdannelse, men kan være et godt supplement til andre kilder til informasjon. Samtidig er det sannsynlig at fremtidige versjoner av populære chatboter vil være trent på et bedre datagrunnlag, slik at de i fremtiden i større grad klarer å svare korrekt og presist også på faglige spørsmål.

3.6 Bruk av KI i konsulentbransjen

Ifølge flere av de største konsulentfirmaene innenfor brann vi har snakket med, er det mye snakk om KI, men det er foreløpig få revolusjonerende endringer. Likevel påpekes det at flere prosesser har blitt mer automatiserte. Dette gjelder spesielt for tilbudsarbeid, men også ved generering av rapporter og brannkonsepter. Det forventes også at det gjennomsnittlige brannkonseptet som baserer seg på preaksepterte ytelser, i fremtiden vil bli automatisk generert. At flere og flere arbeidsoppgaver blir automatiserte, gjør at brannrådgivere i større grad kan bruke tiden sin på faglige analyser tilknyttet mer komplekse bygg. Flere rådgiverselskaper har også interne chatboter, som gjør at man har kontroll på hva som skjer med data som lastes opp i modellen.

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

4 Mer effektiv branninnsats

I dette kapitlet har vi undersøkt i hvilken grad KI, digitalisering og ny teknologi allerede har endret, og vil kunne endre brannmannskapers innsats ved en hendelse. For ryddighet har vi valgt å dele brannvesenets innsats inn i fire ulike faser:

Fase 1: Oppdage og varsle.
Fase 2: Utrykning og forberedelser til hendelsen.
Fase 3: Slokkeinnsats og ulykkeshåndtering.
Fase 4: Evaluering og rapportering av innsatsen.

4.1 Fase 1 – Oppdage og varsle

Å oppdage og varsle en brann krever at brannen registreres enten av en person eller en form for sensor (normalt en røykdetektor) og deretter varsler brannvesenet ved innringing eller ved direkte alarmoverføring.

Etter samtale med ulike brannvesen og 110-sentraler er det flere undertema relatert til dette der KI og ny teknologi kan, og allerede gjør en forskjell.

4.1.1 Video fra innringer

En av de mest åpenbare teknologiske forbedringene relatert til nødanrop i løpet av de siste årene er mulighet for innringer å direkte dele video fra hendelsen. Dette skjer ved at 110-sentralen sender en SMS med en link med som aktiverer mobilkameraet på innringers telefon og overfører bildet direkte til 110-sentralen via en nettside. Å få direkte bilder fra hendelsen er en stor fordel, ettersom det gir mye informasjon, som gjør at man på et tidligere tidspunkt forstår omfanget av hendelsen og kan kategorisere den riktig, som igjen medfører at et riktig antall ressurser sendes ut til oppdraget.

Ifølge 110 Midt-Norge er dette en teknologi som har vært tilgjengelig i noen år, men som først nå i løpet av de siste ett til to årene har blitt en fast rutine ved nødanrop hos dem. Dette skyldes til dels at systemet for å sende link har blitt enklere, og at denne funksjonen stort sett fungerer. I samtale med ulike brannvesen og 110-sentraler har det kommet frem at ikke alle 110-sentraler benytter en slik SMS-link for videooverføring. Ifølge NKS110[1], har alle 110-sentraler denne funksjonen tilgjengelig i oppdragshåndteringsverktøyet LEO. At ikke alle benytter dette skyldes derfor trolig manglende opplæring og rutiner for å benytte seg av denne funksjonen.

4.1.2 eCalls

eCalls er et automatisk nødvarslingssystem installert i biler fra 31.mars 2018, der bilen selv varsler nødtjenester, enten direkte eller via en alarmsentral. Varslingen kan skje enten automatisk ved f.eks. utløst airbag, eller manuelt via en SOS-knapp i bilen. Siden 2019, har det vært rundt 70 til 100[2] falske nødmeldinger i året. Ofte skyldes det at personer har trykket på

[1] NKS – Nasjonalt kommunesamarbeid for 110-sentralene, som leverer felles digitale løsninger til 110-sentralene.
[2] https://brannstatistikk.no/search?searchId=45887DAE-027A-406A-A137-BC54DBF49219&type=SEARCH_DEFINITION

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

SOS-knappen av nysgjerrighet uten å vite hva den gjør. Her må det stilles strengere krav til bilprodusentene om bedre merking og opplysning om funksjoner.

Til tross for disse falske nødanropene, er slike alarmer nyttige ved faktiske uhell. For det første, gir en eCall nøyaktig stedsinformasjon om hvor kjøretøyet befinner seg, et anslag på hvor mange personer det er i bilen, om airbag er utløst, og registreringsnummer. Dette gir verdifull informasjon til å vurdere omfanget av hendelsen, og brannmannskaper kan f.eks. slå opp registreringsnummeret i «Crash-Recovery»-systemet[1], og få oversikt over hva slags bil det er snakk om, hvordan et eventuelt batteri kan kobles fra, og hvordan en person kan frigjøres (om dette er nødvendig).

Ifølge Bilimportørenes landsforening[2] vil eCall-funksjonen slutte å fungere for rundt 700 000 norske kjøretøy i 2027, da 2G-nettverket er planlagt å skrus av. Nyere biler, stort sett etter 2022, benytter 4G eller 5G og vil fortsatt fungere.

4.1.3 Redusere antallet unødige og falske alarmer

Brannstatistikk[3] fra 2024 viser at det var 56 208 unødige og falske alarmer, mens utrykninger til reelle branner, ulykker og andre typer oppdrag var henholdsvis 13 353, 15 828 og 11 865. De falske og unødige alarmene utgjorde derfor omtrent 80 % av alle utrykningene relatert til brann. Av disse var det 34 207 innmeldinger fra automatiske brannalarmanlegg, 9 443 diverse unødige og falske alarmer fra privatpersoner, alarmselskap, eCalls m.m., og 12 558 avbrutte utrykninger.

For klarhet, falsk alarm er når noen melder inn en hendelse med hensikt uten at brann har oppstått. Unødig alarm er innmelding i god tro, alarm som skyldes feil i utløsning, teknisk feil m.m. uten at brann har oppstått.[4]

Falske alarmer

Falske innringinger er et mindre problem, men skjer fortsatt innimellom ved at barn eller andre ringer inn av ren nysgjerrighet, eller trykker på en brannmelder. Ved falsk innringing vil 110-sentralen som regel ringe tilbake igjen for å varsle foreldrene om denne uheldige praksisen. Om det imidlertid ringes inn fra et nettbrett over internett, er det ikke mulig å ringe tilbake, og man får da heller ikke varslet foreldrene om det.

Unødige alarmer

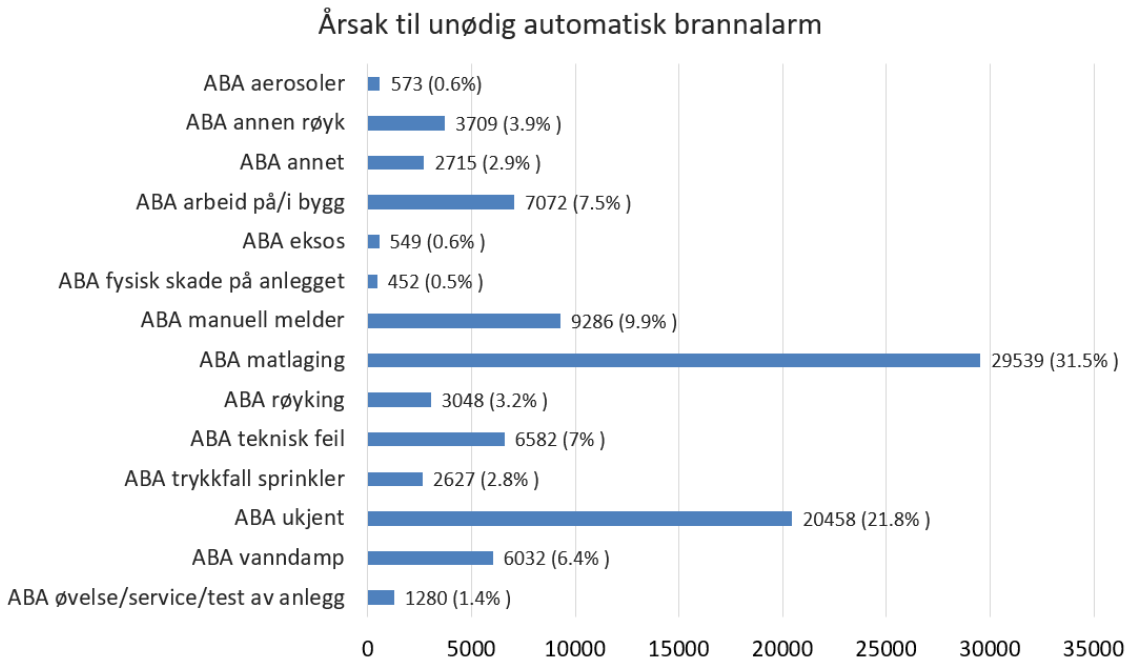
De fleste unødige alarmene kommer fra automatiske brannalarmanlegg (ABA) med direkte kobling til brannvesenet. ABA er et system som benyttes for blant annet næringsbygg og offentlige bygg, bygg i risikoklasse 5 og 6 (leirskoler, pleieinstitusjoner, hoteller o.l.), bygg av høy kulturhistorisk verdi, enkelte boligblokker og studentboliger.

I perioden fra januar 2023 – oktober 2025 var det ca. 94 000 unødige alarmer, som i Figur 4-1 er sortert på ulike kategorier. Her kommer det tydelig frem at det er mange ulike årsaker til ABA, men at størst andel skjer som følge av matlaging. For perioden var det i gjennomsnitt 140

[1] Crash Recovery er et dataprogram som gir oversikt over et kjøretøys oppbygging, og hvordan en ulykke i kjøretøyet skal håndteres.
[2] https://www.nrk.no/rogaland/bilbransjen-mener-2g-utfasingen-kan-koste-samfunnet-milliarder-1.17735039
[3] https://brannstatistikk.no
[4] Kilde: KBT (Kollegiet for brannfaglig terminologi)

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

unødige alarmer per dag. Disse alarmene fører til mange uheldige konsekvenser. Den mest alvorlige konsekvensen er at gjentatte unødige alarmer bidrar til å svekke en alarms troverdighet blant beboere. I ytterste konsekvens kan dette føre til at en ekte alarm ikke tas på alvor, slik at evakuering skjer på et senere tidspunkt eller ikke skjer i det hele tatt. Et eksempel på dette er fra en bygårdsbrann i Trondheim i 2014[1], der personer aktivt skrudde av alarmen ved en reell brann fordi de tidligere hadde hatt så mange unødige alarmer[2]. Enkelte beboere ble fanget i røykfylte rom uten mulighet for å evakuere seg selv, men ble heldigvis reddet ut i tide ved hjelp av stigebil.



Figur 4-1 Oversikt over antall unødig ABA fordelt på ulik årsak. Kilde: brannstatistikk.no[3] for perioden januar 2023 – oktober 2025.

Mange unødige alarmer kan også føre til at byggeiere eller leietakere gjør kreative grep for at alarmen ikke skal gå unødig, ved å dekke til sensoren, koble den fra m.m. Dette er en svært uheldig praksis, som kan føre til at en brann ikke blir varslet når det faktisk brenner.

I tillegg til at mange unødige alarmer kan svekke tilliten til alarmen, utgjør også alle de unødige utrykningene en betydelig kostnad for samfunnet i form av redusert beredskap, redusert tid til hvile/trening, økt slitasje på utstyr og kjøretøy, og administrasjon ved fakturering til byggeier.

4.1.4 Redusere varslingstiden ved flere direkte tilkoblete anlegg

En tommelfingerregel er at en brann utvikler seg eksponentielt frem til overtenning av rommet er oppnådd. Overtenning øker faren for at brannen kan spre seg til andre deler av bygget, og innebærer en mer omfattende slokkeinnsats enn om brannen er begrenset til et par objekter i

[1] https://www.adressa.no/nyheter/trondheim/i/WqzvA2/bygard-i-trondheim-sto-i-brann
[2] Presentasjon av brannen i Skanskegata 6 på Midt-norsk forum for brannsikkerhet 20.mai 2015.
[3] https://brannstatistikk.no/search?searchId=02AA1E50-F445-4442-AACA-AE7259787587&type=SEARCH_DEFINITION

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

rommet. Hvor tidlig slokkearbeidet kommer i gang, kan derfor ha stor betydning på hvor omfattende skadene fra både brann og slokkevann blir.

En av faktorene som påvirker tiden før brannslokking iverksettes, er varslingstiden, altså tiden fra brannen oppstår til brannvesenet er varslet. Normalt vil et automatisk brannalarmanlegg være den løsningen som gir raskest varslingstid, ved at dette gir automatisk varsling til brannvesenet. Samtidig, på grunn av alle de unødige alarmene, har varslingstiden ved en ABA blitt svekket noe i det siste ved at flere 110-sentraler har innført et reaksjonsintervall for innkommende ABA for å bekrefte eller avkrefte om det er en reell brann, før alarmen sendes videre i systemet og igangsetter en utrykning. Dersom det innenfor dette reaksjonsintervallet blir bekreftet at det er brann, eller klar mistanke om brann (f.eks. at flere sensorer har reagert) sendes brannmeldingen uansett straks videre. Dette reaksjonsintervallet vil ikke endre antall unødige alarmer, men redusere antallet unødige fysiske utrykninger, ved at man har litt mer tid for å verifisere om ABA er unødig eller reell. På den ene siden er dette et godt organisatorisk tiltak for å redusere et stort samfunnsproblem. På den andre siden risikerer man ved denne metoden at brannmannskaper ankommer en reell brann noe senere.

På samfunnsnivå kan dette sammenlignes med å behandle symptomer på en sykdom uten å ta tak i selve årsaken, og den langsiktige endringen på problemet vil derfor ha begrenset effekt.

Røykdetektorer og brannalarmanlegg tilkoblet alarmsentral

Per nå er det få privatboliger som har direkte kobling til brannvesenet, men det er en del som har et alarmabonnement, som også håndterer brannalarmer. Dersom røykdetektor aktiveres vil dette varsle en alarmsentral som enten kan sende en vekter for å undersøke dette, eller sende alarmen videre til 110-sentralen. Å være tilkoblet en slik løsning gir økt brannsikkerhet ved at man har en ekstern aktør som sørger for at røykdetektorer er installert og fungerer, og kan varsle brannvesenet. Det siste punktet har størst verdi i tilfeller der byggeier selv ikke er tilstede.

På samme måte som at 110-sentralen benytter noe tid for å forsøke å verifisere om alarmen er reell, gjør alarmselskaper det samme. I mange tilfeller forsøker alarmsentralen å få kontakt med huseier før de kontakter brannvesen. I andre tilfeller er det bygget inn en forsinkelse i varslingen, slik at huseier har mulighet til å deaktivere varsling ved falske alarmer. Intensjonen bak disse tiltakene er god ved at de skal bidra til å hindre nettopp utrykning på unødige alarmer, men tiltakene bidrar samtidig til at brannmannskaper ankommer brannen noe senere, som kan påvirke hvor langt brannen har fått utvikle seg og dermed skadeomfanget. Tiltak for å forbedre dette er installering av bedre sensorteknologi, for å unngå unødige alarmer, og benytte mer automatiske prosesser for når varsling til brannvesenet skal skje.

Røykvarslere i private hjem

Tradisjonelt har røykvarslere for privat bruk vært enten optiske eller ioniske, og har hatt liten grad av «smart» teknologi. Dette har begynt å endre seg, der røykvarslere nå i økende grad er seriekoblet, de aktiveres ved hjelp av flere sensorer (CO, varme, røyk), og de smarteste på markedet har også mulighet for automatisk selvtesting og varsling på mobil hvis alarmen aktiveres, eller hvis noen enheter har feil (eks. lavt batteri).

Ved at flere privatpersoner velger smartere røykvarslere, vil trolig flere branner bli varslet tidlig, det vil være færre bygninger hvor røykvarsleren mangler batteri og det vil bli færre feilalarmer ved at smartere røykvarslere også har bedre algoritmer for å kun varsle ved faktisk brann.

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

Per nå er de smarteste røykvarslerne en del dyrere enn de mindre smarte, noe som kan være en barriere for enkelte for å velge en slik type.

4.2 Hva kan ny teknologi, digitalisering og KI bidra med?

Relatert til for mange unødige alarmer, og det å redusere utrykningstiden til flere bygg, mener vi at det er et potensiale for forbedring, delvis gjennom ny teknologi, digitalisering og KI, men også gjennom organisatoriske tiltak. Potensialet ligger i:

1. Raskere og mer presis forståelse av hendelsen, samt beslutningsstøtte.
2. Betydelig færre unødige alarmer og færre utrykninger.
3. Flere bygg som er direkte koblet opp mot brannvesenet.

