



SINTEF



Foto: Carina Johansen, Stavanger Aftenblad

Rapport

Uavhengig undersøkelse av brann i ettersorteringsanlegg 22. juli 2022

Forfattere:

Pål Brennhovd, Johan Kristian Møller, Ranveig Kviseth
Tinmannsvik, Stig Winge, Joel Blom, Brynhild Garberg Olsø,
Anita Øren, Hanne Kvitsand

Rapportnummer:

2023:00573 - Åpen

Oppdragsgiver:

IVAR IKS

Rapport

Uavhengig undersøkelse av brann i ettersorteringsanlegg 22. juli 2022

EMNEORD

Brann

Avfallsanlegg

Ettersortering

Samhandling nødetater

Uavhengig undersøkelse

VERSJON

01

DATO

2023-05-22

FORFATTERE

Pål Brennhovd, Johan Kristian Møller, Ranveig Kviseth Tinmannsvik, Stig Winge, Joel Blom, Brynhild Garberg Olsø, Anita Øren, Hanne Kvitsand

OPPDRAGSGIVER

IVAR IKS

OPPDRAGSGIVERS REFERANSE

Ingrid Nordbø

PROSJEKTNUMMER

102028558

ANTALL SIDER

72 (inkl. vedlegg)

SAMMENDRAG

Sammendrag

ANSVARLIG

Hanne Kvitsand

SIGNATUR


Hanne Kvitsand (May 22, 2023 17:16 GMT+2)**KONTROLLERT AV**

Anne Steen-Hansen, RISE Fire Research

SIGNATUR

**GODKJENT AV**

Vibeke Nossum

SIGNATUR

**RAPPORT NR.**

2023:00573

ISBN

978-82-14-07779-7

GRADERING

Åpen

GRADERING DENNE SIDE

Åpen

Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
1.0	2023-05-22	Rapport til oppdragsgiver

Forord

SINTEF AS har vært engasjert av IVAR IKS for å gjennomføre en uavhengig undersøkelse av brann som oppstod 22. juli 2022 i et avfallsanlegg for ettersortering av husholdningsavfall på Forus i Sandnes kommune. Formålet med undersøkelsen har vært å klarlegge hendelsesforløpet, undersøke årsakene til at brannen oppstod og dens utvikling, og foreslå anbefalinger for å redusere faren for lignende hendelser i fremtiden.

Undersøkelsen er utført av en tverrfaglig ekspertgruppe med personell fra SINTEF AS og RISE. Analysene i undersøkelsen er basert på informasjon som har vært tilgjengelig for undersøkelsesgruppen i perioden 21. november 2022 til 30. april 2023.

En rekke personer har bidratt med informasjon om hendelsen og om forhold relatert til avfallsanlegget. Vi vil rette en stor takk til alle som har latt seg intervju, og til de som har bidratt med å fremskaffe dokumenter og annen informasjon.

Trondheim, 22. mai 2023

Pål Brennhovd
Undersøkelsesleder

Hanne Margrethe Lund Kvitsand
Prosjektleder

Sammendrag

Om brannen på Forus 22. juli 2022

Denne rapporten oppsummerer resultatene fra SINTEF sin uavhengige undersøkelse av brannen som oppstod på IVAR IKS sitt ettersorteringsanlegg 22. juli 2022. Hensikten med undersøkelsen har vært å klarlegge hendelsesforløpet, analysere direkte årsaker og bakenforliggende forhold til at brannen oppstod og dens omfang, samt identifisere læringspunkter og anbefalinger for å redusere faren for lignende hendelser i fremtiden.

I løpet av de tre årene ettersorteringsanlegget var i drift, erfarte driftsorganisasjonen 70-80 branttilløp. Disse branttilløpene hadde blitt slokket raskt, og fikk kun mindre konsekvenser. Brannen fredag 22. juli 2022 var den første i forbindelse med papiravfall i ettersorteringsanlegget, og første gang brannvesenets innsatsstyrke hadde rykket ut til anlegget. Brannen fikk store materielle konsekvenser.

SINTEF konkluderer med at brannen var en systemulykke, hvor en kombinasjon av flere direkte og bakenforliggende forhold medvirket til brannen.

Den systemiske tilnærmingen innebærer vurderinger av driftsorganisasjonen; det vil si ledelsen i IVAR IKS og stabsfunksjoner på overordnet nivå og de delene av organisasjonen som sørget for driften av ettersorteringsanlegget. I tillegg er det gjort en vurdering av prosjektering og utbygging av anlegget og innsatsen til brann- og redningsvesenet i forbindelse med brannen.

Ettersorteringsanlegget var et nytt anlegg, og driftsorganisasjonen som hadde blitt etablert, var ikke kommet helt på plass da brannen inntraff. Anlegget hadde krevende prosesser, der avfallet skulle forflyttes gjennom forskjellige delprosesser i en stor bygningsmasse. Det har vært behov for justeringer både av tekniske systemer og driftsorganisasjonen underveis i anleggets driftsperiode. Utfordringen har vært å sikre at anlegget til enhver tid ivaretok brannsikkerheten, samtidig med effektiv avfallssortering.

Direkte årsaker til brannen og dens utvikling

Brannen oppstod i en papirhaug på gulvet i mottakshallen for papiravfall. Det er sannsynlig at den direkte brannårsaken var selvantennning av elektronisk utstyr, batteri eller kontaminert papir, eller mekanisk påkjenning fra hjullaster på mulige antenningskilder som var blandet inn i papiravfallet. 29 minutter etter at varmeutviklingen i papirhaugen første gang ble registrert av varmekamera, hadde brannen spredt seg til sorteringshallen, antageligvis via en åpning for et transportbånd i veggen.

Brannen oppstod og utviklet seg fordi:

- avfallet i papirmottaket inneholdt antenningskilder
- branndeteksjon og brannslukking med vannkanon og slokkegass kom sent i gang
- begrenset dekning og kapasitet på brannslangene gjorde den manuelle slokkingen i papirmottaket lite effektiv, men bidro likevel til å hindre brannspredning til resten av papiravfallet
- slokkegassanlegg og manuell brannslukking ikke var forenelig
- brannvesenets beslutning om å avgrense innsatsen sin til papirmottakshallen var basert på feil antagelser om brannskillene i bygget
- brannen spredte seg gjennom en åpning i brannskillet mellom papirmottaket og sorteringshallen
- sorteringshallen ikke var tilstrekkelig overvåket
- brannen i sorteringshallen ikke ble slokket ved utløsning av Inergen-anlegget som følge av at det var en begrenset mengde Inergen-gass etter utløsning i mottakshallen. Brannvesenet forhindret brannen fra å spre seg til andre deler av anlegget og til omgivelsene

Vurdering av bakenforliggende forhold

Brannsikkerhetstiltak, anleggets utforming og drift

Et fellestrekk ved brannsikkerhetstiltakene i ettersorteringsanlegget var at det ikke var tilstrekkelig samsvar mellom forutsetningene som ble lagt til grunn for driften ved utarbeidelsen av brannkonseptet, og den daglige driften som etter hvert tok form. Tilpasninger ble derfor nødvendig underveis, men uten at noen hadde tilstrekkelig oversikt over hvordan dette påvirket brannsikkerheten. I brannkonseptet, og generelt i organisasjonen til IVAR IKS, var det høy tiltro til de aktive tiltakene, og spesielt til Inergen-gasslokkeanlegget. Dette medførte falsk trygghet ved at mange spørsmål og usikkerheter var antatt ivaretatt av det automatiske slokkeanlegget, men uten at organisasjonen hadde tilstrekkelig forståelse for disse usikkerhetene, eller fikk verifisert godt nok at brannsikkerheten faktisk var ivaretatt.

Anlegget var ikke fysisk utformet for å sortere ut potensielle antenningskilder fra det kildesorterte papiravfallet på en praktisk og effektiv måte, noe som økte sannsynligheten for branntilløp. Samtidig medførte svikt i de aktive brannsikkerhetstiltakene, og svakheter i brannskiller, til tap av større deler av bygningsmassen, samt store materielle skader på maskiner og inventar.

I brannkonseptet var svekkelsen av de passive barrierene for å hindre brannspredning, inkludert manglende brannseksjonering, begrunnet med stor tillit til at aktive tiltak som vannkanoner, lokalt sprinkleranlegg (deluge) og slokkegassanlegget ville sørge for tidlig og automatisk slokking av en brann.

Mens både brannkonseptet og organisasjonen hadde høy tiltro til de automatiske slokkesystemene, viser hendelsen og gjennomgang av forutsetningene for at Inergen gasslokkeanlegg skal fungere som tiltenkt, at det vanskelig lar seg gjøre å tilfredsstille disse i denne type virksomhet og i bygg av denne størrelsen. I større rom eller bygg, i områder med personopphold, og der tilgjengelig volum og lekkasjearealer kan endres som følge av bruken, viser hendelsen at forutsetningene blir for mange og for komplekse i en brannsituasjon.

Videre hadde erfaringene fra drift av ettersorteringsanlegget avdekket behov for å øke temperaturgrensen for aktivering av vannkanoner i mottakshallen for å unngå feilutløsninger. Manglende oversikt og kontroll over innstillingene medførte en utilsiktet konsekvens ved at vannkanonene ikke ville kunne utløses automatisk eller gi varsel om brann på dagtid. Vannkanonen som dekket papirmottaket måtte derfor aktiveres manuelt, og kom derfor sent i gang. På tross av dette, og at kapasiteten på det manuelle slokkeutstyret var liten, klarte de ansatte å holde brannen noenlunde under kontroll frem til portene til mottakshallen ble automatisk lukket, og de måtte avslutte slokkearbeidet på grunn av røyken som samlet seg i hallen.

Systematisk sikkerhetsarbeid

Driftsorganisasjonen hadde en del rutiner for systematisk sikkerhetsarbeid på overordnet nivå, men styrings-systemet med tilhørende rutiner var i liten grad kjent og praktisert nedover i linjeorganisasjonen for ettersorteringsanlegget. Svakheter og mangler ved det systematiske sikkerhetsarbeidet kan ha sammenheng med at anlegget var forholdsvis nytt, og at driftsorganisasjonen hadde vært under utvikling og tilpasning. Organisasjonen hadde satt i gang en del aktiviteter (bl.a. risiko- og sårbarhetsanalyser, rapportering av uønskede hendelser og etablering av industrivern), men hadde foreløpig ikke klart å omsette resultatene fra disse aktivitetene til læring og kontinuerlig forbedring av brannsikkerheten i anlegget.

SINTEF sin vurdering er at driftsorganisasjonen prioriterte driftshensyn på bekostning av hensynet til brannsikkerhet i sitt daglige virke. Det ble gjort endringer i drift som over tid har endret forutsetningene som var lagt til grunn i brannkonseptet, noe som gjorde driften mindre robust når det gjaldt å håndtere enkelte typer branntilløp. Det var flere mangler ved brannkonseptet og anlegget knyttet til brannrisiko. Det var blant annet krevende å oppfylle forutsetningene som lå til grunn for at det automatiske gasslokkesystemet skulle fungere effektivt i denne type bygg og virksomhet. Disse risikoelementene kunne vært bedre identifisert og håndtert gjennom systematisk risikostyring.

Risikostyringen bør i større grad fokusere på scenarier som kan medføre store konsekvenser, slik som storbrann. I tillegg viste brannen den 22. juli 2022 at uønskede hendelser kan ha et komplekst hendelsesforløp, noe som bør gjenspeiles bedre i risikovurderingene. Teknologi anvendes av og for mennesker, og teknologi og mennesker utgjør i sum et sosioteknisk system. Det er viktig at organisasjonen selv tar eierskap til all risiko knyttet til selve konseptet, anlegget, organisasjonen og menneskene, og i grensesnittene mellom disse – både under prosjektering og drift. SINTEF sin vurdering er at det ikke var en helhetlig risikostyring av hele dette sosiotekniske systemet. Det er naturlig at det over tid skjer endringer i anlegg, brannsikkerhetstiltak og drift, men det var ikke systemer og rutiner på plass for å sikre at konsekvensene av slike endringer ble tilstrekkelig risikovurdert.

Driftsorganisasjonen var i liten grad forberedt på å håndtere en større brann. Det var gjennomført noen mindre brannøvelser, men det hadde ikke vært trent på om anlegget, brannsikkerhetstiltakene og organisasjonen ville fungere ved en større brann. I løpet av de tre årene anlegget hadde vært i drift, var det ikke gjennomført felles brannøvelse med brannvesenet. SINTEF anbefaler at organisasjonen utvikler sin brannberedskap med blant annet et sterkere industrivern, samt etablerer systematisk planlegging og gjennomføring av brannøvelser. Øvelsene bør ta høyde for at det kan skje hendelser som ikke er identifisert og risikovurdert, og hvor det ikke har vært etablert spesifikke tiltak. Dette vil kunne utvikle organisasjonens robusthet og adaptive kapasitet for å håndtere hendelser som ikke nødvendigvis er identifisert på forhånd.

Samhandling mellom driftsorganisasjonen og brannvesenet

Innsatsstyrkens innledende beslutning om å avgrense innsatsen til papirmottakshallen underbygger at de ikke hadde den nødvendige informasjon om brannobjektet til å oppnå tilstrekkelig situasjonsforståelse innledningsvis i oppdraget. Innsatsstyrkens videre handlinger oppfattes i stor grad å være konsekvenser av deres innledende situasjonsforståelse.

Innsatsstyrken hadde ikke tilgang til objektplan for anlegget. Undersøkelsen viser at det er nødvendig med organisatoriske forbedringer hos brannvesenet, slik at innsatsstyrkene får tidsriktig og relevant informasjon om brannobjektet innledningsvis i oppdraget. Dette vil kunne bidra til forbedret situasjonsforståelse og beslutningsgrunnlag for innsatsstyrkene når de rykker ut på oppdrag.

Hendelsen underbygger behov for at brannvesenets innsatsstyrker og driftsorganisasjonen samarbeider bedre. Brannvesenet gjennomfører jevnlig øvelser og fellesøvelser med andre nødetater og brannobjekter, men de hadde ikke hatt felles brannøvelse med driftsorganisasjonen av ettersorteringsanlegget. Brannvesenet hadde heller ikke hatt fellesøvelse i andre avfallsanlegg i området. Et komplekst anlegg som sorteringshallen, og bruk av automatiske slokkesystemer slik som slokkegassanlegget, underbygger behovet for fellesøvelse med driftsorganisasjonen av avfallsanlegget. Fellesøvelse vil gi både brannvesenet og IVAR IKS bedre mulighet for å videreutvikle krisehåndteringsevnen, styrke organisasjonenes kompetanse, forbedre egenberedskap, forbedre evnen til å samvirke med andre aktører gjennom felles situasjonsforståelse, og øke evnen til å fatte tidsriktige beslutninger og dele informasjon.

Tilsyn med særskilte brannobjekter, slik som ettersorteringsanlegget, inngår i det brannforebyggende arbeidet. Brannvesenets tilsyn i 2020 var ikke tilstrekkelig til å fange opp om det i stor nok grad var samsvar mellom anleggets brannkonsept og de tiltakene driftsorganisasjonen hadde iverksatt. DSB bør oppfordre til at brannvesenets tilsyn også vektlegger vurderinger om hvordan det er samsvar mellom anleggets brannkonsept og de tiltakene driftsorganisasjonen har iverksatt.

Anbefalinger

Til sammen gis det anbefalinger om følgende til driftsorganisasjonen:

- Bygningstekniske tiltak (2 anbefalinger)
- Valg av brannsikkerhetstiltak (9 anbefalinger)
- Systematisk sikkerhetsarbeid generelt (3 anbefalinger)
- Risikostyring (4 anbefalinger)
- Brannberedskap og brannøvelser (1 anbefaling)

I tillegg gis det to anbefalinger til brannvesenet for å oppnå bedre samhandling under slokkeinnsatser og tre anbefalinger til DSB for å oppnå forbedret tilsyn, økt samarbeid innad i brannvesenet og læring etter branner.

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	4
1 Innledning	10
1.1 Bakgrunn	10
1.2 Mandat.....	10
1.3 Undersøkellesgruppes sammensetning	11
1.4 Retningslinjer for arbeidet	11
1.5 Metode og tilnærming	11
1.6 Rapportens struktur	13
2 Om ettersorteringsanlegget på Forus	14
2.1 Generelt om ettersorteringsanlegget	14
2.2 Aktører relevant for undersøkelsen.....	14
2.3 Oppbygging og drift av anlegget	15
2.3.1 Oppbygging av anlegget	15
2.3.2 Tidligere erfaringer med branttilløp	18
2.4 Brannkonseptet.....	18
2.4.1 Generelt om brannkonseptet	18
2.4.2 Bæresystem	19
2.4.3 Brannteknisk oppdeling	19
2.4.4 Brannalarmanlegg og deteksjon.....	20
2.4.5 Automatisk slokkeanlegg.....	20
2.4.6 Manuelt slokkeutstyr	20
2.4.7 Fravik fra veiledning til byggteknisk forskrift.....	21
3 Hendelsesforløp	22
3.1 Før brannen oppstod	22
3.2 Brannen i mottakshallen oppstod.....	23
3.3 Tidligfase slokkeinnsats og utløsning av slokkegass i mottakshallen	26
3.4 Brannen spredte seg fra papirmottakshallen til sorteringshallen	26
3.5 Slokkeinnsats av brannvesenet i papirmottakshallen	28
3.6 Brannen i mottakshallen ble oppfattet av RBR til å være under kontroll.....	29
3.7 Brannen i sorteringshallen ble oppdaget.....	29
3.8 Slokkegassen ble utløst i sorteringshallen	29
3.9 Brannen slo igjennom taket i sorteringshallen	30
4 Brannårsak og lokale sikkerhetsproblemer	31
4.1 Arnested, brannårsak og brannutvikling.....	31
4.2 Lokale sikkerhetsproblemer og barriereanalyse.....	33

5	Bakenforliggende forhold	35
5.1	Brannsikkerhetstiltak, anleggets utforming og drift	35
5.1.1	Papirlinjas utforming og driftsrutiner	35
5.1.2	Brannteknisk inndeling og brannskiller	36
5.1.3	Vannkanonen i papirmottaket.....	38
5.1.4	Inergen gasslokkeanlegg.....	39
5.1.5	Tilrettelegging for manuell brannsløkking.....	40
5.1.6	Tilrettelegging for brannvesenets innsats	41
5.2	Systematisk sikkerhetsarbeid.....	43
5.2.1	Krav til det systematiske sikkerhetsarbeidet.....	43
5.2.2	Nytt anlegg – ung organisasjon	44
5.2.3	Prioritering mellom drift og brannsikkerhet	44
5.2.4	Risikostyring og risikobevisthet.....	45
5.2.5	Brannberedskap og øvelser	47
5.3	Samhandling mellom driftsorganisasjonen og brannvesenet	48
5.3.1	Innsatsstyrkens tilgang til informasjon om ettersorteringsanlegget	48
5.3.2	Samarbeid og felles situasjonsforståelse.....	51
5.3.3	Tilsyn med ettersorteringsanlegget.....	52
6	Konklusjoner	55
6.1	Direkte årsaker til brannen og dens utvikling	55
6.2	Bakenforliggende forhold	57
6.2.1	Brannsikkerhetstiltak, anleggets utforming og drift.....	57
6.2.2	Systematisk sikkerhetsarbeid	58
6.2.3	Samhandling mellom driftsorganisasjonen og brannvesenet	59
7	Anbefalinger	61
7.1	Anbefalinger til driftsorganisasjonen.....	61
7.2	Anbefalinger til brannvesenet og DSB	62
8	Referanser	63

VEDLEGG

Vedlegg 1: Forkortelser og sentrale begreper

Vedlegg 2: STEP-diagram

Vedlegg 3: Temperaturdiagram fra IR-kamera som tilhørte vannkanonen

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

IVAR IKS er tiltakshaver og driftsansvarlig for et ettersorteringsanlegg på Forus, som tar imot og ettersorterer husholdnings- og papiravfall fra husholdninger i Stavangerregionen. Ettersorteringsanlegget ble åpnet 1. januar 2019, og har vært i kontinuerlig drift frem til det oppstod brann i anlegget fredag 22. juli 2022.

Brannen ble oppdaget i mottakshallen for papir i den sørøstlige delen av anlegget (Figur 1-1), i en haug med papiravfall. Brannen spredte seg fra papirmottakshallen og over til sorteringshallen, og medførte at omtrent 24 % av bygningsmassen (målt i areal) i ettersorteringsanlegget ble totalskadd. Både maskiner og selve bygningsmassen ble skadet. Mottakshallen og sorteringshallen fikk de største skadene, mens øvrige deler av bygget fikk røyk- og vannskader.

Det var ti personer fra driftsavdelingen hos IVAR IKS til stede i ettersorteringsanlegget da brannen oppstod. De ble i varierende grad utsatt for røyk fra brannen i forbindelse med sløkkearbeid i tidlig fase av brannen. En person ble sendt til legevakten for helseundersøkelse etter røykeksponering, og ble utskrevet samme dag. Utover dette ble ingen personer fysisk skadet som følge av brannen. Det var også eksternt personell til stede i andre deler av anlegget da brannen oppstod. Disse ble ikke eksponert for røyk i forbindelse med brannen.

Det var ingen spredning av brannen til nærområdet, og det var ikke fare for spredning til naboer i Forus Miljøpark. Det ble moderat røykspredning i nærområdet, men dette påvirket ikke driften hos de øvrige anleggene i miljøparken. I påvente av gjenoppbygging av ettersorteringsanlegget, har husholdningsavfall og plastavfall midlertidig gått direkte til forbrenningsanlegget Forus Energigjenvinning. Papp og papir blir sortert som før, men på et annet sted.

Ettersorteringsanlegget på Forus har hatt 70-80 branntilløp i løpet av 3,5 driftsår. Brannen 22. juli 2022 var første gang det brant i papirmottaket, og første gang at et branntilløp utviklet seg slik at det ble behov for utrykning av brannvesenet til anlegget.

IVAR IKS besluttet å gjennomføre en ekstern, uavhengig undersøkelse av hendelsen¹ (IVAR IKS, 2022b). Undersøkelsen er utført av en tverrfaglig ekspertgruppe med personell fra SINTEF AS og RISE.

Det har vært et betydelig antall branner og branntilløp i avfallsanlegg de siste årene (Direktoratet for Samfunnssikkerhet og beredskap (DSB, 2021; Avfall Norge, 2022). Lærepunkter fra denne ulykken er relevant for avfallsbransjen.

1.2 Mandat

Undersøkelsens endelige mandat har vært å:

- klarlegge og beskrive hendelsesforløpet forut for og under brannhendelsen
- klarlegge og vurdere driftsorganisasjonens og nødetatenes håndtering av hendelsen, samvirket mellom disse, og hvordan dette påvirket hendelsens omfang
- vurdere tekniske, operasjonelle og organisatoriske barrierer som kan ha hatt betydning for hendelsen, og hvordan disse fungerte i forhold til forutsetninger gitt iblant annet brannkonsept, regelverk og prosedyrer

¹ Uten at følgende inngår i undersøkelsesmandatet ses dette oppdraget i sammenheng med at styret til IVAR IKS i oktober 2022 besluttet at ettersortering av husholdningsavfall er nødvendig for å oppnå lovkrav og lokale og nasjonale mål om sortering av plast. Før endelig beslutning om gjenoppbygging av anlegget skal det gjennomføres oppdatering av brannrisikovurderinger for Forus miljøpark og Forusområdet for øvrig, samt utvikles et nytt brannkonsept for anlegget, der også eventuelle funn fra uavhengig undersøkelse av brannen skal følges opp, samt at administrasjonen vurderer om teknologiske nyvinninger eller endrede rammevilkår/ytre forutsetninger kan gi et enda bedre og mer effektivt anlegg.

- vurdere direkte og bakenforliggende årsaker til hendelsen, inklusive brannteknisk vurdering og årsaksbeskrivelse av hvordan brannen oppstod
- identifisere læringspunkter og anbefalinger av tiltak for å unngå lignende hendelser i fremtiden
- utarbeide sluttrapport med resultater, konklusjoner og anbefalinger

Undersøkelsen omfatter ikke vurdering av økonomiske forhold og -konsekvenser, eller rent juridiske forhold relatert til straffe- eller erstatningsansvar.

1.3 Undersøkelsesgruppens sammensetning

Undersøkelsesgruppen er sammensatt med tverrfaglig kompetanse innenfor undersøkelsesmetodikk, branssikkerhet og brannerforskning, regelverk og internkontrollsystem, beredskap og hendelses-håndtering, samt kompetanse innen organisasjon, sikkerhetsledelse og risikostyring. Denne tverrfaglige gruppen har bestått av:

- Pål Brennhovd (undersøkelsesleder), seniorrådgiver/M.Sc., M.A., M.T.M., SINTEF Digital
- Hanne Margrethe Lund Kvitsand (prosjektleder), seniorrådgiver/ph.d., SINTEF Community
- Johan Kr. Møller, seniorrådgiver/M.Sc., SINTEF Community
- Ranveig Kviseth Tinmannsvik, seniorforsker/ph.d., SINTEF Digital
- Stig Winge, seniorforsker/ph.d., SINTEF Digital
- Brynhild Garberg Olsø, seniorrådgiver/M.Sc., SINTEF Community
- Anita Øren, forskningsleder/ph.d., SINTEF Digital
- Joel Blom, seniorrådgiver, RISE Säkerhet och transport, Sverige

Anne Elise Steen-Hansen, sjefforsker/dr.ing. ved RISE Fire Research, har vært kvalitetssikrer for oppdraget.

1.4 Retningslinjer for arbeidet

Arbeidet er utført i henhold til krav gitt i oppdragsgivers kravspesifikasjon. Undersøkelsesgruppen har gjennomført oppdraget uavhengig og konfidensielt. Medlemmene i undersøkelsesgruppen er habilitetsvurdert i forkant av oppdraget, og er bekreftet habile forut for utførelse av undersøkelsen. Undersøkelsesgruppens medlemmer har vært underlagt taushetsplikt under oppdraget.

Alle som har blitt intervjuet har hatt mulighet til kontradiksjon. Informantene har ikke hatt mulighet til å påvirke hvilke temaer som er omhandlet i rapporten, eller hvordan disse temaene er vurdert. Alle informanter er anonymisert, og hverken oppdragsgiver eller andre har hatt tilgang til informasjon om identiteten til disse.

1.5 Metode og tilnærming

Undersøkelsen har omfattet vurderinger av tekniske, driftsmessige, planmessige og organisatoriske forhold som kan ha påvirket hendelsen. I tillegg har undersøkelsen omfattet en vurdering av hvordan samvirket mellom driftsorganisasjonen og Rogaland brann og redning fungerte, og hvordan dette kan ha påvirket utviklingen av brannen. Undersøkelsen favnet dermed faglig bredt, og krevde en tverrfaglig tilnærming.

Tverrfaglig tilnærming er ivarettatt gjennom en samlet vurdering av menneskelige, tekniske og organisatoriske (MTO) faktorer av relevans for hendelsen. Denne tilnærmingen er benyttet både i arbeidet med å analysere årsaker til hendelsen, samt i arbeidet med å identifisere læringspunkter og forbedringstiltak for IVAR IKS. Arbeidet har beveget seg mellom tre overlappende faser: datainnsamling, analyse og anbefalinger. I det følgende gis en kort beskrivelse av informasjonskilder og analyseverktøy som er benyttet i de ulike fasene.

1) *Datainnsamling*

SINTEF sine vurderinger er basert på følgende informasjonskilder:

- visuelle observasjoner
 - o utvendig befaring av ettersorteringsanlegget på Forus
 - o dronevideoer og bilder fra innsiden av anlegget
 - o video-opptak og bilder knyttet til planlegging eller drift av anlegget
 - o bilder fra vannkanonens dataserver
 - o video fra utvendig overvåkningskamera
- intervjuer med aktører knyttet direkte og indirekte til hendelsen:
 - o administrasjonen og driftsorganisasjonen hos IVAR IKS
 - o forebyggende og operativt hos Rogaland brann og redning
 - o prosjekterende brannrådgiver
 - o nødetater
- skriftlig dokumentasjon, som rapporter, notater, logger, møtoreferater, plukkanalyser, hendelsesrapporter 2019-2022 etc.
- branntekniske data og spesifikasjoner
- relevante lover og forskrifter

IVAR IKS iverksatte høsten 2022 en intern evaluering av hendelsen, med formål å oppsummere brannens forløp, beskrive tiltak som ble satt inn i tidlig fase, og gi en foreløpig evaluering av disse. IVAR IKS har i tillegg gjennomført en undersøkelse av avfallet i papirmottaket for å vurdere årsaker til at brannen oppsto. Vurderingene i SINTEF sin eksterne undersøkelse er utført uavhengig av vurderingene i den interne evalueringen. Også Rogaland brann og redning (RBR) har utført en intern utredning av brannen, som skal ferdigstilles før sommeren 2023. SINTEF har ikke hatt tilgang til RBRs utredning om brannen.

II) Analyse

Analysen av innhentet informasjon er utført i to hovedtrinn:

- i. klarlegge hendelsesforløpet, direkte årsaker og lokale sikkerhetsproblemer
- ii. vurdere relevante bakenforliggende forhold.

Analysen kombinerer bruk av et sekvensielt tids- og hendelsesdiagram (STEP-metoden; Sequentially Timed Events Plotting (Hendrick & Benner, 1987)) for etablering av hendelsesforløpet, og Pentagon-modellen (Schieffloe, 2021) for analyse av bakenforliggende forhold i et MTO-perspektiv (menneske-teknologi-organisasjon). Pentagonmodellen legger til grunn at årsaksforholdene til uønskede hendelser kan analyseres ut fra fem overordnede dimensjoner: teknologi, organisasjonsstruktur/- formell struktur, organisasjonskultur, interaksjon/samhandling og sosiale relasjoner/nettverk. Analyse av arnested, brannårsak og brannutvikling, samt identifisering av lokale sikkerhetsproblemer og barriereanalyse er utført med utgangspunkt i hendelsesforløpet. Disse analysene utgjør samlet sett et utgangspunkt for identifisering av tema for analyse av bakenforliggende forhold. Direkte årsaker og bakenforliggende forhold er analysert med utgangspunkt i informasjon om fysiske og tekniske forhold knyttet til planlegging, prosjektering og drift av anlegget, samt dokumentasjon fra automatiske loggere i anlegget.

Prosjektgjennomføring og kommunikasjon med oppdragsgiver

Arbeidet ble innledet med et oppstartsmøte 24.11.2022 mellom representanter fra oppdragsgiver og SINTEF, der bakgrunnen for undersøkelsen, oppdragsgivers forventninger til undersøkelsesarbeidet, mandatet for undersøkelsen og kommunikasjonlinje mellom oppdragsgiver og undersøkelsesgruppen ble avklart. Deretter ble det avholdt et internt oppstartsmøte med undersøkelsesgruppens medlemmer 02.12.2022 for å sikre en omforent forståelse av mandatet, og planlegge gjennomføringen av oppdraget nærmere. Undersøkelsesgruppen har videre hatt jevnlig interne møter, og har utarbeidet statusrapporter til oppdragsgiver med informasjon om fremdrift underveis i arbeidet.

1.6 Rapportens struktur

Rapporten er bygget opp i tre hoveddeler, som gjenspeiler undersøkelsens hovedformål:

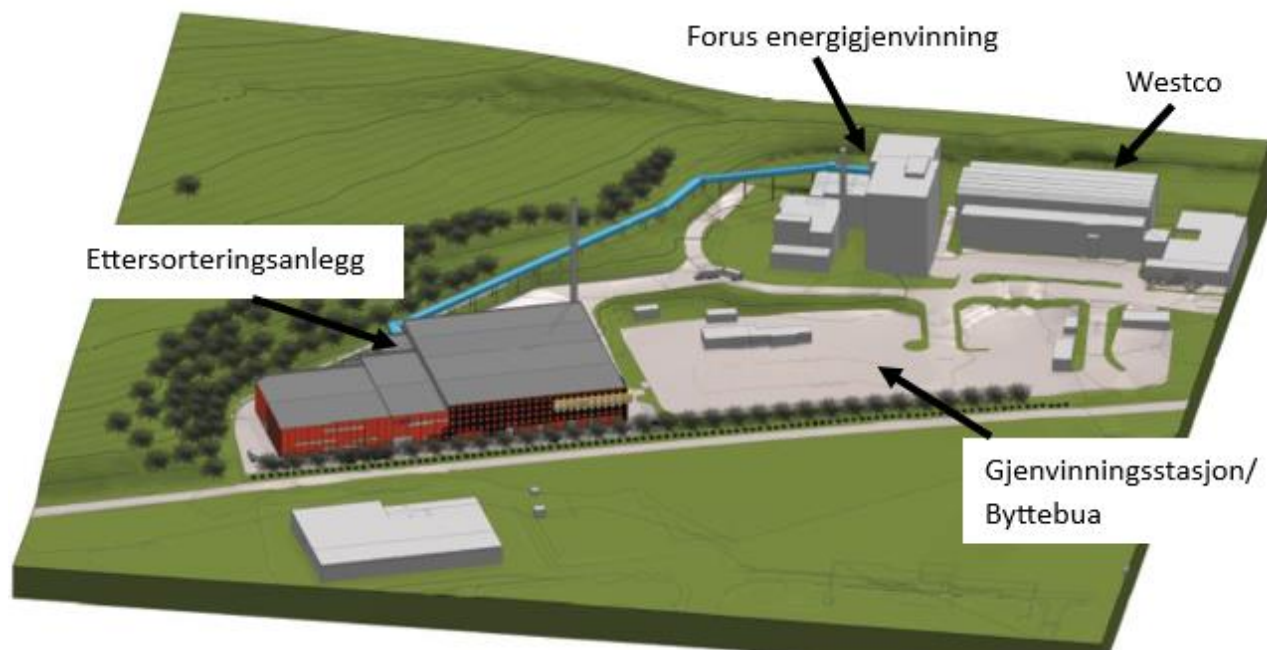
- Kapittel 1 presenterer bakgrunn, mandat og retningslinjer samt metode for undersøkelsen. Kapittel 2 gir en introduksjon til ettersorteringsanlegget på Forus, inklusive oppbygging av anlegget, avfallsstrømmen gjennom anlegget, samt bygningsfysiske og branntekniske forhold, og en introduksjon av aktører som er relevant for hendelsen. Hendelsesforløpet presenteres i kapittel 3.
- Undersøkelsesgruppens analyse og vurderinger av brannårsak, lokale sikkerhetsproblemer og barrierer knyttet til hendelsen presenteres i kapittel 4. Vurdering av bakenforliggende forhold presenteres i kapittel 5.
- Kapittel 6 oppsummerer undersøkelsesgruppens konklusjoner, mens kapittel 7 gir en oversikt over anbefalinger som kan bidra til å redusere faren for lignende hendelser i fremtiden.

Forkortelser og sentrale begreper som er benyttet i rapporten, er oppsummert i Vedlegg 1. Vedlegg 2 viser et forenklet STEP-diagram av hendelsesforløpet, mens Vedlegg 3 gjengir temperaturdiagram for IR-kamera til vannkanonen.

2 Om ettersorteringsanlegget på Forus

2.1 Generelt om ettersorteringsanlegget

IVAR IKS sitt ettersorteringsanlegg på Forus i Stavanger er en del av Forus miljøpark, samlokalisert med forbrenningsanlegget for restavfall (Figur 2-1). Ettersorteringsanlegget ble satt i drift 1. januar 2019, og var i drift frem til brannen oppstod 22. juli 2022. Ettersorteringsanlegget var bygget opp med fire hovedfunksjoner: en hall for mottak av henholdsvis husholdningsavfall og papiravfall fra privathusholdninger og næring (mottakshall), en hall for sortering av de to avfallstypene (sorteringshall), en lagerhall og en vaskehall.



Figur 2-1. Forus miljøpark, med ettersorteringsanlegget til venstre (rød bygning) (IVAR IKS 2022c).

Ettersortering betyr at innbyggeren skal gjøre den første sorteringen selv (kildesortering), før anleggets maskiner sluttsorterer, vasker og forbereder til gjenvinning. Anlegget mottok og ettersorterte kildesortert husholdningsavfall og papp-/papiravfall fra husholdninger med til sammen ca. 340 000 innbyggere i tolv eierkommuner i Rogaland, fra Suldal i nord til Hå i sør. Den viktigste funksjonen til anlegget var å ettersortere og ta ut materiale som plast og metall fra avfallet for materialgjenvinning. I tillegg sorterte anlegget ut papp og papir (IVAR, 2021) Anlegget gjenvant samlet sett om lag 75 % av avfallet fra husstandene i eierkommunene (KS, 2019).

Plast, som tidligere ble pakket og sendt til utlandet for gjenvinning, skulle bearbeides i ettersorteringsanlegget til pellets, og deretter selges til plastproduksjon fra gjenvinningsanlegget når denne delen ble ferdig bygget. Avfall som ikke kunne gjenvinnes gikk til naboanlegget Forus Energigjenvinning.

2.2 Aktører relevant for undersøkelsen

Ettersorteringsanlegget på Forus eies og driftes av IVAR IKS, som er et interkommunalt selskap med formål å anlegge og drive kommunaltekniske fellesanlegg for vann, avløp og renovasjon i Stavangerregionen (IVAR IKS, 2022). Selskapet eies av kommunene Gjesdal, Hjelmeland, Hå, Klepp, Kvitsøy, Randaberg, Sandnes, Sola, Stavanger, Strand, Time og Suldal, til sammen 12 kommuner. IVAR IKS er organisert i fem avdelinger, i tillegg til støttefunksjoner som HMS, kvalitetssikring, personalledelse og kommunikasjon (Figur 2-2). Av de fem avdelingene har særlig avdeling Plan og utbygging og avdeling Gjenvinning vært involvert i prosjektering, utbygging og drift av ettersorteringsanlegget på Forus. Driftsområde Ettersorteringsanlegg Forus er ett av

fire driftsområder under avdeling Gjenvinning (IVAR IKS, 2023). Med driftsorganisasjonen menes i denne rapporten ledelsen og stabsfunksjoner på overordnet nivå i tillegg til de delene av organisasjonen som sørget for driften av ettersorteringsanlegget.



Figur 2-2. Organisasjonskart IVAR IKS (IVAR IKS, 2023).

Rogaland brann og redning (RBR) er et interkommunalt brann- og redningsselskap eid av ni eierkommuner i Rogaland. Brannvesenet har som hovedoppgave å redde liv og materielle verdier. Rogaland brann og redning rykker ut til ca. 4 600 hendelser hvert år. Eksempler på hendelser er husbranner, trafikkulykker, drukninger, kjemikalieulykker, oljesøl, heiser som har stoppet, og mange flere situasjoner der folk er i nød. De driver også med forebyggende arbeid gjennom blant annet tilsyn, oppfølging av bekymringsmeldinger, informasjonsaktiviteter, brannutredninger og undervisning. (RBR IKS, u.å.; RBR IKS, 2021) Innenfor de ni eierkommunene finnes det nærmere 1 350 særskilte brannobjekter RBR IKS, 2021) (i henhold til definisjon i brann- og eksplosjonsvernloven § 13) (Brann- og eksplosjonsvernloven, 2002) Særskilte brannobjekter er byggverk, opplag, områder, tunneler, virksomheter m.m. som kommunen vurderer hvor brann kan medføre tap av mange liv eller store skader på helse, miljø eller materielle verdier. Brannvesenet er kjent med brannfarer ved avfallsanlegg. Det er 23 avfallsanlegg i området, og ved flere av disse har det tidligere vært branner som har krevd utrykning fra RBR.

IVAR IKS engasjerte en hovedkonsulent for prosjektering av anlegget. Disse benyttet en underleverandør som ansvarlig prosjekterende for utarbeidelse av brannkonsept, og senere ble samme firma engasjert som brannrådgiver for ettersorteringsanlegget. Flere aktører var i tillegg involvert i utarbeidelsen av prosjekteringsunderlag og detaljprosjekteringen av brannsikretiltakene.

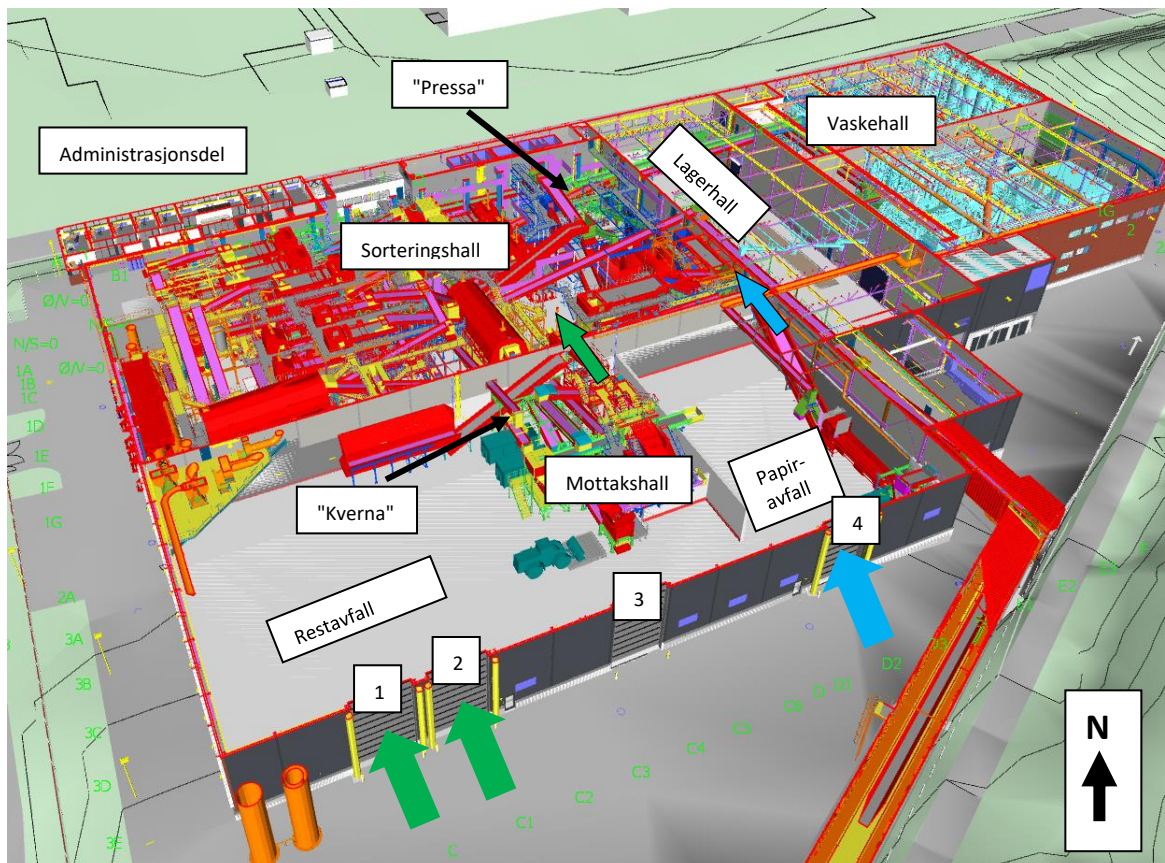
2.3 Oppbygging og drift av anlegget

Dette kapittelet beskriver oppbygging av anlegget og ettersorteringsanleggets tidligere erfaringer med branntilløp.

2.3.1 Oppbygging av anlegget

Brannkonseptet (BrannCon, 2018) beskriver oppbyggingen av ettersorteringsanlegget som en kombinasjon av betong- og stålkonstruksjoner, samt sandwich-konstruksjoner bestående av stål og mineralull. Byggets innvendige takhøyde er ca. 14 m. Byggets areal er på ca. 10 500 m², fordelt på fire haller med ulike funksjoner (Figur 2-3):

- mottakshall (ca. 2 700 m²)
- sorteringshall inklusive administrasjonsdel og kontrollrom (ca. 3 700 m²)
- vaskehall (ca. 2 450 m²). Vaskehallens prosessanlegg var ikke overtatt av IVAR IKS per juli 2022
- lagerhall (ca. 1 650 m²)



Figur 2-3. Utklipp fra 3-D modell av ettersorteringsanlegget fra IVAR sin Navisworksmodell (mottatt fra IVAR IKS 24.11.2022). Blå pil utenfor bygget viser port 4 inn til mottak for papiravfall. Blå pil inne i bygget viser der transportbåndet går fra papirmottaket til stjernesikta i sorteringshallen.

Mottakshallen

Hallen for mottak av henholdsvis husholdningsavfall og papiravfall fra privathusholdninger utgjør første del av materialstrømmen gjennom anlegget. I mottakshallen kjørte renovasjonsbiler med henholdsvis kildesortert husholdningsavfall og kildesortert papiravfall inn gjennom tre porter: to porter vest i bygget for mottak av husholdningsavfall, og én port øst i bygget for mottak av papiravfall (merket i Figur 2-3 med grønne piler for husholdningsavfall, og blå pil for papiravfall). Avfallet ble tømt på gulvet på innsiden av porten i henholdsvis husholdningsdelen og papirdelen av mottakshallen, før de respektive avfallstypene ble flyttet videre til ulike sorteringslinjer. Fra mottakshallen ble de to avfallstypene transportert til ulike deler av sorteringshallen for sortering i spesifikke fraksjoner og materialtyper. Deretter ble de frasorterte avfallstypene presset i linja for henholdsvis papir og plast og transportert til lagerhallen. Etter planen skulle plast føres til vaskehallen når denne ble ferdigstilt, før det skulle gå til videre gjenvinning (Sutco, 2020). Avfall som ikke var egnet for gjenvinning ble sendt via et samleband fra ettersorteringsanlegget, og videre til forbrenning i Forus Energigjenvinning like ved.

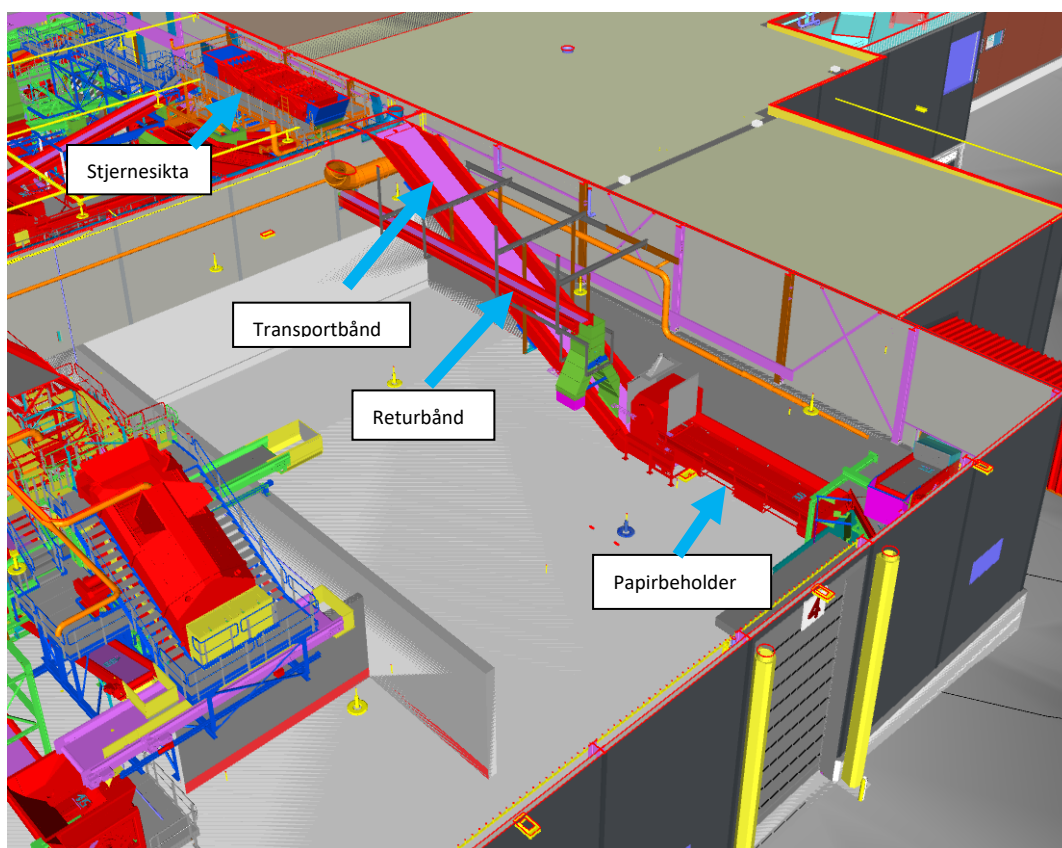
Sorteringslinje for husholdningsavfall

Etter at kildesortert husholdningsavfall ble plassert på gulvet vest i mottakshallen, ble det grovsortert for større gjenstander ved hjelp av en gravemaskin, før det ble løftet med hjullaster opp i en beholder som matet transportbåndet. Transportbåndet førte avfallet videre til en avfallssikt der avfallet ble sortert etter størrelse. Fra avfallssikten gikk de største delene via en kvern for oppdeling i mindre størrelser eller til en «poseåpner» før avfallet ble sendt videre til sorteringshallen. Der havnet avfallet i to trommelsikter som sorterte avfallet i tre forskjellige størrelser, før det ble transportert videre i ulike størrelsesfraksjoner for ytterligere sortering blant annet ved hjelp av trykkluft og en ballistisk separator.

I sorteringshallen ble husholdningsavfallet skilt i ulike typer plast- og papirfraksjoner, metall og forbrenningsavfall. Plast- og papiravfall som skulle gjenvinnes ble transportert videre til henholdsvis plast- og papirlinja øst i sorteringshallen. Ferdigsortert plast skulle deretter transporteres til vaskehall. Vaskehallen var ikke ferdigstilt i juli 2022, slik at denne plasten da gikk direkte til presse i påvente av at vaskehallen skulle ferdigstilles. Papir som var frasortert fra husholdningslinja ble overført til papirlinja for videre sortering og pressing.

Sorteringslinje for papiravfall

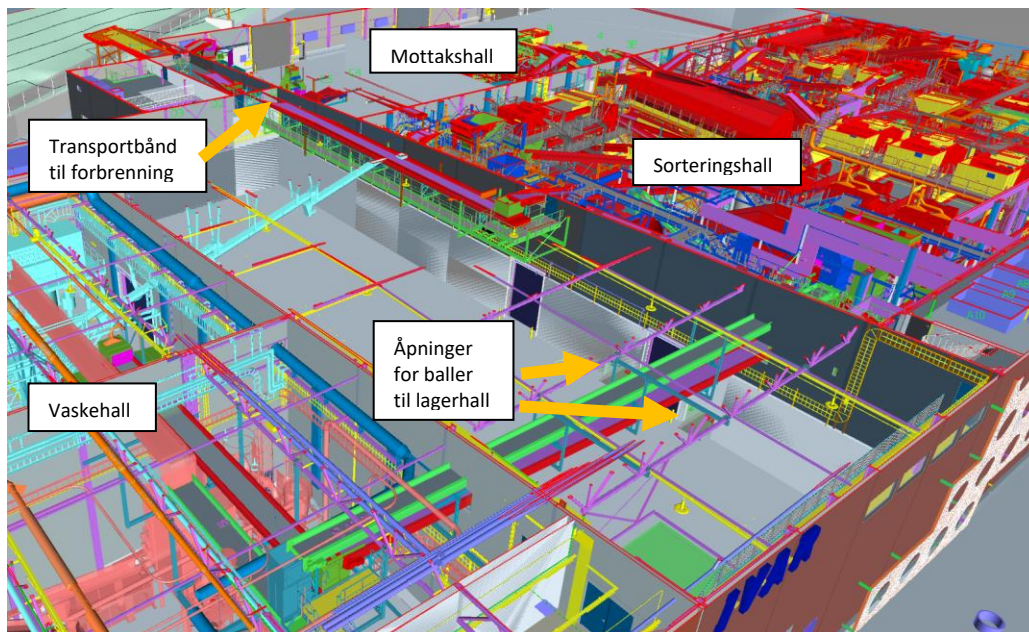
I papirmottaket ble kildesortert papiravfall løftet opp fra gulvet av hullaster og til en beholder, før det gikk på transportbånd inn til en større sorteringsmaskin (kalt stjernesikta) i sorteringshallen. Her ble papiret sortert i fire ulike typer som ble presset til baller. Avfall som ikke var papir eller ikke tilhørte en av de ønskede papirfraksjonene, ble ført til husholdningslinja når denne var i drift. Når husholdningslinja ikke var i drift, som for eksempel på grunn av vedlikehold eller lite avfall, ble dette avfallet ført tilbake til mottakshallen via returbåndet, og endte på gulvet ved papirbeholderen (Figur 2-4).



Figur 2-4. Papirmottaket ved ettersorteringsanlegget, utklipp fra 3-D modell fra IVAR sin Navisworksmodell (IVAR IKS Ettersorteringsanlegg Forus – Som Bygget, mottatt fra IVAR IKS 24.11.2022).

Lagerhallen

Ferdig pressede papir- og plastballer fra sorteringshallen ble ført inn til lagerhallen for videre distribusjon og gjenvinning. Det brennbare restavfallet ble ført via lagerhallen og et utendørs og lukket transportbånd (Figur 2-5) til Forus Energigjenvinning, som ligger like ved ettersorteringsanlegget.



Figur 2-5. Lagerhall ved ettersorteringsanlegget midt i bildet (utklipp fra IVAR sin Navisworksmodell IVAR IKS Ettersorteringsanlegg Forus – Som Bygget.nwd, mottatt fra IVAR IKS 24.11.2022).

2.3.2 Tidligere erfaringer med branntilløp

Siden oppstart har ettersorteringsanlegget hatt 70-80 branntilløp som har blitt slokket manuelt av driftspersonalet med bruk av anleggets brannslukkingsutstyr (IVAR IKS, 2022c). Dette tilsvarer branntilløp i gjennomsnitt hver andre uke over tre år. Branntilløpene har hovedsakelig oppstått i «kverna» og i «pressa» i husholdningslinja i anlegget (Figur 2-3). Disse branntilløpene har blitt raskt slokket, og har dermed medført kun mindre skader.

Kverna var en del av husholdningslinja i mottakshallen, og det var blant annet der plastposene med husholdningsavfall ble revet opp. Kverna hadde eget utstyr for branndeteksjon, og et vannbasert slokke-system som håndterte branntilløp sammen med tidligfase slokkeinnsats fra driftspersonalet. Pressa for henholdsvis papir og plast befant seg i sorteringshallen, og ble brukt til å lage baller av det sorterte papir- og plastavfallet. Branntilløpene som har oppstått ved pressa ble slokket manuelt av driftspersonalet ved bruk av brannslanger og håndslukkere.

Driftsorganisasjonen hadde tidligere erfart at det ofte var batterier og trykksatte sprayflasker som forårsaket branntilløpene. I avfallsbransjen er det kjent at det i både husholdningsavfall og papiravfall kan følge med metall, batterier, sprayflasker og annet som skulle ha vært sortert bort. Organisasjonen var kjent med at dette utgjorde en risiko for branntilløp.

2.4 Brannkonseptet

2.4.1 Generelt om brannkonseptet

Brannkonseptet til et byggverk sammenstiller måten det skal oppføres på, og hvilke brannsikkerhetstiltak som må være på plass for å ivareta brannkravene i byggteknisk forskrift (Direktoratet for byggkvalitet, 2017). Brannkonseptet etableres derfor i en tidlig fase av prosjekteringen av et byggverk.

Beredskapsmessige tiltak som er regulert av brann- og eksplosjonsvernloven med forskrifter, kommer i tillegg til de tekniske kravene som byggteknisk forskrift stiller (Direktoratet for byggkvalitet, 2017). Brannkravene i byggteknisk forskrift er for det meste funksjonsbaserte, noe som betyr at spesifikke ytelser, løsninger og tiltak må defineres for hvert prosjekt, og det må dokumenteres at disse oppfyller kravene i forskriften. For å lette dokumentasjonsarbeidet kan forskriftskravene oppfylles ved å følge de preaksepterte

ytelsene gitt i veiledningen til byggt teknisk forskrift. Ansvarlig prosjekterende innen brann sikkerhet kan velge å fravike veiledningen, så lenge det vises gjennom en fraviksdokumentasjon at forskriftskravet fortsatt ivaretas. Siden brannkonseptet legger viktige føringer for de bygningstekniske løsningene, utarbeides dette før øvrige fagområder detaljprosjekterer sine deler av bygget. På denne måten ivaretas en helhetlig brann sikkerhet for det ferdige bygget. Dersom det under oppføring av bygget oppstår behov for å gjøre endringer som har betydning for det som er beskrevet i brannkonseptet, er det nødvendig å vurdere konsekvensene av dette for brann sikkerheten og oppfyllelse av forskriftskravene. Ofte kan slike endringer medføre behov for andre tiltak, eller at en bestemt løsning må benyttes. Det er vanlig å bruke brannkonseptet også etter oppføring av bygget som grunnlag for hvordan bygget brukes, og hvilke endringer som kan gjøres uten at det blir behov for å revidere brannkonseptet, og når brannrådgiver bør involveres for å vurdere konsekvensene av endringene.

I det følgende oppsummeres de viktigste delene av ettersorteringsanleggets brannkonsept med betydning for hendelsen, slik det fremkommer av siste versjon (rev. 5) fra 23.05.2018 og tilhørende dokumentasjon (BrannCon, 2018). Brannkonseptet bygger både på preaksepterte ytelsener som er gitt av veiledningen til byggt teknisk forskrift per 01.06.2015 med spesifiserte fravik, og ukonvensjonelle løsninger basert på analyser. Brannkonseptet plasserer bygget i risikoklasse 2 og brannklasse 2. De viktigste aktive og passive tiltakene som konseptet baserer seg på er (BrannCon, 2018):

- automatisk Inergen gasslokkeanlegg for hele bygget (IG-541)
- automatiske slokkeroboter/vannkanoner med IR-kamera (varmekamera) for branndeteksjon i mottakshall
- slokkedyser/sprinklerhoder med IR-kamera for deteksjon og utløsning av slokkevann over kvern
- brannskiller med 60 minutters brannmotstand mellom haller og enkelte andre områder
- automatisk brannalarmanlegg basert på punktdetektorer og aspirasjonsdeteksjon med direktevarsling til brannvesenet
- selvlukkende luker, porter og dører ved brann
- stans av transportbånd ved brann
- ledesystem for rømning

2.4.2 Bæresystem

Med unntak av administrasjonsdelen som besto av flere etasjer, spesifiserer brannkonseptet at bærekonstruksjoner som ikke understøtter brannskiller, herunder takkonstruksjon, kunne oppføres i ubrennbare materialer uten spesifisert brannmotstand. Administrasjonsdelen skulle i henhold til brannkonseptet være oppført i ubrennbare bygningsdeler med brannmotstand på 60 minutter.

2.4.3 Brannteknisk oppdeling

I henhold til brannkonseptet var ikke bygningen oppdelt i ulike brannseksjoner, og utgjorde derfor én stor brannseksjon på 10 500 m². De ulike hallene skulle i henhold til brannkonseptet adskilles med branncellebegrensende konstruksjoner med brannmotstand på 60 minutter. Det ble imidlertid tillatt at konstruksjoner med branncellebegrensende funksjon kunne brytes i form av transportbåndåpninger under forutsetning av at transportbåndet ble stanset ved brann. For transportbånd som forbandt ettersorteringsanlegget med forbrenningsanlegget som lå i nabobygget, stilte brannkonseptet krav om ubrennbart spjeld eller luke i åpning plassert forbrenningsanlegget, i tillegg til at «tunnelen» som dette transportbåndet skulle gå i ble dekket av gasslokkeanlegget.

I brannkonseptet er det gjort en vurdering av at det kunne brukes to branngardiner som manglet sertifisering for den nødvendige størrelsen til de to større åpningene i brannskillet mellom sorteringshall og lagerhall. Dette ble gjort under forutsetning av at gardinene skulle sprinkles, og at det ble holdt en avstand på 40 cm mellom gardinen og nærmeste brennbare materiale. Kontrollrommet, som befant seg i

administrasjonsdelen, kunne i henhold til brannkonseptet utføres med vinduer med brannmotstand på 30 minutter, og ikke 60 minutter slik som for øvrige brannskiller.