1. Raskere og mer presis forståelse av hendelsen, samt faglig støtte

Hovedoppgaven til 110-sentralen er å motta en nødsamtale, forstå hva innringingen handler om, lokalisere adressen, og sende ut et riktig antall ressurser i forhold til oppdragstypen.

Selv om noen innringinger automatisk gir lokasjonen (eCalls og nødanrop via 113-appen), baserer de fleste anropene seg på at lokasjonen formidles muntlig. Dette kan være problematisk på flere måter. For det første, er det ikke alltid innringer kjenner til nøyaktig adresse, eller klarer å formidle godt nok hvor hen er. For det andre, om en adresse oppgis må operatørene søke opp adressen manuelt. Her er det også rom for feil dersom adressen skrives inn feil. Ifølge NKS110, vil den neste kommunikasjonsløsningen ha teknologi som lytter på samtalen og automatisk finner forslag til adresse og type hendelse basert på det som blir sagt.

En fremtidig forbedring kan være at KI, basert på innholdet i samtalen, også foreslår og finner frem relevante dokumenter til hendelsen, som veiledninger eller erfaringer fra lignende branner. Dette vil være mest relevant for sjeldne og litt mer alvorlige hendelser. Eksempelvis, ved en silobrann vil det være relevant å hente fram RISE sin «*Veileder silobrann – 13 tiltak og 4 advarsler*»[1][19], for at operatør (og etter hvert innsatsleder) kan få en kjapp repetisjon på hva som er viktig å tenke på ved en silobrann.

Per nå er det få slike fagveiledere som ligger lett tilgjengelig for operatører, og de få som er tilgjengelig må manuelt finnes frem. Når *digibib* (se kapittel 4.5.1) kommer i gang for fullt, foreslås det at innhold kan kobles opp mot programvaren til 110-sentralene, slik at veiledere, læringspunkter fra spesielle branner m.m. kan være lett tilgjengelig for operatører.

2. Færre unødige alarmer og færre utrykninger

En åpenbar mulighet for forbedring er å redusere antallet unødige alarmer, noe som både vil styrke folks tillit til en brannalarm og redusere antall unødige utrykninger. Dette kan skje gjennom mange ulike tiltak, enkelte teknologiske og enkelte organisatoriske.

1

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

Erstatte gammel teknologi og uheldig plasserte detektorer

En stor andel av unødige alarmer skyldes i hovedsak at detektorene ikke klarer å skille røyk fra reelle branner ifra matos, støv og naturlige forekommende gasser. Noe av problemene kan også skyldes at man har valgt en uheldig plassering av detektorer, at man har valgt feil detektortype, eller at man har enkle sensorer uten noen form for filtrering av uønskede alarmer.

I dag finnes det allerede teknologi[1], basert på multikriteriesensorer og smarte algoritmer, som i betydelig større grad klarer å skille mellom reelle branner og vanlige årsaker til uønskede alarmer, slik som matlaging, damp, og støvpartikler. Videre finnes det KI-løsninger som basert på bygningsgeometri og romlige forhold kan foreslå en optimal plassering av detektorer [15]. Dette vil også bidra til å unngå potensielle blindsoner.

Her er altså ikke problemet manglende teknologi, men at for mange bygg, også nye, har brannalarmanlegg og sensorer basert på gammel og enkel teknologi.

Forslag om å endre på kravene for røykdetektorer

Årsaken til at det fortsatt installeres sensorer med gammel teknologi i nye bygg skyldes i hovedsak to faktorer:

1) Det er lov å installere sensorer med gammel teknologi.
2) Det er billigere å installere sensorer med gammel teknologi.

Aktører i bransjen peker på at mye av problemet med dårlige sensorer skyldes at standarden som regulerer disse (NS-EN 54 [20]) i liten grad stiller krav til å unngå unødige alarmer. På den måten er det lovlig å installere enkle og billige sensorer, som aktiveres på røyk, men som også da aktiveres på mange andre kilder enn faktisk brannrøyk. Videre pekes det på at mange andre land benytter seg av UL 268 [21], som har betydelige strengere krav med hensyn til å unngå unødige alarmer. I den nyeste versjonen av standarden, er det f.eks. en test der røykvarslere først eksponeres for kraftig stekos over en periode uten at alarm skal utløses. Litt ut i testen antennes en skumgummimadrass, og da skal alarmen aktiveres. Dette er en virkelig utfordrende test, og detektorer som passerer denne vil med sikkerhet gi betydelig færre unødige alarmer enn det som er tilfelle for mange installerte detektorer i dag. Et forslag til myndighetene er derfor å vurdere å benytte en annen standard enn NS-EN 54, eller å lage et særnorsk krav i standarden som krever at lovlige sensorer i bygg i vesentlig større grad skal klare å skille mellom brannrøyk og andre kilder til røyk og partikler.

Redusere ABA fra feil på sprinkleranlegg

Ved lekkasje i rørnettet til sprinkleranlegget kan det oppstå et trykkfall som overskrider terskelverdien for lavtrykksalarm. Sprinkleranlegget vil da tolke dette som at en sprinklerdyse har blitt aktivert, og aktiverer da brannalarmen, som vil føre til en unødig utrykning for brannvesenet. Fra Figur 4-1 fremkommer det at 2,8 % av alle ABA skyldes feil på sprinkler. Som forklart i kapittel 2.3, finnes det teknologi som overvåker anlegget og i stor grad kan avdekke slike feil, slik at de kan rettes opp i og dermed unngå at unødige alarmer trigges.

[1] Eks. Autronica sin AutroGuard®
https://produkt.autronicafire.com/produkter/branndeteksjonssystemer/detektorer/multikriterieprotektorer/

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

Mer informasjon fra brannalarmanlegg → bedre grunnlag for å skille mellom reelle og unødige ABA-alarmer

En annen måte som kan redusere omfanget av problemet, er å bedre skille mellom hvilke ABA-anrop som er reelle, og hvilke som er falske. En svakhet med dagens system er at det ikke føres noen god statistikk fra hvilke bygg ABA-anrop kommer, og man har da liten mulighet for å avdekke gjengangerne og verstingene. Videre er det lite informasjon i ABA-anropet som 110-sentralen mottar. Ifølge NKS110, skal det i løpet av 2026 komme et nytt alarmhåndteringsverktøy som har mulighet til å motta mer informasjon fra en brannalarmsentral i forbindelse med en ABA. Eksempel på slik informasjon vil være leilighetsnummer, detektortype og ID. Denne ekstra informasjonen kan også brukes til å dobbeltsjekke påliteligheten til en innringer (etter en ABA) som hevder at det ikke er en reell brann, ved å sjekke om den faktisk befinner seg i nærheten av den sensoren som har aktivert.

Denne informasjonen gir også et mye bedre grunnlag for å lage en god statistikk over ABA-hendelser[1], og over tid vil man basert på historikken lettere kunne filtrere bort anrop, eller gi anrop lavere prioritet. F.eks., om man har historikk på at sensor 3 i leilighet 4 har løst ut sju ganger i løpet av de siste to årene, gir dette en klar indikasjon på at anropet er unødig, og det kan være verdt å ringe opp kontaktpersonen for å verifisere om alarmen er reell eller ikke.

Ny sanksjoneringsordning

I dag betaler bygningseiere en fast månedlig abonnementspris for direkte tilkobling til 110-sentralen, samt et gebyr[2] ved unødige alarmer. Selv om det gis gebyr ved unødig alarm, ser det ikke ut til at dette nivået er avskrekkende nok til å gi bygningseiere med dårlige anlegg et insentiv til å oppgradere anleggene.

En mulig løsning som kan gjøre det mer attraktivt å bytte ut/oppgradere anlegget sitt, er at dagens gebyrløsning erstattes med en modell tilsvarende den som forsikringsbransjen har for kjøretøy, der abonnementsprisen reduseres ved god historikk over tid, altså ingen unødige alarmer, og at abonnementsprisen går høyere og høyere desto flere unødige ABA-anrop som bygget er ansvarlig for. Med en slik ordning vil prisen på tjenesten i mye større grad reflektere byrden slike unødige alarmer pålegger samfunnet, og være et tydelig insentiv til byggeiere for å oppgradere anleggene sine. En slik alternativ gebyrløsning krever imidlertid at det utvikles en god statistikk over ABA.

Et annet problem ved dagens ordning er at sanksjonen i mange tilfeller ikke treffer der problemet ligger, altså hos byggeier, ved at gebyret sendes videre til leietaker, fordi *«det var leietaker som lagde mat/dusjet slik at alarmen løste ut».* Når dette gjøres svekker det effekten av sanksjonsvirkemidlet, og rotårsaken til problemet forblir uendret. Her mener vi det må en holdningsendring til i samfunnet, der forbrukermyndigheter og andre må bidra til å sette en ny standard for hva som er greit for leietaker å finne seg i, og at det ikke er akseptabelt at leietaker skal ta regningen hvis brannalarmen går unødig fordi man lager mat eller dusjer.

Forvarsel og avstillingsknapp

En teknologi som allerede har blitt innført er å gi et forvarsel i leiligheten hvor alarmen går, og en avstillingsknapp som kan deaktivere alarmen, slik at den ikke varsler resten av leiligheten og

[1] Det er ukjent om programmet i seg selv lager denne statistikken, eller om det må gjøres utenom.
[2] Prisen på gebyr varierer for ulike brannvesen, men er ofte rundt 6-7000 kroner.

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

brannvesenet. Dette vil åpenbart kunne ha en effekt, men det ville vært bedre å ha løst grunnproblemet istedenfor, altså å bytte ut detektorer og vurdere plassering.

3. **Flere bygg som er direkte koblet opp mot brannvesenet**

Den enkleste måten å sikre tidlig varsling av flere branner, er å sørge for at flere bygg har automatisk varsling til brannvesenet. Selv om hvem som helst i prinsippet kan skaffe seg direkte varsling til brannvesenet, er dette i praksis begrenset til følgende bygg:

- Næringsbygg og offentlige bygg
- Bygg i risikoklasse 5 og 6, som leirskoler, pleieinstitusjoner, hoteller og lignende.
- Bygg av høy kulturhistorisk verdi
- Studentboliger

Dersom samfunnet klarer å løse problemet med alle unødige alarmer, vil dette for det første bidra til å frigjøre store ressurser hos brannvesen, som kan bruke tiden sin mer hensiktsmessig. For det andre vil det gi et stort mulighetsrom for å inkludere flere typer bygg for direkte varsling, og kanskje primært privatboliger der de fleste personer omkommer i brann. På den måten vil ressurser kunne brukes mer hensiktsmessig og betydelig flere vil få så rask utrykning som mulig.

Teknologien for direkte varsling fra smarte røykvarslere er i stor grad på plass ved at smarte røykvarslere allerede har tilgang til internett, og det er en enkel teknologisk oppgave for de selskapene som leverer slike, å legge inn en kommando som varsler brannvesenet ved aktivering. Selv om sensorteknologien for smarte røykvarslere er nokså god, er det sannsynlig at også slike varslere vil gi en del unødige alarmer. Å innføre direkte varsling også for privatboliger virker derfor lite gjennomførbart på kort sikt ettersom kapasiteten til brannvesenet er fylt opp allerede på grunn av alle unødige alarmer som kommer fra dagens systemer.

Dessuten, før røykvarslere fra privatboliger skal kunne gi direkte varsling, må det utformes et rammeverk, som inneholder informasjon om hva slags funksjoner og teknologi røykvarsleren må ha, hvordan man kobler seg til, om det skal være noe forsinkelse før direkte varsling aktiveres m.m. For ABA-anlegg i dag, er det en del krav som må oppfylles for at tilkobling tillates. Eksempelvis, er det krav om at et bygg må ha nøkkelsafe utenfor huset, en orienteringsplan for bygget, og det påløper et månedlig gebyr. Hvis det skal være et mål at privatboliger skal kunne inkluderes i dette systemet, bør man vurdere om man kan lempe på noen av disse kravene. Også her anbefales det å gjennomføre et pilotprosjekt over noen år før et slikt system blir tilgjengelig for alle.

4.3 Fase 2 - Utrykning og forberedelser til hendelsen

4.3.1 Redusert utrykningstid

Utrykningskjøretøyer har allerede i dag fokus på å komme raskest mulig frem på en sikker måte, og det er tydelige nedfelte tidskrav til hvor lang tid utrykningen kan ta [22]. Spørsmålet er om ny teknologi eller KI kan bidra til å redusere utrykningstiden. I mindre byer og tettsteder er det som regel få alternative ruter, lite trafikk og få lyskryss, noe som gjør at det er begrensede muligheter for å korte ned utrykningstiden ytterligere.

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

For brannvesen i de største byene, derimot, kan det være et visst forbedringspotensiale. Her foregår utrykning ofte gjennom tett trafikk, mange lyskryss og det er ofte flere ulike ruter som er mulig. Forbedringspotensialet ligger primært i å velge ruter med lite trafikk, og gjennom smart styring av trafikklys slik at utrykningskjøretøy automatisk får grønt lys ved alle lyskryss. Dette bidrar både ved at man kan ha høyere gjennomsnittsfart gjennom kryssene og samtidig redusere sannsynligheten for å kollidere med andre biler eller fotgjengere.

Å implementere et slikt system kan gjøres på mange nivåer, der det enkleste er forhåndsdefinerte kommandoer for å regulere lys når et utrykningskjøretøy nærmer seg, for å gi bedre flyt og raskere fremdrift gjennom lyskryss. I et mer komplekst system er det en datamaskin som i sanntid regner på et stort utvalg av ulike varianter, og velger ut den kjøreruta som gir kortest utrykningstid.

I Norge er slike systemer lite utbredt. Ifølge produsenten[1], som leverer slik teknologi for trafikklys i Norge, har det vært mest fokus på tilretteleggelse for busser, og mindre for utrykningskjøretøy. Det finnes en del lyskryss som har implementert teknologi som prioriterer busser fremfor andre kjøretøy basert på GPS-posisjon. Dette systemet kan tilpasses utrykningskjøretøy også, men er foreløpig lite utbredt. De løsningene som er i drift for brannbiler i Norge i dag er:

1. Brannstasjonen i Oslo Sagene: Ved åpningen av porten på brannstasjonen sendes det et signal til nærmeste signalanlegg som veksler inn gruppen på veien fra brannstasjonen og gir forlenget grønt lyst.

2. Brannstasjonen i Harstad: Her står det en styreapparat-logikk på brannstasjonen. Når alarmen på stasjonen går, åpnes det to bommer som normalt sperrer parkeringsplassen ut/inn fra brannstasjonen. Samtidig tennes to røde vekselsblinkere i begge retninger på hovedveien som varsler trafikantene om at det kan komme brannbiler ut på veien.

For produsenten vil fokuset fremover være på utvikling av selve trafikkontrolleren deres med KI-basert programvare som automatisk håndterer anrop fra utrykningskjøretøy. På sikt forventes det også flere avanserte deteksjonsløsninger, for eksempel KI-baserte kameraer som kan skille mellom kollektivkjøretøy og utrykningskjøretøy.

Selv om denne teknologien ikke er mye utbredt i Norge, er det imidlertid eksempler fra utlandet hvor teknologien har blitt testet ut i større grad. Nederland er det landet som har kommet lengst i utrullingen av denne teknologien gjennom et prosjekt kalt «Talking Traffic»[2,3]. Prosjektet er ikke kun rettet mot utrykningskjøretøy, men er et overordnet teknologisk løft for bedre trafikkflyt, lavere drivstofforbruk, kortere reisetid, prioriterte passeringer og tryggere veisikkerhet. Systemet benytter informasjon fra ulike sensorer fra offentlige og private virksomheter til å styre trafikklys, sette fartsgrensen slik at man i størst mulig grad får en «grønn bølge», og gi advarsler om veisperringer, kødannelser m.m.

[1] E-post 12.juni fra Swarco.
[2] Talking Traffic is the textbook example of how to bring major mobility projects to fruition - Infographic included | Be-Mobile
[3] Talking Traffic in The Netherlands: a smart mobility revolution | Monotch

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

Et annet eksempel er fra den finske byen Uleåborg (finsk: Oulu) hvor et slikt system er installert i mer enn 800 lyskryss og 400 utrykningskjøretøy. [1]

Det har ikke vært mulig å tallfeste hvor stor besparelse i utrykningstid det er realistisk å oppnå ved å innføre slike smarte trafikklys for norske forhold.