Brannenergien i mottakshall, lagerhall og vaskehall var relativt høy sammenlignet med administrasjonsdelen (kontorer). Brannenergien i de ulike områdene av bygget regnet per kvadratmeter omhyllingsflate (tak, gulv og vegger) ble oppgitt å være:

- mottakshall: ca. 850 MJ/m²
- sorteringshall (anleggsdelen): ca. 350 MJ/m²
- lagerhall: ca. 2 600 MJ/m²
- vaskehall (anleggsdelen): ca. 1 250 MJ/m²
- øvrige bygg/rom: 50 – 400 MJ/m²

2.4.4 Brannalarmanlegg og deteksjon

Ettersorteringsanlegget skulle i henhold til brannkonseptet utstyres med et heldekkende brannalarmanlegg i kategori 2 med direkte varsling til brannvesenet (BrannCon, 2018). Deteksjon var basert både på aspirasjon, som samler og analyserer luft som suges opp gjennom rør oppunder taket, og ulike punktdetektorer som detekterer røyk og varme, avhengig av hva som er mest hensiktsmessig med hensyn på miljøet i de ulike rommene (støv, eksos etc.). I mottakshallen skulle det være aspirasjonsdeteksjon i taket, flammedetektorer og/eller termisk kamera over produksjonsutstyr som kvern, transportbånd og lignende, samt termisk kamera koblet mot vannkanon på gulvnivå (Nokas, 2018). Alle deteksjonsmidlene var koblet mot brannalarmanlegget og skulle gi varsling og aktivere andre tekniske tiltak som utløsning av Inergen gasslokkeanlegg, delugeanlegg, branngardiner, lukking av dører osv.

2.4.5 Automatisk slokkeanlegg

Bygget skulle i henhold til brannkonseptet beskyttes av et heldekkende Inergen gasslokkeanlegg (IG-541), dimensjonert og detaljprosjektert etter amerikansk og europeisk standarder (NFPA 2001, 2012; International Organization for Standardization [ISO], 2015)). Anlegget skulle løse ut maksimalt 8 minutter etter første varsel (stille alarm), eller 1 minutt etter stor alarm på dagtid, og etter 30 sekunder på natt. Minst 85 % av designkonsentrasjonen av slokkegass skulle ha en holdetid på minst 10 minutter, inkludert luftlekkasje til tiliggende rom via åpninger for transportbånd og ventilasjonskanaler. Ved ytterligere eller større lekkasjearealer kunne dette, ifølge brannkonseptet, oppnås ved at det etableres ekstra gassflasker.

I tillegg skulle det etableres hurtigutløsende vannkanoner og sprinklerdyser i områder med stor sannsynlighet for antenning. Basert på en risikoanalyse var dette definert til å være hele mottakshallen (skulle dekkes av vannkanoner), og kverner (skulle dekkes av sprinklerdyser). Videre beskriver brannkonseptet: «*Dersom det gjennom analyser eller erfaring fremstår flere områder med stor sannsynlighet for brann (f.eks. ved mellomlagre/bunkere, metallutskillere, enkelte transportbånd osv.) anbefales det at også disse områdene dekkes av spraydyser. Anbefalingen grunnes i et verdiskringsperspektiv av egen drift og må utover krav til kvern vurderes og besluttes av byggherre/tiltakshaver*».

Slokkestrategien baserte seg på at Inergen-anlegget skulle forhindre en større brann som oppstod i områder med lav sannsynlighet for brann, samt ved eventuell svikt i vannkanoner eller sprinklerdyser i de områdene der dette var etablert. I henhold til brannkonseptet skulle ulike slokkesoner være adskilt med branncellebegrensende bygningsdeler. For ettersorteringsanlegget er det beskrevet «tilnærmet 60 minutter brannmotstand» mellom de ulike hallene. Alle de større hallene utgjorde egne slokkesoner, og i tillegg var det flere mindre slokkesoner (totalt 17).

2.4.6 Manuelt slokkeutstyr

Krav til manuelt slokkeutstyr i brannkonseptet for ettersorteringsanlegget er i henhold til veiledningen til byggt teknisk forskrift for bygg i risikoklasse 2, det vil si håndslukkere (6 kg pulver eller 9 liter skum/vann) eller brannslanger i et antall som dekker alle rom i hele byggverket.

2.4.7 Fravik fra veiledning til byggt teknisk forskrift

I brannkonseptet og tilhørende vedlegg er det beskrevet og begrunnet åtte fravik fra veiledningen til byggt teknisk forskrift:

- bæreevne til konstruksjonene under brann
- størrrelse på brannseksjon
- brannmotstand til brannskiller
- brannmotstand EI 30 på vindu til kontrollrom
- rømning fra 3. etasje i administrasjonsdelen
- rømning fra kontrollrom
- branngardiner som mangler sertifisering for den størrrelsen som trengs ved anlegget (fraviket ble dokumentert i selve brannkonseptet)
- bruk av Inergen slokkegassanlegg (fraviket ble dokumentert i eget dokument ved å sammenligne Inergen og sprinkler)

3 Hendelsesforløp

Dette kapittelet gir en overordnet beskrivelse av hendelsesforløpet. For en mer detaljert fremstilling av tidslinja i hendelsesforløpet henvises til STEP-diagrammene i vedlegg 2.

Tabell 3-1. Oversikt over hendelsesforløpet.

Når	Hva hendte?
Om morgenen (fra kl. 07:00)	Kildesortert papiravfall ble levert av avfallsbiler. Det lå avfall fra returbåndet på gulvet i papirmottakshallen.
Kl. 09:27	Første varmeutvikling i papirmottakshallen fanges opp av en detektor (varmekamera) på vannkanonen. Varmeutviklingen ble registrert i en papirhaug som lå mot veggen mot sorteringshallen. Detektoren til vannkanonen aktiverte ikke brannvarsling.
Kl. 09:32	Aspirasjonsdetektor i papirmottaket detekterte røyk, og aktiverte forvarselalarm. Stille alarm ble aktivert 30 sekunder senere.
Fra kl. 09:34	Driftspersonalet påbegynte slokking av brannen i papirmottaket med brannslanger.
Kl. 09:36	Liten alarm aktivert.
Kl. 09:37	Stor alarm aktivert.
Fra kl. 09:38	Driftspersonalet forsøkte å slokke brannen med vannkanon.
Kl. 09:40	Rogaland brann og redning mottok varsel om brann på ettersorteringsanlegget.
Kl. 09:42	Systemet for slokkegass ble forberedt for utløsning.
Kl. 09:45	Slokkegass ble automatisk utløst i mottakshallen.
Kl. 09:48	De første brannbilene ankom ettersorteringsanlegget.
Fra kl. 09:51	Det manuelle slokkearbeidet i papirmottaket ble gjenopptatt av brannvesenet da de ankom anlegget. Brannvesenet avgrenset innsatsen sin til papirmottakshallen.
Ca. kl. 09:56	Brannen spredte seg fra papirmottakshallen til sorteringshallen.
Kl. 10:05	Innsatsstyrken oppfattet at de hadde kontroll med brannen i papirmottaket.
Ca. kl. 10:50	Innsatsstyrken oppfattet at det brant i stjernesikta i sorteringshallen.
Kl. 10:52	Slokkegass ble utløst manuelt i sorteringshallen.
Kl. 11:22	Brannen slo gjennom taket fra sorteringshallen.
Kl. 11:56	Brannvesenet hadde kontroll på farlig gods i området. De hadde også kontroll på brannspredningsfaren mot lagerhallen og andre deler av bygget.
Kl. 17:00	Deler av bygningen kollapset. Taket over sorteringshallen hadde rast sammen.

3.1 Før brannen oppstod

Fredag 22. juli 2022 var det ti personer fra driftspersonalet til stede i anlegget. I tillegg var det to personer fra et innleid selskap som gjorde reparasjonsarbeid i sorteringshallen, samt personell fra leverandør av vaskeanlegg i vaskehallen som arbeidet med å installere maskiner for å lage pellets av plastavfall. Reparasjonsarbeidet i sorteringshallen foregikk i nærheten av kontrollrommet.

Denne morgenen lå det en haug med papiravfall mot veggen som avgrenser mottakshallen fra sorteringshallen. Renovasjonsbiler kom til mottakshallen med avfall, og det var rutinemessig arbeid i mottakshallen for håndtering av husholdnings- og papiravfallet. Papirlinja ble startet opp kl. 07:10, og restavfallslinja ble startet opp kl. 07:13. Hjullasteren ble som vanlig benyttet til å skubbe papiravfall inn mot veggen for å fylle skuffa, og flytte et lass til materen til transportbåndet.

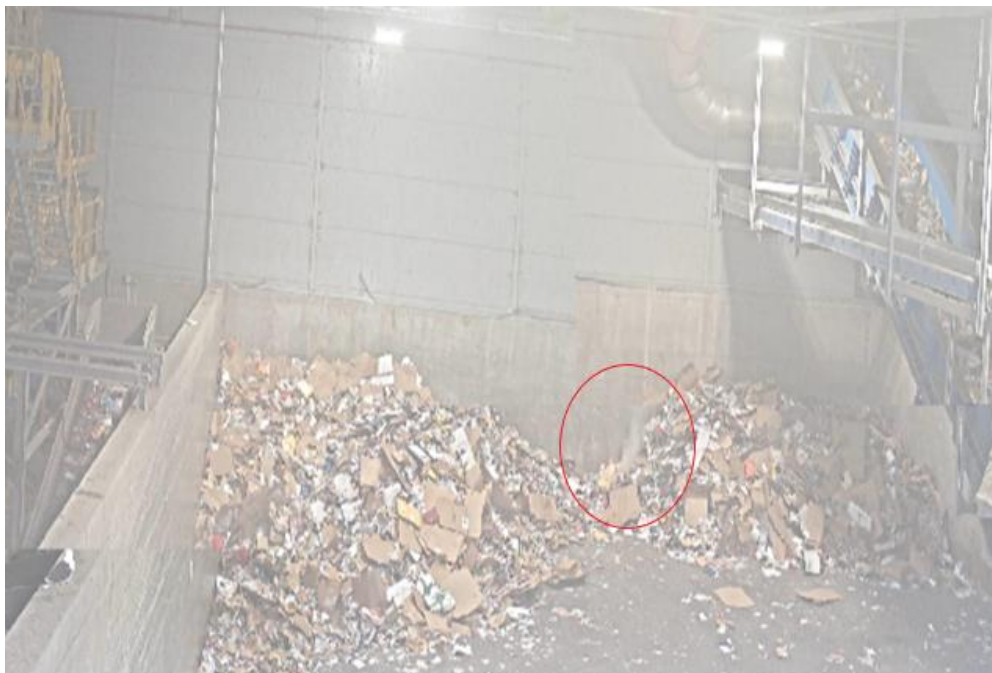
Kl. 08:19 ble husholdningslinja stoppet på grunn av lite husholdningsavfall i mottakshallen. Papirlinja gikk fortsatt. I tidsrommet da husholdningslinja var stanset og papirlinja fortsatt gikk, returnerte returbåndet fra sorteringshallen avfall fra papirlinja som ikke var av de fire hovedtypene papir.

Fra lageret ble det kl. 09:14 kjørt inn en presset ball med papir til mottakshallen for papir. Dette ble normalt gjort med baller som inneholdt feilsortert avfall eller var pakket feil. Papirballen ble lagt på gulvet i papirmottaket og håndtert sammen med det øvrige papiravfallet mot veggen. I tillegg lå en haug med avfall fra returbåndet på gulvet i papirmottakshallen.

Kl. 09:25 kjørte hjullasteren til den delen av mottakshallen som tok imot kildesortert husholdningsavfall. Kl. 09:27 kjørte hjullasteren ut porten fra mottakshallen. Det var da ingen personer til stede i mottakshallen.

3.2 Brannen i mottakshallen oppstod

Kl. 09:27 viser foto fra varmekamera i mottakshallen at det var varmeutvikling i papiravfall som lå mot veggen i papirmottaket. På dette tidspunktet lå det to hauger med usortert papiravfall i papirmottaket; en større haug ved den tverrgående betongveggen på venstre side av papirmottakshallen (sett fra porten), og en mindre haug til høyre for denne (under åpningen til returbåndet fra sorteringshallen). Kl. 09:28 var det synlig røyk fra området mellom de to papirhaugene (Figur 3-1).



Figur 3-1. Kl. 09:28 begynte det å sive røyk fra et område mellom de to papirhaugene. Bildet er sammensatt av flere bilder og hentet fra IR-kamera montert på vannkanonen.

Kl. 09:29 ble papirlinja stoppet fra kontrollrommet på grunn av lite avfall, og fordi driftspersonalet skulle utføre forefallende arbeid et annet sted. Røyk- og varmeutviklingen var på dette tidspunktet fortsatt begrenset, slik at brannalarmen i ettersorteringsanlegget foreløpig ikke var aktivert.

Bilder fra varmekamera viser at det kl. 09:30 var synlige flammer fra papirhaugen som lå nærmest transportbåndet (Figur 3-2).



Figur 3-2. Kl. 09:30 var det synlige flammer fra papirhaugen. Bildet er sammensatt av flere bilder og hentet fra IR-kamera montert på vannkanonen.

De neste minuttene økte intensiteten i flammene fra papirhaugen, og kl. 09:33 strakk flammene seg opp til over betongdelen av vegg² som skilte mottakshall og sorteringshall (Figur 3-3).

² Den nedre delen av vegg² var i betong, mens den øvre delen var sandwich-panel av stål og mineralull.



Figur 3-3. Kl. 09:33 strakk flammene seg opp til over betongveggen. Det er kun den nederste delen av veggen som var i betong, den øvre delen var i stål. Bildet er sammensatt av flere bilder og hentet fra IR-kamera montert på vannkanonen.

Aspirasjonsdetektor i papirmottaket detekterte røyk og branndeteksjonssystemet aktiverte forvarselalarm kl. 09:32³. Aktivering av forvarselalarm ga automatisk tekstmelding om alarmeren til driftspersonalet. Samtidig ble det gitt beskjed fra kontrollrommet til personellet om å iverksette manuell brannslukking. Stille alarm ble aktivert 30 sekunder senere. Etter en tidsforsinkelse, og i henhold til alarmorganiseringsplanen, ble liten alarm aktivert kl. 09:36. Stor alarm ble aktivert kl. 09:37. Driftspersonalet ble varslet via tekstmelding også om disse påfølgende alarmene.

³ Den siste versjonen av plan for alarmorganisering (*FDV_-IVAR_Avfallsortering_-_Rev_05_-_200609*) beskriver følgende innstillinger for forsinket varsling: Sentral går direkte i "stor alarm" hvis ikke alarm kvitteres ut eller 2 detektorer går i alarm innen utløpet av forsinkelsen. Forsinket alarm medfører først "Stille alarm" med melding til operatørens kommunikasjonsutstyr og hvitt og oransje lys i alle soner. Etter 3 minutter aktiveres "liten alarm" med rødt lys i alle soner. Etter 4 minutter med "liten alarm" aktiveres "stor alarm" med akustisk varsling i alle soner. I brannalarmanlegget var det lagt inn aktivering med 2 minutters forsinkelse av slokkeanlegget (Inergen) i mottakshallen ved 2 aspirasjonsdetektorer i alarm (begge på høyeste alarmgrense, 8%), eller 1 manuell melder og 1 aspirasjonsdetektor (høyeste alarmgrense, 8%) i alarm. Det var i tillegg lagt inn en "hold-funksjon" (bryter i kontrollrom) for å stanse utløsingen. Denne kunne avbrytes igjen ved å tilbake stille brannalarmanlegget og så aktivere manuell utløsning. Manuell utløsning har en forsinkelse på 30 sekunder før stor alarm aktiveres, deretter bestemmes utløsning av eventuell forsinkelse i slokkesentralen.

3.3 Tidligfase slokkeinnsats og utløsning av slokkegass i mottakshallen

Kl. 09:34 ankom de første fra driftspersonalet til papirmottaket. De begynte straks med slokkearbeidet og var i gang med å spyle med brannslanger i løpet av det neste minuttet. Det ble spylt med brannslange fra gulvet i papirmottaket, samt fra en høyde på husholdningssiden i ca. fem minutter. Driftspersonalet måtte da trekke ut av hallen på grunn av røykutviklingen. Spylingen bidro til å holde flammene i papirhaugen delvis under kontroll. I tillegg ble det vekselvis spylt mot returbandet. I tidsrommet da det ble spylt mot returbandet, ble det observert at flammene i papirhaugen blusset opp.

Samtidig med at liten alarm ble aktivert kl. 09:36, ble ventilasjonsanlegget automatisk stengt ned. Flere fra drift ankom papirmottaket for å bistå med manuell slokking. De aktiverte vannkanon manuelt, slik at pumpen startet og ventiler ble åpnet kl. 09:37. Vannkanonen ble posisjonert for spyling mot papirhaugen, og omtrent ett minutt senere startet den å spyle vann mot brannstedet.

På samme tid (kl. 09:37) ble stor alarm aktivert, og alle portene til mottakshallen ble automatisk stengt. Da ble det etter et par minutter så mye røyk i mottakshallen at driftspersonalet måtte evakuere ut av hallen.

Kl. 09:42 gikk et varsel fra brannalarmanlegget til systemet for slokkegass om å forberede systemet for utløsning av gass. Dette skjedde 4 minutter og 45 sekunder etter stor alarm. Samtidig ble porten til papirmottaket manuelt åpnet til halvåpen stilling. Dette ble gjort for å lufte ut røyk slik at driftspersonalet bedre kunne se hvordan brannen utviklet seg og hvordan de eventuelt kunne gjenoppta slokkearbeidet.

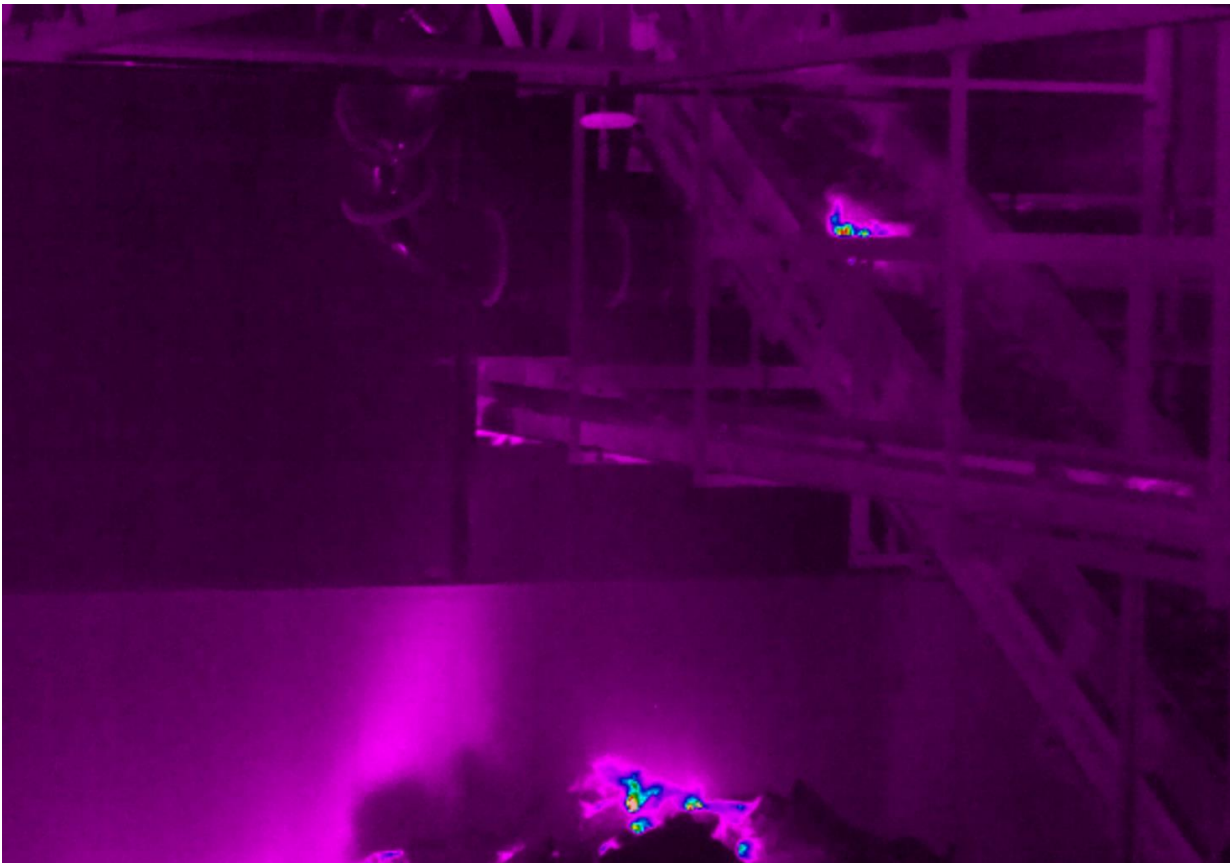
I samme tidsrom (ca. kl. 09:41) hadde noen av driftspersonalet forflyttet seg til sorteringshallen for å undersøke om brannen hadde spredt seg dit. Det ble ikke observert spredning av brann til sorteringshallen, men det ble lagt merke til at det kom røyk gjennom åpningen til transportbandet som gikk fra papirmottakshallen til stjernesikta i sorteringshallen. Kl. 09:43 ble en luke inn til stjernesikta åpnet for å se om det brant inne i den. Det ble ikke observert flammer i stjernesikta på dette tidspunktet.

Kl. 09:45 ble slokkegassen automatisk løst ut i mottakshallen. Gassen ga et stort overtrykk, noe som gjorde at røyk kom ut gjennom porten (port 4). Det var på dette tidspunktet ingen personer til stede inne i papirmottaket. Det ble gjort et forsøk på å lukke porten inn til papirmottakshallen manuelt med brytere, men porten beveget seg ikke.

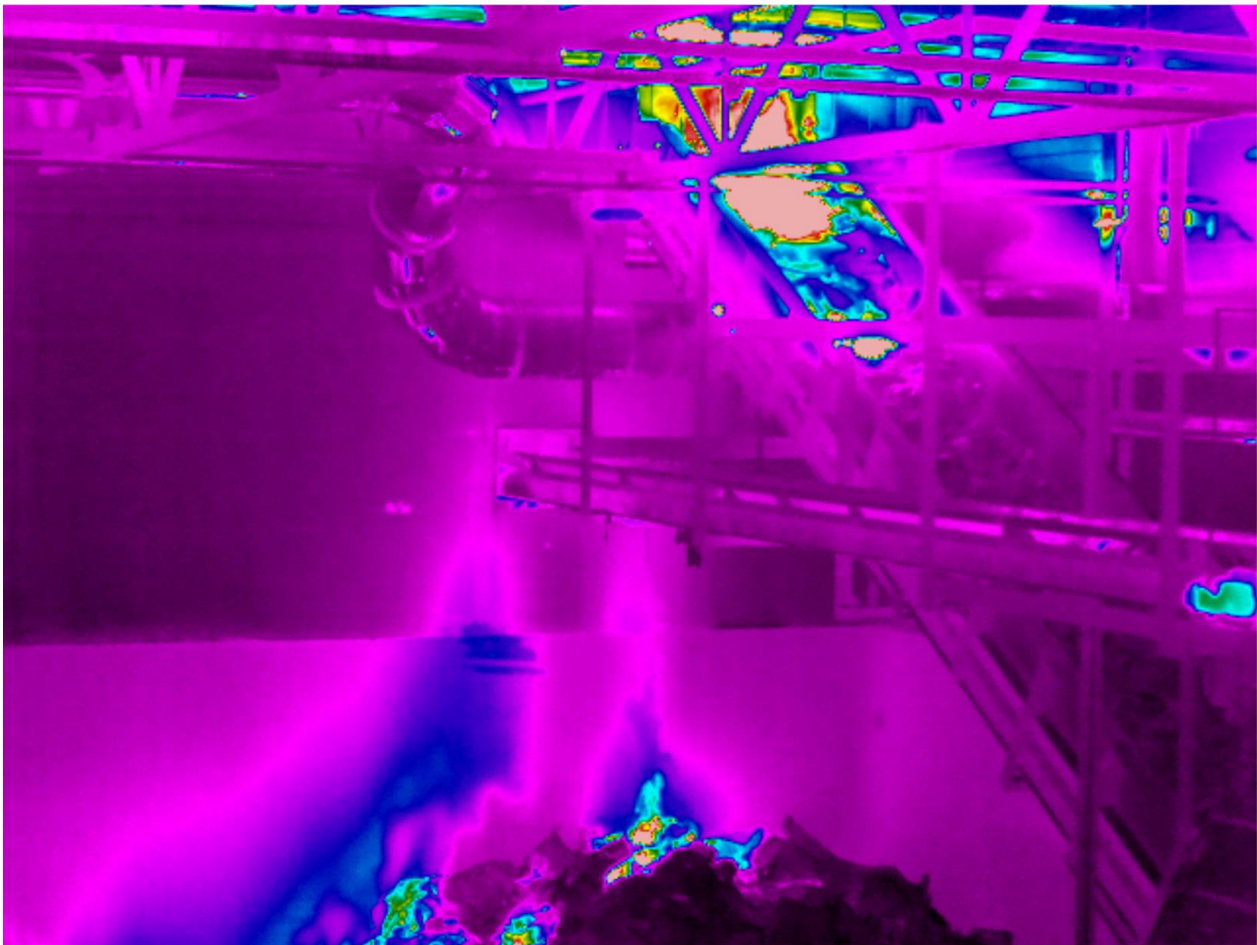
Røykspredningen utenfor bygget var så intens at personalet måtte evakuere stedet. De gikk ned bakken som førte til verksted og lager. Etter at slokkegassen i mottakshallen hadde blitt løst ut, evakuerte gjenværende personell ut av sorteringshallen og gikk til avtalt samlingspunkt ved innkjøring til området hovedport. Driftsteknikeren som satt i kontrollrommet, ble værende. Personene som oppholdt seg i vaskehallen ble varslet om brannen og evakuert av en av driftspersonalet.

3.4 Brannen spredte seg fra papirmottakshallen til sorteringshallen

Kl. 09:48 kan det observeres varmeutvikling på øverste del av transportbandet i papirmottakshallen på bilder fra varmekamera (Figur 3-4). Klokket 09:54 viser bilder fra varmekamera (ikke vist her) at brannen har spredt seg noe oppover transportbandet, mens det kl. 09:56 er tydelig at det brenner i overgangen fra transportbandet og til området ved stjernesikta i sorteringshallen (Figur 3-5).



Figur 3-4. Kl. 09:48 var det varmeutvikling på transportbåndet. De områdene med rød/lyserød farge hadde detektert temperatur på ca. 50 °C. Bildet er sammensatt av flere bilder og hentet fra IR-kamera montert på vannkanonen.



Figur 3-5. Kl. 09:56 spredte brannen seg fra transportbåndet inn til sorteringshallen. De områdene med rød/lyserød farge hadde temperatur på over 300 °C. Bildet er sammensatt fra flere bilder og hentet fra IR-kamera montert på vannkanonen.

3.5 Slokkeinnsats av brannvesenet i papirmottakshallen

Kl. 09:40 mottok Rogaland brann og redning (RBR) varsel om automatisk brannalarm ved IVARs ettersorteringsanlegg. RBR iverksatte umiddelbart utrykning av mannskaper til anlegget.

Kl. 09:41 mottok RBR telefon fra en av driftspersonalet på ettersorteringsanlegget, som bekreftet at det brant i anlegget. Utrykningen ble da oppgradert til bygningsbrann (fra automatisk brannalarm), og to andre brannbiler med mannskap rykket ut. Til sammen rykket fire mannskapsbiler fra brannvesenet ut til ettersorteringsanlegget. To av politiets patruljebiler fikk beskjed fra Politiets operasjonssentral kl. 09:42. De ankom stedet få minutter senere. To ambulanser rykket også ut til ulykkesstedet.

De første brannbilene ankom ettersorteringsanlegget ca. kl. 09:48. På vei til ettersorteringsanlegget observerte innsatsstyrken hvit røyk. De vurderte at dette indikerte at det var en mindre hendelse.

Innsatsstyrken ble ved ankomst orientert av driftspersonalet om at det brant i papirmottaket (bak port 4), og at slokkegassanlegget hadde blitt løst ut. Et røykdykkerlag ble sendt inn i papirmottakshallen. Kl. 09:56 observerte røykdykkerlaget at det brant i en papirhaug som lå mot veggen mellom mottakshallen og sorteringshallen. Det var på dette tidspunktet stor røykutvikling som ga sikt kun i nedre del av hallen, og røykdykkerne oppfattet transportbåndet på høyre side av hallen som en trapp.

3.6 Brannen i mottakshallen ble oppfattet av RBR til å være under kontroll

Fra kl. 10:04 til 10:08 luftet røykdykkerlaget ut røyk fra papirmottaket ved å sette opp portene 1-3, i tillegg til port 4 som allerede stod delvis åpen. Det ble brukt raker i papirhaugen for å komme til med vann og skum der det brant, samt vannkanon til å slokke brannen i papirhaugen. Kl. 10:05 informerte innsatstyrken om at de hadde kontroll på brannen.

Etter hvert ble det mindre røyk i papirmottakshallen. Røykdykkerne oppdaget da at det de først hadde oppfattet som en trapp, viste seg å være et transportbånd som gikk opp i høyden. Røykdykkerlaget oppfattet fortsatt at bygget var seksjonert, og at det ikke var noen åpninger mellom hallene. Røykdykkerlaget oppfattet også at driftspersonalet hadde kontroll på motsatt side, ved at det satt en person på kontrollrommet som overvåket sorteringshallen. Kl. 10:15 informerte driftsteknikeren som satt i kontrollrommet om at det så rolig ut i sorteringshallen, og at han ble værende i kontrollrommet. Etter hvert ga røykdykkerlaget beskjed til de øvrige i innsatstyrken om at det var kontroll på brannen på gulvet, men at det fortsatt var varme oppunder taket.

Etter avtale med andre av driftspersonalet, forlot driftsteknikeren kontrollrommet kl. 10:18, og gikk ut av bygget.

Omkring kl. 10:30 gikk brannslukkingen over i etterslokkingsmodus. Det vil si at røykdykkerlaget kontrollerte brannen, hadde oversikt over brannstedet, og fortsatte å lufte ut fra mottakshallen. Noen av brannressursene ble også frigjort, og forberedte seg på å returnere til brannstasjonen.

Etter en stund observerte røykdykkerlaget i papirmottakshallen at det ble mer røyk. De stusset over at det fortsatt var mye røyk oppunder taket som de ikke fikk luftet bort. Med bruk av infrarødt kamera observerte de høy temperatur i hjørnet til høyre over transportbåndet. Vannkanonen som røykdykkerlaget brukte i mottakshallen, hadde for liten slagkraft til at den nådde opp til hjørnet oppunder taket der transportbåndet gikk.

3.7 Brannen i sorteringshallen ble oppdaget

Røykdykkerlaget i papirmottaket var bekymret fordi de ikke fikk redusert varmen i taket. De ville se sorteringshallen med egne øyne. Samtidig observerte andre i innsatstyrken som var utenfor anlegget at det kom mer og mer mørk røyk ut gjennom porter og utettheter i taket. Røykdykkerlaget ba om en kjentmann som kunne være med inn i sorteringshallen.

Kl. 10:41 gikk en fra røykdykkerlaget og kjentmann fra IVAR inn i sorteringshallen. Da de kom inn i hallen, la de ikke merke til noe røyk, men det luktet svidd. De oppdaget at det var full fyr oppe under taket. Det var i området ved stjernesikta, mot veggen som skiller sorteringshallen fra papirmottaket. De anslo at flammene var oppunder taket. Gjennom glasset på stjernesikta så de at det brant voldsomt inne i maskinen. Det var flammer opp mot taket, og brennende materiale dryppet ned mot gulvet. Dette var like før kl. 10:45.

Røykdykkeren forsøkte å varsle øvrige mannskaper om brannen via radio, men radioen fungerte ikke. Røykdykker og kjentmann fra IVAR evakuerte deretter raskeste vei ut av sorteringshallen, og ga beskjed til innsatsstyrken om at det var observert brann i sorteringshallen. Tre innsatslag fikk da tildelt ulike ansvarsområder rundt bygget. Samtidig gikk to personer fra driftspersonalet til kontrollrommet for å løse ut slokkegassen i sorteringshallen manuelt. Da de kom til kontrollrommet, kunne de se at det brant i stjernesikta.

3.8 Slokkegassen ble utløst i sorteringshallen

Slokkegassen ble utløst manuelt i sorteringshallen kl. 10:52. De to i kontrollrommet så lys fra flammer i den delen av sorteringshallen der stjernesikta var installert. Like etter forsvant flammene, og det oppstod en voldsom røykutvikling. Da slokkegassen ble utløst i sorteringshallen, ble det observert flammer fra sorteringshallen og inn i papirmottakshallen.

Et røykdykkerlag ble sendt inn i sorteringshallen. Like etter at slokkegassen i sorteringshallen var løst ut, gikk to røykdykkere og en driftstekniker opp trappen som ledet til gangveien ved stjernesikta. Tilkomsten til stjernesikta var krevende på grunn av at det var høyt oppe, og fordi det var annet utstyr som stod i veien. Etter hvert ble det for varmt til at røykdykkere kunne oppholde seg på gangbroen i sorteringshallen, og de satte igjen en portabel vannkanon rettet mot stjernesikta fra døra. Senere spredte brannen seg tilbake fra sorteringshallen og inn mot mottakshallen.

Før kl. 11:18 var innsatsstyrken og en person fra drift opptatt med å finne en løsning for å begrense ytterligere spredning av brannen mot lagerhallen. Innsatsstyrken ble vist en plantegning (orienteringsplan, ikke vist her) kl. 11:18. Innsatsstyrken oppfattet at veggen mellom mottakshall og sorteringshall var et brannskille. Tilsvarende oppfattet innsatsstyrken at veggen mellom sorteringshallen og lagerhallen var et brannskille. Innsatslagene ble etter spredningen til sorteringshallen tildelt ansvarsområder for å hindre at brannen skulle spre seg til de andre områdene av anlegget, først og fremst lagerhallen.

Innsatsstyrken observerte at det var mye røyk i lagerhallen. De forstod da at det likevel ikke var et tett brannskille mellom sorteringshallen og lagerhallen, og de la merke til at det var flere åpninger mellom de to hallene. En av disse var en portåpning med en branngardin som var halvveis åpen. Dette gjorde at det var nødvendig for innsatsstyrken å omfordele større deler av ressursene, slik at de kunne forhindre at brannen spredte seg fra sorteringshallen til lagerhallen gjennom åpningene.

3.9 Brannen slo igjennom taket i sorteringshallen

Kl. 11:22 slo brannen igjennom taket i sorteringshallen. Kl. 11:56 hadde røyken avtatt, men det var ingen tegn til at innsatsstyrken hadde kontroll på brannen. Den høye temperaturen og store utbredelsen av brannen, sammen med behov for å bruke ressurser til å hindre brannspredning gjennom brannskiller, gjorde at innsatsstyrken endret målsetting fra å slokke brannen til å begrense den (kontrollert nedbrenning av områder som allerede stod i brann).

Kl. 14:47 var alle fra innsatsstyrken ute av anlegget. Innsatsstyrken var på det tidspunktet bekymret for at bygningen ville kollapse på grunn av den høye temperaturen og takkonstruksjonen i stål. Denne bekymringen hadde de allerede tatt opp ca. kl. 11 med fungerende brannsjef. Brannvesenet hadde erfaringene fra brannen i parkeringshuset på Sola flyplass i januar 2020 i minne. Der kollapset deler av stålkonstruksjoner i bygningen på grunn av brannen.

Kl. 16:59 raste deler av bygningen sammen. Senere ble det brukt skogbrannhelikopter for å kontrollere nedbrenningen og forhindre brannspredning til omgivelsene.

4 Brannårsak og lokale sikkerhetsproblemer

Dette kapittelet innleder med en analyse av arnested, direkte brannårsak og brannutvikling. I tillegg gis en oppsummering som overordnet beskriver hvordan brannen utviklet seg, og en barriereanalyse. Disse analysene er utført med bruk av STEP-metodikken, noe som innebærer identifisering av lokale sikkerhetsproblemer og i hvilken grad det fantes sikkerhetsbarrierer som kunne redusere muligheten for at branntilløpet oppstod, forhindre at brannen utviklet seg, eller til å redusere konsekvensene fra brannen.

4.1 Arnested, brannårsak og brannutvikling

Arnested

Bilder fra varmekamera plassert på vannkanon i papirmottakshallen gjør det mulig å identifisere relativt nøyaktig når og hvor brannen startet. Kl. 09:27:43 er første gang at det registreres temperaturer over 30 °C i avfallshaugen via varmekamera plassert på vannkanon. På dette tidspunktet viser bildene et punkt med temperatur på 237 °C i det samme området som man ca. kl. 09:28 kan observere røyk på bilder fra varmekameraet. På bildene er dette området delvis skjult av hjullasteren som henter avfall derfra i minuttene før kl. 09:27:43, men tilgjengelige data og informasjon tyder på at det ikke har vært synlige flammer eller røyk fra avfallet før dette. Arnestedet er derfor godt lokalisert, og fremkommer av Figur 3-1.

Direkte brannårsak

Det er flere mulige direkte årsaker til varmeutviklingen og påfølgende brann. Basert på liste over mulige brannårsaker gitt i Nordisk brannmanual (Nordisk brannmanual, 2018) er følgende mulige årsaker vurdert:

- 1) Selvantennning av elektronisk utstyr, batteri eller kontaminert papir.
- 2) Mekanisk påkjening fra hjullaster på antenningskilder som var blandet inn i papiravfallet.
- 3) Varmt avfall som har kommet inn i avfallet, og der varme har utviklet seg videre over tid.
- 4) Friksjon (gnister) fra hjullaster eller varme deler på hjullasteren.
- 5) Bruk av åpen flamme.

Selv om mye av avfallet i området hvor brannen startet ikke var utbrent, har det blitt flyttet underveis i slokkearbeidet, slik at det ikke har vært mulig å identifisere eksakt hva som utløste brannen. Analyser som er gjort av IVAR IKS av restene av papiravfallet i mottakshallen etter brannen (IVAR IKS, 2022d) viser flere potensielle antenningskilder, blant annet batterier av ulike typer, lightere, en trykksatt beholder («sprayflaske»), samt ulik små-elektronikk samt et større antall engangskamera med batteri og blits-funksjon. Det var dermed flere mulige antenningskilder i papiravfallet. Dette underbygger sannsynligheten for at en brann kunne oppstå som følge av årsak 1 og 2 beskrevet over. Samtidig kan det at varmeutviklingen ble oppdaget rett etter at hjullasteren hadde flyttet avfall fra området hvor brannen startet, styrke sannsynligheten for årsak 2-4. Varmt avfall (årsak 3) kan ved dette ha blitt tilført nødvendig oksygen, slik at en ulmebrann gikk over i flammebrann og varmeutviklingen ikke har vært synlig på varmekamerabilder før dette.

Åpen flamme ville høyst sannsynlig blitt observert på bilder fra varmekameraet, og var strengt forbudt i anlegget (Sutco, 2020). Bilder fra varmekameraet viser derimot ikke deler på hjullasteren, eller områder i papirmottaket for øvrig, med temperaturer på over 100 °C i løpet av den aktuelle morgenen (ca. 100 °C kan observeres på eksosanlegget til hjullasteren). Dette reduserer sannsynligheten for årsak 4-5.

Tilgjengelig informasjon i form av vitneobservasjoner, bilder fra varmekamera, IVAR IKS sinevaluering av papiravfallet etter brannen, samt driftserfaringene viser større sannsynlighet for årsak 1-3 enn 4-5. Det er likevel ikke mulig å utelukke noen av de potensielle årsakene beskrevet over.

Det er velkjent at batterier som feilaktig kastes i restavfallet utgjør en brannrisiko – i avfallsbeholdere, under avfallstransport og på gjenvinningsanlegg; nesten 80 prosent av brannene på gjenvinningsanlegg med kjent årsak skyldes brukte batterier (Norsk Industri, 2023). I etterkant av brannen i ettersorteringsanlegget på Forus ble det funnet flere batterier i papirfallhaugen der brannen startet, men det har ikke vært mulig å fastslå med sikkerhet hvilken type antenningskilde som sannsynligvis forårsaket brannen. Miljødirektoratet vurderer at batterier på avveie forårsaker store problemer, blant annet knyttet til brannrisiko (Miljødirektoratet, 2023). Returselskapene oppnådde en innsamlingsgrad av løse batterier i 2021 på 65 prosent. Miljødirektoratet anbefaler å endre avfallsforskriften om krav til innsamlingsgrad av bærbar, løse batterier fra 30 prosent til 65 prosent (Miljødirektoratet, 2023). Miljødirektoratet vurderer selv at anbefalingen i praksis ikke vil medføre noen endring av innsamlingsgrad. I tillegg gjelder innsamlingsplikten kun for løse batterier, og ikke for batterier som er innlemmet i produkter, noe som det samtidig blir mer av. For å redusere sannsynligheten for brannrisiko relatert til batterier i restavfall, innebærer dette et behov for større innsamlingsgrad av batterier, samt en ordning for frasortering av batterier innlemmet i produkter før avfallet når ettersorteringsanlegget.

Brannutvikling

Bilder fra varmekamera på vannkanonen i papirmottaket viser temperaturer på returbåndet på over 200 °C ca. kl. 09:32, og at flammene fra arnestedet i løpet av de første 8 minuttene etter observasjon av den første varmeutviklingen strakk seg opp til returbåndet (ca. kl. 09:36).

Ca. kl. 09:35, kl. 09:39 og kl. 09:46 ble det observert glødende partikler som ble spredt ut i rommet fra brannen. Mulige årsaker til dette kan være batteri eller sprayboks som eksploderte, slokking med brannslanger, vannkanon eller utløsning av gasslokkeanlegget (kl. 09:46) som virvlet opp glødende partikler.

Ca. kl. 09:38 var temperaturen på returbåndet kraftig redusert, og kl. 09:40 var temperaturen under 50 °C.

Kl. 09:43 viste varmekamera at temperaturer over 50 °C var begrenset til et relativt lite område på papiravfallshaugen under returbåndet.

Kl. 09:48 ble den første varmeutviklingen på transportbåndets øvre del observert (Figur 3-4). Dette utviklet seg videre, og spredte seg oppover mot åpningen mot sorteringshallen. Kl. 09:56 er det ut fra varmekamerabilder tydelig at brannen spredte seg inn mot sorteringshallen og området hvor stjernesikta befant seg (Figur 3-5). Bilder av transportbåndet viser at brannen i svært liten grad, om noen, har spredt seg nedover transportbåndet, til tross for at det var fullastet med papir som kan sies å være relativt lite kompakt og lett antennelig. Det er naturlig at brannspredning skjer raskere oppover, men det er likevel påfallende at større spredning i papiret ikke har skjedd nedover. Noe av årsaken til dette kan være at det var tilgjengelig oksygen fra åpningen mot sorteringshallen (hvor Inergen ikke var utløst), samtidig som den åpne porten har etablert en «gjennomtrekk» som ytterligere har ført flammene i den retningen. Overtrykket som ble skapt av utløsningen av slokkegassen, samt oppdriftskrefter fra den opprinnelige brannen i papirhaugen, kan også ha ført luft, røyk, brennende partikler og flammer opp og igjennom åpnningene mot sorteringshallen.

Det er sannsynlig at gummien på returbåndet har tatt fyr i løpet av de første 8 minuttene etter at varmeutviklingen i papirhaugen startet. Selv om det kan ha vært varme og flammer som har passert veggen mellom mottakshallen og sorteringshallen via returbåndet allerede ca. kl. 09:32, er det ingenting som tyder på at brannen har spredt seg denne veien og på dette tidspunktet. Dette er basert på observasjoner fra personer som befant seg i det aktuelle området på sorteringshallens side før kl. 09:45, og observasjoner fra brannvesen og kjentmann fra IVAR IKS sin driftsavdeling som oppdaget brannspredningen like før kl. 10:50. Da var brannen tydelig begrenset til det øverste hjørnet av hallen hvor stjernesikta befant seg.

Den videre brannutviklingen inne i sorteringshallen er vanskelig å fastslå, utover at den har spredt seg fra transportbåndet til stjernesikta, og videre til resten av hallen. På et tidspunkt etter spredning til resten av sorteringshallen, har brannen også slått tilbake mot mottakshallen, slik at maskinene som er plassert midt i mottakshallen og tilhører husholdningslinja, ble ødelagt.

4.2 Lokale sikkerhetsproblemer og barriereanalyse

Identifisering av lokale sikkerhetsproblemer og barriereanalyse i STEP-metodikken er utført med hendelsesforløpet som utgangspunkt. Basert på disse analysene oppsummeres i det følgende hvorfor brannen oppstod og hvordan brannen utviklet seg:

a) Avfallet i papirmottaket inneholdt antenningskilder

Det kildesorterte papiravfallet i papirmottakshallen inneholdt annet avfall enn papir. I tillegg var det avfall fra returbåndet på gulvet i papirmottakshallen. Det er mer sannsynlig at brannårsaken var selvantennning av elektronisk utstyr, batteri eller kontaminert papir, mekanisk påkjenning fra hjullaster på antenningskilder eller varmt avfall som var blandet inn i papiravfallet, sammenlignet med andre alternativene, se kapittel 4.1. Det manglet effektive barrierer som kunne fjerne mulige antenningskilder fra papiret, og på den måten kunne redusere sannsynligheten for branntilløp. Disse forholdene er videre omtalt i kapittel 5.1 og 5.2.

b) Branndeteksjon og brannslukking med vannkanon og slokkegass kom sent i gang

Den automatiske brannslukkingen kom sent i gang. Dette reduserte muligheten til å bekjempe brannen og hindre at den kunne spre seg til sorteringshallen. Konsekvensene av forsinkelsene var at brannen fikk utvikle seg videre før manuell brannslukking, vannkanoner og etter hvert automatisk gasslukking ble igangsatt. Jo lengre en brann får utvikle seg, jo mer krevende blir slukkingsarbeidet. De fysiske og operative barrierene hadde svakheter som forhindret tidlig og effektiv automatisk brannslukking.

Vannkanonen begynte ikke automatisk å spyle vann mot brannstedet i papirhaugen⁴. Dermed gikk det nærmere ti minutter fra varmeutviklingen ble fanget opp av IR-kameraet og til vannkanonen startet å spyle. Vannkanonen hadde vesentlig større vannkapasitet og større kastelengde enn brannslangene. Første deteksjon og varsel fra aspirasjonsdeteksjonsanlegget skjedde kl. 09:32, over fire minutter etter første observerte varmeutvikling via varmekamera på vannkanon. Slokkegassanlegget ble utløst 13 minutter etter første varsel, og åtte minutter etter stor alarm.

I tillegg observerer vi at det var en forsinkelse på nærmere tre minutter mellom når stor alarm ble aktivert kl. 09:37, og når brannvesenet fikk varsel om brannen kl. 09:40.

Forholdene beskrevet ovenfor blir videre omtalt i kapittel 5.1 og 5.2.

c) På grunn av begrenset dekning og kapasitet på brannslangene var den manuelle slukkingen i papirmottaket lite effektiv

Driftspersonale satte umiddelbart i gang med manuell brannslukking etter at de fikk den første alarmen kl. 09:32. Det var begrenset dekning og kapasitet på brannslangene, noe som reduserte muligheten for å bekjempe brannen og hindre at den senere kunne spre seg til sorteringshallen. De fysiske og operative barrierene hadde svakheter knyttet til manuelt slukkeutstyr som forhindret effektiv brannslukking med brannslanger. Disse forholdene blir videre omtalt i kapittel 5.1 og 5.2.

d) Slokkegassanlegg og manuell brannslukking var ikke forenelig

Hendelsesforløpet viser at slokkegassanlegg og manuell brannslukking ikke var forenelig. Konsekvensen var at manuell brannslukking ikke ble effektiv da det ble for mye røyk til at driftspersonalet kunne være i papirmottaket når porter gikk ned. Brannen ble heller ikke slukket da slokkegassen ble utløst. De fysiske og operative barrierene ble motstridende ved at bruk av slokkegass og manuell brannslukking ikke var forenelig, og dette påvirket hvor effektiv brannslukkingen ble. Disse forholdene blir videre omtalt i kapittel 5.1 og 5.2.

e) Brannvesenet sin beslutning om å avgrense slukkearbeid og overvåking til papirmottakshallen var basert på antagelser om at det var fullverdige brannskiller i bygget

⁴ Branndeteksjonen var kl. 09:32, fire minutter etter første observerte varmeutvikling.

Beslutningen brannvesenet tok om å avgrense innsatsen sin til kun papirmottaket var basert på feil antagelse om brannobjektet. Operativ barriere, i form av å gi innsatsstyrken oppdatert og relevant informasjon om brannobjektet til riktig tid, hadde svakheter. Disse forholdene blir videre omtalt i kapittel 5.3.

f) Brannen spredte seg gjennom en åpning i brannskillet mellom papirmottaket og sorteringshallen

Brannen spredte seg fra papirmottaket og til sorteringshallen, sannsynligvis gjennom åpningen ved transportbåndet. Det manglet fysiske barrierer som hindret at en brann kunne spre seg i ettersorteringsanlegget. Disse forholdene blir videre omtalt i kapittel 5.1.

g) Sorteringshallen var ikke tilstrekkelig overvåket under brannen

Fra ca. kl. 09:45, det vil si like etter at slokkegassen i mottakshallen ble løst ut, ble ikke sorteringshallen tilstrekkelig overvåket. Som følge av dette ble brannen i sorteringshallen oppdaget sent. Tekniske og operative barrierer for å overvåke sorteringshallen for brann hadde svakheter. Disse forholdene blir videre omtalt i kapittel 5.2 og 5.3.

h) Brannen i sorteringshallen ble ikke slokket da det var begrenset mengde Inergen-gass igjen (etter utløsning i mottakshallen). Brannvesenet forhindret imidlertid brannen fra å spre seg til andre deler av anlegget, og til omgivelsene.

Det var begrensinger i det automatiske slokkeanlegget. De tekniske og operative barrierene for å redusere konsekvensene av brannen i sorteringshallen hadde dermed svakheter. Disse forholdene blir videre omtalt i kapittel 5.1.

5 Bakenforliggende forhold

De fleste ulykker skyldes en kombinasjon av menneskelige, tekniske og organisatoriske forhold. Direkte og tekniske årsaker til ulykker er ofte knyttet til bakenforliggende, mer systemiske faktorer. Analyse av bakenforliggende forhold er viktig fordi tiltak rettet mot disse er de mest effektive for læring og forebygging av nye ulykker. Bakenforliggende forhold ligger lengre ut i årsakskjeden enn de direkte/tekniske årsaker, og analysen av bakenforliggende forhold er derfor i større grad basert på vurderinger av informasjon kommet frem i intervjuer, i tillegg til det øvrige datamaterialet. Analysen er utført innenfor rammeverket av Pentagon-modellen (Schiefløe, 2021), omtalt i kapittel 1.5:

1. **Formell struktur:** Ansvarsfordeling og beslutningssystem, insentiver, styrende dokumentasjon, avtaleverk, bemanningsplaner og formelt beskrevne roller i organisasjonen.
2. **Teknologi og utstyr:** Fysisk anlegg, tekniske systemer (inkl. IKT-systemer), maskiner, verktøy og utstyr benyttet på arbeidsplassen.
3. **Kultur:** De uformelle mønstrene for arbeidsutførelse og hva som anses som den riktige måten å utføre arbeidet på.
4. **Relasjoner:** Sosiale nettverk internt i organisasjonen og mot omgivelsene, samt nivå av tillit mellom medlemmene i organisasjonen.
5. **Interaksjon:** Samarbeid, kommunikasjon og koordinering, dvs. hvordan mennesker forholder seg til hverandre.

5.1 Brannsikkerhetstiltak, anleggets utforming og drift

Dette kapittelet tar opp følgende tema som hadde betydning for hendelsen:

Papirlinjas utforming:

- Det var ikke tilrettelagt for praktisk og effektiv grovsortering av papiravfallet som kom fra forbrukere, noe som ville redusert mengden antenningskilder i papirmottaket og i papir-sorteringslinja.
- Det var ikke noe fysisk skille mellom avfall fra returbånd og øvrig papiravfall i papirmottaket.

Brannsikkerhetstiltak:

- Manglende brannteknisk oppdeling i seksjoner, svakheter i brannskiller.
- Forståelse for innstillingene for vannkanoner, og endringer av innstillingene.
- Forutsetninger for bruk av Inergen gasslokkeanlegg sett opp mot type bygg og virksomhet.
- Tilrettelegging for tidlig og effektiv manuell brannsløkking.
- Tilrettelegging for brannvesenets innsats.

Det er flere forhold og motsetninger mellom anleggets brannsikkerhetstiltak gitt av brannkonseptet, og endelig utforming og drift, som har bidratt til at brannen oppstod, at den spredte seg til sorteringshallen, og at de materielle skadene ble så store. Etableringen av brannkonseptet og prosjekteringen av anlegget ses i sammenheng med at de involverte hadde liten eller ingen tidligere erfaring med drift av denne type prosessanlegg. De driftsmessige forholdene sett opp mot anleggets utforming og brannsikkerhetstiltak er også nærmere beskrevet i kapittel 5.2.

5.1.1 Papirlinjas utforming og driftsrutiner

Papiravfallet i papirmottaket kom fra tre steder:

- kildesortert papiravfall som ble levert av renovasjonsbilene
- papiravfall som hadde blitt sortert ut fra husholdningslinja og ble transportert til papirmottakshallen via returbåndet, i de tilfellene der papirlinja stod

- papirballer som ble fraktet fra lagerhallen til papirmottaket

Det er identifisert to problemstillinger rundt utformingen av anlegget med hensyn til dette:

- Det var ikke gode nok rutiner og praktisk gjennomførbart å grovsortere det kildesorterte papiravfallet tilstrekkelig før det ble behandlet videre i papirmottaket. Det var derfor ikke tilstrekkelig kontroll av, eller oversikt over, om avfallet inneholdt mulige antenningskilder.
- Avfall fra returbåndet ble blandet sammen med øvrig avfall i papirmottaket. Det var vanlig praksis at dette papiravfallet, som potensielt også inneholdt mulige antenningskilder, ble matet videre inn i papirsorтерingslinja.

Maskinene i papirlinja var ment for å sortere ulike fraksjoner av papir, papp og kartong. Selv om det innimellom ble utført manuell grovsortering med raker før papiravfallet ble behandlet videre i papirmottaket, var dette ressurskrevende og unøyaktig, og det var derfor ikke en fast rutine. Dette medførte at potensielle antenningskilder både befant seg inne i mottakshallen og ble ført inn i sorteringsmaskinene i sorteringshallen, noe som økte sannsynligheten for brann.

I de tilfeller at kun papirlinja gikk og ikke husholdningslinja, slik tilfellet var på branndagen, ble alt som ikke tilhørte én av de fire papp-, papir- og kartongfraksjonene som skulle gjenvinnes, ført tilbake til papirmottakshallen via returbåndet. I utgangspunktet var det meningen at avfall fra returbåndet skulle samles i en egen beholder, men denne manglet. Konsekvensen av dette var at avfall som allerede var kjørt gjennom papirsorтерingslinja lett kunne bli blandet sammen med øvrig avfall i papirmottaket igjen. Konsentrasjonen av forurensning og mulige antenningskilder i avfallet i papirmottakshallen var derfor trolig større enn i papiravfallet som kom med renovasjonsbilene den dagen.

Anlegget var ikke fysisk utformet for å sortere ut potensielle antenningskilder fra det kildesorterte papiravfallet. Dette bidro til økt sannsynlighet for brann i mottakshallen og sorteringshallen. Videre manglet det fysiske skiller mellom mottatt papiravfall og avfall som allerede var sortert ut og ikke tilhørte de fraksjonene som skulle gjenvinnes. Selv om det vil være vanskelig å fjerne all forurensning, kan grovsortering av mottatt avfall fra renovasjonsbilene, og fysisk skille mellom sortert og usortert avfall, redusere sannsynligheten for at brann oppstår.

5.1.2 Brannteknisk inndeling og brannskiller

Ettersorтерingsanlegget var ikke oppdelt i flere brannseksjoner, men besto av én brannseksjon på 10 500 m² oppdelt i mindre brannceller. Hensikten med brannseksjonering i et bygg er å unngå at en brann i en brannseksjon sprer seg og medfører urimelig store økonomiske eller materielle tap. Branncelleskiller er først og fremst ment for å ivareta rømning og redning av personer, og har en lavere brannmotstand. I det branntekniske konseptet er det gjort en beregning av brannenergien for de delene av bygget som har ulik virksomhet, som mottakshall, sorteringshall, lagerhall, vaskehall og administrasjonsbygg. Beregningene viser at mottakshall, lagerhall og vaskehall kategoriseres som områder med høy brannenergi (> 400 MJ/m² angitt per areal av omhylningsflate). I henhold til preaksepterte ytelser gitt i veiledningen til byggt teknisk forskrift, skal arealer med så høy brannenergi inndeles i mindre brannseksjoner enn arealer med lavere brannenergi. Størrelsen på de tre hallene (mottakshall, lagerhall og vaskehall) utgjorde til sammen ca. 6 800 m², og overskrider dermed alene preakseptert ytelse på 1 200 m² per brannseksjon. Dette er preakseptert ytelse for bygg med brannalarmanlegg, uten sprinkleranlegg oppført i henhold til NS-EN 12845 (European Committee for Standardization, 2015), og med brannenergi over 400 MJ per kvadratmeter omhylningsflate. I brannkonseptet er fraviket på brannseksjonsstørrelsen dokumentert opp mot den preaksepterte størrelsen på 5 000 m² som gjelder for en brannseksjon med installert sprinkleranlegg i henhold til NS-EN 12845. Veiledningen til byggt teknisk forskrift angir spesifikt at det er sprinkleranlegg som gir mulighet for større brannseksjoner. Dette medførte derfor at fraviket var mer omfattende enn det brannkonseptet la til grunn, at brannsikkerhetsnivået ble redusert i forhold til veiledningen til byggt teknisk forskrift, samt en større brannrisiko enn det brannkonseptet tok høyde for da det ble innført.

Utelatelsen av brannseksjonering i brannkonseptet var basert på at det ble installert vannkanoner i mottakshallen, deluge sprinklerdyser som utløses basert på IR-deteksjon over kvern i mottakshallen og heldekkende slokkegassanlegg. Disse tiltakene skulle sørge for hurtig og automatisk slokking som ikke var sensitiv for brannenergi. I tillegg ble gasslokkeanlegget tillagt en viktig rolle i å ivareta verdisikkerheten i bygget: «*Tradisjonelle slokkeanlegg basert på vann (sprinkleranlegg) vil i sammenheng med høy brannlast og stor takhøyde ha en sen utløsning og en begrenset effekt. Det er derfor valgt å benytte seg av slokkesystemer som har mulighet for en tidlig og effektiv utløsning slik at et brannforløp slokkes i en tidlig fase, før brannen får gjøre større skader på materielle verdier.*» (BrannCon, 2015).

Som det fremkommer i fraviksdokumentasjonen, skulle også branncelleskiller mellom de ulike delene av bygget dekke opp noe for fravær av brannseksjonering (BrannCon, 2015): «*Videre er det lagt til en passiv sikkerhetsbarriere i form av branncellebegrensende konstruksjoner mellom hallene. Disse har åpninger for transportører og kan ikke forventes å være røyktette, men vil bidra til å stanse eller begrense spredningen av brann i angitt tid.*»

Brannskillene som det her henvises til er mellom de største hallene i bygget, og er utført som «tilnærmet EI 60-konstruksjoner». Også dette er dokumentert som et fravik fra de preaksepterte ytelsene gitt i veiledningen til byggt teknisk forskrift i brannprosjekteringen. Brannkonseptet beskriver at ulike slokkesoner for Inergen-gasslokkeanlegget skal være egne brannceller. Samtidig brukes slokkeanlegget andre steder i brannkonseptet som et kompenserende tiltak for å tillate åpninger i branncelleskillene. I praksis innebærer dette at brannskiller var utført med brannmotstand EI 60, men hadde åpne gjennomføringer (eksempelvis åpningene for transportbåndet og returbandet mellom papirmottaket og sorteringshallen). Disse gjennomføringene var ikke utstyrt med ytterligere barrierer (som for eksempel branngardin), som kunne ha forhindret brannspredning via åpningene fra papirmottaket til sorteringshallen. Åpningene medvirket også til at brannspredning til sorteringshallen ikke ble oppdaget tidligere, fordi deteksjonssystemet i sorteringshallen allerede var utløst som følge av røykspredning gjennom åpningene.