4.3.2 Forberedelser til hendelsen

Ifølge Værnesregionen brann- og redningstjeneste (VRBRT)[2], er det nå mange brannvesen som har kjøretøy med integrert dashbordkamera og kamera montert i lysmasten. VRBRT har hatt god nytte av disse kameraene, og benytter videobildene ofte for å forberede seg til en hendelse. En av grunnene til at de har hatt ekstra god nytte av det, er at VRBRT er organisert slik at de har mannskaper på brannstasjonen på dagtid, mens på kveld og natt er det hjemmevakt. Ved utrykning på kveld og natt vil innsatsleder derfor kjøre hjemmefra og direkte til hendelsen, mens røykdykkere må først møte opp på brannstasjonen før de kjører til hendelsen. På den måten ankommer mannskapsbilen normalt 4-5 minutter etter innsatsleder. Mannskaper i mannskapsbilen kan da følge med på video fra innsatslederbilen og få et innblikk i hva hendelsen dreier seg om, og kan begynne forberede seg og planlegge en strategi for hvordan hendelsen skal håndteres. Det å få denne informasjonen allerede på vei til hendelsen, gjør at innsatsen i større grad kan planlegges i løpet av utrykningstiden, som igjen gjør at man raskere får plassert kjøretøyet riktig og funnet frem riktig utstyr.

Video fra hendelsen kan og deles med 110-sentralen, politi og ambulanse, samt andre brannvesen. VRBRT melder også om at de opplever mindre trafikk på sambandet når andre enheter kan se på video selv for å forstå hendelsen. Dette bidrar til færre detaljspørsmål, som hvilket bygg det er snakk om, hvor mange personer/kjøretøy som er involvert m.m. Videre bidrar denne forbedrede informasjonsflyten underveis til mer effektive statusrapporteringer, ved at færre detaljer kreves og det kreves mindre tid å skrive dem.

I tillegg til kjøretøykamera, kan og videobilder fra innringer og droner bidra på samme måten. Les mer om dette i kapittel 4.4.5. Noe lengre frem i tid er det også mulig at man kan få informasjon fra sensorer og kameraer inne i bygget, som kan visualiseres gjennom en digital tvilling av bygget som brenner. Dette konseptet utforskes nå på forskningsfronten, men er ikke tilgjengelig som kommersielle produkter.

4.4 Fase 3 – Slokkeinnsats og ulykkeshåndtering

4.4.1 Hjelmkameraer

Flere brannvesen har i dag hjelm- eller kroppskameraer på røykdykkerne sine. Dette blir beskrevet som et kjempehjelpemiddel og gjør at røykdykkerleder (og eventuelt andre interesserte: 110-sentralen, politi m.m.) kan følge med direkte på hva røykdykkerne gjør og ser. I røykfylte omgivelser, er det imidlertid begrenset hvor mye man ser gjennom slike kameraer.

[1] https://www.signify.com/no-no/our-company/news/press-releases/2024/20240221-a-new-lighting-solution-to-increase-traffic-safety-is-being-tested-in-oulu
[2] Videomøte 15.10.2025.

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

En løsning på det å se i røykfylte omgivelser, er å benytte et håndholdt IR-kamera. Dette er en teknologi som har vært i bruk lenge. En forbedring av denne teknologien har nettopp kommet på markedet, der man har et IR-kamera festet på hjelmen, også har man en liten skjerm inne i visiret som viser bildet. VRBRT har testet ut en slik løsning[1] som det første brannvesenet i Norge.

VRBRT har foreløpig kun ett kamera og en skjermenhet, men har allerede rukket å erfare at dette er et utstyr som gjør en røykdykkers jobb mye mer effektiv. For det første vil en slik løsning frigi en hånd, slik at en røykdykker både kan bevege seg og drive med slokkearbeid samtidig som hen kan se på IR-skjermen. Dette er i kontrast til hvordan håndholdte IR-kamera benyttes, der røykdykker i større grad må stoppe opp for å se på IR-kamera, og ikke kan se på denne mens slokking utføres. Det vil også være vanskelig og upraktisk å se på et håndholdt IR-kamera, f.eks. ved krabbing, åling e.l. Kameraet i den nye løsningen er montert på utsiden av hjelmen og kan fjernes ved behov. Dette gir mulighet til å rette kameraet rundt et hjørne for å observere hva som befinner seg der, uten å eksponere hodet.

Ifølge VRBRT er anskaffelse av disse hjelmene (skjermenhet + kamera) relativt kostbart, men ettersom kameraenheten kan tas av og overføres til en annen røykdykker med skjermenhet, er det imidlertid ikke nødvendig å utstyre alle røykdykkere med komplette hjelmer. Det er tilstrekkelig at hver røykdykker har en skjermenhet, og at man har et visst antall kamera på deling.

Av forbedringsforslag, ville det vært en fordel at også innsatsleder kunne sett IR-videoen. Per nå er det kun mulig å se videoen live for røykdykkeren, eller i opptak etterpå. Når det gjelder videoopptaket, meldes det om at kvaliteten er svært dårlig, ettersom opptaket påvirkes av alle små bevegelser en røykdykker gjør på hodet sitt under forflytning. Å se på videoen i ettertid har derfor fungert dårlig. Under bruk har man imidlertid ikke merket noe til denne effekten.

Videre er det en svakhet med dette systemet at det kun er kompatibelt med leverandøren sine egne hjelmer. Det finnes braketter man kan feste på andre typer hjelmer, men disse er både kostbare og ikke like godt tilpasset som ved leverandøren sin hjelm.

Noe lengre frem i tid, vil det trolig dukke opp enda mer avansert hjelmteknologi. Et eksempel på en mer avansert hjelmløsning som er under utvikling, er en AR-hjelm[2]. I tillegg til å ha vise et IR-bilde på en skjem, kan man velge et filter som automatisk markerer personer, konturer og kanter på objekter. Skjermen kan og vise hva slags oppgave røykdykkeren har fått tildelt, f.eks. «Evakuer», «Rullering», «Søk» osv. Hver røykdykker har i tillegg mulighet til å aktivere en «Mayday»-funksjon som automatisk varsler røykdykkerleder, og samtidig gjør at nødlys på hjelmen aktiveres og bidrar til at person blir mer synlig i røyk. Hjelmen har og en innebygget laser som kan skrus av og på, og benyttes som et hjelpemiddel for å markere objekter eller navigere andre røykdykkere.

En annen forbedring med denne løsningen kontra det som finnes på markedet i dag, er at innsatsleder gjennom en digital plattform kan streame alle røykdykkerne sine videoer, samt gi kommandoer som dukker opp i røykdykkerne sine skjermer.

[1] https://www.draeger.com/no_no/Safety/Thermal-Imaging-Camera/UCF-FireCore
[2] https://www.qwake.tech/

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

Leverandøren melder at hjelmen nå testes ut av 80 ulike brannvesen[1] rundt om i USA, og vil koste ca. 100 000 kroner per stykk når den etter hvert blir tilgjengelig for kommersielt salg. Vi er usikre på om denne vil være mulig å kjøpe inn for norske brannvesen med det første, ettersom den er tilpasset amerikanske brannhjelmer som skiller seg en del fra de som benyttes i Norge.

Alle disse hjelmløsningene med kamera er en teknologisk forbedring, som gir røykdykkerleder og andre interesserte (110-sentralen, Politi m.m.) en økt forståelse av hvordan brannen utvikler seg, og hvordan innsatsen foregår. Den gir dermed en vesentlig bedre mulighet for å gi røykdykkerne taktisk støtte, og røykdykkerleder har i tillegg bedre grunnlag for å vurdere helsetilstanden til de ulike røykdykkerne, som er i aksjon. Eksempelvis, om et kamera ligger helt stille og man ikke får kontakt, er dette et tegn på at røykdykker ligger på bakken uten å røre seg, og dermed åpenbart trenger hjelp. Ved å se omgivelsene til røykdykkeren vil man også i større grad kunne vite hvor røykdykkeren befinner seg, og raskere sende inn hjelp ved behov.

4.4.2 Bedre kommunikasjonsløsninger

God kommunikasjon er en forutsetning for å utføre en effektiv branninnsats. VRBRT har nylig kjøpt inn og testet ut en ny kommunikasjonsløsning[2], der kommunikasjonsløsningen (mikrofon og høyttaler) enkelt kan festes på utsiden av maska med et «Click & Go»-prinsipp (se Figur 4-2). Ifølge VRBRT[3], har denne løsningen flere fordeler sammenlignet med det systemet de brukte tidligere, og som er vanlig hos mange brannvesen, der kommunikasjonsenheten består av en skallemikrofon og høyttaler som må monteres i selve brannhjelmen.

Den første fordelen med den nye løsningen er at rengjøring av utstyret er betydelig forenklet. Kommunikasjonsenheten kan nå enkelt klikkes av før hjelm og maske vaskes. I den tidligere løsningen måtte mikrofon og høyttaler først demonteres fra brannhjelmen, noe som var både tidkrevende og arbeidskrevende, ettersom dette utstyret ikke tålte maskinvask. Etter vask måtte komponentene i tillegg monteres tilbake i hjelmen.

For systemer som har mikrofon og høyttaler montert i hjelmen, er dette ok når man utfører innsats og har på seg hjelmen, men upraktisk når man er utenfor brannen, og kanskje trenger en pause fra å ha på seg hjelmen. Da må man nemlig stå eller gå rundt med hjelmen i hånda for å få med seg sambandsdialogen. Med denne nye løsningen kan kommunikasjonsenheten enkelt tas av og festes på f.eks. jakka, slik at hjelmen kan legges til siden.

VRBRT opplever også den nye løsningen som mer robust og mindre sårbar, ved at det er færre deler som skal kobles sammen, og kun en ledning som må kobles.

En siste fordel er at man med det nye systemet kan klare seg med færre kommunikasjonsenheter, da man ikke trenger å ha en enhet i hver hjelm, men kun trenger enheter til hvert røykdykkersamband.

[1] https://tech.yahoo.com/articles/firefighters-may-no-longer-feel-170502653.html
[2] draeger.com/no_no/Products/FPS-Com-Voice
[3] Videomøte og epost-korrespondanse (24.10.2025) med VRBRT

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

Figur 4-2 Oversikt over Dräger FPS-Com-Voice system. Høyttaler og mikrofon er integrert i den lille boksen til høyre (svart pil). Denne kan enkelt klikkes av og på, som sparer tid ved vasking av hjelm og maske, og at enheten kan lett byttes mellom røykdykkere. Bilder gjengitt med tillatelse fra Dräger.

4.4.3 Økt sikkerhet for røykdykkere

Under branninnsats benytter røykdykkere brannbekledning som beskytter effektivt mot høye temperaturer og varmestråling. Denne beskyttelsen gir imidlertid så god isolasjon at det kan være vanskelig for den enkelte å oppfatte hvor varme eller farlige omgivelsene faktisk er. Kroppens naturlige evne til å registrere varme settes ut av spill. Dette gjør at man kan føle seg trygg, helt til varmen plutselig går gjennom bekledningen. Slik termisk gjennomslag kan være svært farlig og gi alvorlige brannskader.

Rundt om i verden er det flere eksempler[1,2] på utviklede prototyper, som kan gi røykdykkere et forvarsel, før kritiske forhold oppstår. Teknologien går ut på at en sensor registrerer både den umiddelbare og den akkumulerte mengden varme som en røykdykker blir utsatt for. Basert på dette kan sensoren varsle om røykdykkeren nærmer seg en farlig grense med tanke på varmeeksponering. Det er ukjent om noen av disse prototypene har resultert i kommersielle produkter.

4.4.4 Slokkeroboter

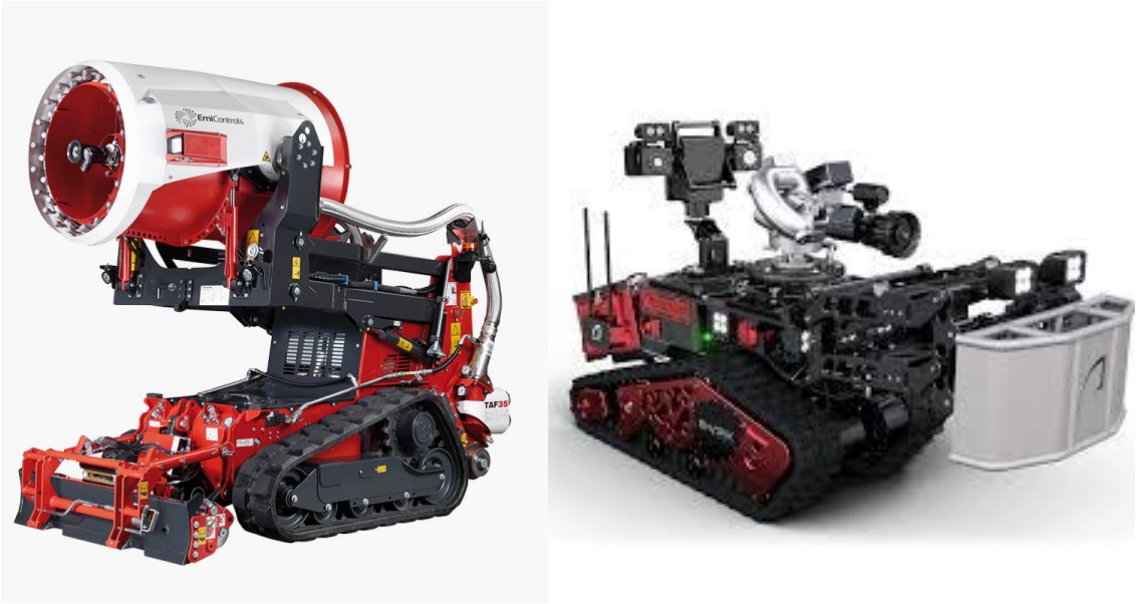
Beltedrevne slokkeroboter

Slokkeroboter har vært på markedet noen år nå, og finnes i en rekke ulike varianter. Noen eksempler på ledende kjente produsenter på markedet av slike slokkeroboter er EmiControls[3], Shark Robotics[4] og LUF[5], se Figur 4-3. Til tross for noen ulike egenskaper, har de til felles at de er beltedrevet, kan opereres av en fjernkontroll (~300 m), og kan levere en betydelig vannmengde (3000-4000 L/min) over en nokså lang kastelengde (60-80 m). Videre har flere vinsj med stor trekkraft (3000 kg), mulighet for å koble på en pallegaffel eller løftekrok, og mulighet for koble på en stor vifte for å ventilere bort røyk og eventuelt trykksette et større rom,

[1] Protective Clothing with Built-in Sensors Warns Firefighters about Too Much Heat
[2] Burn Saver Thermal Sensor | Homeland Security
[3] https://www.emicontrols.com/en/fire-fighting/mobile-fire-protection/
[4] https://www.shark-robotics.com/
[5] LUF 60 – LUF GmbH

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

f.eks. i parkeringskjellere og tunneler. Slike roboter er godt egnet for å drive brannslokking og andre oppgaver i områder der det anses som for farlig å sende inn røykdykkere.



Figur 4-3 Eksempler på to av slokkerobotene på markedet: Slokkerobot TAF35 fra EmiControls (venstre) og Colossus fra Shark Robotics (høyre). Bilder gjengitt med tillatelse fra EmiControls og Shark Robotics.

Flere brannvesen, inkludert Nedre Romerike brann- og redningsvesen, Hallingdal brann- og redningstjeneste[1] og Oslo brann- og redningsvesen har en LUF60 slokkerobot. Roboten har blitt brukt ved flere større industribranner i løpet av de siste årene[2,3], og har ved flere anledninger blitt brukt til å trekke ut biler fra parkeringskjellere. Et nylig eksempel på dette er ved brann i en elbil i en semi-automatisk parkeringskjeller i Oslo, se Figur 4-4.

Follo brannvesen har en variant fra Shark Robotics, og fikk denne finansiert gjennom Bane Nor, for å øke beredskapen tilknyttet jernbanetunneler. Denne roboten har fast plass på en egen varebil, og kan bistå branner i hele Østfold-området ved behov. Som eksempel, ble denne brukt under en stor lagerbrann i Fredrikstad[4].

[1] https://www.gjensidige.no/hallingdal/slukkerobot.luf60
[2] Brannvesenets slokkerobot - Nedre Romerike brann- og redningsvesen
[3] https://brannredning.no/temaartikkel-luf60/
[4] https://www.nrk.no/ostfold/brann-i-naeringsbygg-i-fredrikstad-1.17510828

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

Figur 4-4 Situasjonsbilde der en elbil ble trukket ut fra en parkeringskjeller ved hjelp fra en fjernstyrt robot av type LUF60. Foto: Oslo brann- og redningstjeneste.

For å få bistand til å vurdere hva som finnes av ulike teknologier er det mulig å ta kontakt med UKERRO[1] i England, som er en interesseorganisasjon som fremmer økt bruk av robotisert teknologi i brannvesenet.