Som tidligere nevnt, inneholdt både sorteringshall og lagerhall store mengder brannenergi. Mellom disse to hallene var det to 3 m² åpninger for frakt av papir- og plastballer ved gulvet (IVAR IKS, 24.11.2022), uten noen form for fysisk brannsikkerhetsbarriere. Det var også to større åpninger (porter), hver på ca. 15 m² (IVAR IKS, 24.11.2022, som var utstyrt med branngardiner og lokale sprinkleranlegg. Branngardinene manglet produktdokumentasjon for den størrelsen som ble montert, og var ikke testet eller sertifisert. Dette ble angitt som et avvik i forbindelse med uavhengig kontroll av brannkonseptet. Avviket ble lukket med tilbakemelding om at løsningen skulle dokumenteres, noe som ble gjort ved å beskrive kompenserende tiltak med sprinklerdysene i brannkonseptet.

Branngardinene i brannskillet mellom sorteringshall og lagerhall gikk ikke fullstendig ned under brannen, og fungerte dermed ikke som tiltenkt. Dette medførte at brannvesenet måtte bruke ekstra ressurser på å hindre brannspredning fra sorteringshallen til lagerhallen. Branngardinenes manglende funksjon har sannsynligvis også hatt betydning for slokkeeffekten til Inergen-gassen i sorteringshallen, og kan også ha medvirket til «gjennomtrekk» som bidro til at brannen spredte seg fra transportbåndet i mottakshallen og til sorteringshallen.

I fraviksdokumentasjonen tilhørende brannkonseptet (BrannCon, 2015) konkluderes det med at det er «*lite sannsynlig at brann spres direkte gjennom åpningene*» mellom mottakshall og sorteringshall, fordi åpningene er plassert høyt oppe på veggen og har lite brennbare materialer i umiddelbar nærhet. Løsningen som er valgt ser ikke ut til å ta hensyn til at varm røyk som dannes under en brann vil samle seg oppe under taket, og til at åpningene kan bidra til både røyk- og brannspredning. Da slokkegassen ble utløst i sorteringshallen, ble det observert flammer fra sorteringshallen og inn i papirmottakshallen (se beskrivelse i hendelsesforløp i kapittel 3). Dette indikerer at utette brannskiller kan bidra til røyk- og brannspredning også i forbindelse med utløsning av Inergen, på grunn av overtrykk i utløsingssonen.

Åpningene i brannskillene har både vært direkte årsak til spredning fra mottakshall til sorteringshall, de har medvirket til at brannvesenet måtte fokusere på å hindre videre spredning når brannen i sorteringshallen først var et faktum, og de har hatt betydning for skadeomfanget. Det er opplagt flere praktiske og driftsmessige årsaker til at man var avhengig av å ha åpninger i brannskillene. Hendelsen viser imidlertid at tiltakene for å kompensere for åpningene ikke har vært tilstrekkelige, og at dette har redusert brannsikkerheten i bygget. Passive barrierer som brannskiller er grunnleggende for å ivareta brannsikkerheten i et bygg. Hendelsen viser at mangelfulle brannskiller kombinert med udokumenterte løsninger har svekket denne barrieren.

5.1.3 Vannkanonen i papirmottaket

Et viktig brannsikkerhetstiltak i mottakshallen var de automatiske vannkanonene. Vannkanonen som dekket papirmottaket startet imidlertid ikke automatisk under brannen, og ga heller ikke varsel om brann når den burde ha gjort det (se kapittel 4.2). Brannbekjempelse med vannkanonen ble først igangsatt manuelt kl. 09:37, ca. ti minutter etter at IR-kamera første gang registrerte varmeutvikling i papirhaugen kl. 09:27.

IR-kameraet var en del av vannkanonen, og skulle aktivere denne ved deteksjon av en forhåndsinnstilt temperatur. Informasjon fra dataserver til vannkanonen (Vedlegg 3, figur 1) har i etterkant av brannen vist at temperaturinnstillingene på dagtid (kl. 05 til kl. 22) var satt til 390 °C for varsel og 450 °C for automatisk aktivering av vannkanonen. Disse grensene for varsel og aktivering av vannkanonen var høyere enn temperaturområdet («range») for IR-kameraet (- 40°C til 300 °C). Dette betyr at varsel og aktivering av vannkanon via registreringer i IR-kameraet i praksis aldri kunne skje på dagtid, på grunn av at temperaturgrensene var utenfor temperaturområdet til IR-kameraet.

Innstilling for temperaturgrensen for aktivering av vannkanon har vært endret siden 2019 (Vedlegg 3, figur 2). På dagtid har temperaturgrensen gradvis blitt satt høyere (fra 200 °C i 2019 til 450 °C sommeren 2021), mens den på nattetid har blitt senket (fra i underkant av 200 °C til drøye 100 °C) over det samme tidsrommet. Dette førte til at vannkanonen i praksis ikke ville kunne utløses automatisk på dagtid, ettersom maksimal temperatur for IR-kameraet var innstilt på 300 °C. SINTEF oppfatter at dette var en utilsiktet konsekvens, ettersom det ikke ble oppdaget at endringene av grenseverdiene i praksis medførte at vannkanonsystemet ikke varslet og ble automatisk aktivert på dagtid.

Bakgrunnen for at man ønsket å endre på innstillingene for utløsningstemperaturen, var å unngå at vannkanonen utilsiktet ble aktivert, slik man hadde erfart som følge av høy temperatur på eksosanlegget til hjullasteren eller renovasjonsbiler. Denne endringen innebar at branndeteksjon og brannsløkking for anlegget i mindre grad var basert på tidlig deteksjon og automatiske sløkkesystemer, slik både driftsorganisasjonen og brannkonseptet forutsatte jfr. Kapittel 2.4.4. Dette viser at driftsorganisasjonen ikke i tilstrekkelig grad hadde forstått konsekvensene av å endre på innstillingene og hvordan dette påvirket brannsikkerhetstiltakene som brannkonseptet baserte seg på. Dette omtales også i kapittel 5.2.

Dersom temperaturgrense for alarm og aktivering hadde vært innstilt på 200 °C, ville varsling om brann og automatisk aktivering av vannkanonen skjedd allerede kl. 09:28, det vil si fire minutter tidligere varsel til kontrollrom, og ti minutter tidligere (og automatisk) aktivering av vannkanonen enn det som faktisk skjedde.

Ettersorteringsanlegget hadde brannslanger og vannkanoner i mottakshall, men et begrenset avløpssystem. Samtidig ga vannsøl praktiske utfordringer med avfallet. Dette kan ha bidratt til at man i størst mulig grad ville begrense unødvendig bruk av vann, som for eksempel ved feilutløsninger, utprøving og øvelser med vannkanon.

Da vannkanonen i papirmottaket ble aktivert manuelt kl. 09:37 har den, sammen med innsatsen med brannslanger fra de ansatte, hatt god effekt på brannen i papirhaugen. Flammene og varmen i brannområdet var kraftig redusert kl. 09:43 sammenlignet med situasjonen kl. 09:35. Ca. tre minutter etter at porter ble lukket for å forberede utløsning av Inergen-gasslokkeanlegget (kl. 09:40), måtte de ansatte oppgi sløkkeinnsatsen på grunn av mye røyk i hallen. Dette medførte også at de mistet oversikt over hvor

vannkanonen spylte. Vannkanonen ble da satt til å spyle i området mot papirhaugen. Dette pågikk frem til brannvesenet overtok slokkearbeidet i mottakshallen, inklusive fjernkontroll til vannkanonen. Spyling med vannkanonen var likevel ikke nok til å hindre at brannen spredte seg til transportbåndet kl. 09:48.

5.1.4 Inergen gasslokkeanlegg

Brannkonseptet, og valg som ble gjort i dette, har lagt svært stor vekt på tidlig og automatisk slokking med Inergen-gasslokkeanlegget. Dette underbygges gjennom fraviksdokumentasjonen tilhørende brannkonseptet. Barrierer som skal dekke vesentlige deler av brannsikkerheten svekkes i brannkonseptet under forutsetning av at gasslokkeanlegget tidlig skal slokke en brann som oppstår. Dette gjelder både manglende brannseksjonering av bygget, manglende rømningsvei fra deler av administrasjonsdelen, redusert ytelse på bærende og brannskillende konstruksjoner, og brannvesenets sikkerhet, som beskrevet i kapittel 5.1.6.

IVAR hadde høy tiltro til tidlig og automatisk slokking med gasslokkeanlegget. Dette kan ha bidratt til å redusere opplevd brannrisiko, herunder sannsynligheten for større brannhendelser. Dette kan igjen ha påvirket vurderinger og valg rundt brannsikkerhetstiltak som kom opp under driften av ettersorteringsanlegget, og etter at bygget sto ferdig.

I forbindelse med brannkonseptet og prosjekteringen av anlegget var det etablert en plan for alarmorganisering. Den beskrev at det skulle være ett minutt forsinkelse før utløsning av slokkegassen etter stor alarm (Nokas, 2018). I motsetning til det som var forutsatt i brannkonseptet, ble slokkegassen i mottakshallen utløst sent; åtte minutter etter stor alarm. Det vil si at det ikke var samsvar mellom det som var planlagt i brannkonseptet, og den måten alarmanlegget var etablert på.

Inergen-gassen ble av alle involverte oppfattet som et viktig brannsikkerhetstiltak. Gjennom driftstiden var det imidlertid blitt kjent at utløsning av Inergen var kostbart (ca. 2 MNOK per utløsning), og at utløsningen også medførte nedetid for ettersorteringsanlegget og økte driftskostnader. Dette bidro samlet sett til et økt fokus på å verifisere behovet for å løse ut gasslokkeanlegget ved en brannhendelse, og unngå feilutløsninger. Dette kan ha bidratt til at det var en lav terskel for å koble ut brannalarmanlegget i forbindelse med reparasjonsarbeider.

Observasjoner fra varmekamera viser at utløsningen av gasslokkeanlegget hadde liten eller ingen slokkeeffekt på brannen i mottakshallen. Bildene viser at spredning av brannen via transportbåndet og videre inn i sorteringshallen skjedde i løpet av den forutsatte virketiden til gassen.

Vitneobservasjoner beskriver at slokkegassen som ble utløst i sorteringshallen hadde virkning, men at den ikke var tilstrekkelig til å slokke brannen. Dette kan skyldes at det kun var noe restkapasitet igjen av slokkegass i anlegget etter at slokkegass tidligere hadde blitt utløst i mottakshallen. I tillegg sto en av portene mellom sorteringshallen og lagerhallen delvis åpen. Åpningene mellom sorteringshall og mottakshall kan også ha bidratt til å redusere effekten ytterligere.

Bruken av Inergen-gasslokkeanlegget er behandlet som et fravik i forbindelse med brannkonseptet, der er det vist til to kilder for slokkeeffekten. Begge kildene refererer til samme artikkel fra en konferanse i 1999, hvor tester er utført i et relativt lufttett radarrum med et volum på 121 m³ (Su et al., 1999). I konklusjonen til denne artikkelen fremheves det at slokkemethoden kan medføre oksygenkonsentrasjoner på under 10 % når brannen blir stor, og at dette kan medføre kvelning av personer i rommet. Ifølge standarden for prosjektering av Inergen-anlegg (NFPA 2001, 2012; ISO, 2015) er det da krav til at personer må evakuere rommet på 30 sekunder. For oksygenkonsentrasjon på 12,5 %, som var designkonsentrasjonen for IVAR, er maksimal oppholdstid 5 minutter. Det er derimot svært vanskelig å kontrollere eksakt volum til enhver tid i et slikt bygg, fordi avfall, maskiner og inventar kan variere under driftstiden. Et mindre tilgjengelig volum kan medføre at oksygenkonsentrasjonen blir lavere enn det som opprinnelig var forutsatt, og kan medføre personrisiko. Det er også vanskelig å sikre at gassen blir fullstendig jevnt fordelt, slik volumberegninger vil legge til grunn. Ulik fordeling av gassen i rommet kan gi lommer med lokalt lavere oksygen-konsentrasjon. På den andre siden er det også svært vanskelig å holde kontroll på lekkasjearealet i et så stort volum som

den uisolerte mottakshallen representerer, spesielt når volumet også har åpninger mot sorteringshall og videre mot lagerhallen. Dette kan også ha bidratt til redusert slokkeeffekt.

Hendelsen viser at det er vanskelig å oppfylle forutsetningene som må lå til grunn for at slokking med Inergen skal være effektiv i denne type bygg. Selv med tilfredsstillende lukking av åpninger i aktuell slokkesone, vil det være en begrenset holdetid. Manglende kjøling av materialer i brannområdet kan medføre behov for tidlig slokkeinnsats for å begrense oppblussing og videre spredning av brannen. I tillegg til at de automatiske forberedelsene for utløsning forhindret det manuelle slokkearbeidet som de ansatte drev, i form av at portene ble lukket og rommet ble røykfyllt, ga slokkeметoden med Inergen også økte utfordringer for brannvesenet. Forutsetningen om tidlig slokkeinnsats etter utløsning er vanskelig for brannvesenet, fordi de er avhengig av å åpne dører for å komme til, og luften ut volumet for å få sikt. Med tanke på at det da er store mengder brennbar materiale som fortsatt er svært varmt, og at brannen sannsynligvis vil blusse opp igjen når den blir tilført oksygen, gir dette utfordringer for brannvesenets innsats. For å håndtere noe av denne usikkerheten, skal det i henhold til standard som er lagt til grunn for prosjekteringen av gasslokkeanlegget, være en holdetid for slokkegassen som er tilstrekkelig slik at gjenantennning ikke oppstår i områder hvor det kan foregå skjult forbrenning - «deep-seated fires» - (typisk ulmebranner), noe som er karakteristisk for branner i avfallshauger. Minimum prosjektert konsentrasjon av slokkegass (det vil si maksimal oksygenkonsentrasjon) skal for slike områder bestemmes på bakgrunn av en test som er spesifikk for brukssituasjonen. Det er i forbindelse med undersøkelsen ikke funnet dokumentasjon for at dette er tatt hensyn til i prosjekteringen, og den minste holdetiden på ti minutter som er angitt i standarden, uavhengig av potensielle brannscenarier, er lagt til grunn.

I underlaget for prosjekteringen mangler dokumentasjon og rapporter fra prøving i henhold til anerkjente metoder, og fra et akkreditert laboratorium, for Inergen gasslokkeanlegg som er relevant for denne typen virksomhet og bygningsstørrelse. For en så sentral brannsikkerhetsfunksjon som slokkeanlegget her var tiltenkt, er det nødvendig å ha uavhengig dokumentasjon på både slokkeeffekt og pålitelighet for det aktuelle bruksområdet. Forutsetningene som må være på plass for at slokkestrategien med Inergen skulle fungere som tiltenkt, var dermed ikke etablert.

5.1.5 Tilrettelegging for manuell brannslukking

Hovedprinsippet for å redusere konsekvensene av en brann når den først har oppstått, er at den oppdages og bekjempes så tidlig som mulig. Ettersom vannkanonen ikke startet automatisk og som forutsatt, var den manuelle slokkeinnsatsen derfor avgjørende for å hindre større brann i mottakshallen frem til vannkanonen ble aktivert manuelt.

En vesentlig forutsetning for at manuell brannslukking i tidlig fase av en brann skal være mulig, er tilgang til et tilstrekkelig omfang av slokkeutstyr tilpasset virksomheten. Hendelsen 22. juli 2022 viste at antall og kapasitet på det manuelle slokkeutstyret var utilstrekkelig (se kapittel).

Driftspersonalet var raskt på stedet og startet manuell brannslukking etter at de mottok SMS om forvarselalarm kl. 09:32. Kl. 09:33 (se figur 3-3) brant det i papirhaugen og de største flammene strakte seg opp mot returbåndet. Brannslukking ble påbegynt ved at driftsteknikere spylte vann på papirhaugen med to brannslanger. Vannmengdene fra de håndholdte brannslangene var små sammenlignet med brannens omfang og papirhaugens størrelse. Vannstrålen fra en av brannslangene hadde ikke kapasitet til å nå frem til flammene i papirhaugen, men kapasiteten var stor nok til å hindre spredning til de delene av papiret som lå på den siden det ble spylt fra. Vannstrålen fra den andre brannslangen som det ble spylt med fra golvet i mottakshallen hadde noe effekt på brannen, men ikke nok til å slokke den. Til sammen bidro spyling med de to brannslangene å holde flammene noenlunde nede og hindre brannspredning.

Også på sorteringshall-siden var deknningen med brannslanger utilstrekkelig. Da driftspersonale ble sendt til området ved stjernesikta for å overvåke og eventuelt hindre brannspredning, forsøkte de å trekke en brannslange opp i høyden ved åpningen mot mottakshallen. Dette viste seg vanskelig fordi den var for kort,

og ville sannsynligvis uansett medført svært lite vanntrykk i brannslangene på grunn av høydeforskjellen til gulvet.

Som beskrevet i kapittel 2.4.6 definerte brannkonseptet kun behov for håndslukkere (6 kg pulver eller 9 liter skum/vann), eller brannslanger i et antall som dekker alle rom i hele byggverket. Som følge av erfaringer fra branntilløp i anleggets driftstid ble det supplert med brannslanger og håndslukkere, i tillegg til at delugeanlegget i kverna ble utvidet etter et branntilløp. Det var imidlertid mangelfull dekning av manuelt slokkeutstyr i høyden. Sett i forhold til mulige brannscenarier og brannrisiko i denne type virksomhet, viser erfaringene med effekten av det manuelle slokkeutstyret underveis i brannen at kapasiteten på manuelt slokkeutstyr var underdimensjonert. Bakgrunnen for underkapasitet på manuelt slokkeutstyr kan forklares med manglende driftserfaring, og at hyppigheten av branntilløp ble undervurdert i prosjekteringsfasen. I tillegg ble det både i brannkonseptet og i driftsfasen lagt vesentlig vekt på det automatiske gasslokkeanlegget og vannkanonene. Selv om antallet branntilløp i løpet av ettersorteringsanleggets driftstid underbygget viktigheten av manuelt slokkeutstyr og god dekning var det ikke tilstrekkelig tilrettelagt for dette i hele anlegget. Manglende dekning og kapasitet på det manuelle slokkeutstyret kan forklares med at man ikke så behovet, ettersom man hadde stor tillit til de automatiske tiltakene.

Parallelt med den manuelle brannslukkingen i mottakshallen var det automatisk forberedelse til, og utløsning av slokkegass. Som det kommer frem i kapittel 4.2, var slokkegassanlegg og manuell brannslukking ikke forenelig. Motsetningen mellom manuell slukking og bruk av det automatiske gasslokkesystemet ses også i sammenheng med de erfaringene driftsteknikerne og organisasjonen tidligere har hatt med branntilløp. Tidligere branntilløp i kverna hadde blitt slokket med et automatisk vannbasert brannslukkingssystem (delugeanlegg). Tidligere branntilløp i pressa hadde blitt slokket manuelt med brannslanger. Branntilløpet på ulykkesdagen skilte seg ut ved at brannslukkingen var en kombinasjon av manuell slokkeinnsats og utløsning av automatisk gasslokkesystem.

Automatisk stenging og manuell åpning av porten inn til mottakshallen synliggjør en motsetning mellom manuell slukking og bruk av det automatiske gasslokkesystemet. Som følge av at stor alarm ble aktivert kl. 09:37, stengte portene til mottakshallen automatisk, som en del av forberedelsene til å løse ut slokkegass i mottakshallen. Da portene ble stengt, samlet røyken i papirmottaket seg opp, noe som allerede etter omtrent to minutter gjorde at det ble vanskelig og uforsvarlig for driftsteknikerne å være i papirmottakshallen for å slokke brannen manuelt. Porten til papirmottaket ble åpnet kl. 09:42 for å luften ut røyk. Forutsetningen for tiltenkt effekt av slokkegassen var at alle porter og ventilasjonsåpninger til mottakshallen skulle være lukket. Da slokkegassen ble løst ut kl. 09:45, ble ikke den tiltenkte konsentrasjonen av slokkegass i rommet oppnådd fordi rommet ikke var tett nok. Dette resulterte i at slokkegassen hadde dårligere effekt enn det den ville ha hatt med fortsatt lukkede porter og redusert oksygentilgang. Ved utløsning av slokkegassen ble det umulig å fortsette den manuelle slukkingen, selv fra utsiden av porten, på grunn av at røyken i hallen ble presset ned og ut alle åpninger. Utløsningen av gassen medførte også en svært høy lyd, slik at kommunikasjon ble vanskelig. Motsetningene mellom manuell slokkeinnsats og automatisk slukking med slokkegass gjorde at begge slukkemetodene mistet noe av effekten.

5.1.6 Tilrettelegging for brannvesenets innsats

I den viktige innledende fasen; før, under og rett etter brannspredning til sorteringshallen, var det flere forhold som påvirket brannvesenets innsats negativt:

- 110-sentralen mottok melding om automatisk brannalarm tre minutter etter at stor alarm ble utløst ved ettersorteringsanlegget.
- Brannvesenet manglet vesentlig informasjon om anleggets branntekniske oppbygning, spesielt om åpninger i det de oppfattet var tette brannskiller.
- Brannvesenet oppfattet ikke at det var åpninger i vegg mot sorteringshall. Dette behandles nærmere i kapittel 5.3.

- Manglende radiodekning for brannvesenet i sorteringshallen.
- Inergen gasslokkeanlegget påvirket beslutning og tidspunkt for når brannvesenet ville gå inn i sorteringshallen fordi de ikke ville ødelegge holdetiden og effekten fra gasslokkeanlegget.
- Bærekonstruksjonene i taket besto av ubeskyttet stål med liten brannmotstand.

Brannvesenet fikk varsel om den automatiske brannalarmen tre minutter etter at stor alarm ble utløst. I henhold til brannkonseptet skulle direktevarsling til 110-sentralen skje automatisk ved stor alarm. Det er ukjent hvorfor det var en så stor forsinkelse mellom stor alarm og direkte varsling til brannvesenet. Forutsetningene for brannvesenet var med dette allerede svekket når de ankom ettersorteringsanlegget. Selv om brannen i papirhaugen ble slokket relativt enkelt og raskt, spredte brannen seg til sorteringshallen i det tidsrommet som brannvesenet startet å slokke inne i mottakshallen.

Manglende oversikt over brannskiller og åpningene som fantes i disse, var en av hovedutfordringene for brannvesenet. Orienteringsplaner plassert ved hovedangrepsvei er i veiledning til byggt teknisk forskrift en preakseptert ytelse for større byggverk i brannklasse 2. En slik orienteringsplan skal inneholde nødvendig informasjon om brannskillende bygningsdeler, rømnings- og angrepsveier, slokkeutstyr, branntekniske installasjoner (blant annet alarm- og slokkeanlegg), viktig personell, samt oversikt over særskilte farer i sammenheng med brann og ulykker. Brannvesenet manglet en slik oversikt i løpet av den første delen av sin innsats, og orienteringsplanen som ble gjort tilgjengelig for dem et stykke ut i brannforløpet var mangelfull, og viste kun de ulike slokkesonene, ikke åpningene i veggene mellom hallene eller annen brannteknisk informasjon.

Manglende oversikt over åpningene bidro i første omgang til at brannvesenet undervurderte spredningsfaren til sorteringshallen, og at brannen fikk utvikle seg der over lengre tid før den ble oppdaget. Da var varmeutviklingen allerede relativt stor, og brannmannskapene ventet ytterligere med å gå inn slik at slokkegassen som ble utløst skulle få virke. Under utløsning av gassen oppstår en svært høy lyd som langt på vei vanskeliggjør kommunikasjon, både via radio og direkte tale. Utløsningen av slokkegass medfører at røyken blir omrørt, og i stor grad fyller hele volumet. Samtidig ønsker man ikke å åpne dører og porter til rommet, da det vil påvirke holdetid for slokkegassen. Behovet for å holde åpninger lukket, manglende kommunikasjonsmuligheter og tap av sikt vanskeliggjorde derfor innsats fra brannvesenet den første tiden etter utløsning av Inergen.

Når det viste seg at utløsningen hadde liten effekt på brannen, og at varmeutviklingen i sorteringshallen fortsatt var stor, ble det bestemt at innsatsen skulle fokuseres på å hindre videre spredning til lagerhallen. Lagerhallen inneholdt større mengder sammenpressede plast- og papirballer. Beslutningen om å endre fokus til å hindre spredning, og ikke ha folk inne i sorteringshallen, må også ses i sammenheng med at brannvesenet på dette tidspunktet hadde forstått at det fantes flere åpninger i det de oppfattet var brannskiller, både mellom sorteringshall og mottakshall, samt mellom sorteringshall og lagerhall. I kombinasjon med et bæresystem av stål uten brannbeskyttelse i hallene, og det at brannkonstabelen som oppdaget brannen i stjernesikta ikke hadde radiokontakt i sorteringshallen, begrenset dette i stor grad brannvesenets innsatsmuligheter i sorteringshallen.

Innsatsstyrken og de IVAR-ansatte hadde ikke tilstrekkelig felles situasjonsforståelse for brannbekjempelsen, noe som vil bli drøftet i kapittel 5.3.2. I ettertid kan vurderingen om å ikke sende brannmannskap inn i sorteringshallen for å slokke (det var ikke behov for redning), sies å være riktig sett i lys av at deres sikkerhet ved innsats var direkte knyttet til funksjonen til gasslokkeanlegget. I fraviksdokumentasjonen til brannkonseptet står følgende beskrevet om brannvesenets sikkerhet ved innsats, og manglende brannbeskyttelse av bærekonstruksjonene i taket: «*Brannvesenets sikkerhet ved innsats mht. kollaps av bygningsdeler vil også være ivaretatt dersom aktive tiltak ikke svikter. Slokkeanlegget har som isolert system svært høy pålitelighet, hvor det ved en eventuell svikt er rimelig å anta at denne forårsakes av brannalarmanlegg/utløser system). Det vil da være mulighet for manuell utløsning av anlegget fra områder i bygget (f.eks. kontrollrom) hvor bæreevne forutsettes å være R 60 A2-s1,d0*». På en annen side kunne

brannvesenet på et tidligere tidspunkt, etter at de oppfattet å ha kontroll på brannen, ha gjort ytterligere og egne undersøkelser av sorteringshallen, tatt i betraktning at brannen var lokalisert helt inntil et brannskille.

5.2 Systematisk sikkerhetsarbeid

SINTEF sin vurdering er at driftsorganisasjonen har en del rutiner for systematisk sikkerhetsarbeid på overordnet nivå, men at styringssystemet med tilhørende rutiner i liten grad er kjent og praktisert nedover i linjeorganisasjonen for ettersorteringsanlegget. Svakheter og mangler ved det systematiske sikkerhetsarbeidet kan ha sammenheng med at anlegget er forholdsvis nytt, og at driftsorganisasjonen har vært under utvikling og tilpasning. Vurderingen er basert på observasjoner av at helhetlig risikostyring med kartlegging av farer, risikovurderinger og utarbeidelse av planer og tiltak for å redusere risikoen av brann i liten grad var implementert. Disse forholdene er sentrale elementer i sikkerhetsstyringen av en virksomhet. Det er også svakheter knyttet til risikobevissthet og fokus på sikkerhet i daglig drift, samt kompetanse og rutiner knyttet til brannberedskap og brannøvelser. Dette er forhold som vil bli nærmere omtalt i de neste delkapitlene. Innledningsvis gis en kort beskrivelse av krav til det systematiske sikkerhetsarbeidet.

5.2.1 Krav til det systematiske sikkerhetsarbeidet

Systematisk sikkerhetsarbeid, eller internkontroll, er *tiltak som skal sikre at virksomhetens aktiviteter planlegges, organiseres, utføres, sikres og vedlikeholdes i samsvar med krav fastsatt i eller i medhold av helse-, miljø- og sikkerhetslovgivningen*. Flere forskrifter stiller krav til det systematiske sikkerhetsarbeidet for et anlegg som ettersorteringsanlegget. Forskrift om systematisk helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid i virksomheter (Internkontrollforskriften, 1996) stiller bl.a. følgende krav til det systematiske sikkerhetsarbeidet:

1. Sørge for at de lover og forskrifter i helse-, miljø- og sikkerhetslovgivningen som gjelder for virksomheten er tilgjengelig, og ha oversikt over de krav som er av særlig viktighet for virksomheten.
2. Sørge for at arbeidstakerne har tilstrekkelig kunnskaper og ferdigheter i det systematiske helse-, miljø- og sikkerhetsarbeidet, herunder informasjon om endringer.
3. Sørge for at arbeidstakerne medvirker slik at samlet kunnskap og erfaring utnyttes.
4. Fastsette mål for helse, miljø og sikkerhet (må dokumenteres skriftlig).
5. Ha oversikt over virksomhetens organisasjon, herunder hvordan ansvar, oppgaver og myndighet for arbeidet med helse, miljø og sikkerhet er fordelt (må dokumenteres skriftlig).
6. Kartlegge farer og problemer og på denne bakgrunn vurdere risiko, samt utarbeide tilhørende planer og tiltak for å redusere risikoforholdene (må dokumenteres skriftlig).
7. Iverksette rutiner for å avdekke, rette opp og forebygge overtredelser av krav fastsatt i eller i medhold av helse-, miljø- og sikkerhetslovgivningen (må dokumenteres skriftlig).
8. Foreta systematisk overvåkning og gjennomgang av internkontrollen for å sikre at den fungerer som forutsatt (må dokumenteres skriftlig).

En veileder for systematisk sikkerhetsarbeid for bygningseiere, utgitt av Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) m.fl. (2017), gir konkrete råd om hvordan bygningseiere kan ivareta krav til internkontroll.

I tillegg stiller forskrift om brannforebygging (2015) spesifikke krav til at det skal fastsettes mål og iverksettes planer og tiltak for å redusere risikoen for brann, bl.a.:

- a) rutiner som sikrer at byggverket brukes i samsvar med kravene til brannsikkerhet som gjelder for byggverket
- b) rutiner for evakuering og redning ved brann i byggverket
- c) rutiner som sikrer at personer med arbeidsplass i byggverket har tilstrekkelige kunnskaper og ferdigheter i å forebygge og bekjempe brann
- d) rutiner som sikrer at alle som oppholder seg i byggverket får tilstrekkelig informasjon om hvordan de skal unngå brann og opptre ved brann

e) rutiner for å avdekke, rette opp og forebygge mangler ved det systematiske sikkerhetsarbeidet.

Forskriften fremhever videre at det systematiske sikkerhetsarbeidet skal være tilpasset risikoen for brann som følge av virksomhetens bruk av byggverket.