Robothunder

Det finnes flere ulike varianter av robothunder, se Figur 4-5, som kan bevege seg i trapper og over hindre. Disse er semiautonome, som betyr at en operatør sier hvor de skal bevege seg, mens de selv velger hvordan den skal komme seg dit ved å navigere ulike hindre. De har utstyr for å detektere gass, varme områder v.h.a. IR kamera og en LIDAR, som lager et 3D-kart av rom den befinner seg i.

En av de større aktørene[2,3] som tilbyr slike roboter, har to typer spesialisert mot brannvesenet. 1) En søk- og redningshund, som har ekstra utstyr for å identifisere personer og veilede dem sikkert ut av en farlig sone, og 2) en deteksjons- og slokkerobot som har mulighet for tilkobling til en ordinær brannslange og et strålerør. Robothunden har og mulighet til å bære med seg utsyr på opptil 120 kg, og på den måten assistere brannmannskaper. Prisen på en slik robothund er rundt 1-1,5 millioner norske kroner, mens batteritiden oppgis av å være 4–6 timer.

[1] https://www.ukerro.org/
[2] https://www.unitree.com/industry/fireRescue
[3] https://www.youtube.com/watch?v=oqfsr2A5sqI&ab_channel=Mashable

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

Figur 4-5 Eksempel på robothunder fra Unitree – slokkeapplikasjon til venstre, søk-og redning til høyre. Bilde gjengitt med tillatelse fra produsent.

Fordeler og ulemper

Hovedfordelen både med en slokkerobot og en robothund er at de kan sendes inn i miljøer der det anses for farlig å sende inn røykdykkere. Eksempler på dette kan være delvis sammenraste bygninger, store parkeringskjellere og tunneler, eller områder med høy eksplosjonsfare.

En slokkerobot og en slokkehund har ulike fordeler og ulemper. Hvis det primære målet er å slokke en brann, vil en slokkerobot være det beste alternativet. Selv om en brannslange kan kobles til robothunden, er det uvisst i hvilken grad den klarer å trekke med seg en brannslange lange avstander rundt om i et bygg. Vannkapasiteten vil uansett være betydelig lavere enn for de større og tyngre slokkerobotene.

Om målet imidlertid er søk og redning vil en robothund være å foretrekke. Den er mindre, mer smidig, og kan lettere forsere trapper og ulike hindre. Videre er den nokså lett (~90 kg), tar begrenset plass sammenpakket og krever derfor ikke et spesialkjøretøy for å fraktes rundt. En slokkerobot derimot vil ofte veie 500-700 kg og krever normalt et eget kjøretøy som transporterer den rundt.

Begge alternativene innebærer en relativt høy innkjøpskostnad og krever betydelig opplæring for å kunne brukes effektivt. Likevel, når denne kostnaden veies opp mot redusert risiko og potensielt færre skader blant brannmannskaper, kan investeringen være samfunnsøkonomisk lønnsom.

4.4.5 Droner

Teknologistatus i Norge

I dag er det flere brannvesen i Norge som har anskaffet droner. Disse benyttes til ulike formål, som å finne savnede personer, få oversikt over et brannområde, finne varme punkter på et objekt m.m. For bare noen få år siden var det imidlertid ingen brannvesen som hadde droner som en del av sin beredskap. I 2019 begynte 110-sentralen i Midt-Norge (MN110), som en av de første

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

aktørene i Norge, å anskaffe og teste ut droner for brannvesen. Siden da har det vært en rivende utvikling i teknologi og utbredelse, og dagens droner er mye mer avanserte enn da de først begynte å teste ut slike.

Ifølge Sverre Hogstad, Basesjefspilot ved MN110, var den første generasjonen droner mye mer manuelle, man måtte selv passe på å ikke krasje med objekter, ha tilstrekkelig batteri til å kunne fly hjem og ved leteaksjoner måtte man manuelt følge med på en liten skjerm etter personer, som kanskje bare utgjorde én piksel i skjermen. Et uoppmerksomt øyeblikk fra droneoperatøren kunne derfor være nok til at en savnet person ikke ble observert, og faren for å overse en savnet person var derfor stor. Nå er disse oppgavene i stor grad blitt automatiserte, og brukervennligheten og mulighetene har dermed blitt betydelig bedre. Videre har de mest avanserte dronene i dag en rekke nyttige funksjoner, som f.eks. automatisk detektering av varme områder, personer og kjøretøy. Automatisk detektering av personer og kjøretøy, bidrar for det første til at søk etter personer blir mye lettere og mer robust. For det andre, kan denne teknologien også brukes til å telle hvor mange personer eller kjøretøy som forlater et område, som kan gi informasjon om evakueringshastigheter, tetthet av folk innenfor et område m.m. Automatisk detektering av varme punkter kan være relevant for en rekke områder, inkludert overvåking av branner (bygg, skogbrann m.m.) og detektere fare for spredning, antennelse, eller oppdage ulmebranner m.m. på et tidlig tidspunkt

Videre kan dronen angi nøyaktige avstander til og mellom ulike objekter ved hjelp av en laser. Dette kan være et viktig hjelpemiddel for å navigere redningspersonell på bakken hvor langt unna de befinner seg den skadde. Dronen kan også beregne areal av et markert område på videoskjermen, som f.eks. kan gi informasjon om hvor stor en skogbrann eller et oljeutslipp er, og hvordan disse utvikler seg.

Både innkjøp, drift og opplæring av dronepiloter krever en del ressurser, som favoriserer de større brannvesenene med større budsjetter, og kan føre til at det oppstår større forskjeller i beredskapen mellom store og små brannvesen. I Trøndelag har man funnet en finansieringsmodell som også gir mindre kommuner droneberedskap. Modellen man har valgt er at hver innbygger i hver kommune bidrar med 1 kr til å drifte droneberedskapen. På den måten bidrar alle kommuner, men proporsjonalt i forhold til innbyggertall. Ved større hendelser i en mindre kommune, kan brannsjefen der rekvirere en drone via 110-sentralen, som da blir kjørt opp til hendelsen fra Trondheim. En ulempe med denne løsningen er at branner et stykke utenfor Trondheim potensielt må vente en time eller to før dronen er på plass.

For brannvesen som har droner i dag styres disse vanligvis manuelt ved at droneoperatøren har øyekontakt med dronen. På fagspråket kalles dette VLOS (*Visual Line of Sight*), og stiller nettopp krav om at operatøren skal se dronen med egne øyne.

Kristiansandregionen brann og redning IKS (KBR) er et annet brannvesen som er langt fremme med å utvikle en droneberedskap[1,2]. De er blant annet det første brannvesenet i Norge som har fått godkjenning for fjernstyrte droner, såkalt BVLOS (*Beyond Visual Line of Sight*)-flyging, der dronepiloten befinner seg et helt annet sted enn selve dronen. BVLOS-flyging er forbundet med høyere risiko for sammenstøt med stasjonære eller flygende objekter, ved at operatøren ikke har ører og øyne til å følge med på annen luftaktivitet (helikoptre, luftsport m.m.), som kan

[1] https://www.dronemag.no/kristiansand-brannvesen-har-fatt-godkjenning-for-fjernstyrte-droneoperasjoner/
[2] https://brannredning.no/forst-brannvesen-i-landet-med-fjernstyrte-droner/

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

utgjøre en potensiell konflikt. Slik flyging krever ekstra kursing i forhold til VLOS-flyging, og krever at man har et system, f.eks. sensorer på bakken, som gir dronepiloten oversikt over annen luftaktivitet i området.

Med slik type flyging, kan det plasseres ut droner på strategiske plasser i såkalte «droner i boks»-løsning, og dronen kan aktiveres og styres fra en pilot som sitter et helt annet sted. En slik utplassering av droner vil gi betydelig kortere responstid, og sannsynligvis øke bruken betydelig, sammenlignet med dagens løsning. Droner som flyr i forkant av utrykningskjøretøyene, også kalt *DFR (Drone as First Responder),* vil gi 110-sentralen og brannmannskaper m.fl. mulighet for å tidligere få videobilder av hendelsen, som gir grunnlag for å respondere med riktige antall ressurser, samt gi brannmannskaper mulighet for å planlegge innsatsen på et tidligere tidspunkt.

I tillegg til at KBR har noen få DFR-droner, som både er teknisk avanserte, kostbare og krever betydelige opplæring ved bruk, har KBR også valgt å satse på bruk av små droner under 250 gram, som er billige i innkjøp, har lavere krav til utdanning og færre restriksjoner ved bruk. Tanken her er at alle brannvesen innenfor regionen skal ha slike lett tilgjengelig og kan bruke de selv ved behov uten noen form for ekstern assistanse.

I tillegg til rene overvåkingsdroner, har TBRT anskaffet en cargo-drone som har en vinsj og mulighet for å løfte og transportere vekt inntil 30 kg. Denne har blant annet blitt benyttet i et oppdrag knyttet til opprenskning etter oljesøl fra et større oljeutslipp rundt Frøya. Andre oppdrag hvor den potensielt kan bidra, er slokking av/begrensning av mindre skogbranner som har vanskelig tilkomst, eller den kan frakte utstyr til områder som er vanskelig tilgjengelig.

En fremtidig tilleggsfunksjon for droner er å inkludere en TAK (Team Awareness Kit)-plattform, som deler posisjon mellom redningspersonell i felt. I en operasjon, vil f.eks. alle personer som har en TAK-ID bli gjenkjent av en drone, og droneoperatøren vil på den måten få vesentlig bedre oversikt over hvor ulike nøkkelpersoner og grupper tilhørende innsatsen befinner seg. Denne teknologien vil være nyttig f.eks. ved en større skogbrann, redningsoperasjon eller evakuering. For redningsoperasjoner vil dette også gjøre søk lettere ved at man ikke risikerer å feilidentifisere en savnet som redningspersonell, og motsatt.

Forbedringer og nye muligheter

Selv om enkelte brannvesen har kommet langt på dronefronten, påpeker, leder ved UAS Norway[1], at droner i brannvesenet fortsatt er et umodent og fragmentert marked som i dag styres eller forsøkes å styres av flere enkelte aktører med kommersielle interesser for å selge sine produkter og tjenester til ulike brannvesen. Dette gjør at ulike brannvesen ender opp med ulike tekniske løsninger og produkter, og at muligheten for erfaringsoverføring og en uniform droneberedskap svekkes. Til sammenligning har Politiet offentlig anskaffelse for droneløsninger og markedet er derfor mindre tilgjengelig for kommersielle aktører. Noe tilsvarende hadde vært ønskelig å få til også for brannvesenet, der utviklingen hadde blitt styrt nasjonalt og utviklet mer i form av et industrielt utviklingsløp, der man legger opp til hva som gagner sluttbrukeren best i forhold til pris og muligheter. Er det f.eks. hensiktsmessig at alle større brannvesen har egne

[1] Videomøte 24.10.2025.

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

droner og egne piloter, eller kunne man fått til en løsning der større droner styres av en sentral enhet, f.eks. en av 110-sentralene?

Når flere brannvesen bruker store ressurser på kjøp av droner og droneteknologi, må vi også tørre å tenke nytt på hva og hvordan droner kan utnyttes for å få best utbytte av investeringen. En forbedring kan være at droner i boks, ved nødanrop, automatisk aktiveres og flyr opp på en bestemt høyde. På den måten kan den straks begynne å fly til hendelsen når adressen er lokalisert. I dag rekvireres en drone normalt på et mye senere tidspunkt ved at man først mottar nødanropet, og så må det gjøres en vurdering på om det er behov for en drone. På den måten mister man verdifulle minutter på oppstartstid og beslutningsprosessen, som heller kunne vært brukt for å få dronen raskt frem for å få videobilder og et tydelig inntrykk av hendelsen på et tidligere tidspunkt. Når man først har en drone tilgjengelig koster det lite å aktivere den, og så får man heller kansellere flygingen om det viser seg at hendelsen ikke trengte dronestøtte.

Mange større droner står også stille mesteparten av tiden, og gir derfor liten kost-nytte effekt. Kan man tenke seg andre oppgaver som slike droner kan benyttes til, f.eks. tillaging av 3D-kart for spesielle områder som er sårbare for brann, eller overvåking av skogområder i skogbrannsesongen m.m.?

Ifølge leder UAS Norway kan spesialiserte droner, som cargo-droner, være nyttige for spesielle operasjoner, men at det er vanskelig å forsvare disse rent kost-nytte-messig, ettersom hendelsene hvor slike er kritiske, er såpass sjeldne. Han mener derfor at det største løftet innenfor brann-Norge, vil være å satse på økt utbredelse av små, lette droner (<250 g), og så får mer tekniske avanserte droner komme etter hvert.

Fordelen med droner under 250 gram, er at de er nokså billige i innkjøp, har få begrensninger, krever relativt lite forkunnskaper og trening for å bruke, men som samtidig kan gi vesentlig og nyttig informasjon og assistanse i tilknytning til en hendelse. Denne typen droner har og lav risiko for personskade om den skulle falle ned. En ulempe med lette droner er imidlertid kortere rekkevidde og at de er mer sårbare for vær og vind.

Et eksempel på en annen type assistanse som en slik lett drone kan gi, er belysning av et større innsatsområde[1]. Her er dronen utstyrt med en kabel som gjør at den kan virke som en hengende lyskaster over et innsatsområde. Lysintensiteten kan være opp til 16 000 lumen, og dekke et område på opptil 1300 m² når den flyr i 10 m høyde.

Et forslag fra leder UAS for å raskt øke utbredelsen av dronetjenesten i brannvesenet er at nasjonale myndigheter bidrar med midler til en dronegrunnpakke. Som et eksempel vil 50 000 kr gi to til tre enkle droner for to-tre vaktlag, og vil gi en betydelig effekt fra første dags bruk. Har man da f.eks. et budsjett på 2,5 millioner kroner, vil en slik grunnpakke rulles ut til 50 brannvesen av en viss størrelse, og man kan da få en landsdekkende droneressurs.

Ifølge leder UAS, har det nylig kommet en tydelig presisering i regelverket av hvilken prioritet droner skal ha i forhold til annen luftaktivitet, der det understrekes at det ikke spiller noen rolle om luftfartøyet er bemannet eller ubemannet. Det er selve oppdragets formål som avgjør prioriteten. F.eks., dersom brannvesenet har et liv- og helseoppdrag og ber om å få fly høyere enn 400 fot fordi de trenger et bedre oversiktsbilde fra 2500 fot, så skal de få prioritet. I praksis

[1] CZI - Tethered Hover Light

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

betyr dette at det ikke spiller noen rolle om brannvesenet hadde brukt et helikopter eller en drone.

Juridiske dilemmaer

Når det gjelder bruk av videomateriale fra drone etter en hendelse kan dette medføre flere juridiske dilemmaer. Et eksempel er hvis opptak fra et brannsted, som opprinnelig ble gjort for operativ bruk, senere ønskes brukt som bevis i en straffesak. Dette reiser spørsmål om formålet med innsamlingen og hvordan materialet kan brukes i ettertid. Når videomateriale er produsert av offentlige aktører, kan det være uklart hvordan man skal håndtere innsynsbegjæringer, spesielt når opptakene inneholder sensitive eller personidentifiserbare opplysninger.

Droner for brannslokking

I Kina har droner blitt utviklet for å kunne bidra til å slokke skogbranner og branner som oppstår i høyhus[1]. Den kraftigste dronen, se Figur 4-6, har en løftekapasitet på 75 kg, og kan bære med seg en slange, eller to store tanker med vann eller CAFS[2]. Den har også utstyr for å knuse vinduer med ved behov. I 2020 ble det gjennomført en demonstrasjon der flere droner med en påmontert brannslange ble brukt for å slokke en fasadebrann i et høyhus [3].

Ettersom Norge ikke har mange høyhus, anser vi ikke behovet for slikt utstyr som så relevant ennå. Likevel tenker vi at slike droner kunne vært nyttig f.eks. for å slokke mindre skogbranner i områder som er vanskelig tilgjengelig for personer. Det er imidlertid ikke sikkert at en slik løsning kan forsvares med hensyn til kost-nytte effekt.

Figur 4-6 Slokkedrone fra Guofei-UAV. Bilde benyttet med tillatelse av produsent.

Det finnes og mindre droner som kan bære med seg en såkalt slokkeball, altså en liten ball med brannslokningspulver inni. Ballen går i oppløsning ved høy varme, og vil frigi pulveret hvis den slippes inn i en brann. Slike slokkeballer vil ha meget begrenset effekt på større branner, men kan tenkes å ha et potensiale for bruk f.eks. ved pipebranner, eller mindre branner som er vanskelige og potensielt risikofylt å komme frem til.

[1] https://www.guofei-uav.com/
[2] CAFS – Compressed Air Foam System
[3] https://www.ichongqing.info/2020/01/22/the-first-fire-drill-for-high-rise-fire-fighting-drones-was-held-in-dazu-chongqing/

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

4.4.6 Prediksjon av tid til overtenning

Å gjenkjenne de ulike fasene av en brann (antennelse, vekstfase, overtenning) er avgjørende for å gjennomføre en effektiv og trygg innsats ved brann. Det gjør det mulig for brannmannskaper å forutsi hva som vil skje videre, hvordan brannen kan spre seg, og hvilken effekt ulike slokketeknikker og tiltak sannsynligvis vil ha. Vanligvis identifiserer brannmannskaper disse fasene ved å visuelt observere røyk og flammer. Denne tilnærmingen er sterkt kunnskap- og erfaringsbasert, som gjør den vanskelig å standardisere og operasjonalisere.

Flere forskningsmiljøer arbeider nå for at man ved hjelp av kamerateknologi og KI kan gjenkjenne de ulike fasene i sanntid [23]. I en studie [24] klarte et slikt verktøy i sanntid å predikere tid til overtenning i rombranner med en nøyaktighet på 94 %, som betyr at de predikerte verdiene var nesten identiske med verdiene fra simuleringene.

Dette forskningsarbeidet representerer et viktig første skritt mot en mer teknologi-støttet brannforståelse og slokkeinnsats. Samtidig er det mye utvikling som gjenstår før slike produkter vil bli tilgjengelig for brannvesen. Testoppsettet i studien [24] var et lite rom (2,4 m x 3,6 m) med kun én type brennbart materiale (tre) og ingen brennbare materialer i vegg og tak. Selv om man kan finne enkelte rom i bygg som ligner på dette, er variasjonen av romstørrelser og innredning i reelle bygg så stor at verktøyet ikke automatisk kan benyttes for andre typer rom enn det det ble testet mot. Dette gjenspeiler også noe av utfordringen med å lage et generelt verktøy for å predikere brann. Brann er et veldig komplekst fenomen, og det å gjenskape komplekse og varierte branner i forsøk, som en KI-modell kan trenes på, er svært tid- og kostnadskrevende. Å gjennomføre slike branner i simuleringsprogrammer er mye enklere, men også det kan være tidkrevende og ha stor usikkerhet.

4.4.7 Aktiv bruk av digitale tvillinger og tilhørende sensorer

Det ligger et betydelig potensial for å øke effektiviteten ved slokking og redningsarbeid gjennom bruk av digitale tvillinger og IoT-sensorer i bygget under innsats [25]. Måledata fra ulike sensorer som kameraer, røykvarslere, mobiltelefoner m.m. kan tas inn i den digitale tvillingen, og på den måten gi et godt overblikk over hvor i bygget brannen befinner seg, hvor røyken har spredt seg, hvor mange personer det fortsatt er i bygget og hvor de befinner seg.

Denne informasjonen kan i første omgang bidra til å forberede brannmannskaper allerede under utrykningen på hva slags scenario som venter dem, og hvordan brannen skal håndteres.

Videre, på brannstedet kan informasjonen bidra til å understøtte viktige beslutninger som må tas, f.eks. hvor ressurser skal prioriteres, hvordan brannen utvikler seg og hvordan prosessen med å evakuere personer foregår. I et fremtidig scenario kan det og tenkes at KI-baserte systemer kan gi direkte anbefalinger om valg av taktikk, slokkemetoder m.m.

KI vil også kunne spille en viktig rolle ved assistert evakuering fra store bygg med mange personer som skal evakuere samtidig [26]. Ved å bruke sensorer, kameraer og sanntidsdata kan KI overvåke situasjonen og analysere røykspredning, temperatur og menneskelig bevegelse. Dette gjør det mulig å identifisere hvilke rømningsveier som er trygge, og å gi dynamiske instruksjoner til personer i bygget – enten via skjermer, høyttalere eller mobilvarsler om hvor det er tryggest og raskest å bevege seg i bygget.

Eksemplene gitt ovenfor finnes per nå først og fremst i forskningsverdenen, og det vil sannsynligvis ta mange år før vi har slike systemer implementert i norske bygg. Samtidig finnes

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

det allerede kamerateknologi, som har kontroll på alle personene i et bygg, selv når de flytter seg mellom ulike kameraers synsvinkel [27], og laster denne informasjonen opp i en digital tvilling.

Ifølge samtaler med brannvesen, er dagens praksis med innsats i bygg langt ifra hva som beskrives i forskningslitteraturen. Her pekes det på at informasjonen brannvesenet helst skulle hatt raskt tilgjengelig finnes hos ulike instanser, hvor tilgangen kan være begrenset eller helt fraværende. Å lage gode systemer som gjør tilgjengelig informasjon for ulike bygg lett tilgjengelig er noe som etterspørres, og som vil kunne være til stor nytte og bidra til mer smidige og effektive branninnsatser.

Når det gjelder eksisterende BIM-modeller for nye bygg, er det heller ikke rett frem og benytte disse. Dette kan dreie seg om begrenset tilgang, men og at terskelen for å bruke de systemene som tillater tilgang, er for høy.

For sikkerhet ved tunnelbranner har det i studier blitt utviklet digitale tvillinger der man kan visualisere en brann og evakuering av kjøretøy basert på sanntidsinformasjon fra sensorer og kamera fra tunnelen [28]. Dette kan gi viktig informasjon for utrykningspersonell om hvor alvorlig hendelsen er, og gi grunnlag for å bestemme hva slags slokke- og redningsstrategi som bør iverksettes. Av mindre avanserte løsninger, som vil være lettere å innføre, har videobilder ved tunnelutløpet blitt benyttet som input til en KI-modell til å estimere brannstørrelse basert på mengden røyk som kommer ut fra tunnelen [29].

4.4.8 Skogbrann

Skogbranner har blitt et stadig viktigere forskningsområde internasjonalt. Dette skyldes en markant økning både i antall branner og i deres omfang de siste årene. Flere hendelser har hatt katastrofale konsekvenser, med store tap av menneskeliv og tusenvis av boliger som har blitt fullstendig ødelagt [30,31]. Forskningen rundt skogbrann er variert og omfatter blant annet:

Effektiv overvåking av skogbranner ved hjelp av droner og satellittbilder, og prediksjon av utvikling basert på vær, vind, vegetasjon og topografi

Innenfor dette forskningsområdet benyttes det blant annet data fra droner, satellitter, kartdata og værprognoser for å angi hvor raskt, og i hvilken retning, en brann vil spre seg [32]. En stor satsning på dette området er NASA[1] sin «Wildfire Digital Twin (WDT)» , som er en KI-drevet simuleringsmodell utviklet for å forbedre prediksjon og håndtering av skogbranner. Modellen henter inn data fra flere ulike satellitter, som gir en oppløsning på 10–30 meter per piksel, og benytter blant annet værdata fra NASA, for å predikere hvordan brannen vil utvikle seg. Systemet er designet for rask bruk på bærbare enheter, og vil kunne være et nyttig verktøy for redningspersonell og beslutningstakere for å vurdere om områder må evakueres eller ikke, og hvor man mest effektivt bør benytte ressurser for slokking.

Effektiv evakuering av store folkemengder

I løpet av de siste årene har det vært flere tragiske skogbranner der mange personer har blitt omringet av flammene og omkommet. Dette viser at tidsvinduet for sikker evakuering kan være

[1] https://esto.nasa.gov/firetech/towards-a-nuwrf-and-ai-based-mega-wildfire-digital-twin-wdt/

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

knapt for raskt utviklende skogbranner, og understreker viktigheten av å ha gode systemer for effektiv varsling og evakuering.

Forskningen her dreier seg mye om å gi tidlig varsling, anbefalinger av trygge evakueringsruter, og gjennomføre effektive trafikkreguleringer for mest effektiv flyt av trafikken med færrest mulige flaskehalser.

Som eksempel på et slik forskningsprosjekt ble det undersøkt om personers mobiltelefoner kan brukes til å varsle og navigere personer trygt ut ifra et område som er rammet av skogbrann [33]. Dette innebærer at man bruker lokasjonsdata fra mobiltelefonen, kart over området, samt predikerer hvordan skogbrannen vil utvikle seg, og angir hvilken rute som er raskest for å evakuere til et sikkert sted.

I Norge er det flere hundre skogbranner hvert år, og i rekordåret 2018 ble registrert mer enn 2000 branner i gress og skog på Sør- og Østlandet. Videre har det vært flere større enkeltbranner som i Froland i 2008, og på Flatanger og Frøya i 2014. [1] Til tross for at disse brannene har ført til tap av store skogarealer, bygninger og omfattende evakuering lokalt, har disse hendelsene ikke resultert i masseevakueringer eller mange dødsfall, og overordnet er problemet med skogbranner i Norge mindre enn i varmere land. Likevel, på grunn av økende globale temperaturer forventes både hyppighet og omfang av skogbranner å øke på sikt. Det er derfor viktig at vi har fokus på dette, og øker kunnskapen vår og beredskapen rundt større og mer alvorlige scenarier.

4.5 Fase 4 - Evaluering og rapportering av innsatsen

4.5.1 Læring fra branner

Å slokke brann i dag kan variere fra nokså enkle objekter med liten risiko, som en containerbrann eller bilbrann, til svært komplekse objekter med større risiko for mannskaper, som en tunnelbrann.

Å være 100 % forberedt på alle scenarier som kan oppstå, og å være oppdatert på all ny risiko som oppstår i samfunnet, eksempelvis batterier, hydrogen, solceller m.m. er en nesten umulig oppgave. Variasjonen, omfanget og kompleksiteten på reelle branner er betydelig større enn hva brannmannskaper får øvd på under trening. For å kompensere for at treningen ikke samsvarer fullstendig med virkeligheten er det viktig å trekke ut erfaringer fra reelle branner og hendelser. Eksempel på slike læringspunkter kan enten være solskinnshistorier, der alt fungerte optimalt, det kan være hendelser der det har blitt gjort feil eller som kunne vært løst på en annen måte. Det kan også være eksempler på hvordan ressurser ble prioritert, om slokkeverktøy som ble benyttet på en ny måte enn tidligere, om potensielt farlige situasjoner eller ulykker som skjedde av årsaker man ikke hadde forutsett.

Brannvesen er i dag å pålagt å evaluere og lære av hendelser, som beskrevet i §9 i brann- og eksplosjonsvernloven [34], i §26 i brann- og redningsvesenforskriften [22] og § 20 i forskrift om brannforebygging [35]. Herunder utdypes det også at brannvesen skal dokumentere hvordan

[1] https://www.skogbruk.nibio.no/skogbrann

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

læringspunkter implementeres for å sikre at læring skjer i organisasjonen. Samtlige brannvesen vi har snakket med har uttalt at det utarbeides interne evalueringsrapporter etter hendelser.

Samtidig er det ingen felles mal for hva en slik evalueringsrapport skal inneholde, og omfang og kvalitet på slike rapporter varierer fra brannvesen til brannvesen. Ikke alle branner har store læringspunkter, men enkelte har det. På overordnet nivå bidrar denne mangelen på erfaringsoverføring sannsynligvis til at feil gjentas, dårlige praksiser opprettholdes og graden av forbedring forblir lavere enn den kunne ha vært.

Angående å dele læring mellom brannvesen, er det ingen brannvesen som melder om at dette skjer i noe særlig grad, og de aller fleste evalueringsrapporter blir også unntatt offentligheten basert på §14 i offentleglova [36].

Årsaker til manglende læring etter branner

I samtaler med ulike brannvesen har det blitt trukket frem flere årsaker til at læring av branner i så liten grad foregår på tvers av brannvesenene:

Ikke et krav i forskriften om regionalt samarbeid

I §9 i brann- og eksplosjonsvernloven [34] står det at:

«Kommuner er i dag pålagt å evaluere branner for å sikre kontinuerlig læring og forbedring av det forebyggende og beredskapsmessige arbeidet sitt.»

Videre er det spesifisert i §26 i brann- og redningsvesenforskriften [22] at:

«*Brann- og redningsvesenet skal ha et system for å evaluere hendelser, og å dele og motta evalueringer fra andre, i den hensikt å identifisere relevante læringspunkter. Når det er hensiktsmessig skal brann- og redningsvesenet og nødmeldesentralen samarbeide om evaluering og læring etter hendelser. Brann- og redningsvesenet skal dokumentere hvordan læringspunkter implementeres i brann- og redningsvesenet for å sikre at læring skjer i organisasjonen.»*

Fra denne teksten er det et åpenbart krav at evaluering og læring fra hendelser skal utføres, men det er ikke noe entydig krav om at man skal dele erfaring og læring med andre brannvesen. Denne mangelen kan derfor være noe av forklaringen til at deling i liten grad skjer mellom brannvesen.

Ingen midler for utveksling av erfaringer

Alle brannvesen vi har snakket med sier de har fokus på erfaringsoverføring internt i brannvesenet, og at det er satt av midler til dette. Samtidig melder flere brannvesen at de ikke har avsatte midler for å utveksle erfaringer med andre brannvesen. At det ikke finnes midler til å utveksle erfaringer er trolig også knyttet opp mot at det ikke er et entydig krav at erfaringer skal utveksles med andre brannvesen.

GDPR-hensyn

En av grunnene til at evalueringsrapporter ikke blir delt mellom brannvesen forklares ofte med personvernhensyn, ettersom fullt navn på personer, adresser m.m. ofte benyttes i rapportene, og

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

det har blitt forklart at det er for tidkrevende å skulle lage to rapporter: en fullstendig, og en anonymisert som kan deles.

I løpet av de siste årene har det blitt vanlig at innringer kan dele video med 110-sentralen. Dette gir et verdifullt bidrag til å forstå situasjonen på et tidlig tidspunkt. I etterkant av brannen er disse videoene imidlertid lite benyttet til læringsformål, siden videre bruk er strengt regulert, og krever innsynsbegjæring fra politiet for å bruke/se på slike videoer i etterkant. Her mener vi også KI kan bidra positivt. Eksempelvis kan KI eller annen programvare benyttes til å automatisk sladde ansikter til personer og bilskilt som befinner seg i videoen, samt fjerne lydspor. På den måten vil man kunne beholde mye av materialet som vil være nyttig for erfaringsoverføring, samtidig som man fjerner sensitive personopplysninger.

Å anonymisere og eventuelt forkorte slike rapporter, mener vi er en ideell oppgave for et KI-verktøy. I tillegg til å anonymisere rapporten, bør den lagres i et søkbart register. I dag finnes det allerede flere kommersielle verktøy som kan benyttes for å automatisere rapporter. Vi har ikke gått igjennom og vurdert brukervennligheten, kostnaden og mulighetene for de ulike variantene, og dette bør gjøres som et videre arbeid.

Pågående politisak og frykt for å bli saksøkt

En annen grunn som har blitt nevnt, er at branner ofte er knyttet opp imot en politietterforskning, og da vil det være uheldig om det kommer ut en rapport der brannvesenet mener noe om f.eks. brannårsak. Videre pekes det på en frykt for at innrømmelse av feil (f.eks. feil slokkestrategi, feil prioritering e.l.) kan føre til at brannvesenet blir saksøkt av forsikringsselskaper eller involverte av brannen fordi brann- eller personskadene ble verre enn de kunne ha vært. Brannvesen frykter at dersom all informasjon skal deles utad, risikerer man en mer lukket delingskultur, der folk i mindre grad vil erkjenne feil, og man risikerer at det kun er solskinnshistoriene som blir delt.

Et eksempel på en slik sak der brannvesenet har blitt saksøkt i etterkant av en brann, er BASA-brannen[1], der bygningseier saksøkte Vestfold interkommunale brannvesen for mangelfullt forebyggende arbeid og feil taktiske vurderinger i slokkeinnsatsen.

Manglende nasjonal plattform

Til slutt pekes det på at det mangler en nasjonal plattform for deling av erfaringer fra hendelser, og at dette er et ansvar og en oppgave som DSB må ta på seg.

Branntavla - ny nasjonal plattform for erfaringsoverføring og læring fra branner

Selv om tilsynelatende flere brannvesen ikke er klar over det, har DSB i flere år arbeidet med utvikling av en slik nasjonal plattform, som flere brannvesen etterspør. Denne plattformen kalles «Branntavla», og er forventet å bli satt i drift i løpet av 2026. Branntavla vil driftes av Brann-og redningsskolen (BRSK) og være en del av *digibib,* som er «navet» i alt som skal produseres og distribueres av digitalt læringsinnhold ved BRSK.

[1] https://brannredning.no/saksoker-brannvesenet-mangelfullt/ besøkt 30.09.2025.

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

Branntavla og digibib vil være åpen for alle, og fungere som en database for læring av branner og faglig innhold. Innholdet vil være gjennomgått og kvalitetssikret, og vil være redigert på en form slik at det kan tas i bruk direkte uten behov for ytterligere tilpasninger.