5.2.2 Nytt anlegg – ung organisasjon

Ettersorteringsanlegget var et nytt anlegg, og driftsorganisasjonen som hadde blitt etablert var ikke kommet helt på plass da brannen inntraff. Det tar tid å kjøre inn et nytt prosessanlegg som man ikke har erfaring med fra tidligere. Anlegget har krevende prosesser der man må forflytte avfallet gjennom mange forskjellige delprosesser i en stor bygningsmasse. Det har vært behov for justeringer både av tekniske systemer og driftsorganisasjonen underveis. Utfordringen har vært å sikre at anlegget til enhver tid ivaretar brannsikkerheten, samtidig med effektiv avfallssortering. Det er satt i gang en del aktiviteter som etablering av industrivern og rutiner for registrering og oppfølging av branntilløp og andre uønskede hendelser, men organisasjonen har foreløpig ikke klart å benytte resultatene fra disse aktivitetene i det systematiske sikkerhetsarbeidet.

Det har vært travelt for lederne på ettersorteringsanlegget. I tillegg til å drifte anlegget har de vært engasjert i planlegging og ferdigstilling av gjenstående deler av anlegget. Driftsorganisasjonen har et stort grensesnitt mot andre, det er et travelt sted, og det er mye folk som beveger seg inn og ut av anlegget. Det er generelt lite erfaring med denne typen anlegg i Norge. Dessuten har overgangen fra et byggeprosjekt til drift vært krevende, det å få en så smidig og kort overgang som mulig. Å starte opp et nytt anlegg med ny arbeidsstokk fra ulike kulturer har vært utfordrende, og det er noe de ikke hadde erfaring med fra tidligere. De har jobbet iherdig med å etablere et godt arbeidsmiljø. Det har vært en del utskifting av arbeidsstokken, blant annet fordi mange ikke visste hva de gikk til, og opplevde hverdagen annerledes enn de hadde forventet. Dette kan skyldes at folk ble rekruttert da anlegget var tomt, rent og pent. Etter oppstarten så anlegget helt annerledes ut, fylt med avfall og uvante lukter. Dette var folk ikke forberedt på, og flere sluttet. En god del ufaglærte kom inn i virksomheten.

Opplæringsstrategien ved anlegget var tidligere basert på at «alle skulle kunne alt», dette var filosofien til ledelsen. Spørsmålet er om dette gikk på bekostning av fordypning og spisskompetanse. De nye som kom inn, mente at de måtte jobbe mye med det de ikke hadde fagbrev i. Denne strategien har vært under endring ved at driftspersonalet har blitt mer spesialiserte.

Det har vært en bratt læringskurve for avdelingsledelsen å drive et prosessanlegg av denne størrelsen. Det er en form for drift med høy risiko og uforutsigbarhet, man kjenner ikke innholdet i avfallet. Driftspersonalet må være skjerpet og kompetent, og ingen dager er like. Prosessen må driftes på en måte som ikke gjør folk utrygge. Dette krever at man er robuste i det daglige, både med hensyn til kompetanse, avklarte roller og oppgaver, forståelse for prosessen og risiko, og for konsekvensene av sine beslutninger og handlinger. Dette, sammen med de tekniske systemene for å drifte både anlegget og håndtere brannrisikoen, må være på plass for at anlegget skal kunne driftes sikkert og effektivt.

SINTEF sin vurdering er at driftsorganisasjonen er underveis i etableringen av et systematisk sikkerhetsarbeid, men at de ikke har kommet helt i mål med dette arbeidet. De har foreløpig ikke klart å ta ut gevinstene av de aktivitetene som er igangsatt i form av læring og kontinuerlig forbedring av brannsikkerheten i anlegget.

5.2.3 Prioritering mellom drift og brannsikkerhet

En robust og effektiv driftsorganisasjon må kunne håndtere både krav til effektiv drift og krav til god sikkerhet, og det er viktig at man klarer å balansere ulike hensyn. Alle beslutninger som fattes, og valg man tar både på strategisk og operativt nivå, bør være basert på en vurdering av sikkerhetsmessige konsekvenser. Dette stiller store krav til driftsledelsen, som både skal håndtere detaljer i det daglige, men samtidig kunne løfte blikket og se helheten. I en travel hverdag kan detaljfokuset lett gå på bekostning av helhetsforståelse.

Lederne for ettersorteringsanlegget er rekruttert blant personer med driftserfaring. Dette er en styrke for å kunne forstå prosessen og forutsetningene for effektiv drift. Eierne var spesielt interessert i hvor stor andel av plasten de klarte å trekke ut av avfallet. Her oppnådde anlegget gode resultater. Spørsmålet er om dette gikk på bekostning av prioritering av sikkerhet, blant annet når det gjelder å bygge en driftsorganisasjon med kompetanse til å tenke sikkerhet, og som evner å jobbe systematisk for å forebygge branntilløp og andre uønskede hendelser. Det handler om å disponere arbeidsstokken slik at man til enhver tid er godt rustet både til å håndtere prosessanlegget, men også har kompetanse og erfaring til å gripe inn dersom noe uventet skulle skje. En viktig lederutfordring for driftsorganisasjonen er derfor å disponere arbeidsstokken ut fra både hensynet til drift og hensynet til brann sikkerhet.

Det er flere indikasjoner på at driftsorganisasjonen har hatt et sterkere driftsfokus enn fokus på brann sikkerhet. Siden oppstarten har anlegget hatt 70-80 branntilløp, uten at det er gjennomført en samlet vurdering av hvordan disse kan forebygges. Driftsorganisasjonen har hatt en erkjennelse og bevissthet om at branntilløp oppstår hyppig. Samtidig har de hatt en oppfatning av at de har håndtert branntilløpene tilfredsstillende ved at disse har blitt oppdaget og slokket tidlig.

Diskusjoner om bemanning har dreid seg om man har et mannskap som kan opprettholde driften, uten at de har forsikret seg om at de hadde god brannberedskap. Dette gjelder blant annet når de tar inn sommervikarer. Flere av de som er intervjuet, hevder at organisasjonen trenger et mer bevisst forhold til brann sikkerhet i driften, og at man hadde følt seg tryggere dersom man hadde en helhetsbetraktning av risikopotensialet for brann ved anlegget.

En annen indikasjon på at driftsfokus har vært sterkere enn fokus på brann sikkerhet, er at brann deteksjon og brannslokking med vannkanon og slokkegass kom sent i gang (se kapittel 4.2 og 5.1). Temperaturgrensene for varsel og automatisk aktivering av vannkanon var endret. Endringene har medført en utilsiktet konsekvens ved at automatisk aktivering av vannkanon i praksis aldri ville kunne skje på dagtid. Endringene har også som konsekvens at praksisen for tidlig detektering og slokking baserer seg mer på at driftspersonell er fysisk til stede i papirmottaket og på manuell brannslokking, enn automatisk detektering og slokking. Dermed har disse endringene gjort at driften av anlegget har beveget seg bort fra brannkonseptet om at vannkanonene og Inergen-anlegget skal gi tidlig deteksjon og slokking av branntilløp. Dette setter spørsmålsteget ved om driftsorganisasjonen i tilstrekkelig grad har hatt en felles oppfattelse av endringer i risiko som følge av justeringer på de tekniske anleggene, og om tiltakene de hadde etablert var tilstrekkelige.

Til eksempel, og som forklart i kapittel 5.1.4, hadde driftsorganisasjonen lav terskel for å koble ut brannalarmanlegget, samtidig som de vurderte om de skulle høyne terskelen for automatisk utløsning av Inergen. Driftsorganisasjonen hadde erfart at «unødvendig» utløsning av gasslokkeanlegget var dyrt, og det hadde konsekvenser for driften i påvente av at slokkegassanlegget skulle bli satt i drift igjen. Det var også praksis å stanse de ulike linjene (papir og husholdning) på dagtid uten å tømme transportbåndene for avfall, og å la papiravfall bli liggende på gulvet i mottakshallen over natta.

SINTEF sin vurdering er at driftsorganisasjonen har prioritert driftshensyn på bekostning av hensynet til brann sikkerhet i sitt daglige virke. Det er gjort endringer i drift som over tid har endret forutsetningene som var lagt til grunn i brannkonseptet, noe som har gjort driften mindre robust når det gjelder å håndtere enkelte typer branntilløp. Driftsfokuset har gått på bekostning av evnen til å tenke sikkerhet i det daglige, og aktiviteter for å sikre læring og forbedring av sikkerhet og beredskap. Det er behov for å gi operative ledere støtte og mer kompetanse når det gjelder risikoforståelse, scenariotenkning og systematisk sikkerhetsarbeid. Det handler også om samspill og informasjonsflyt i ledelseshierarkiet for å oppnå gode beslutningsprosesser for sikker og effektiv drift.

5.2.4 Risikostyring og risikobevissthet

Risikostyring er koordinerte aktiviteter for å styre og kontrollere en organisasjon med hensyn til risiko (ISO, 2018). Grunnleggende elementer i risikostyring (Internkontrollforskriften, 1996) er:

1. kartlegge farer
2. vurdere risiko
3. utarbeide planer og tiltak for å redusere risiko

Brannkonseptet legger premisene for hvordan anlegget skal være med hensyn til brannsikkerhet, og anlegget legger videre premisser for driften som organisasjonen og menneskene skal utføre. Som beskrevet i kapittel 5.1 var det mangler ved brannkonseptet og anlegget knyttet til brannrisiko: Anlegget var ikke fysisk utformet for praktisk utsortering av potensielle antenningskilder fra det kildesorterte papiravfallet, anlegget var ikke oppdelt i flere brannseksjoner, det var utette brannskiller, det var begrenset kapasitet og dekning med brannslanger, og brannkonseptet innebar høy tiltro til at de automatiske slokkesystemene skulle ta over og slokke branntilløp. Det var krevende å oppfylle forutsetningene som lå til grunn for effektiv bruk av denne type slokkeanlegg i denne type bygg og drift. Disse risikoelementene kunne vært bedre identifisert og håndtert gjennom systematisk risikostyring.

Når det gjelder den formelle risikostyringen, har driftsorganisasjonen en modul for risikovurderinger som inngår i TQM-systemet, som er virksomhetens kvalitetsstyringssystem. Det ble gjennomført en intern ROS-analyse i 2019, det har videre vært flere ROS-møter i 2020 og 2021, og ROS-analysen er revidert våren 2022. I ROS-analysen var det identifisert 74 ulike «risikoelementer»/«scenariotyper», hvorav 34 var ulike typer branner/branntilløp. ROS-analysen viser at organisasjonen har identifisert et omfattende risikobilde med risiko for blant annet brann og ulike eksponeringer og konsekvenser knyttet til arbeidsmiljø og forurensing.

Ett av risikoelementene i ROS-analysen var «Brann/Mottakshall – papir/Branntilløp i feilsortert avfall». Dette risikoelementet ble vurdert 24.10.2019 og 19.05.2022. Risikoelementet ble både i 2019 og 2022 vurdert til: «Mindre sannsynlig. Hendelsen kan oppstå ila. 3-10 år». Både i 2019 og 2022 var konsekvensene «Økonomi/materielle verdier» og «Drift/leveringssikkerhet» markert gul, mens resten av konsekvensene var markert grønn. Det er videre beskrevet at årsaken til risikoelementet er «feilsortert avfall», og at eksisterende tiltak er «Slukkerobot. Brannslanger. Inergenanlegg». Tiltakene er altså rettet mot slokking, mens det ikke er beskrevet tiltak mot det som i ROS-analysen er beskrevet som selve årsaken, dvs. feilsortering. Som beskrevet ovenfor var ikke anlegget fysisk utformet for praktisk utsortering av potensielle antenningskilder fra det kildesorterte papiravfallet. Det var ikke etablert gode nok rutiner og praksis for å grovsortere papiravfallet før det ble behandlet videre i papirmottaket. Det var derfor ikke kontroll eller oversikt over om avfallet inneholdt mulige antenningskilder. RISE Fire Research anbefaler å vurdere høyrisikoavfall ved utarbeidelse av risikovurderinger og beredskapsplaner (Fjellgaard et al., 2019). Papp, papir og kartong anses å være høyrisikoavfall, på lik linje med batterier, elektrisk og elektronisk avfall. Rapporten anbefaler god mottakskontroll og sortering, og en reduksjon i restavfallsmengdene, uansett avfallstype.

Innen ulykkesforebygging er hovedregelen at man først ser på tiltak som kan redusere sannsynligheten for at noe uønsket skjer, og deretter tiltak som kan redusere konsekvensene. Dette er også sentrale prinsipper innen barrierestyring og tiltakshierarkiet (Hierarchy of Controls). Samtidig indikerer risikoanalysen for driften av anlegget at driftsorganisasjonen hadde stor tiltro til slokketiltakene, siden sannsynlighet og konsekvens av hendelsen («risikoelementet») var vurdert som lav. Men som omtalt i kapittel 5.1, så fungerte ikke slokketiltakene slik som forutsatt:

- 1) Vannkanonen som dekket papirmottaket startet ikke automatisk og varslet ikke om brann på grunn av feil innstilling av temperaturgrenser;
- 2) Brannslangene var viktige for å hindre brannspredning, men vannmengdene fra de håndholdte brannslangene var små, sett i forhold til brannen og papirhaugens størrelse;
- 3) Inergenanlegget ble utløst sent, og hadde liten eller ingen effekt på brannen i mottakshallen.

Kvaliteten på slokketiltakene var ikke verifisert og validert, og fungerte ikke slik som forutsatt. Det var derfor en for høy tiltro til tidlig og automatisk slokking av branntilløp, noe som kan ha medvirket til å redusere den opplevde brannrisikoen, herunder sannsynligheten for større brannhendelser.

Risikostyringen har også noen forbedringspunkter som kan bidra til å redusere sannsynligheten for fremtidige hendelser. Organisasjonen hadde oppmerksomhet på, og fulgte opp uønskede hendelser som hadde oppstått. Konsekvensene fra de tidligere uønskede hendelsene hadde ikke vært store og brantilløpene hadde blitt slokket tidlig. Intervjuer indikerer at driftsorganisasjonen har fokusert mye på mindre alvorlige hendelser, men i mindre grad identifisert og vurdert risikoelementer de ikke hadde erfart. Intervjuene indikerer også at driftsorganisasjonen undervurderte sannsynligheten for brann i papiravfallet. ROS-analysene fanget ikke opp risikoen for storbrann. Risikostyringen hadde ikke i tilstrekkelig grad identifisert og vurdert scenarioer med store konsekvenser. Papiravfallet ble ansett som det mest homogene avfallet, og dette kan ha bidratt til at sannsynligheten for brann i papirmottaket var vurdert til å være lav. Høy tiltro til tidlig og effektiv slokking av brann, slik det er beskrevet tidligere, kan ha bidratt til at potensialet for svært alvorlige konsekvenser ble vurdert som mindre sannsynlig.

Et annet forbedringspunkt ved ROS-analysene er at risikoelementene (scenarioene) er forholdsvis enkle hendelser, mens brannen 22. juli 2022 hadde et mer komplekst hendelsesforløp. Ettersorteringsanlegget er et stort og forholdsvis komplekst anlegg hvor det kan begynne å brenne mange steder, og hvor brann kan spre seg på ulike måter. SINTEF anbefaler at risikostyringsmetodikken utvikles for å fange opp flere risikoelementer og scenarioer med potensial for omfattende konsekvenser.

Et annet forbedringspunkt knyttet til risikostyring er at det er flere eksempler på at operativ praksis ikke var i overensstemmelse med slik arbeidet var planlagt. Brannkonseptet var basert på tidlig varsling og automatisk slokking av en brann, mens endringene hos driftsorganisasjonen har vært basert på at de i større grad har vært avhengig av driftspersonell til å detektere og manuelt slokke brannene (ref. utkobling av brannalarmanlegget ved vedlikehold og reparasjoner, samt endringer på innstillinger til varsling og automatisk aktivering av vannkanon). Dette handler ikke om at det er den enkelte ansatte sin feil at ting blir gjort slik det blir gjort, men det kan være mangler ved styring, planer, kommunikasjon, involvering og oppfølging som skal sikre at det operative arbeidet utføres i henhold til risikovurderinger og risikoreducerende tiltak. God risikostyring vil bidra til å øke risikobevisstheten til både ledelsen og driftsoperatørene i driftsorganisasjonen.

I sum var det flere risikoelementer i selve konseptet og anlegget som var undervurdert og som ikke var tilfredsstillende håndtert i risikostyringen. Videre er ikke slike anlegg løst fra driftsorganisasjonen og menneskene som jobber der. Teknologi anvendes av og for mennesker, og teknologi og mennesker utgjør i sum et sosioteknisk system. Det er viktig at organisasjonen selv tar eierskap til all risiko knyttet til selve konseptet, anlegget, organisasjonen og menneskene, og i grensesnittene mellom disse – både under prosjektering og drift. SINTEF sin vurdering er at det ikke var en helhetlig risikostyring av hele dette sosiotekniske systemet. Det er naturlig at det over tid skjer endringer i anlegg, brannsikkerhetstiltak og drift, men det var ikke systemer og rutiner på plass for å sikre at konsekvensene av slike endringer ble tilstrekkelig risikovurdert.

5.2.5 Brannberedskap og øvelser

I beskrivelsen av hendelsesforløpet kommer det frem at den første brannslokkingen i papirmottaket var lite effektiv som følge av mangel på tilgjengelig slokkeutstyr. I tillegg var bruk av slokkegassanlegg og manuell brannslokking ikke forenelig. Porten til papirmottaket ble manuelt åpnet til halvåpen stilling for å luften ut røyk, samtidig med at slokkegassen ble utløst. Dette bidro blant annet til at effekten fra slokkegassen ble begrenset. Det ble gjort et forsøk på å lukke porten inn til papirmottakshallen manuelt med brytere, men porten beveget seg ikke. SINTEF ser disse manglene i sammenheng med svakheter ved brannberedskapen og brannøvelser.

Beredskapsplanen for ettersorteringsanlegget bygger på ROS-analyser (IVAR IKS, 2022a). Der står det at beredskapsplanen skal være en veiledning til hjelp i krisesituasjoner, men at en plan aldri kan dekke alle tenkelige hendelser og tiltak, og at man ved bruk alltid skal vurdere den aktuelle situasjonen og eventuelt tilpasse tiltakene deretter. Planen er derfor et hjelpemiddel, ikke en ufravikelig oppskrift på håndtering av

hendelser. Hvordan hendelsene skal håndteres er beskrevet i handlingsplanene. Et sentralt prinsipp i beredskapsplanen er at det forventes at brannvesenet er der i løpet av ti minutter. I brannkonseptet er planen at slokkegassanlegget skal slokke brann og hindre videre forbrenning i en periode, mens brannvesenet skal sørge for kjøling og etterslokking av brannen (jf. kapittel 5.1). Det er også utarbeidet handlingsplaner for akutte og kritiske uønskede hendelser ved anlegget, blant annet brann og eksplosjon. Handlingsplanene er å betrakte som en sjekkliste over hva som må gjøres i starten av en krise og i løpet av den. I beredskapsplanen står det videre at det skal gjennomføres nødvendig opplæring, slik at alle ansatte som har en funksjon i en beredskapssituasjon, er godt forberedt på oppgaven, at industrivernpersonellet skal øves minst hver sjettede måned i å håndtere uønskede hendelser, og at alle øvelser og hendelser skal evalueres blant annet for å identifisere forbedringsmuligheter. Det finnes også en prosedyre ved brann og eksplosjon som blant annet beskriver evakuering, handlinger og varslinger som skal gjøres, og tiltak på anlegget når det er driftspersonell til stede på anlegget.

Organisasjonen hadde erfaring med å bekjempe mindre branner, men de hadde ikke trent på å håndtere større branner. De hadde imidlertid planer og prosedyrer for brannøvelser. Etablering av industrivernet ble påbegynt i 2021, men de brukte en del tid på å etablere ordningen og få forståelse av hva det innebar, noe som gjorde at industrivernet ikke var fullt ut utviklet før brannen oppstod. Organisasjonen har hatt noen mindre brannøvelser, men de hadde ikke trent på om anlegget, brannsikkerhetstiltakene og organisasjonen ville fungere ved en større brann. De har ikke hatt felles brannøvelse med brannvesenet. Bortsett fra evaluering etter en skrivebordsøvelse, er ikke SINTEF kjent med om det var systematisk evaluering etter øvelser og etter brannslukking ved faktiske branntilløp.

DSB beskriver i sin veileder (DSB, 2016) i planlegging, gjennomføring og evaluering av øvelser, at øvelser er viktige for å øke krisehåndteringskompetansen og styrke samarbeidet med andre aktører. Videre står det at øvelser kan bidra til å videreutvikle krisehåndteringsevnen, styrke organisasjonens kompetanse og egenberedskap, forbedre evnen til å fatte tidsriktige beslutninger og dele informasjon, øke bevisstheten rundt den kompleksiteten som er karakteristisk for krisesituasjoner, identifisere behov for kompetanseheving på individ- eller funksjonsnivå, og avdekke ressursbehov.

SINTEF sin vurdering er at organisasjonen i liten grad var forberedt på å håndtere en større brann. Det anbefales at organisasjonen utvikler sin brannberedskap med blant annet et sterkere industrivern, samt etablerer systematisk planlegging og gjennomføring av trening og brannøvelser. Dette bør innebære fellesøvelser med brannvesenet, der man kan øve på samhandlingen mellom driftsorganisasjonen og brannvesenet. Øvelsene bør ta høyde for at det kan skje hendelser som ikke er identifisert og risikovurdert, og hvor det ikke har vært etablert spesifikke tiltak. Dette vil kunne utvikle organisasjonens robusthet og adaptive kapasitet for å håndtere hendelser som ikke nødvendigvis er identifisert på forhånd.

5.3 Samhandling mellom driftsorganisasjonen og brannvesenet

Denne delen av analysen omhandler innsatsstyrkens innledende beslutningsgrunnlag om å avgrense innsatsen sin til papirmottakshallen og sett i sammenheng med samhandling med driftsorganisasjonen. Hendelsesforløpet belyser utfordringer i samarbeid og kommunikasjon, i dette tilfellet særlig mellom innsatsstyrken og driftsorganisasjonen. Hendelsesforløpet viser at det kan være krevende for innsatsstyrken og en driftsorganisasjon å oppnå felles situasjonsforståelse.

5.3.1 Innsatsstyrkens tilgang til informasjon om ettersorteringsanlegget

Som det fremkommer i kapittel 4.2, var det svakheter i innsatsstyrkens innledende beslutningsgrunnlag om å avgrense innsatsen sin til papirmottakshallen.

Innsatsstyrkens innledende beslutning underbygger at de ikke hadde den nødvendige informasjon om brannobjektet til å oppnå tilstrekkelig situasjonsforståelse innledningsvis i oppdraget. Situasjonsforståelse beskrives som en kjede av informasjonsbehandling på tre nivåer (Endsley, 1995). Det første nivået er hvilken

informasjon fra omgivelsene som personen oppfatter. Det neste nivået er hvordan personen tolker denne informasjonen. Det tredje nivået er hvordan personen vurderer hva som vil kunne skje videre.

Innsatsstyrkens videre handlinger oppfattes i stor grad å være konsekvenser av deres innledende situasjonsforståelse. Hvordan innsatsstyrken kan ha oppfattet situasjonen beskrives nedenfor.

- 1) Da RBR ankom ettersorteringsanlegget, tok de over oppgaven med å slokke brannen. De ankom med flere brannbiler for innsats i bygningsbrann. De satte inn et røykdykkerlag for å slokke brannen i papirmottaket. De øvrige ressursene stod parat utenfor.
- 2) Innsatsstyrkens innledende beslutningsgrunnlag var hovedsakelig basert på visuell observasjon (hvit røyk), og at det kun brant i mottakshallen. Underveis til ettersorteringsanlegget hadde innsatsstyrken ingen annen informasjon tilgjengelig om brannobjektet. Underveis, og da innsatsstyrken ankom ettersorteringsanlegget, var deres inntrykk at brannen ikke var omfattende, og at de raskt ville få kontroll over den. Det kan hende at de allerede før de ankom anlegget hadde en oppfatning om at mottakshallen var brannteknisk seksjonert fra sorteringshallen. Denne antagelsen innebar at det ikke var åpninger mellom de to hallene.
- 3) Vi har mottatt ulike forklaringer om hva som ble sagt og oppfattet av personene som var involvert i hendelsen da innsatsstyrken ankom ettersorteringsanlegget. I etterkant er det vanskelig å ettergå nøyaktig hva som ble sagt. SINTEF sin oppfattelse er at driftspersonalet i ettersorteringsanlegget var opptatt av å gi beskjed til innsatsstyrken om at det var fare for brannspredning gjennom åpningene som var mellom papirmottaket og sorteringshallen. Innsatsstyrken på sin side oppfattet at de to hallene var seksjonert, noe som innebar at det var et tett brannskille mellom de to hallene. Vi oppfatter at de innledende samtalene med driftspersonalet ikke endret innsatsstyrkens oppfatning om at mottakshallen var brannteknisk seksjonert fra sorteringshallen. Dette kan muligens forklares med at deres opprinnelige oppfatning gjorde at de var selektive i hvilken ny informasjon de tok til seg⁵.
- 4) Innsatsstyrken oppfattet at kontrollrommet var bemannet, og dermed at driftspersonalet hadde kontroll med at brannen ikke var andre steder enn i mottakshallen. Det gjorde at de vurderte at det ikke var nødvendig å utplassere flere mannskaper rundt i bygget eller utenfor, men at ressursene kunne avgrenses til mottakshallen. Det var ingen personer i sorteringshallen fra ca. kl. 09:45 og frem til brannen i stjernesikta ble oppdaget kl. 10:50, hverken fra driftspersonalet eller fra innsatsstyrken (det var en person i kontrollrommet frem til kl.10:18, noe som vil bli omtalt i punkt 7).
- 5) Da røykdykkerlaget gikk inn i papirmottaket, oppfattet de ikke at det var åpninger mellom mottakshallen og sorteringshallen. Det var svært mye røyk i papirmottaket og dermed svært begrenset mulighet til å kunne oppfatte utformingen av rommet og legge merke til åpningene. Etter at mer av røyken ble luftet ut, oppfattet røykdykkerlaget ikke at det var åpninger mellom papirmottaket og sorteringshallen. Dette kan forklares ved at det fortsatt var røyk oppunder taket, slik at de antageligvis ikke kunne se åpningen ved transportbåndet. I tillegg kan deres opprinnelige oppfatning av rommet ha befestet seg, og dermed anså de det ikke som nødvendig å utfordre denne oppfattelsen. Røykdykkerlaget oppfattet at det var brannseksjonert mellom papirmottaket og sorteringshallen. Røykdykkerlagets opprinnelige oppfatning av rommet og forholdene beskrevet ovenfor kan ha gjort at de avgrenset sin oppmerksomhet og ikke studerte veggen nøye. Dermed oppfattet de ikke at veggen hadde åpninger inn mot sorteringshallen.
- 6) Røykdykkerne fikk tidlig kontroll med brannen i papirhaugen på gulvet, noe som bekreftet deres førsteinntrykk om at dette var en brann som de raskt ville klare å kontrollere. Som konsekvens oppfattet både innsatsstyrken og driftspersonalet at brannen var under kontroll, og at det ikke var

⁵Generelt er denne type seleksjon i hva som anses for å være relevant informasjon (confirmation bias) en vel kjent problemstilling. Denne type «bias» innebærer at personen(e) favoriserer informasjon som passer inn med den opprinnelige oppfattelsen. Annen informasjon som ikke passer inn med den opprinnelige oppfattelsen tenderer til å ikke bli vektlagt eller informasjon som utfordrer den opprinnelige oppfatningen oppsøkes i mindre grad.

fare for spredning. Denne bekreftelsen kan også implisitt ha forsterket deres oppfatning om at også andre av innsatsstyrkens antagelser var riktig, slik som at det var et brannskille (uten åpninger) mellom papirmottaket og sorteringshallen.

- 7) Som følge av røykspredningen gjennom åpninger mellom hallene, var både visuell observasjon og deteksjonssystemet satt ut av spill. Det hadde kommet mer røyk inn i sorteringshallen som følge av at slokkegass ble utløst i mottakshallen (kl. 09:45). Personen som var i kontrollrommet frem til kl. 10:18 observerte ingen åpne flammer i sorteringshallen, men det utelukker ikke at det allerede da brant i stjernesikta. Antageligvis spredte brannen seg til området der stjernesikta i sorteringshallen befant seg omkring kl. 09:56. Det var en del røyk i sorteringshallen som kan ha gjort at det var vanskelig å se flammer. Dessuten var det lang avstand fra kontrollrommet til der brannen var, og mye utstyr som begrenset sikten. I tillegg var kontrollrommet utformet for vanlig drift av anlegget, og ikke for en nødsituasjon. Det var dermed begrenset mulighet til å oppfatte situasjonen fra kontrollrommet.
- 8) Etter at driftspersonalet oppfattet at brannvesenet hadde kontroll med brannen, gikk personen som satt i kontrollrommet ut, men uten at røykdykkerlaget i papirmottaket ble klar over det før langt senere. Driftspersonalet oppfattet at innsatsstyrken hadde slokket brannen og vurderte derfor at det ikke lenger var nødvendig med en person i kontrollrommet. Dermed var det ingen som overvåket sorteringshallen etter kl. 10:18. Røykdykkerlaget ble gradvis mer og mer forundret over at røyken og den høye temperaturen oppunder taket som de detekterte med varmekamera ikke forsvant (kl. 10:41).

Orienteringsplanen som ble vist innsatsstyrken senere i hendelsesforløpet viste heller ikke at det var åpninger mellom mottakshallen og sorteringshallen. Vi har i etterkant også blitt vist en annen tegning av anlegget, men heller ikke denne viste at det er åpninger mellom de to hallene. Orienteringsplaner har tidligere blitt omtalt i kapittel 5.1.6.