Relatert til læring av branner, vil systemet basere seg på at de ulike brannvesenene selv melder inn erfaringer. Deretter vil innsendt innhold bli gått igjennom og bearbeidet før informasjonen legges ut på Branntavla. Denne bearbeidingen vil sørge for at innhold i stor grad blir generalisert og anonymisert. Innsender vil ha mulighet til å påvirke i hvilken grad innholdet skal bearbeides. F.eks. kan det være aktuelt å sende inn en video fra en hendelse, og man kan presisere om videoen kan deles direkte eller ikke. Hvis ikke, kan enten læringspunktet beskrives, eller det kan lages en animasjon, eller en ny video som illustrerer poenget. På den måten skal ikke innsendere være redd for at innholdet de sender inn vil føre til negative konsekvenser for de som var involvert i hendelsen som meldes inn.

I tillegg til å dele erfaringer fra branner, foreslår vi at Branntavla bør være en nasjonal plattform for deling av tips og erfaringer knyttet til bruk av ulikt utstyr. Dette vil bidra til at det blir lettere for ulike brannvesen å vurdere hvilken type utstyr som skal kjøpes inn, og hvilke typer man bør styre unna. Det bør vurderes om denne informasjonen kun bør være tilgjengelig for brannvesen.

4.5.2 Loggføring etter branner

I tillegg til å motta nødsamtaler, har 110-sentralen en viktig jobb underveis og i etterkant av en brann, der de skal skrive en logg over hva som har skjedd, hva som er sagt av viktig informasjon på samband m.m. Per nå er dette en prosess som skjer manuelt, noe som er både tidkrevende og som fører til ulik praksis for ulike operatører, og ulik grad av nøyaktighet. Dette er også en oppgave som potensielt kan ta mye tid, spesielt i etterkant av store langvarige operasjoner, der det har vært mange aktører involvert, med mye informasjon og samtaler over samband.

Å i større grad automatisere denne prosessen er i kjerneområdet til hva et KI-verktøy kan bidra med. I løpet av 2026 vil det komme et nytt kommunikasjonssystem som har noen slike funksjoner inkludert. I første omgang vil dette inkludere automatiske transkribering av nødsamtalen og det som blir sagt på samband. Det vil derfor fortsatt være behov for gjennomlesing og korrekturlesing av den transkriberte teksten. Med den raske utviklingen innen denne teknologien er det imidlertid forventet at kvaliteten på transkriberingen vil bli bedre med tiden. Vi mener dette er et godt første skritt for å effektivisere og strukturere loggføring etter branner slik at slike rapporter får et mer uniformt design for alle oppdrag i hele landet, som da lettere gjør at innholdet i rapportene kan brukes til statistikkformål. Videre vil en mer automatisk prosess frigi tid for ansatte som da kan brukes på andre oppgaver.

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

5 Barrierer for innføring av KI og ny teknologi

5.1 Generelle barrierer for kunstig intelligens

Det er mange ulike årsaker til at det kan være utfordrende å ta i bruk ny teknologi og kunstig intelligens i en organisasjon. Under følger et sammendrag av disse, basert på [37].

Tillitt

Manglende tillitt til KI er utbredt i mange bedrifter, og omfatter blant annet utfordringer ved å etablere teknisk og sosial tillit innen organisasjoner og bekymringer relatert til organisatoriske og kulturelle fordommer mot KI-teknologi. Dette kan blant annet spores tilbake til bekymring for om man vil oppdage når KI gjør en feil, og engstelse for at KI vil ta jobben fra de ansatte. Mange selskaper har og utfordringer med å stole på verdien av potensielt høye investeringskostnader knyttet til KI-teknologi og med å identifisere klare områder der KI kan forbedre driften.

Det er også en skepsis mot hvordan KI innhenter, prosesserer og lagrer data, og det pekes på at denne prosessen er lite transparent. Dette kan eksempelvis bidra til feilbehandling av sensitive data, som kan medføre juridiske konsekvenser. En viss skepsis er også utbredt mot chatboter, ettersom det nå er godt kjent at slike kan finne på referanser og dikte opp informasjon.

Tiltak for å bedre tilliten er kunnskapsdeling av vellykkede og ikke-vellykkede implementeringer gjennom workshoper, transparent kommunikasjon om potensiell jobbforskyvning, ledelsens åpenhet for nye ideer, kontinuerlig utdanning, opplæringsinitiativer og praktiske demonstrasjoner.

Mangel på kunnskap

Mangel på kunnskap er en betydelig barriere for innføring av KI-teknologi, men og for å forstå kompleksiteten i KI og hvilke muligheter og utfordringer som følger med. Mangelen på KI-ekspertise gjør det krevende for ikke-eksperter å orientere seg i hvilke muligheter som finnes på ulike områder, og bidrar samtidig til en høy terskel for implementering. Videre er det og en manglende forståelse for at en god KI-modell krever et godt datagrunnlag for å kunne gjøre en god jobb.

Mangel på infrastruktur

Utilstrekkelig intern og ekstern infrastruktur utgjør betydelige hindringer for KI-adopsjon. Internt dreier disse utfordringene seg hovedsakelig om mangel på kunnskap og prosesser som kreves for å trene ansatte og håndtere datastrømmer.

Videre strekker infrastrukturrelaterte barrierer seg til området for beskyttelse av immaterielle rettigheter, forverret av utilstrekkelig KI-lovgivning. Mangelen på robuste juridiske rammeverk bidrar til usikkerhet rundt beskyttelse av immaterielle rettigheter, noe som avskrekker investering og innovasjon i KI-initiativer. Å adressere disse infrastrukturmanglene er avgjørende for å fremme et gunstig miljø for KI-adopsjon.

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

Høye innføring- og driftskostnader og mangel på kvalifisert personell

Det er utbredt skepsis til KI's potensielle fordeler, noe som fører til nøling med å ta i bruk KI-løsninger på grunn av oppfattede høye anskaffelseskostnader og løpende utgifter. Mange selskaper uttrykker bekymring for sine tekniske evner og ressurser til å implementere og administrere KI-systemer uavhengig, noe som bidrar til mangel på selvtillit i å gå inn i KI-initiativer.

Videre oppfattes KI som for dyrt og uprøvd i mange sammenhenger, som bidrar til avskrekking fra å investere i KI-løsninger. Usikkerheten rundt lønnsomheten av slike investeringer, kombinert med bekymringer om å imøtekomme de nødvendige kunnskaps- og ferdighetskravene, skaper betydelige barrierer for implementering. I tillegg bidrar bekymringer om skjulte kostnader, som lisensavgifter o.l. til motvilje mot å omfavne KI-teknologier.

Organisatorisk treghet og ansattmotstand

I mange bedrifter er det en organisatorisk treghet der en betydelig andel av de ansatte har et ønske om å beholde ting slik de er, og har en innebygget skepsis til å innføre nye systemer og måter å gjøre ting på. Dersom ansatte i tillegg frykter for at de kan bli overflødige og at deres bidrag og kompetanse i mindre grad blir verdsatt, er dette faktorer som ytterligere kan bidra til å forsinke implementering av KI-verktøy.

5.2 Hvordan oppstår innovasjon og innføring av ny teknologi i brannvesenet?

Etter samtale med flere aktører innenfor brann-Norge, er vårt inntrykk at innovasjon og innføring av ny teknologi ikke skjer som følge av en nasjonal strategi eller et tydelig initiativ fra ledelsen, men heller på initiativ fra enkelterpersoner innenfor brannvesenet med spesiell teknologisk interesse. Et eksempel på dette er innføringen av droner. For bare noen år siden var det ingen brannvesen som benyttet droner. For TBRT startet dronesatsingen ved at en ansatt tok med sin private drone til et oppdrag, og etter at 110-sentralen fikk direkte videobilder opp fra hendelsen, ble de overbevist om at dette er en teknologi som kan gi mye informasjon ved en innsats.

Vi ser også flere eksempler på at der ny teknologi har vist seg å ha en tydelig effekt, vil erfaringer fra ett sted etter hvert overføres til andre brannvesen, slik at teknologien blir utbredt flere steder. Forutenom droner, er bruk av slokkeroboter et slikt eksempel.

En fordel med et slikt system, som i liten grad er styrt fra toppen, er at brannvesen står fritt til å kjøpe inn og teste ut det utstyret og den teknologien de finner mest relevant, gitt at de finner finansiering. Ved en nasjonal strategi kunne dette ha vært en begrensning, der kun enkelte teknologier eller modeller hadde vært mulig å velge.

Samtidig, en åpenbar ulempe med denne metoden er faren for at slike investeringer i liten grad er kost-nytte vurdert og muligheten for en dårlig investering er derfor tilstede. Et slikt innkjøpssystem vil derfor kunne føre til at brannvesen på ulike steder ender opp med vidt forskjellig utstyr og løsninger, slik at erfaringsoverføring blir vanskeligere, og at det blir vanskeligere å låne utstyr og ressurser av hverandre ved større hendelser. Videre bidrar et slikt system til at brannvesen fra kommuner med dårlig økonomi kan ende opp med dårligere

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

beredskap og henge etter teknologisk fordi man ikke har midler til å investere i ny teknologi og kunnskap.

Ved kjøp av kostbart teknologisk utstyr, som roboter og avanserte droner m.m., bør det i forkant av investeringen ha blitt utarbeidet en tydelig kravspesifikasjon, gjennomført en kost-nytte analyse, vurdert andre alternativer og innhentet erfaringer fra andre brannvesen med tilsvarende utstyr.

Som påpekt i en tidligere rapport [38], er en viktig forutsetning for å lykkes med ny teknologi at det settes av nok tid til å forstå utstyrets fordeler og ulemper, og det å trene tilstrekkelig nok på det til at det blir naturlig å kunne ta det i bruk ved reelle hendelser. Om man har nytt og avansert utstyr som man er usikker på hvordan fungerer, eller kun enkeltpersoner kan å bruke, er det lett at slikt utstyr ikke blir tatt i bruk.

5.3 Hvordan får vi innført teknologien?

I denne rapporten har vi sett en rekke eksempler på alt som ny teknologi, digitalisering og KI kan bidra med. Det som i mindre grad er besvart er hvordan teknologien kan bli innført.

Utvikling skjer uavhengig av vår innsats, men vi må ta den i bruk

For enkelte av løsningene og produktene vil utviklingen skje uavhengig av vår innsats. Dette gjelder spesielt utvikling av programmer som chatGPT, CoPilot m.fl. som vil bli stadig bedre og i økende grad kunne hjelpe oss med en rekke ulike oppgaver, som kunnskapsinnhenting, generering av figurer/tabeller/skjemaer, utføre repetitive oppgaver m.m. Barrieren her ligger først og fremst i å lære seg å ta i bruk de ulike nye verktøyene og forstå hvilke oppgaver slike systemer kan hjelpe oss med.

Konseptet fungerer på forskningsstadiet, men er ikke tilgjengelig for kommersiell bruk ennå

Det finnes mye spennende teknologi og muligheter som blir testet ut i forskningsprosjekter, men som det er uvisst når blir tilgjengelig kommersielt, og til hvilken pris. Eksempler på dette er:

- Implentering av sensordata inn i digitale tvillinger, som brannvesenet kan benytte for å få oversikt over hvordan en brann utvikler seg i sanntid og hvor personer i bygget befinner seg.
- Verktøy som kan estimere brannlast i rom basert på bilde og videoanalyse.
- Verktøy som kan predikere tid til overtenning basert på videobilder av en brann.
- Brannhjelmer med AR-teknologi– som gir røykdykkere tekst og annen informasjon som et filter på IR-video inne i hjelmen for økt informasjonsdeling.

Teknologien er der, men det er ikke attraktivt nok å innføre den

Det er flere problemstillinger knyttet til brannsikkerhet i Norge hvor vi ser potensiale for en forbedring ved å ta i bruk ny teknologi som er tilgjengelig kommersielt. Utfordringen er at det ikke er attraktivt nok å innføre den, ofte fordi det er vanskelig å forsvare investeringen økonomisk, f.eks. ved at man allerede har et lignende produkt som i stor grad dekker det samme behovet, og den forventede forbedringen ikke kan rettferdiggjøres ut fra et kost–nytte-

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

perspektiv. Et konkret eksempel her er de mange unødige brannalarmene med påfølgende unødvendige brannutrykninger, som i stor grad kunne vært løst ved å oppgradere anlegg til nyeste teknologi.

5.4 Utfordringer og etiske dilemmaer ved et "svart-boks" - samfunn?

Et faretrekk ved utviklingen innenfor KI, der det legges opp til at både informasjonsinnhenting og beslutningstaking i større grad skal gjøres av maskiner, er at vi ender opp med et «svart-boks» samfunn, der det er lav terskel for å bruke disse avanserte systemene og generere et svar, men hvor svært få har kunnskap og innsikt i å vurdere om det som kommer ut av maskinen faktisk er et riktig og fornuftig svar. Denne diskusjonen handler ikke om å motsette seg KI, men å bruke den ansvarlig. Det finnes et stort potensial i KI, men det er viktig å forstå begrensningene i teknologien og metodikken.

5.4.1 Begrensninger til en KI-modell

Et åpenbart område relatert til dette temaet er innenfor simulering og CFD. Med økt fokus på KI ser vi nå en utvikling der forskere og selskaper forsøker å erstatte klassisk CFD, med en «svart-boks» KI-modell, som er trent på et begrenset utvalg av CFD-beregninger.

Slike KI-modeller vil være enkle å bruke og har samtidig vist seg å gi nokså gode prediksjoner, og kan være et godt verktøy for å forenkle analyser, og dermed bidra til at skreddersydde løsninger i større grad blir benyttet. Selv om slike modeller har vist seg å kunne predikere enkelte parametere nokså nøyaktig, er det viktig å erkjenne at brann er et meget komplekst fenomen, som påvirkes av en rekke ulike parametere (materialer, geometri, temperatur, fuktighet, ventilasjon, vind m.m.). I virkeligheten varierer disse vesentlig mer enn hva som kan inkluderes i et treningssett til en KI-modell. Videre er CFD-programmer blitt utviklet over flere tiår med basis i fysiske modeller, verifiserte numeriske metoder, validert mot eksperimenter, forbedret og testet igjen gjennom betydelige iterasjoner. Hver modell: turbulens, forbrenning, varmeoverføring m.m. har blitt bygget, testet og forbedret med en nokså dyp forståelse av den underliggende fysikken. Denne forankringen i fysikk og systematisk validering gjør det krevende for rene KI-modeller, trent på et begrenset datasett, å erstatte CFD, særlig i komplekse og nye problemstillinger der pålitelighet og forklarbarhet er avgjørende.

I tillegg til at treningsgrunnlaget for slike modeller ofte er begrenset, er det også en begrensning i seg selv at modellene normalt kun er trent opp og testet mot CFD-genererte datasett. Her er det viktig å huske på at en CFD-beregning også er en representasjon av virkeligheten, og ikke virkeligheten selv, og det å blindt predikere hvordan en større brann skal utvikle seg, selv med CFD, er ofte en meget krevende oppgave. I en blind-prediksjonsstudie [39] forsøkte 10 ulike grupper å predikere hvordan en brann i et rom ville utvikle seg. Av 10 gjennomførte simuleringer, ga kun én gode resultater, fire var akseptable på enkelte punkter, mens fem presterte dårlig. Ingen av simuleringene klarte å angi korrekt tidspunkt for overtenning. Den største utfordringen ved blind prediksjon er å angi korrekt brannutvikling, flammeutbredelse og antennelse av sekundære brennbare materialer.

Hvis vi går tilbake til modellen [14] som ble beskrevet i kapittel 3.1.1, som kunne predikere temperaturutvikling og røykspredning i et vilkårlig bygg, ser vi at alle scenariene modellen ble

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

trent på, hadde ubrennbare overflater som ikke bidrar til brannen. Om man istedenfor hadde hatt et tilsvarende rom med brennbare overflater, ville brannen kunne ha utviklet seg helt annerledes.

Ellers, er det flere av modellene som predikerer røyktetthet og siktforhold. Her er det viktig å minne om at FDS er kjent for å overpredikere røykkonsentrasjon [40] og dermed underpredikere siktforhold. Denne over/underprediksjonen vil en KI-modell arve når den er basert på FDS-simuleringer. Å ikke kjenne til en modells begrensninger kan være kritisk når denne brukes for å avgjøre faktorer som omhandler sikkerhet. Dette er en særlig fallgruve for brukere med liten erfaring fra simulering eller begrenset forståelse av fenomenet brann.

5.4.2 Forståelig KI og etiske dilemmaer

Til tross for at KI har et stort potensiale, er det og noen som er skeptiske til å stole for mye på KI. Det er allerede godt kjent at programmer som chatGPT har en tendens til å finne på informasjon og vise til kilder som ikke finnes [18].

Mange KI-modeller benytter neurale nettverk, der brukeren ikke vil ha mulighet til å forstå hvorfor KI-modellen oppførte seg slik den gjorde. I prinsippet blir dette da en «svart-boks»-teknologi. Dersom man skal bruke KI til å ta avgjørelser som i ytterste konsekvens kan handle om liv og død, er det kritisk at vi forstår hvordan KI-modellen tar sine avgjørelser, og at den ikke gir en skjevhet i avgjørelser (etiske, juridiske) basert på trening fra ikke-representative datasett. Denne problemstillingen gjelder for en rekke områder hvor KI er forventet å spille en rolle i fremtiden, som automatisk bilkjøring, militære applikasjoner, sikkerhet og finans m.m. Som svar på denne skepsisen finnes det nå en gren innenfor KI-teknologi, kalt eXplainable Artificial Intelligense, eller bare XAI [41], med fokus på at man bedre skal forstå på hvilket grunnlag KI-modeller gjør beslutninger.

Relatert til brann er det mulig at vi om noen år frem i tid får så smarte KI-systemer at de med stor nøyaktighet kan anslå hvor i en bygning det befinner seg personer og predikere hvordan en brann vil utvikle seg, og dermed kunne gi beslutningsstøtte ved brann og tydelig gi anbefalinger om hvilken strategi som vil være mest optimal. F.eks., *start evakuering fra dør A, ettersom flest personer befinner seg i den delen av bygningen, og start slokkeinnsats ved fasade B med den typen slokkeverktøy. Anbefalt vannmengde er X antall liter i minuttet. Prioriter å beskytte rom Y, da overtenning i dette rommet raskt vil kunne gi spredning til flere etasjer.*

I et slikt tilfelle, kan vi være sikre på at modellen er smart nok til å forstå små nyanser i kodene, eller er nøyaktig nok til å gi pålitelig hjelp under en komplisert brannsituasjon? Denne usikkerheten kan føre til ulike etiske dilemmaer. Et tenkt eksempel kan f.eks. være en situasjon der brannmannskaper blir saksøkt av byggeiere eller pårørende for feilaktige avgjørelser, fordi de:

1) fulgte erfaringsbasert intuisjon om hva som var rett å gjøre, og ikke valgte strategien anbefalt av KI-modellen, som det i ettertid viste seg at man skulle ha gjort.

2) valgte å følge KI-modellen sitt forslag, selv om det stred mot sunn fornuft, og som i ettertid vise seg å være feil.

Begge eksemplene ovenfor er situasjoner som kan bidra til beslutningsvegring blant mannskaper, og bidra til at brannmannskaper slutter å tenke og stole på seg selv. Det er derfor

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

kritisk at det før innføring av slik teknologi finnes tydelige rammer for hvordan slike situasjoner skal håndteres.

En annen fallgruve knyttet til slik teknologi, er at man gjør seg for avhengig av den, og den dagen KI-systemet ikke virker, kan brannmannskaper ha mistet eller ha fått redusert sin evne til selvstendig tenking og det å stole på egen erfaring og kunnskap. Et relatert eksempel til dette beskrives i en studie[1] [42] der kirurger som over en periode hadde gjennomført koloskopi[2] med KI-assistanse, oppdaget 23 % færre kreftsvulster når de undersøkte dette uten assistanse fra KI. Forskerne mente dette kunne indikere at langvarig bruk av KI kan svekke legers egen vurderingsevne og kritiske tenkning.

[1] Leger tok dårligere vurderinger av kreft i tarmen med koloskopi med kunstig intelligens, KI – NRK Trøndelag – Lokale nyheter, TV og radio
[2] Koloskopi: En medisinsk undersøkelse der det benyttes et kamera for å inspisere tarmen.

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

6 Konklusjoner og anbefalinger

6.1 Konklusjoner

I dette prosjektet har vi sett nærmere på status og muligheter for bruk av kunstig intelligens (KI), digitalisering og ny teknologi for å forbedre brannsikkerheten i samfunnet vårt. Gjennom samtaler med ulike brannvesen og teknologiselskaper er det tydelig at måten brannvesen og brannrådgivere jobber på er i en stadig utvikling. Under følger status i dag basert på kommersiell teknologi, konsepter på forskningsstadiet og muligheter i fremtiden.

Brannvesen

Fase 1: Oppdage og varsle, og Fase 2: Utrykning og forberedelser til hendelsen

Bruken av **video** har økt betydelig de siste årene gjennom droner, dashbord-kamera, hjelm- og kroppskameraer og video fra innringere. Dette gir brannvesenet bedre forutsetninger for å forstå omfanget av en brann før de ankommer hendelsesstedet og utviklingen underveis i slokkearbeidet.

Noe frem i tid forventes det at KI ved mottak av et nødanrop i større grad vil **lytte på samtalen**, finne automatisk adresse og finne støttelitteratur til hendelsen.

eCall er et automatisk nødvarslingssystem installert i nyere biler. Slike eCalls har vært nyttig i mange situasjoner ved at det varsles om nøyaktig posisjon, antall personer og om det er en høyenergiskade via airbagstatus. Samtidig har det vært noen feilalarmer.

Unødige alarmer er et stort problem i brann-Norge, og kan i ytterste konsekvens føre til at folk ikke tar en brannalarm på alvor, og gjør endringer på alarmanlegget slik at det vanskeligere kan detektere en brann. Videre fører dette til stor belastning på brannmannskaper, og stjeler tid som kunne blitt brukt på trening og hvile. Mange av de unødige alarmene kunne sannsynligvis ha vært unngått dersom sensorer med nyeste teknologi hadde vært installert. Her ligger altså ikke problemet i teknologien, men at det er for få insentiver for byggeiere til å velge den beste teknologien. Antallet unødige alarmer kan trolig reduseres ved å stille strengere krav til hvilke sensorer som skal være tillatt å installere, innføre støtteordninger for å oppgradere anlegg, samt vurdere om sanksjonsmetoden for unødig alarm er avskrekkende nok.

Om man klarer å løse problemet med alle de unødige alarmene er det et mulighetsrom for å tillate at **smarte røykvarslere** fra privatboliger varsler direkte til 110-sentralen. Dette vil da gi raskere utrykning til den bygningstypen der flest personer omkommer i brann.

Smart trafikkstyring og ruteplanlegging for å gi utrykningskjøretøy raskere og tryggere fremkommelighet er foreløpig lite utbredt i Norge, men erfaringer fra enkelte europeiske byer viser at det er teknologisk mulig å realisere allerede i dag.

Fase 3: Slokkeinnsats og ulykkeshåndtering

Tilgang på **video fra droner og hjelmkameraer** har blitt vanlig for flere brannvesen og gjør at man nå får mye mer informasjon om hvordan en brann utvikler seg både innvendig og utvendig, som gir et bedre grunnlag for å vurdere hvilke strategier man skal velge for å håndtere

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

situasjonen. Videomaterialet gir også bedre grunnlag for å evaluere brannen og innsatsen i etterkant. Det forventes at dette feltet vil utvikle seg betydelig i årene som kommer med mer avanserte videomuligheter, f.eks. hjelmkameraer med IR som både kan sees av røykdykker og streames av innsatsleder.

Mange brannvesen har nå anskaffet **droner,** eller har tilgang på drone enten via politiet eller nabobrannvesen, og erfaringene viser at de i en rekke situasjoner fungerer som et allsidig og nyttig verktøy. Samtidig er det mange mindre brannvesen som ikke har tilgang på droner, og det er også store forskjeller mellom hvor avanserte løsninger som er tatt i bruk. Bruken av droner forventes å bli mer og mer utbredt i årene som kommer, samtidig som det er stort potensiale i å utnytte droner mer enn hva som blir gjort i dag. Eksempler på dette kan være større utbredelse av «droner i boks»-løsninger, droner som aktiveres straks det kommer inn en nødmelding, og droner som kartlegger og rekognoserer et område med høy risiko for brann.

Slokkeroboter har blitt tatt i bruk av flere brannvesen, og har vist seg å være en betydelig ressurs ved større hendelser. Slike roboter har blant annet blitt brukt til å trekke ut kjøretøy fra parkeringskjellere, trykksette store rom, og bidratt med en betydelig slokkekapasitet ved større hendelser. Slokkeroboters viktigste bidrag er nok likevel at den kan gjøre en innsats i områder med høy risiko for røykdykkere. Med stadig økende fokus på å redusere eksponeringen for varme og røyk, samt å redusere risiko for røykdykkere, forventer vi at antallet og utvalget av ulike robotiserte løsninger vil øke fremover. Et eksempel på en slik alternativ teknologi, er robothunder som er lettere og smidigere og bedre egnet for søk- og redning, samt å bevege seg i trapper, smale passasjer og ujevnt terreng. Slike mindre roboter vil heller ikke kreve et dedikert transportkjøretøy, og på den måten være lettere å transportere rundt.

VR-trening blir mer og mer tatt i bruk, og gir brannvesenet mulighet til å trene mot varierte scenarier uten at de selv utsetter seg for helsefarlig røyk og partikler. Det forventes at VR-trening vil bli stadig mer utbredt og mer og mer virkelighetsnært ved at man kan legge til effekter som reell slangehåndtering, bevegelse på tredemøller og økt temperatur og fuktighet. Utvikling av digitale tvillinger gjør og at man etter hvert kan gjennomføre øvelser i modeller basert på reelle bygg.

På forskningsfronten utvikles det modeller for å **predikere brannutvikling** og tid til overtenning av bygg basert på videoteknologi. Når denne teknologien blir kommersielt tilgjengelig, kan den gi beslutningsstøtte underveis og i forkant av en brann.

Fase 4: Evaluering og rapportering av innsatsen

Læring fra branner skjer i dag primært innad i de ulike brannvesenene, og i liten grad mellom ulike brannvesen. På overordnet nivå bidrar denne mangelen på erfaringsoverføring sannsynligvis til at feil gjentas, dårlige praksiser opprettholdes og graden av forbedring forblir lavere enn den kunne ha vært. I dag utnyttes heller ikke potensialet i å lære fra tilgjengelig videomaterialet godt nok, blant annet på grunn av restriksjoner knyttet til personvern og videorettigheter.

KI vil kunne bidra til at rapporter og innsatslogger i større grad kan genereres automatisk. Dette vil bidra til å spare tid, samt få et mer uniformt loggformat som gjør det lettere å systematisere data, samt hente ut statistikk og trender. KI vil også kunne automatisere anonymisering av rapporter og videoer for enklere deling eksternt og senke terskelen for at slikt materiale kan brukes til lærings- og evalueringsformål.

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

I 2026 vil **Branntavla** lanseres, som en nasjonal plattform for læring av branner. Her vil brannvesen kunne sende inn læring fra hendelser. Et fagteam vil gjennomgå alle innsendte læringsforslag å utarbeide generaliserte og kvalitetssikrede læringspunkter som vil være åpent tilgjengelig for alle.

Loggføring etter en innsats gjøres i dag manuelt. Med en ny **kommunikasjonsløsning** for 110-sentralene fra 2026 vil dette forenkles ved at all dialog automatisk transkriberes. Det er forventet at flere automatiske løsninger for mer effektiv rapportering vil komme etter hvert.

Brannprosjektering

Det finnes allerede eksempler der KI bidrar til **automatisering av oppgaver og prosesser**. Eksempler på dette er generering av enkle brannkonsepter og systematisering av dokumenter for bedre kvalitetskontroll. Det er forventet at generering av enkle **brannkonsepter** med preaksepterte ytelser i fremtiden vil skje helt **automatisk**, slik at brannrådgivere i større grad kan bruke tiden på mer avanserte analyser og komplekse bygg. Det er og et pågående arbeid for at man automatisk kan kontrollere prosjekteringsunderlag mot gjeldende regelverk, slik at man kan gjøre branntekniske tilpasninger på et tidligere tidspunkt i prosjekteringsfasen, der både mulighetene for å gjøre endringer er større og kostnadene for å gjøre endringene er lavere.

Flere studier har også utviklet **forenklede analysemodeller**, som er trent opp på data fra brannsimuleringer. Resultater viser godt samsvar mellom predikerte verdier og simulerte verdier, selv om modellene har noen begrensninger. De foreløpige forenklede analysemodellene er ikke tilgjengelig som kommersielle dataverktøy, og vi kjenner ikke til at slike forenklede analyser har blitt benyttet av rådgiverselskaper per nå. Det forventes imidlertid at kvaliteten og tilgjengeligheten til slike modeller vil bli vesentlig bedre med tiden. Bruk av slike forenklede analyser vil kunne forenkle og betydelig effektivisere analysejobben tilhørende analytisk prosjektering og dermed bidra til at denne formen for prosjektering i økende grad blir benyttet, der den i utgangspunktet ikke er påkrevd. Dette vil kunne bidra til flere skreddersydde løsninger som enten kan gi økonomiske besparelser, bedre klimatilpassede løsninger eller gi økt brannsikkerhet.

Forebygging

Det finnes i dag programvare basert på KI som **kategoriserer og systematiserer FDV-dokumentasjon** og gjør disse dokumentene søkbare. Dette har bidratt til bedre datagrunnlag for risikovurderinger og rapportering, samt færre manuelle oppgaver ved dokumentasjonskontroll og tilsyn. Flere tilgjengelige og mer avanserte kommersielle produkter for strukturering av dokumenter forventes å bli tilgjengelig.

I dag ser vi flere eksempler på teknologi som **overvåker systemer eller funksjoner** basert på sensorteknologi. Eksempler på dette er:

1) En **pipesensor** vil predikere når det er behov for feiing neste gang basert på hvor mye og hvordan fyringsanlegget har vært i bruk, og på den måten redusere antallet fyringsanlegg som feies unødig.

2) Et **kontinuerlig overvåket sprinkleranlegget** gir oversikt over om et anlegg er operativt eller ikke, og utfører samtidig ukentlig og månedlig ettersyn av anlegget automatisk.

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

Droner har blitt tatt i bruk for å inspisere skorsteiner, som gir bedre HMS, økt effektivitet, bedre tilkomst, enklere dokumentasjon og bedre samarbeid med beboere/eiere.

Dynamiske risikomodeller kan gi et forvarsel om når kritiske branner kan oppstå. Det finnes allerede eksempler på slike modeller, blant annet skogbrannfareindeksen og en modell for prediksjon av når en større brann i tett trehusbebyggelse kan oppstå. Det forventes at dynamiske risikomodeller vil bli mer avanserte, treffsikre og mer utbredt i fremtiden. Dette kan bidra til bedre organisering av ressurser og beredskap slik at man er bedre rustet til å håndtere større branner som oppstår.

Fastmonterte robotiserte slokkeroboter har blitt installert flere plasser der et ordinært automatisk slokkeanlegg ikke er egnet, f.eks. i avfallsanlegg. Disse kan detektere og slokke/kontrollere en brann automatisk, men kan også overstyres av en operatør. Det skjer kontinuerlig utvikling av deteksjonsteknologi, som gjør at branner og branntilløp i økende grad kan oppdages på et tidligere tidspunkt, samt at andelen unødige alarmer vil reduseres.

Det er en økende bruk av **digitale tvillinger** og mange forslag til hvordan dette kan øke brannsikkerheten. Eksempler på slike konsepter er:

1) Bedre risikostyring og redusert brannrisiko underveis i et byggeprosjekt basert på en digital modell av bygget som kontinuerlig oppdateres med nye endringer samlet inn av robotiserte løsninger.

2) Bruk av **VR og digitale tvillinger** kan la brannmannskaper bli kjent i et bygg uten å fysisk måtte reise dit.

Annet

Basert på samtaler med ulike brannvesen, er vårt inntrykk at **innovasjon** i brannvesenet skjer i liten grad av initiativ fra ledelsen, men heller fra teknologiinteresserte enkeltansatte. **Fordelen** er at brannvesen kan kjøpe inn og teste ut produkter og løsninger som de selv har tro på, og ikke er begrenset av rammeavtaler med produsenter m.m. **Ulempen** er at dette kan føre til dårlige investeringer og at ulike brannvesen ender opp med ulike løsninger som gir liten erfaringsoverføring, og at deling på ressurser og utstyr ved større hendelser blir mer utfordrende.

Et mulig risikomoment ved KI-utviklingen er at vi ender opp med et «svart-boks»-samfunn, der avanserte modeller genererer raske svar på komplekse problemer, og der få har mulighet for å forstå om det genererte svaret er riktig. Innen brann kan fremtidige KI-løsninger trolig forutsi antall personer i et bygg og estimere brannutviklingen, og basert på dette gi strategiske anbefalinger. Men hva skjer når KI foreslår en løsning som strider mot erfaringsbasert intuisjon? Slike situasjoner kan skape etiske dilemmaer og beslutningsvegring. Derfor må tydelige rammer være på plass før teknologien tas i bruk

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

6.2 Anbefalinger

Basert på innholdet og konklusjonene i denne rapporten har vi følgende anbefalinger til brannvesen og nasjonale myndigheter:

Anbefalinger til brannvesen

1. **Å lære fra branner bør forankres i organisasjonen.**
   For å oppfylle kravene om læring av branner i forskrift om brannforebygging § 20, bør dette forankres i hele organisasjonen. Dette innebærer at det må settes av tilstrekkelige ressurser til å evaluere branner, at det skjer på en mer strukturert måte, og inkluderer både forebyggende og operativt personell. Nye digitale løsninger kan bidra til å effektivisere og forbedre dette arbeidet. Det anbefales å aktivt benytte DSBs Branntavla for spredning eksternt.