Fire lag fra brannvesenet hadde høsten 2018 og våren 2019 vært på omvisning på ettersorteringsanlegget. De fikk en orientering om anlegget og en omvisning som vektla sorteringshallen. Brannvesenet var opptatt av tilgang på vann, kummer, og merking av disse. De gikk også gjennom plan for alarmorganisering og generelle tegninger av anlegget. Vi kjenner ikke til om åpningene mellom papirmottaket og sorteringshallen var et tema på omvisningen. Vi kjenner heller ikke til om noen av dem som hadde vært på omvisning var med på den første uttrykningen på ulykkesdagen. Men da innsatsstyrken på ulykkesdagen hadde dannet seg en feil oppfattelse om at det var et tett brannskille mellom papirmottaket og sorteringshallen, vurderer vi at informasjon om åpningene ikke hadde nådd innsatsstyrken på ulykkesdagen. Dette underbygger at det er begrensinger i hva brannvesenet tar med seg av informasjon om brannobjektene gjennom denne type omvisninger, og hva som omsettes til hva innsatsstyrken får av tidsriktig og relevant informasjon når de rykker ut på et oppdrag. Tilsvarende var det begrensinger i informasjonsflyt fra forebyggende avdeling til beredskapsavdelingen. Begrensinger i informasjonsflyt fra forebyggende avdeling til beredskapsavdelingen er beskrevet i en tidligere brannutredning (Sesseng et al., 2016).

Brannvesenet hadde utarbeidet en objektplan for omtrent 50 av til sammen 1 350 særskilte brannobjekter i området. Vi er ikke kjent med at det var utarbeidet en objektplan for IVAR IKS sitt ettersorteringsanlegg. Objektplan utarbeides av brannvesenet, og er på forhånd utarbeidet informasjon om og beskrivelse av enkeltobjekt eller enkeltområde som skal kunne benyttes ved utarbeidelse av aksjonsplaner, innsatsplaner og taktiske planer⁶ (KBT, u.å).

⁶ Brann- og redningsvesenetsforskriften § 10 beskriver at risiko- og sårbarhetsanalysen, forebyggendeanalysen, og beredskapsanalysen skal følges opp med nødvendig planverk for å sikre god håndtering av bestemte typer hendelser og viktige risikobjekter. De bør samarbeide med relevante aktører i utarbeidelsen av planverket. I veilederen til forskriften står det at bestemmelsen om planverk er ny. Med planverk menes for eksempel beredskapsplan, objektplan, standard operasjonelle rutiner og lignende.

Sammenlignet med at brannvesenet har vurdert at det er ca. 1 350 særskilte brannobjekter i deres ansvarsområde, har det blitt utarbeidet få objektplaner (RBR, 2021). Vi kjenner ikke til hvem hos brannvesenet som har tilgang til disse objektplanene, hvilke objekter de er utarbeidet for, og hvilken informasjon disse inneholder. Men det begrensede antallet tilsier at bruk av denne informasjonen for innsatsstyrken ikke kan være utbredt. Det er også ulike personer hos brannvesenet som foretar branntilsyn og som jobber med brannberedskap. Vi er ikke tilstrekkelig kjent med hvordan kunnskap om brannobjektet fra tilsyn overføres til beredskap. SINTEF sin vurdering er at i den grad det har vært interaksjon og samhandling om deling av informasjon innad i brannvesenet om ettersorteringsanlegget, har den vært basert på sosiale relasjoner. En tidligere rapport har anbefalt at det bør etableres retningslinjer for en prosess for samarbeid mellom brannforebyggende- og beredskapsavdelinger innen brann- og redningsvesen (Aalberg et al., 2022). Undersøkelsen av denne ulykken understøtter dette behovet.

SINTEF sin anbefaling er at brannvesenet bør vurdere om det er mulighet for at innsatsstyrken som rykker ut kan få tilgang til mer tidsriktig og relevant informasjon om brannobjektene innledningsvis i oppdraget. Anbefalingen innebærer en kartlegging av hvilken informasjon som innsatsstyrken har behov for, og hvordan dette best kan gjøres tilgjengelig for innsatsstyrken. Interaksjon og samhandling som legger til rette for at innsatsstyrken får tidsriktig og relevant informasjon om brannobjektet bør i større grad inngå i brannvesenets formelle struktur. Brannvesenet bør vurdere hvordan teknologiske løsninger kan være til støtte for innsatsstyrken.

Dette innebærer at en objektplan om det særskilte brannobjektet bør være tilgjengelig for innsatsstyrken når de rykker ut til brannstedet. Dette kan bidra til at de får mer tidsriktig og relevant informasjon som beslutningsgrunnlag, og bidra til at innsatsstyrken kan oppnå en bedre situasjonsforståelse. Det er likevel et viktig forbehold: Objektplanen må inneholde relevant informasjon, slik som at det var åpninger mellom hallene. Denne informasjonen må bli presentert på en slik måte at innsatsstyrken vil klare å fange opp dette.

Orienteringsplaner med brannteknisk informasjon utarbeides i forbindelse med etablering av brannkonsept. En slik plan skal inneholde slokkevannsuttak, brannskiller og annen relevant informasjon for brannvesen, slik som type og dekning av slokkeanlegg og andre tekniske innretninger som har betydning for brannvesenets innsats. Vi kjenner ikke til at det har blitt utarbeidet en slik orienteringsplan for anlegget.

SINTEF sin vurdering er at tidsriktig og relevant informasjon om brannobjektene vil kunne gi innsatsstyrkene forbedret situasjonsforståelse og beslutningsgrunnlag når de rykker ut på oppdrag.

5.3.2 Samarbeid og felles situasjonsforståelse

SINTEF sin vurdering er at innsatsstyrken og driftsorganisasjonen ikke samarbeidet tilstrekkelig under brannbekjempelsen. Vurderingen er basert på at driftspersonalet og innsatsstyrken ikke forstod hverandre når det gjaldt faren for brannspredning mellom papirmottakshallen og sorteringshallen, hva det innebar å ha kontroll med brannspredning, og hva det innebar å ha kontroll med brannen, se beskrivelse i forrige kapittel. De hadde dermed ikke tilstrekkelig felles situasjonsforståelse om brannen, brannutviklingen og hva som ble gjort av brannbekjempelse.

Med felles situasjonsforståelse menes situasjonsforståelse som deles av flere aktører (Stanton et al., 2006). Aktører kan være både mennesker (som kolleger innen samme organisasjon eller personer fra andre selskaper) og ikke-menneskelige aktører (som tekniske systemer, infrastruktur og organisasjon). Ikke-menneskelige aktører kan gi en situasjonsforståelse i den forstand at for eksempel alarmsystemer eller prosedyrer inneholder informasjon som er relevant og viktig for den gitte situasjonen og konteksten.

Øvelser kan blant annet bidra til å videreutvikle krisehåndteringsevnen, styrke organisasjonens kompetanse, forbedre egenberedskap, forbedre evnen til å samvirke med andre aktører, øke evnen til å fatte tidsriktige beslutninger og dele informasjon (DSB, 2016). Øvelser kan også bidra til å øke bevisstheten rundt den kompleksiteten som er karakteristisk for krisesituasjoner, identifisere behov for kompetanseheving på individ- eller funksjonsnivå og avdekke ressursbehov. Behovet for å gjennomføre en øvelse kan for eksempel

være å øke evnen til å utarbeide gode situasjonsrapporter, og kommunisere og dele disse. Situasjonsrapporter er et viktig element for å skape felles situasjonsbilde og -forståelse som grunnlag for samvirke under en hendelse. Dette er argumenter DSB beskriver i sin veileder for helhetlig tilnærming til planlegging, gjennomføring, evaluering og oppfølging av øvelser. Veilederen henvender seg til lokale, regionale og nasjonale myndigheter, samt frivillige organisasjoner og private aktører og virksomheter som kan tenkes å ha en rolle i håndteringen av større eller mindre uønskede hendelser.

Veilederen til DSB beskriver at øvelser er et viktig virkemiddel for å øke krisehåndteringskompetansen og styrke samarbeidet med andre aktører. Jo mer komplekst samfunnet blir, og jo mer avhengig aktørene blir av hverandre, jo større blir behovet for å samvirke. Sorteringshallen og automatiske slokkesystemer, slik som slokkegassanlegget, er to eksempler på kompleksitet som underbygger behovet for felles øvelse. Sorteringshallen inneholder mange maskiner, og er bygget opp over flere plan, noe som gjør det krevende å gå inn for røykdykkere. Automatiske slokkesystemer kan utfordre innsatsstyrkens tradisjonelle slokketeknikker og slokketaktikker.

Brannvesenet i Rogaland gjennomfører jevnlig øvelser⁷. Blant annet samarbeider de med andre nødetater i å utarbeide fellesøvelser (Brann og redning, 2008). Dette øvelsesutvalget er et samarbeidsorgan for brann, helse, politi, ambulanse, Norsk Luftambulans, Akuttmedisinsk kommunikasjonsentral (AMK), Luftforsvarets 330-skvadron og redningshelikoptertjenesten og Hovedredningsentralen Sør-Norge (RBR, 2012). Fellesøvelsene har for eksempel vært storulykkeøvelse på tankanlegg for gass, øvelser med pågående livstruende vold (PLIVO), snøskredulykke og ulykke på et fergesamband der fergen drives med hydrogen. Fellesøvelsene kan også være teoretiske øvelser (table top). Normative krav setter begrensning for andre fellesøvelser. I tillegg gjennomfører hovedbrannstasjonen og de 16 andre stasjonene jevnlig brannøvelser og trening.

Brannvesenet hadde ikke hatt felles brannøvelse med ettersorteringsanlegget. Brannvesenet hadde heller ikke hatt fellesøvelse med andre avfallsanlegg i området⁸. I tillegg til anbefalingen som er gitt til driftsorganisasjonen om beredskap og brannøvelser, gis en anbefaling til brannvesenet om dette.

5.3.3 Tilsyn med ettersorteringsanlegget

RBR har over flere år hatt forebyggende tiltak mot avfallsbransjen. Et av de forebyggende tiltakene som brannvesenet gjør er å utføre tilsyn. I 2020 ble brannvesenet invitert av DSB til å delta i en nasjonal tilsynsaksjon om avfallsanlegg, og å delta i arbeidet med å utarbeide en veileder for tilsyn med særskilte brannobjekter.

I samarbeid med Fylkesmannen gjennomførte brannvesenet tilsyn med ettersorteringsanlegget i oktober 2020. Tilsynet var basert på at brannvesenet november 2018 vurderte ettersorteringsanlegget som et særskilt brannobjekt, kategori B, jfr. Brann- og eksplosjonsvernloven § 13 (Brann- og eksplosjonsvernloven, 2002). Dette innebærer at brannvesenet skal føre en oversikt over alle særskilte brannobjekter. Videre skal brannvesenet utarbeide planer for hvordan de særskilte brannobjektene skal følges opp med tilsyn. I tillegg til brann- og eksplosjonsvernloven § 13 annet ledd, er det flere forskrifter som konkretiserer og utdyper kontrollomfanget, blant annet interkontrollforskriften (DSB, 2022). Tilsyn etter internkontrollforskriften innebærer en kontroll av HMS-systemet generelt, og brannrisikovurderingen spesielt. Målsettingen for tilsynet er å bidra til at virksomhetene selv følger opp det systematiske arbeidet med å forebygge branner med det formål å verne liv, helse, miljø og materielle verdier mot brann og eksplosjon. Dessuten må virksomhetene ha beredskap mot det de ikke klarer å forebygge, den såkalte restrisikoen.

⁷ Brannvesenet er pålagt å ha øvelser både gjennom tidligere forskrift og ny brann- og redningsveseneforskrift fra våren 2022.

⁸ Men innsatsstyrker har rykket ut til andre andreavfallsanlegg å slokke branner, noe som har gitt dem trening i å samarbeide med aktører i avfallsbransjen.

Både de virksomheter som kontrolleres, og brann- og redningsvesenet som tilsynsmyndighet, skal ha en systematisk tilnærming til økt brannsikring. For å sikre måloppnåelsen for tilsynsarbeidet, anbefaler veilederen fra DSB å utarbeide klare målsettinger (DSB, 2022). Veilederen viser til tilsynsaksjonen høsten 2020 der DSB og Miljødirektoratet i fellesskap utarbeidet føringer for tilsyn med avfallsanlegg.

Målsettingen med den landsdekkende tilsynsaksjonen var å redusere branner og miljøpåvirkningen av branner i avfallsanlegg. Dette ble gjort ved å kontrollere at virksomhetene jobber forsvarlig med forebyggende arbeid for å hindre at branner skjer, og for å redusere miljøpåvirkningen dersom brannen først oppstår (DSB, 2021a).

Delmålene var blant annet å øke brannsikkerheten i avfallsfraksjonene (mottak og lagring), øke kvaliteten i brannrisikovurderinger, og øke brannsikkerheten i byggverk for mottak-, oppbevaring og behandling av avfall. I dette arbeidet tok de i bruk kunnskap fra en studie om risikoer knyttet til branner i avfallsanlegg og tiltak for forebygging og begrenning av skadeomfang og miljøpåvirkning (Mikalsen et al., 2019), der blant annet brannrisiko og antenneskilder knyttet til selve avfallet, behandling av avfallet og oppbevaring av avfallet omhandles. Utredninger viser at de aller fleste brannene oppstår i selve avfallet/restavfallet. God kunnskap om brannrisiko generelt og selvantennning spesielt, er svært viktig (DSB, 2021a). Tilsynsaksjonen hadde som hovedtema å utføre tilsyn med etterlevelse av internkontrollforskriften. Tilsynsmyndighetene skulle rette særlig oppmerksomhet mot avfallsanleggenes risikoanalyser. Dette innebar at virksomheten skal kartlegge farer og problemer, og på denne bakgrunn vurdere risiko, samt utarbeide tilhørende planer og tiltak for å redusere risikoforholdene.

Resultatet fra tilsynet på ettersorteringsanlegget i oktober 2020 var tre avvik og en anmerkning. Avvikene gjaldt virksomhetens risikovurdering som var mangelfull med hensyn til utslipp av slokkevann til ytre miljø, manglende dokumentasjon på gjennomført brannopplæring, samt at risikovurdering bør revideres, og at forholdet «inergenanlegg ute av drift» burde beskrives bedre. I etterkant av tilsynet anså brannvesenet og Fylkesmannen at avvikene og anmerkningen var tilfredsstillende fulgt opp av ettersorteringsanlegget. Dette var basert på at ettersorteringsanlegget blant annet dokumenterte gjennomført beredskapsøvelse, opplæring i bruk av slokkerobot og vedlikehold av brannutstyr. Basert på risikobasert tilsynsmetode hadde RBR fastsatt tilsyn med ettersorteringsanlegget hvert andre år. Planen var derfor å gjennomføre et nytt tilsyn høsten 2022, det vil si høsten etter brannen i anlegget.

Brannvesenets tilsyn i 2020 var ikke tilstrekkelig til å fange opp om det i stor nok grad var samsvar mellom anleggets brannkonsept og de tiltakene driftsorganisasjonen hadde iverksatt, se kapittel 5.1. Tilsynet problematiserte ikke at det var åpninger mellom papirmottaket og sorteringshallen, ei heller åpningene mellom sorteringshallen og lagerhallen. Vi kjenner ikke til om tilsynet la merke til disse åpningene. Vi oppfatter at under tilsynet antok brannvesenet at anlegget var tilfredsstillende utført i henhold til brannkonseptet, og at brannkonseptet hadde etablert en tilfredsstillende løsning for brannskiller.

Tiltak for å redusere brannfarene i avfallsbransjen har blant annet vært at myndighetene har økt kunnskapsgrunnlag, gjennomført tilsynsaksjon, gjort lov- og forskriftsendringer og utarbeidet veiledninger. Sluttrapporten fra tilsynsaksjonen, som ble lansert mai 2021, beskriver at tilsyn fra myndighetene vil ikke alene kunne bidra til å redusere branner og branntilløp (DSB, 2021a). Det er virksomhetene selv som til enhver tid har ansvar for å etterleve regelverket gjennom å iverksette tilfredsstillende tiltak. DSB mener det er avgjørende for brannforebygging at eier eller virksomhet etablerer nødvendig brannsikkerhet med grunnlag i en grundig brannrisikoanalyse (DSB, 2022). Veilederen beskriver at en eier som er sitt ansvar bevisst, og som etterlever reglene om internkontroll, er det viktigste bidraget til god brannforebygging. DSB beskriver i sin veileder at tilsyn i større grad bør vurdere om risikoer har blitt identifisert. I tillegg foreslår vi at tilsyn også i større grad bør vurdere om det er samsvar mellom anleggets brannkonsept og de tiltakene driftsorganisasjonen hadde iverksatt. Som eksempel kan dette være i hvilken grad avfall blir grovsortert før papiravfallet mates inn på papirlinja, og om det er iverksatt tekniske og organisatoriske tiltak som hindrer spredning gjennom åpninger mellom to brannceller eller brannseksjoner.

I tillegg anbefaler SINTEF at det utarbeides retningslinjer for økt samarbeid på tvers av brannvesen og kommuner, med sikte på å oppnå økt læring, slik som det tidligere har blitt gitt anbefaling om (Aalberg et al., 2022).

6 Konklusjoner

Konklusjonene nedenfor er basert på analyse av hvordan driftsorganisasjonen og nødetaten håndterte hendelsen og hvordan de samvirket, i tillegg til hvilke tekniske, operasjonelle og organisatoriske barrierer som har hatt betydning for hendelsen.

Undersøkelsen av hendelsen konkluderer med at brannen var en systemulykke, hvor en kombinasjon av flere direkte og bakenforliggende forhold medvirket til brannen.

Ettersorteringsanlegget var et nytt anlegg, og driftsorganisasjonen som hadde blitt etablert var ikke kommet helt på plass da brannen inntraff. Det var satt i gang en del aktiviteter som etablering av industrivern og rutiner for registrering og oppfølging av branntilløp og andre uønskede hendelser, men organisasjonen hadde ikke klart å benytte resultatene fra disse aktivitetene i det systematiske sikkerhetsarbeidet. Det tar tid å kjøre inn et nytt prosessanlegg som man ikke har erfaring med fra tidligere. Anlegget har krevende prosesser der man må forflytte avfallet gjennom mange forskjellige delprosesser i en stor bygningsmasse. Det har vært behov for justeringer både av tekniske systemer og driftsorganisasjonen underveis. Utdfordringen har vært å sikre at anlegget til enhver tid ivaretar brannsikkerheten, samtidig med effektiv avfallssortering.

6.1 Direkte årsaker til brannen og dens utvikling

Varmeutvikling i papirhaugen som lå mot betongveggen i papirmottaket ble første gang registrert omkring kl. 09:27. Det er sannsynlig at den direkte brannårsaken var selvantennning av elektronisk utstyr, batteri eller kontaminert papir, eller mekanisk påkjenning fra hjullaster på antenningskilder som var blandet inn i papiravfallet.

Brannen utviklet seg, og kl. 09:48 ble den første varmeutviklingen på den øvre delen av transportbåndet observert. Brannen spredte seg deretter oppover mot åpningen mot sorteringshallen. Kl. 09:56 hadde brannen spredt seg inn mot sorteringshallen og området hvor stjernesikta befant seg.

Den videre brannutviklingen inne i sorteringshallen er vanskelig å fastslå, utover at den har spredt seg fra transportbåndet, til stjernesikta, og videre til resten av hallen. På et tidspunkt etter spredning til resten av sorteringshallen, har brannen også slått tilbake mot mottakshallen.

Oversikt over hvorfor brannen oppstod og hvordan den utviklet seg, er gjengitt i Tabell 6-1 nedenfor. Denne baserer seg på bruk av STEP-metodikken, identifisering av lokale sikkerhetsproblemer og barriereanalyse.

Tabell 6-1. Hvordan brannen oppstod og utviklet seg – hendelsesforløpet og analyse av det.

Hendelsesforløpet			Analyse av hendelsesforløpet	
Når	Papirmottakshallen	Sorteringshallen	Hvordan brannen oppstod og utviklet seg	Barriereanalyse
Om morgenen (fra kl. 07:00)	Kildesortert papiravfall ble levert av avfallsbiler. I tillegg var det avfall fra returbandet i papirmottakshallen.		Avfallet i papirmottaket inneholdt antenningskilder. Det er sannsynlig at brannårsaken var selvantennning av elektronisk utstyr, batteri eller kontaminert papir, eller mekanisk påkjenning fra hjullaster på antenningskilder som var blandet inn i papiravfallet.	Det manglet effektive barrierer som fysisk skilte mulige antenningskilder fra papiret, og på den måten kunne redusere sannsynligheten for branntilløp.
Kl. 09:27	Første varmeutvikling i papirmottakshallen fanges opp av en detektor på vannkanonen. Varmeutviklingen var i en papirhaug som lå mot betongveggen. Detektoren til vannkanonen aktiverte ikke brannvarsling.			



Hendelsesforløpet			Analyse av hendelsesforløpet	
Når	Papirmottakshallen	Sorteringshallen	Hvordan brannen oppstod og utviklet seg	Barriereanalyse
Kl. 09:32	Aspirasjonsdetektor i papirmottaket detekterte røyk, og branneteksjonssystemet aktiverte forvarselalarm. Stille alarm ble aktivert 30 sekunder senere.		Branneteksjon og brannslukking med vannkanon og slokkegass kom sent i gang.	De fysiske og operative barrierene hadde svakheter som forhindret tidlig og effektiv automatisk brannslukking.
Fra kl. 09:34	Driftspersonalet påbegynte slokking av brannen i papirmottaket med brannslanger.		På grunn av begrenset dekning og kapasitet på brannslangene, var den manuelle slokkingen i papirmottaket lite effektiv.	De fysiske og operative barrierene hadde svakheter som forhindret tidlig og effektiv manuell brannslukking.
Kl. 09:37	Stor alarm ble utløst og porter til mottakshallen ble lukket.		Slokkegassanlegg og manuell brannslukking var ikke forenelig.	De fysiske og operative barrierene ble motstridende, og dette påvirket hvor tidlig og effektiv brannslukkingen ble.
Fra kl. 09:38	Driftspersonalet forsøkte å slokke brannen med vannkanon.		Etter hvert måtte driftspersonalet avslutte slokkearbeidet og trekke seg ut av mottakshallen, på grunn av for mye røyk.	
Kl. 09:40	Melding om automatisk brannalarm ble sendt til 110-sentralen.			
Kl. 09:45	Slokkegass ble automatisk utløst i mottakshallen.			
Fra kl. 09:51	Slokkearbeidet i papirmottaket fortsatte da brannvesenet ankom anlegget. Brannvesenet avgrenset innsatsen sin til papirmottakshallen.		Brannvesenets beslutning om å avgrense innsatsen sin til papirmottakshallen var basert på feil antagelser om brannskillene i bygget.	Operativ barriere, i form av å gi brannvesenet tidsriktig og relevant informasjon om brannobjektet, hadde svakheter.
Kl. 09:56 eller før	Brannen spredte seg fra papirmottakshallen til sorteringshallen.		Brannen spredte seg gjennom en åpning i vegg mellom de to hallene.	Det manglet en fysisk barriere som hindret at brannen spredte seg mellom de to hallene.
Kl. 10:05	Brannvesenet oppfattet at de hadde kontroll med brannen i papirmottaket.		Sorteringshallen ble ikke tilstrekkelig overvåket.	Tekniske og operative barrierer for å overvåke sorteringshallen for brann hadde svakheter.
Ca. kl. 10:50		Brannvesenet oppfattet at det brant i stjernesikta i sorteringshallen	Det tok om lag 55 minutter før brannspredningen til sorteringshallen ble oppdaget.	
Kl. 10:52		Slokkegass ble utløst manuelt i sorteringshallen	Brannen i sorteringshallen ble ikke slokket da det var begrenset mengde Inergen igjen etter utløsning i mottakshallen. Brannvesenet forhindret brannen fra å spre seg til andre deler av anlegget og til omgivelsene.	De tekniske og operative barrierene for å redusere konsekvensene av brannen i sorteringshallen hadde svakheter.
Kl. 11:22		Brannen slo gjennom taket fra sorteringshallen		

Hendelsesforløpet			Analyse av hendelsesforløpet	
Når	Papirmottakshallen	Sorteringshallen	Hvordan brannen oppstod og utviklet seg	Barriereanalyse
Kl. 11:56		Brannvesenet hadde kontroll på farlig gods i området. De hadde også kontroll på brannspredningsfaren mot lagerhallen og andre deler av bygget.	Brannvesenet sørget for kontrollert nedbrenning og at brannen ikke spredte seg videre.	
Kl. 17:00		Deler av bygningen kollapset. Taket over sorteringshallen hadde rast sammen.		

6.2 Bakenforliggende forhold

6.2.1 Brannsikkerhetstiltak, anleggets utforming og drift

Et fellestrekk ved brannsikkerhetstiltakene i ettersorteringsanlegget, var at det ikke var tilstrekkelig samsvar mellom forutsetningene som ble lagt til grunn for driften ved utarbeidelsen av brannkonseptet, og den daglige driften som etter hvert tok form. Tilpasninger ble derfor nødvendig underveis, men uten at noen hadde tilstrekkelig oversikt over hvordan dette påvirket brannsikkerheten. I brannkonseptet, og generelt i organisasjonen til IVAR IKS, var det høy tiltro til de aktive tiltakene, og spesielt til Inergen-gasslokkeanlegget. Dette medførte falsk trygghet ved at mange spørsmål og usikkerheter var antatt ivaretatt av det automatiske slokkeanlegget, men uten at organisasjonen hadde tilstrekkelig forståelse for disse usikkerhetene, eller fikk verifisert godt nok at brannsikkerheten faktisk var ivaretatt. Ut fra undersøkelsen av brannen er det vanskelig å se hvem i organisasjonen som har tatt det fulle eierskapet til brannsikkerheten, vurdert denne opp mot forutsetningene og føringene som lå til grunn i brannkonseptet, og fulgt opp dette på en strategisk og helhetlig måte i den daglige driften av anlegget.

Forhold og motsetninger mellom utformingen av anlegget, brannsikkerhetstiltak og driften vurderes som relevante, bakenforliggende forhold til brannen er beskrevet nedenfor. Disse forholdene innebar at barrierene for å ivareta brannsikkerheten ved ettersorteringsanlegget hadde store svakheter som ikke hadde blitt avdekket.

Anlegget var ikke fysisk utformet for å kunne sortere ut potensielle antenningskilder fra det kildesorterte papiravfallet. Videre manglet det fysiske skiller mellom mottatt papiravfall og avfall som allerede var sortert ut (fra returlinja), og som ikke tilhørte de fraksjonene som skulle gjenvinnes. Manglende fysisk adskillelse mellom potensielle antenningskilder og papiret økte sannsynligheten for at brann skulle oppstå i papiravfallet.

Manglende brannseksjonering av anlegget medførte tap av større deler av bygningsmassen, samt store materielle skader på maskiner og inventar. Argumentasjonen for avvik fra krav om brannseksjonering var basert på stor tillit til at automatisk aktivering av vannkanoner (i mottakshall), deluge sprinklerdyser (over kvern i mottakshall) og slokkegassanlegget ville sørge for hurtig slokking av en brann.

Brannkonseptet tillot åpne gjennomføringer i brannskiller mellom hallene, og anså sannsynligheten for brannspredning gjennom disse åpningene som liten. Det var gjennom en av disse åpningene at den opprinnelige brannen i papirmottaket spredte seg til sorteringshallen. Åpningene påvirket sannsynligvis også effekten av slokkegassen. Organisasjonen fant ikke praktiske og dokumenterte løsninger for å sikre åpninger i brannskiller uten at det påvirket driften. I tillegg fungerte ikke branngardinene som tiltenkt, og ble stående

delvis åpne under brannen, noe som medførte ekstra bruk av ressurser fra brannvesenet til å hindre brannspredning i stedet for slokking.

Både brannkonseptet, de som deltok i planlegging og utbygging av anlegget, samt driftsorganisasjonen hadde høy tiltro til tidlig deteksjon og automatisk slokking av en brann med vannkanoner (kun i mottakshall) og Inergen gasslokkeanlegg. Men innstillingene for vannkanonene gjorde at denne måtte aktiveres manuelt, og dermed kom sent i bruk. Tidligere feilutløsninger av vannkanoner hadde ført til at innstillingene for alarm og automatisk aktivering ble justert, slik at den utilsiktede konsekvensen ble at vannkanonene aldri ville løse ut automatisk på dagtid. Selv om driftsorganisasjonen ikke hadde en intensjon om at vannkanonen skulle bli satt ut av drift, viser dette manglende oversikt og forståelse for brannsikkerhetstiltakene, og at det var for lite fokus på å sikre at disse fungerte som forutsatt når praktiske driftsforhold medførte behov for endringer.

Det automatiske gasslokkeanlegget hadde liten effekt på brannen i mottakshallen og sorteringshallen, og klarte ikke å kontrollere, slokke eller hindre brannspredning. Analyse av hendelsen viser at det vanskelig lar seg gjøre å tilfredsstille forutsetningene for at gasslokkeanlegget skal fungere som tiltenkt i denne type virksomhet og i bygg av denne størrelsen. Både det til enhver tid tilgjengelige volum og lekkasjearealer i et rom kan endres som følge av bruken eller brannsituasjonen, og brukeres respons kan påvirke effekten av anlegget. Det er heller ikke funnet uavhengig og relevant dokumentasjon for bruk av slokkeanlegget i denne type virksomhet og byggverk.

I løpet av driftstiden hadde de ansatte fått erfaring med å slokke branntilløp, men under hendelsen 22. juli 2022 ble også gasslokkeanlegget aktivert. Gasslokkeanlegget medførte at manuell slokkeinnsats måtte avbrytes tidlig, og at manuell styring av vannkanon ble vanskelig. I tillegg var antall og kapasitet på brannslanger utilstrekkelig for å håndtere brannen i tidlig fase. Krav til manuelt slokkeutstyr i brannkonseptet var ikke tilpasset virksomheten, og de mange branntilløp som måtte håndteres. Dette bidro til at enkelte utbedringer underveis ble oppfattet som gode nok, selv om manuell slokking var en viktig del av driften, og relativt vanlig.

Den bygningsmessige utformingen av ettersorteringsanlegget og forutsetninger gitt i brannkonseptet medførte utfordringer for brannvesenets innsats:

- Manglende brannbeskyttelse av bærende bygningsdeler i tak (ubeskyttet stål) medvirket til at brannvesenet fokuserte på å hindre videre brannspredning fra sorteringshallen. Brannvesenets sikkerhet med hensyn til kollaps av bygningsdeler var ifølge brannkonseptet kun ivaretatt dersom aktive tiltak ikke sviktet.
- Inergen slokkeanlegg, som brannvesenet var usikker på hvordan de skulle forholde seg til på grunn av virketid, krav til tetthet av bygget, og utfordringer med kommunikasjon og sikt.
- Flere utette brannskiller og manglende brannseksjonering som medførte fokus på å hindre videre spredning fra sorteringshallen til lagerhallen.
- Manglende røykventilasjon som brannvesenet kunne styre.