2. **Øke samarbeid og informasjonsdeling med andre brannvesen.**
   Dette vil øke bevisstheten, kunnskapsnivået og erfaringer om nytt utstyr og ny teknologi på markedet, samt gi et bedre grunnlag for å vurdere om man trenger utstyret selv.

Anbefalinger til nasjonale myndigheter

1. **Tilrettelegge for nasjonale samarbeidsarenaer for teknologi.**
   Etablere strukturer og arenaer som gjør det mulig for brannvesen å samkjøre opplæring, dele kompetanse, erfaringer, muligheter og ressurser innen ny teknologi (f.eks. droner, sensorer, slokkeroboter og KI).

2. **Sikre drift og videreutvikling av digitale læringsplattformer (Branntavla og digibib)**
   Vær proaktiv i å legge til rette for erfaringsdeling og kunnskapsutveksling og vurder funksjoner som gjør læring lett tilgjengelig for operativt personell.

3. **Bidra til å redusere teknologiske forskjeller mellom kommuner**
   Utvikle virkemidler som sikrer at brannvesen med begrensede ressurser ikke blir hengende etter i digitalisering og teknologisk utvikling.

4. **Tilrettelegg for trygg og effektiv deling av data**
   Utarbeide klare retningslinjer og brukervennlige verktøy som gjør det mulig for brannmannskaper å anonymisere sensitive opplysninger i rapporter og videoopptak fra branninnsatser på en effektiv og standardisert måte. Dette vil sikre at materialet oppfyller juridiske krav til personvern og dermed lettere kan brukes og deles som læringsgrunnlag.

5. **Oppdater standarder og regelverk i takt med teknologisk utvikling**
   Vurder krav til utstyr og teknologi for å sikre at bedre og mer brannsikre systemer og komponenter enklere tas i bruk av markedet.

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

7 Referanser

[1] JD, “Stortingsmelding nr. 16 (2023-2024) Brann- og redningsvesenet - Nærhet, lokalkunnskap og rask respons i hele landet.” Justis- og beredskapsdepartementet, 22 Mar. 2024.

[2] D. Malm and A.-I. Petterson, “Reliability of Automatic Sprinkler Systems - an Analysis of Available Statistics,” Lund University, 5270, 2008.

[3] K. Frank, N. Gracestock, M. Spearpoint, and C. Fleischmann, “A review of sprinkler system effectiveness studies,” *Fire Sci. Rev.*, vol. 6, no. 2, 2013, doi: https://doi.org/10.1186/2193-0414-2-6.

[4] S. A. Abdulrahman, K. Chetehouna, A. Cablé, Ø. Skreiberg, and M. Kadoche, “A review on fire suppression by fire sprinklers,” *J. Fire Sci.*, vol. 39, no. 6, pp. 512–551, Nov. 2021, doi: https://doi.org/10.1177/07349041211013698.

[5] A. S. Bøe and C. Sesseng, “Krav til ettersyn og pålitelighet til sprinkleranlegg,” RISE Fire Research, Trondheim, Norge, A19 20412:01, June. 2019.

[6] R. D. Strand and L. M. Kristensen, “An implementation, evaluation and validation of a dynamic fire and conflagration risk indicator for wooden homes,” *15th Int. Conf. Ambient Syst. Netw. Technol. Netw. ANT 7th Int. Conf. Emerg. Data Ind. 40 EDI40 April 23-25 2024 Hasselt Univ. Belg.*, vol. 238, pp. 49–56, Jan. 2024, doi: 10.1016/j.procs.2024.05.195.

[7] E. Storum, “Masteroppgave: Kan sensorteknologi og KI bidra til bedre risikobaserte tjenester innen tilsyn og feiing av fyringsanlegg?,” NTNU, 2025.

[8] C. Moscoso, J. Skjermo, H. Karlsson, P. Arnesen, C.-J. Södersten, Å. S. Hoem, and G. D. Jenssen, “Analysis of spatial and design factors for users’ acceptance of rescue rooms in road tunnels: An exploratory study using Virtual Reality,” *Fire Saf. J.*, vol. 150, p. 104272, Dec. 2024, doi: 10.1016/j.firesaf.2024.104272.

[9] J. Skjermo, C. Moscoso, D. Nilsson, H. Frantzich, Å. S. Hoem, P. Arnesen, and G. D. Jenssen, “Analysis of visual and acoustic measures for self-evacuations in road tunnels using virtual reality,” *Fire Saf. J.*, vol. 148, p. 104224, Sept. 2024, doi: 10.1016/j.firesaf.2024.104224.

[10] Y. Ding, R. Deng, Y. Zhang, X. Huang, N. Elhami-Khorasani, and T. Gernay, “Automatic assessment of fuel load and fire risk via digitized database and intelligent computer vision,” *Process Saf. Environ. Prot.*, vol. 197, p. 107031, May. 2025, doi: 10.1016/j.psep.2025.107031.

[11] Direktoratet for byggkvalitet, *Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning*. 2017.

[12] H. T. Nguyen, K. T. Q. Nguyen, T. C. Le, and G. Zhang, “Review on the Use of Artificial Intelligence to Predict Fire Performance of Construction Materials and Their Flame Retardancy,” *Molecules*, vol. 26, no. 4, 2021, doi: 10.3390/molecules26041022.

[13] K. McGrattan, R. McDermott, M. Vanella, E. Mueller, S. Hostikka, and J. Floyd, “Fire Dynamics Simulator User’s Guide, Sixth Edition,” National Institute of Standards and Technology, 2023.

[14] S. Rianto, Y. Zeng, X. Huang, and X. Lu, “Generative artificial intelligence for fire scenario analysis in complex building design layouts,” *Fire Saf. J.*, vol. 155, p. 104427, Sept. 2025, doi: 10.1016/j.firesaf.2025.104427.

[15] Y. Zeng, Y. Li, P. Du, and X. Huang, “Smart fire detection analysis in complex building floorplans powered by GAN,” *J. Build. Eng.*, vol. 79, p. 107858, Nov. 2023, doi: 10.1016/j.jobe.2023.107858.

[16] Y. Zeng, X. Zhang, L. Su, X. Wu, and H. Xinyan, “Artificial Intelligence tool for fire safety design (IFETool): Demonstration in large open spaces,” *Case Stud. Therm. Eng.*, vol. 40, p. 102483, Dec. 2022, doi: 10.1016/j.csite.2022.102483.

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

[17] H. Guo, “Implications for Self-organising in Managing Construction Projects,” *Front. Bus. Econ. Manag.*, vol. 6, no. 2, pp. 28–31, 2022, doi: 10.54097/fbem.v6i2.2636.
[18] H. Hostetter, M. Z. Naser, X. Huang, and J. Gales, “The role of large language models (AI chatbots) in fire engineering: An examination of technical questions against domain knowledge,” *Nat. Hazards Res.*, vol. 4, no. 4, pp. 669–688, Dec. 2024, doi: 10.1016/j.nhres.2024.06.003.
[19] H. Persson and R. F. Mikalsen (editor), “Veileder silobrann, 13 tiltak og 4 advarsler,” RISE Fire Research, Trondheim, Norway, RISE-rapport 2023:67, Oct. 2023.
[20] Standard Norge, “NS-EN 54 Brannalarmanlegg,” *Standard Norge nettbutikk*, 2022. [Online]. Available: https://www.standard.no/nettbutikk/sokeresultater/?search=ns-en+54-. [Accessed: 28 Aug. 2022].
[21] “UL 268 - Smoke detectors for fire alarm systems.” 2025.
[22] Justis- og beredskapsdepartementet, *Forskrift om organisering, bemanning og utrustning av brann- og redningsvesen og nødmeldesentralene (brann- og redningsvesenforskriften)*. 2021.
[23] H. Fang, S. M. Lo, Y. Zhang, and Y. Shen, “Development of a machine-learning approach for identifying the stages of fire development in residential room fires,” *Fire Saf. J.*, vol. 126, p. 103469, Dec. 2021, doi: 10.1016/j.firesaf.2021.103469.
[24] M. H. Mozaffari, Y. Li, and Y. Ko, “Real-time detection and forecast of flashovers by the visual room fire features using deep convolutional neural networks,” *J. Build. Eng.*, vol. 64, p. 105674, Apr. 2023, doi: 10.1016/j.jobe.2022.105674.
[25] P. Negi, A. Pathani, B. C. Bhatt, S. Swami, R. Singh, A. Gehlot, A. K. Thakur, L. R. Gupta, N. Priyadarshi, B. Twala, and V. S. Sikarwar, “Integration of Industry 4.0 Technologies in Fire and Safety Management,” *Fire*, vol. 7, no. 10, 2024, doi: 10.3390/fire7100335.
[26] A. Cuesta, O. Abreu, A. Balboa, and D. Alvear, “Real-time evacuation route selection methodology for complex buildings,” *Fire Saf. J.*, vol. 91, pp. 947–954, 2017.
[27] Y. Ding, X. Chen, Y. Zhang, and X. Huang, “Smart building evacuation by tracking multi-camera network and explainable Re-identification model,” *Eng. Appl. Artif. Intell.*, vol. 148, p. 110394, May. 2025, doi: 10.1016/j.engappai.2025.110394.
[28] X. Zhang, Y. Jiang, X. Wu, Z. Nan, Y. Jiang, J. Shi, Y. Zhang, X. Huang, and G. G. Q. Huang, “AIoT-enabled digital twin system for smart tunnel fire safety management,” *Dev. Built Environ.*, vol. 18, p. 100381, Apr. 2024, doi: 10.1016/j.dibe.2024.100381.
[29] J. Cheng, N. Yang, S. Jiang, and C. Xiong, “Real-time forecast of tunnel fire scenario and hazard based on external smoke images,” *Tunn. Undergr. Space Technol.*, vol. 158, p. 106377, Apr. 2025, doi: 10.1016/j.tust.2025.106377.
[30] J. Pelletier, “Maui wildifres of August8, 2023 Preliminary after-action report,” Maui Police Department.
[31] D. M. Molina-Terrén, G. Xanthopoulos, M. Diakakis, L. Ribeiro, D. Caballero, G. M. Delogu, D. X. Viegas, C. A. Silva, and A. Cardil, “Analysis of forest fire fatalities in Southern Europe: Spain, Portugal, Greece and Sardinia (Italy),” *Int. J. Wildland Fire*, vol. 28, no. 2, pp. 85–98, 2019, doi: https://doi.org/10.1071/WF18004.
[32] B. Shaddy, D. Ray, A. Farguell, V. Calaza, J. Mandel, J. Haley, K. Hilburn, D. V. Mallia, A. Kochanski, and A. Oberai, “Generative Algorithms for Fusion of Physics-Based Wildfire Spread Models with Satellite Data for Initializing Wildfire Forecasts,” *Artif. Intell. Earth Syst.*, vol. 3, no. 3, p. e230087, July. 2024, doi: 10.1175/AIES-D-23-0087.1.
[33] A. Kamilaris, J. B. Filippi, C. Padubidri, R. Koole, and S. Karatsiolis, “Examining the potential of mobile applications to assist people to escape wildfires in real-time,” *Fire Saf. J.*, vol. 136, p. 103747, Apr. 2023, doi: 10.1016/j.firesaf.2023.103747.
[34] JD, “Lov om vern mot brann, eksplosjon og ulykker med farlig stoff og om brannvesenets redningsoppgaver (brann og eksplosjonsvernloven), LOV-2002-06-14-20.” Justis- og beredskapsdepartementet, 2002.
[35] Justis- og beredskapsdeparementet, *Forskrift om brannforebygging*. 2015.

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

[36] Justis- og beredskapsdepartementet, *Lov om rett til innsyn i dokument i offentleg verksemd (offentleglova)*. 2006.
[37] L. S. Zavodna, M. Überwimmer, and E. Frankus, “Barriers to the implementation of artificial intelligence in small and medium-sized enterprises: Pilot study,” *J. Econ. Manag.*, vol. 46, pp. 331–352, 2024, doi: 10.22367/jem.2024.46.13.
[38] K. Hox and A. S. Bøe, “Slokkemetoder med lite vann,” SP Fire Research, Trondheim, Norway, A17 20099-01:1, 2017.
[39] G. Rein, J. L. Torero, W. Jahn, J. Stern-Gottfried, N. L. Ryder, S. Desanghere, M. Lázaro, F. Mowrer, A. Coles, D. Joyeux, D. Alvear, J. A. Capote, A. Jowsey, C. Abecassis-Empis, and P. Reszka, “Round-robin study of a priori modelling predictions of the Dalmarnock Fire Test One,” *Fire Saf. J.*, vol. 44, no. 4, pp. 590–602, May. 2009, doi: 10.1016/j.firesaf.2008.12.008.
[40] T.-K. Hong and S.-H. Park, “Validation of fire dynamics simulator predictions incorporating measured smoke characteristics – Part 1: Smoke concentration and particle deposition,” *Case Stud. Therm. Eng.*, vol. 74, p. 106990, Oct. 2025, doi: 10.1016/j.csite.2025.106990.
[41] A. Barredo Arrieta, N. Díaz-Rodríguez, J. Del Ser, A. Bennetot, S. Tabik, A. Barbado, S. Garcia, S. Gil-Lopez, D. Molina, R. Benjamins, R. Chatila, and F. Herrera, “Explainable Artificial Intelligence (XAI): Concepts, taxonomies, opportunities and challenges toward responsible AI,” *Inf. Fusion*, vol. 58, pp. 82–115, June. 2020, doi: 10.1016/j.inffus.2019.12.012.
[42] K. Budzyń, M. Romańczyk, D. Kitala, P. Kołodziej, M. Bugajski, H. O. Adami, J. Blom, M. Buszkiewicz, N. Halvorsen, C. Hassan, T. Romańczyk, Ø. Holme, K. Jarus, S. Fielding, M. Kunar, M. Pellise, N. Pilonis, M. F. Kamiński, M. Kalager, M. Bretthauer, and Y. Mori, “Endoscopist deskilling risk after exposure to artificial intelligence in colonoscopy: a multicentre, observational study,” *Lancet Gastroenterol. Hepatol.*, doi: 10.1016/S2468-1253(25)00133-5.

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

Vedlegg A – Regnestykke for årlig besparelse ved bruk av pipesensor

Prisen for en pipesensor er, per 2025, 650 kr i oppstartskostnad og 120 kr i årlig abonnement. Vi har fått tilsendt[1] et regnestykke som viser at for en kommune med 10 000 piper, vil årlig besparelse være 3,5 millioner (hvis man ser bort ifra oppstartskostnaden), mens den årlige sensorkostnaden vil utgjøre 1,2 millioner, altså en netto besparelse på ca. 2,3 milioner. Dette regnestykket baserer seg på at 25 % av pipene i utgangspunktet feies, mens med pipesensorer vil dette reduseres til 10 %. Kostnad per feiing er beregnet til 2300 kr/pipe basert på tall produsenten har mottatt fra Bergen brannvesen.

Hvis man tar hensyn til oppstartskostnaden for det samme eksempelet på 6,5 millioner[2], vil denne kostnaden være spart inn på ca. 3 år. Alternativt kan man, ifølge produsenten, få et grønt lån som gjør at oppstartskostnaden kan fordeles utover 8 år, som da istedenfor gir en årlig (rente+avdrags)-kostnad på ca. 100 kr pr sensor pr år. Tilbake til eksempelet, vil dette regnestykket da gi en årlig besparelse på 2,2 millioner kroner fra første år. Produsenten oppgir også en garanti på sensoren i 8 år, som sikrer at det ikke oppstår dyre kostnader til drift i den perioden lånet skal tilbakebetales.

For brannvesen som vurderer å investere i denne løsningen bør egne kost/nytte-analyser utføres, og erfaringer fra pilotprosjekter bør vurderes.

[1] E-post fra AirMont 14.08.2025.
[2] 650 kr/pipesensor x 10 000 piper

This work is licensed under CC-BY-ND 4.0

RISE – Research Institutes of Sweden
ri.se / info@ri.se / post@risefr.no / (+47) 464 18 000 / risefr.no
Postboks 4767 Torgården, 7465 Trondheim

RISE Fire Research
RISE Rapport: 2026:21
ISBN: 978-91-90109-48-9