I tillegg manglet situasjons- eller orienteringsplan med relevant informasjon om bygget for brannvesenet (brannskiller med åpninger, angrepsveier, aktive tiltak, m.v.).

6.2.2 Systematisk sikkerhetsarbeid

Driftsorganisasjonen har en del rutiner for systematisk sikkerhetsarbeid på overordnet nivå, men styrings-systemet med tilhørende rutiner er i liten grad kjent og praktisert nedover i linjeorganisasjonen for ettersorteringsanlegget. Svakheter og mangler ved det systematiske sikkerhetsarbeidet kan ha sammenheng med at anlegget er forholdsvis nytt, og at driftsorganisasjonen har vært under utvikling og tilpasning. Organisasjonen har satt i gang en del aktiviteter, men har foreløpig ikke klart å omsette resultatene fra disse aktivitetene til læring og kontinuerlig forbedring av brannsikkerheten i anlegget.

SINTEF sin vurdering er at driftsorganisasjonen har prioritert driftshensyn på bekostning av hensynet til brannsikkerhet i sitt daglige virke. Det er gjort endringer i drift som over tid har endret forutsetningene som

var lagt til grunn i brannkonseptet, noe som har gjort driften mindre robust når det gjelder å håndtere enkelte typer branntilløp. Driftsfokuset har gått på bekostning av evnen til å tenke sikkerhet i det daglige og aktiviteter for å sikre læring og forbedring av sikkerhet og beredskap. Det er behov for å gi operative ledere støtte og mer kompetanse når det gjelder risikoforståelse, scenariotenkning og systematisk sikkerhetsarbeid. Det handler også om samspill og informasjonsflyt i ledelseshierarkiet for å bidra til gode beslutningsprosesser for sikker og effektiv drift.

Når det gjelder risikostyring, så legger brannkonseptet premisene for hvordan anlegget skal være. Anlegget legger videre premisser for driften som organisasjonen og menneskene skal utføre. Det var flere mangler ved brannkonseptet og anlegget knyttet til brannrisiko. Det var krevende å oppfylle forutsetningene som lå til grunn for effektiv bruk av denne type tidlig og automatiske slokkesystemer i denne type bygg og drift. Disse risikoelementene kunne vært bedre identifisert og håndtert gjennom systematisk risikostyring.

I sum var det flere risikoelementer i selve konseptet og anlegget som var undervurdert, og som ikke var tilfredsstillende håndtert. Videre er ikke slike anlegg løst fra driftsorganisasjonen og menneskene som jobber der. Teknologi anvendes av og for mennesker, og teknologi og mennesker utgjør i sum et sosioteknisk system. Det er viktig at organisasjonen selv tar eierskap til all risiko knyttet til selve konseptet, anlegget, organisasjonen og menneskene, og i grensesnittene mellom disse – både under prosjektering og drift. SINTEF sin vurdering er at det ikke var en helhetlig risikostyring av hele dette sosiotekniske systemet. Det er naturlig at det over tid skjer endringer i anlegg, brannsikkerhetstiltak og drift, men det var ikke systemer og rutiner på plass for å sikre at slike endringer ble risikovurdert.

Driftsorganisasjonen var i liten grad forberedt på å håndtere en større brann. SINTEF anbefaler at organisasjonen utvikler sin brannberedskap med blant annet et sterkere industrivern, samt etablerer systematisk planlegging og gjennomføring av brannøvelser. Dette bør innebære fellesøvelser med brannvesenet, der man kan øve på samhandlingen mellom driftsorganisasjonen og brannvesenet. Øvelsene bør ta høyde for at det kan skje hendelser som ikke er identifisert og risikovurdert, og hvor det ikke har vært etablert spesifikke tiltak. Dette vil kunne utvikle organisasjonens robusthet og adaptive kapasitet for å håndtere hendelser som ikke nødvendigvis er identifisert på forhånd.

6.2.3 Samhandling mellom driftsorganisasjonen og brannvesenet

SINTEF sin analyse synliggjør at det er nødvendig med forbedringer hos både driftsorganisasjonen og brannvesenet når det gjelder brannberedskap og samhandling.

Innsatsstyrkens innledende beslutning underbygger at de ikke hadde den nødvendige informasjon om brannobjektet til å oppnå tilstrekkelig situasjonsforståelse innledningsvis i oppdraget. Innsatsstyrkens videre handlinger oppfattes i stor grad å være konsekvenser av deres innledende situasjonsforståelse. Det var begrensninger i hva slags informasjon om anlegget som ble gitt til innsatsstyrken fra brannvesenets tidligere omvisninger og tilsyn. Innsatsstyrken hadde ikke tilgang til objektplan for anlegget. Undersøkelsen av brannen i ettersorteringsanlegget viser at det er nødvendig med organisatoriske forbedringer hos brannvesenet, slik at innsatsstyrkene får tidsriktig og relevant informasjon om brannobjektet innledningsvis i oppdraget. I tillegg anbefales det at DSB etablerer retningslinjer for en prosess for samarbeid mellom brannforebyggende- og beredskapsavdelinger innen brann- og redningstjenesten.

Hendelsen underbygger behov for at brannvesenets innsatsstyrker og driftsorganisasjonen samarbeider bedre. Brannvesenet gjennomfører jevnlig øvelser, og gjennomfører fellesøvelser med andre nødetater og brannobjekter, men de hadde ikke hatt felles brannøvelse med ettersorteringsanlegget. Brannvesenet hadde heller ikke hatt fellesøvelse i andre avfallsanlegg i området. Sorteringshallen og automatiske slokkesystemer, slik som bruk av slokkegassanlegget, er to eksempler på kompleksitet som underbygger behovet for fellesøvelse med ettersorteringsanlegget. Fellesøvelse vil gi begge organisasjonene bedre mulighet for å videreutvikle krisehåndteringsevnen, styrke organisasjonenes kompetanse, forbedre

egenberedskap, forbedre evnen til å samvirke med andre aktører gjennom felles situasjonsforståelse, øke evnen til å fatte tidsriktige beslutninger og dele informasjon.

Tiltak for å redusere brannfarene i avfallsbransjen har blant annet blitt iverksatt av myndighetene gjennom økt kunnskapsgrunnlag, tilsynsaksjon, lov- og forskriftsendringer og utarbeidelse av veiledninger. Brannvesenets tilsyn i 2020 var ikke tilstrekkelig til å fange opp om det i stor nok grad var samsvar mellom anleggets brannkonsept og de tiltakene driftsorganisasjonen hadde iverksatt. SINTEF anbefaler at DSB bør oppfordre til at brannvesenets tilsyn også vektlegger vurderinger om det er samsvar mellom anleggets brannkonsept og de tiltakene driftsorganisasjonen har iverksatt. I tillegg anbefales det at DSB utarbeider retningslinjer for økt samarbeid på tvers av brannvesen og kommuner, med sikte på å oppnå økt læring etter branner.

7 Anbefalinger

Anbefalingene beskrevet nedenfor er basert på analyse av læringspunkter som kan bidra til å unngå lignende hendelser i fremtiden.

7.1 Anbefalinger til driftsorganisasjonen

Anbefalinger om bygningstekniske tiltak:

Grovsortering av kildesortert avfall fra renovasjonsbilene og fysisk skille mellom sortert og usortert avfall vil kunne redusere sannsynligheten for at brann oppstår. SINTEF anbefaler derfor:

- Tilrettelegging for praktisk og effektiv grovsortering av mottatt papiravfall.
- Fysiske skiller mellom sortert og usortert papiravfall.

Anbefalinger ved valg av brannsikkerhetstiltak:

- Brannskiller med dokumenterte og tilstrekkelige barrierer for å opprettholde sin funksjon der det er behov for gjennomføringer.
- Sensitivitet og plassering av vannkanoner må tilpasses slik at slokking starter tidlig nok til å forhindre eskalering av en brann, men ikke gir unødvendig mange feilutløsinger.
- De automatiske slokkeanleggene må være dokumentert med hensyn til effekt og pålitelighet for denne type virksomhet, byggets faktiske utforming, og samtidig gjøre det mulig å drive manuell slokkeinnsats.
- Antall og kapasitet på manuelt slokkeutstyr for bruk av ansatte må være tilpasset anleggets utforming og de brannscenarier som er aktuelle for anlegget.
- Brannalarmanlegg tilpasset rutine- og vedlikeholdsarbeid ved ettersorteringsanlegget, slik at man unngår for mange eller for omfattende utkoblinger.
- Varsling som hindrer biler og personer fra å komme inn i bygget ved brannalarm. Tilstrekkelig varsling må også være på plass i deler av bygget som er under utbygging.
- Bærekonstruksjoner med brannmotstand som ivaretar sikkerheten ved brannvesenets innsats.
- Orienteringsplan for brannvesenet må ha tilstrekkelig informasjon og være oppdatert. SINTEF anbefaler at det etableres rutiner for at denne planen er lett tilgjengelig som del av grunnlaget for beslutningsstøtte for innsatsstyrken i en brannsituasjon.
- Radiodekning for brannvesenet må ivaretas i hele bygget, og må eventuelt tilrettelegges med teknisk installasjon, slik at rednings- og slokkemannskap kan benytte eget samband.

Anbefalinger til systematisk sikkerhetsarbeid generelt:

- Styrke sentrale elementer i det systematiske sikkerhetsarbeidet gjennom å etablere gode rutiner for kartlegging av farer, risikovurderinger og utarbeidelse av planer og tiltak. Videre er det behov for å styrke rutiner for rapportering og oppfølging av uønskede hendelser og bruke denne informasjonen som grunnlag for læring og kontinuerlig forbedring av brannsikkerheten.
- Sørge for god medvirkning og involvering fra operative enheter i utvikling og praktisering av systematisk sikkerhetsarbeid. Dette for å gi økt risikobevisthet og større fokus på brannsikkerhet i daglig drift.
- Avklare prinsipper for god informasjonsflyt og samhandling i ledelseshierarkiet for å oppnå gode beslutningsprosesser for iverksettelse og oppfølging av tiltak for sikker og effektiv drift.

Anbefalinger til risikostyring:

- Sikre at risikostyringen i større grad fokuserer på scenarioer som kan medføre store konsekvenser, og scenarioer med komplekse hendelsesforløp. Dette vil kunne gi en bedre risikoforståelse og mulighet til å identifisere hvilke tiltak som vil være hensiktsmessige – både for å forebygge at hendelsene oppstår, og for å redusere konsekvensene i tilfelle hendelsene oppstår.

- Sørge for at prosesser for risikostyring bidrar til økt risikobevissthet både hos ledelsen og driftsoperatørene slik at metodikken og risikovurderingene følges opp i praksis.
- Utvikle prosedyrer for å gjennomføre nye risikovurderinger ved endringer av anlegget, ved iverksettelse av nye tiltak og endret arbeidspraksis.
- Selskapet bør selv ta eierskap til all risiko knyttet til brannkonseptet, anlegget, organisasjonen og menneskene, og i grensesnittene mellom disse – både under prosjektering og drift.

Anbefaling til brannberedskap og brannøvelser:

- Utvikle bedre brannberedskap gjennom blant annet et sterkere industrivern, samt systematisk planlegging og gjennomføring av brannøvelser. Dette bør innebære fellesøvelser med brannvesenet, der man kan øve på samhandlingen mellom driftsorganisasjonen og brannvesenet.
- I tillegg bør det utpekes en brannvernansvarlig for bygget.

7.2 Anbefalinger til brannvesenet og DSB

Anbefalinger for å oppnå bedre samhandling under slokkeinnsats:

- Brannvesenet bør vurdere organisatoriske forbedringer, slik at innsatsstyrken får tidsriktig og relevant informasjon om brannobjektene i starten av oppdraget. Dette innebærer en kartlegging av hvilken informasjon som innsatsstyrken har behov for, og hvordan og når dette best kan gjøres tilgjengelig for innsatsstyrken. Interaksjon og samhandling som legger til rette for at innsatsstyrken får tidsriktig og relevant informasjon om brannobjektet bør i større grad inngå i brannvesenets formelle struktur. Anbefalingen innebærer også hvordan teknologiske løsninger kan være til støtte for innsatsstyrken. SINTEF sin vurdering er at en objektplan kan bidra til at de får mer tidsriktig og relevant informasjon. Objektplanen må være tilgjengelig for innsatsstyrken når de rykker ut til brannstedet. Dette vil kunne bidra til forbedret situasjonsforståelse og beslutningsgrunnlag for innsatsstyrkene.
- Brannvesenet og driftsorganisasjonen bør gjennomføre felles brannøvelser. Dette vil også gjøre at innsatsstyrkene får mer inngående kjennskap til anlegget. DSB har utarbeidet en veileder som gir helhetlig tilnærming til planlegging, gjennomføring, evaluering og oppfølging av øvelser (DSB, 2016). Denne henvender seg til både lokale myndigheter slik som brannvesenet, men også til private virksomheter. Vi anbefaler at denne veilederen aktivt brukes av både driftsorganisasjonen og brannvesenet for å styrke samarbeidet og kommunikasjon mellom aktørene når de øver sammen. Fellesøvelser kan videreutvikle krisehåndteringsevnen, styrke organisasjonenes kompetanse, forbedre egenberedskap, forbedre evnen til å samvirke med andre aktører, øke evnen til å fatte tidsriktige beslutninger og dele informasjon.

Anbefalinger for å oppnå forbedret tilsyn og læring etter branner:

- DSB bør inkludere i sine anbefalinger at tilsyn i større grad bør vurdere hvordan det er samsvar mellom anleggets brannkonsept og de tiltakene driftsorganisasjonen har iverksatt. I tillegg anbefales det at DSB etablerer retningslinjer for en prosess for samarbeid mellom brannforebyggende- og beredskapsavdelinger innen brann- og redningsvesen.
- SINTEF anbefaler at DSB utarbeider en prosess for å oppnå bedre erfaringsdeling mellom brannvesen og kommuner etter branner.

8 Referanser

Aalberg, A.L., Aamodt, E., Steen-Hansen, A., Holen, S.M (2022). *Læring etter branner i Norge. Forutsetninger, barrierer og fremmede faktorer*. FRIC rapport D1.2-2022.09.

Avfall Norge (2022). *Nyhet 1.12.2022 Avfall Norge ønsker bredt samarbeid for å redusere brannfaren i bransjen - Avfall Norge*. Hentet fra: [Avfall Norge ønsker bredt samarbeid for å redusere brannfaren i bransjen - Avfall Norge](#)

BrannCon (2015). *133560 IVAR Avfallssorteringsanlegg*; Fraviksdokumentasjon. BrannCon AS.

BrannCon (2018). *Brannteknisk Konsept, 33560, Rev 5*, BrannCon AS.

Brann og eksplosjonsvernloven §13 (2002). Særskilte brannobjekter. Lovdata <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2002-06-14-20>

Brann og redning (2008). Brannvesenet Sør-Rogaland IKS, brannredning.com. Hentet fra: <https://brannredning.com/materiellstasjoner/brannvesenet-sor-rogaland-iks/>

DSB (2021a). Landsdekkende tilsyn med brann sikkerhet i avfallsanlegg. Sluttrapport fra samarbeidet mellom Miljødirektoratet og DSB. Hentet fra: [sluttrapport_tilsynskasjon_avfallsanlegg.pdf \(dsb.no\)](#)

DSB (2021b). *DSB nyhet 18.5.2021 Avfallsanlegg mangler oversikt over brannrisiko*. Hentet fra: [Avfallsanlegg mangler oversikt over brannrisiko | Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap \(dsb.no\)](#)

Direktoratet for byggkvalitet (2017). «Kapittel 11 Sikkerhet ved brann» i Byggteknisk forskrift TEK17. Hentet fra: [Innledning til kapittel 11 Sikkerhet ved brann - Direktoratet for byggkvalitet \(dibk.no\)](#)

DSB (2016)., Veileder i planlegging, gjennomføring og evaluering av øvelser. Grunnbok: Introduksjon og prinsipper. Tønsberg: Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap <https://www.dsb.no/veiledere-handboker-og-informasjonsmaterieell/grunnbok-oving/>

DSB (2022). Veileder for brann- og redningsvesenets tilsyn med særskilte brannobjekter (§13). Versjon 5, August 2022. Hentet fra: [Veileder for brann- og redningsvesenets tilsyn med særskilte brannobjekt \(§ 13\) - Versjon 5 - august 2022 | Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap \(dsb.no\)](#)

DSB, Direktoratet for byggkvalitet. Kommunal Landspensjonskasse (KLP) og Norsk brannvernforening (2017). Systematisk sikkerhetsarbeid for bygningseiere; https://www.dsb.no/globalassets/dokumenter/veiledere-handboker-og-informasjonsmaterieell/tema/systematisk_sikkerhetsarbeid_for_bygningseiere.pdf

Endsley M. (1995). Toward a theory of situation awareness in dynamic systems. *Human Factors* 37(1), 32-64. DOI:[10.1518/001872095779049543](https://doi.org/10.1518/001872095779049543)

European Committee for Standardization (2015). Fixed firefighting systems — *Automatic sprinkler systems — Design, installation and maintenance (NS-EN 12845)*. Hentet fra: [NS-EN 12845:2015 \(standard.no\)](#)

Mikalsen, F. R., Glansberg, K., Storesund, K., Ranneklev, S. (2019). *Branner i avfallsanlegg*. RISE Fire Research, Rapport 2019:61. <https://risefr.no/media/publikasjoner/upload/2019/rise-rapport-2019-61-branner-i-avfallsanlegg.pdf>

Forskrift om brannforebygging (2015). FOR-2015-12-17-1710 – Forskrift om brannforebygging. Justis- og beredskapsdepartementet, Lovdata. Hentet fra: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2015-12-17-1710>

Hendrick, K., Benner, L. 1987. *Investigating Accidents with STEP*. New York: Marcel Dekker.

International Organization for Standardization (ISO) (2018). *ISO 31000:2018 – Risikostyring – Retningslinjer*, International Organization for Standardization.

International Organization for Standardization (ISO) (2015). *Gaseous fire extinguishing systems – Physical properties and system design (ISO 14520-15)*. Hentet fra: [ISO 14520-15:2015 - Gaseous fire-extinguishing systems — Physical properties and system design — Part 15: IG-541 extinguishant](https://www.iso.org/standard/68411.html)

Internkontrollforskriften (1996). *Forskrift om systematisk helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid i virksomheter, FOR-1996-12-06-1127*, Arbeids- og inkluderingsdepartementet, Lovdata. <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/1996-12-06-1127>

IVAR (2021). IVAR ettersorteringsanlegg Forus. IVAR.no <https://www.ivar.no/ettersorteringsanlegg/>. Sett: 10.05.2023

IVAR IKS (2022a). Beredskapsplan for Ettersorteringsanlegget på Forus 2022.

IVAR IKS (2022b). Tilbudsforespørsel. Uavhengig undersøkelse av brannen på IVARs ettersorteringsanlegg på Forus. Saksnr 22/560.

IVAR IKS (2022c). *Brannen i ettersorteringsanlegget – oppstartsmøte med Sintef*, Presentasjon av IVAR på oppstartsmøtet, 24. november 2022.

IVAR IKS (2022d). *Granskingsrapport – papir fra mottakshall*, 17.10.2022, Rev 1.

IVAR IKS. *Ettersorteringsanlegg Forus - Som Bygget.nwd*, 3-D modell av bygget (mottatt fra IVAR IKS 24.11.2022)

IVAR IKS; 2023: Slik er vi organisert. <https://www.ivar.no/organisering/>

KBT (u.å). Faguttrykk: Objektplan. Kollegiet for brannfaglig terminologi. *Kbt.no*, Hentet fra <https://kbt.no/faguttrykk.asp?Uttrykk=objektplan>

KS (2019). *Bærekraftig ettersortering*. Kommunesektorens interesseorganisasjon. KS.no <https://www.ks.no/regioner/ks-vest-norge/barekraftig-ettersortering/>

Miljødirektoratet (2023). Høringsnotat innsamlingsgrad batterier, Miljødirektoratet, <https://hss.miljodirektoratet.no/api/1/publisert/hoering/vedlegg/25320>

NFPA 2001 (2012), *Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems*, National Fire Protection Association, Quincy, MA (2012).

Nokas (2018). *Plan for alarmorganisering*, versjon 3, revisjon 2, Nokas, 26.10.2018.

Nordisk brannmanual (2018). *En praktisk arbeidsmanual for brannetterforskning*. Ver. 2.0. Første utgave, Nordisk branngruppe.

Norsk Industri (2023). Brannstatistikk 2022 for gjenvinningsbransjen er klar. *Norsk Industri*. Hentet fra: <https://www.norskindustri.no/bransjer/gjenvinning/aktuelt/brannstatistikk-2022-for-gjenvinningsbransjen-er-klar/>

RBR (2021). *Årsrapport, (2021). Rogaland brann og redning IKS*. [Rapporter - Rogaland brann og redning IKS \(rogbr.no\)](https://rogbr.no)

RBR (u.å.). *Beredskapsavdeling. Rogaland brann og redning IKD*. [Beredskapsavdeling – Rogaland brann og redning IKS \(rogbr.no\)](https://rogbr.no)

RBR (2012). Risikoanalyse 2012 Brannvesenet Sør-Rogaland IKS – hovedrapport. Hentet fra: [Risikoanalyse 2012 BVSR Hovedrapport - Kopi.pdf \(rogbr.no\)](https://rogbr.no)

Schiefloe P.M. (2021). *Organisasjonsanalyse*. Bergen: Fagbokforlaget.

Sesseng, C, Storesund, K., Steen-Hansen, A., Wighus, R., (2016). *Evaluering av brannen i BASA-Huset, Tønsberg.*, Rapport for DSB og DiBK. Utarbeidet av RISE Fire Research. <https://risefr.no/media/publikasjoner/upload/2016/rapport-a16-20022-5-1.pdf>

Stanton, N.A., Stewart, R., Harris, D., Houghton, R.J., Baber, C., McMaster, R., Salmon, P., Hoyle, G., Walker, G., Young, M.S., Linsel, M., Dymott, R. & Green, D. (2006) Distributed situation awareness in dynamic systems: theoretical development and application of an ergonomics methodology, *Ergonomics*, 49(12-13) 1288-1311)

Su, J., Kim, A. K., Liu, Z., Crampton, G. P. (1999). *INERGEN FIRE SUPPRESSION TESTING*. Halon Options Technical Working Conference. Hentet fra: https://www.nist.gov/system/files/documents/el/fire_research/R9902315.pdf

Sutco (2020). Bruksanvisning Waste Sorting plant IVAR, Norway. Sutco Recycling Teknik.

Vedlegg 1: Forkortelser og sentrale begreper

Forkortelser

AMK	Akuttmedisinsk kommunikasjonsentral
DSB	Direktoratet for samfunnsikkerhet og beredskap
FRIC	Fire Research and Innovation Centre
IR	Infrarød
ISO	International Organization for Standardization
IVAR IKS	Interkommunalt selskap for vann, avløp og renovasjon/gjenvinning
KBT	Kollegiet for brannfaglig terminologi
KS	Kommunesektorens interesseorganisasjon
MTO	Menneske, teknologi og organisasjon
NFPA	National Fire Protection Association
PLIVO	Pågående livstruende vold
RBR	Rogaland brann og redning
ROS	Risiko og sårbarhet
STEP	Sequentially Timed Events Plotting
TQM	Total Quality Management

Sentrale begreper

Begrep	Beskrivelse
Aktivt brannsikringstiltak	Teknisk brannsikringstiltak med en funksjon som aktiveres etter at brann er detektert, automatisk brannalarm er utløst eller brann er varslet.
Avvik	Mangel på oppfyllelse av funksjonskrav gitt i Byggteknisk forskrift. Avvik fra forskriftskravene kan bare gjøres hvis kommunen gir dispensasjon til dette basert på egen søknad.
Barriere/barrierefunksjon	En barriere er tiltak som skal ha som funksjon å beskytte i feil, fare- og ulykkesituasjoner. Funksjonen til disse ivaretas av barriereelementer som kan være tekniske, organisatoriske og operasjonelle. Barrierene kan oppdage tilløp til hendelser, hindre utviklingen av et hendelsesforløp eller begrense skade. Barrierer har til hensikt å håndtere feil, fare- og ulykkesituasjoner ut over normal operasjon. Barrierene kan ha ulik funksjonsgrad; en barriere kan være effektiv slik at den oppnå den tiltenkte hensikt, en barriere kan ha mangler som svekker effektiviteten av den, og det kan ha vært fravær av en barriere.
Barriestyring	Barriestyring handler om at en systematisk og kontinuerlig sikrer at de nødvendige barrierer er identifisert og til stede for å beskytte i feil, fare- og ulykkesituasjoner. Disse situasjonene skal knyttes til risikobildet på en spesifikk innretning eller et anlegg, eller til et konkret område på innretningen eller anlegget.
Branncelle	Hel eller avgrenset del av byggverk hvor en brann fritt kan utvikle seg uten å spre seg til andre bygninger eller deler av byggverket i løpet av en fastsatt tid.



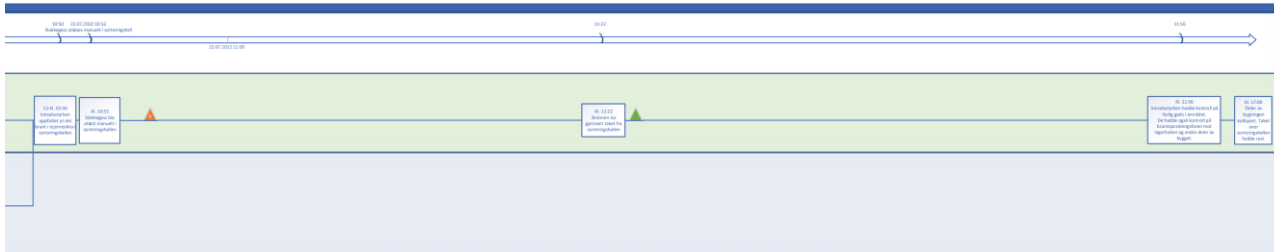
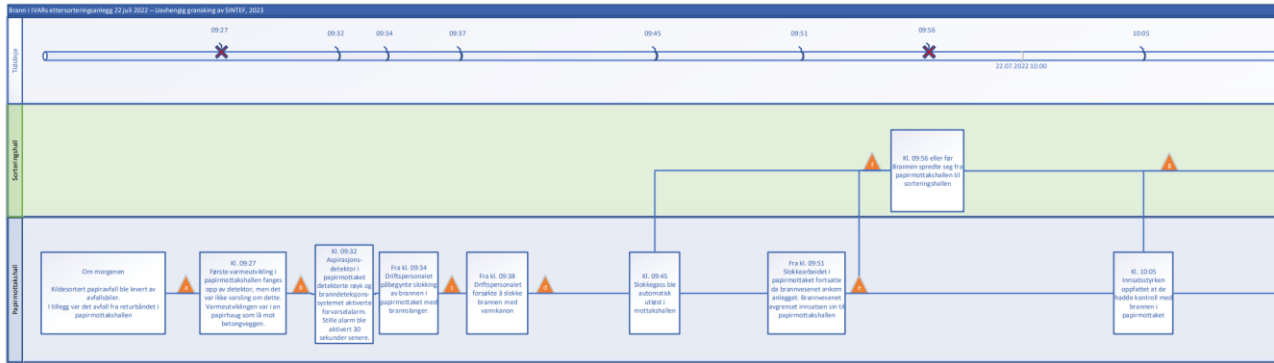
Begrep	Beskrivelse
Branncellebegrensende bygningsdel	Bygningsdeler med brannmotstand som omslutter en branncelle.
Brannenergi	Summen av varmemengde som frigis ved forbrenning av alle faste og mobile brennbare materialer i et område.
Branngardin	Tilsvarende en rullegardin i brannsikkert materiale, som senkes automatisk ned ved brannalarm for å hindre spredning av brann og røyk.
Brannklasse - byggteknisk forskrift	Klasse for byggverk ut fra den konsekvens en brann kan innebære for skade på liv, helse, samfunnsmessige interesser og miljø.
Brannkonsept	Sammenstilling av krav og ytelse som er grunnlaget for detaljprosjektering i en byggesak.
Brannskille	Naturlig hinder eller tiltak som har til hensikt å forsinke eller forhindre brannspredning.
Brannmotstand	Evnen som en konstruksjon eller en del av den (vanligvis bare konstruksjonsdeler) har til å oppfylle påkrevde funksjoner (lastbærende funksjon og/eller brannskillende funksjon) under varmeeeksponering etter standard tid-temperaturkurve for en angitt lastkombinasjon og en angitt tidsperiode.
Brannseksjon	Del av en større bygning skilt med seksjoneringsvegg(er) på en slik måte at en brann ikke vil spre seg utover brannseksjonen den startet, med forutsatt innsats fra brannvesenet.
Branntilløp	Utsiktet ulming, gløding eller flamme som ikke nødvendigvis utvikler seg til brann.
Delugeanlegg	Sprinklerinstallasjon, enten en selvstendig installasjon eller et tilknyttet delanlegg, forsynt med åpne sprinklerhoder tilknyttet delugeventil eller et flerfunksjons styringsarrangement, som medfører at alle hodene leverer vann når anlegget utløses.
Felles situasjonsforståelse	Situasjonsforståelse som deles av flere aktører. Aktører kan være både mennesker (som kolleger innen samme organisasjon eller personer fra andre selskaper) og ikke-menneskelige aktører (som tekniske systemer, infrastruktur og organisasjon). Ikke-menneskelige aktører kan ha en situasjonsforståelse i den forstand at f.eks. alarmsystemer eller prosedyrer inneholder informasjon som er relevant og viktig for den gitte situasjonen og konteksten. Begrepet distribuert situasjonsforståelse brukes også.
Forurensing av papiravfall	Alt som ikke er papir, men som er med i papiravfallet fra forbruker.
Fravik	Mangel på oppfyllelse av en preakseptert ytelse gitt av veiledningen til byggteknisk forskrift.
Fraviksvurdering	Analyse av konsekvensen av et fravik.
Holdetid	Tidsperiode hvor en konsentrasjon av slökkemiddelet er høyere enn slökkemiddelkonsentrasjonen for å oppnå brannsløkking området det dekker.
Innsatsstyrke	Personellet som utalmeres og som møter opp til innsats ved branner, ulykker eller andre hendelser.
Kildesortert papiravfall	Papiravfall levert til ettersorteringsanlegget av renovasjonsbil.



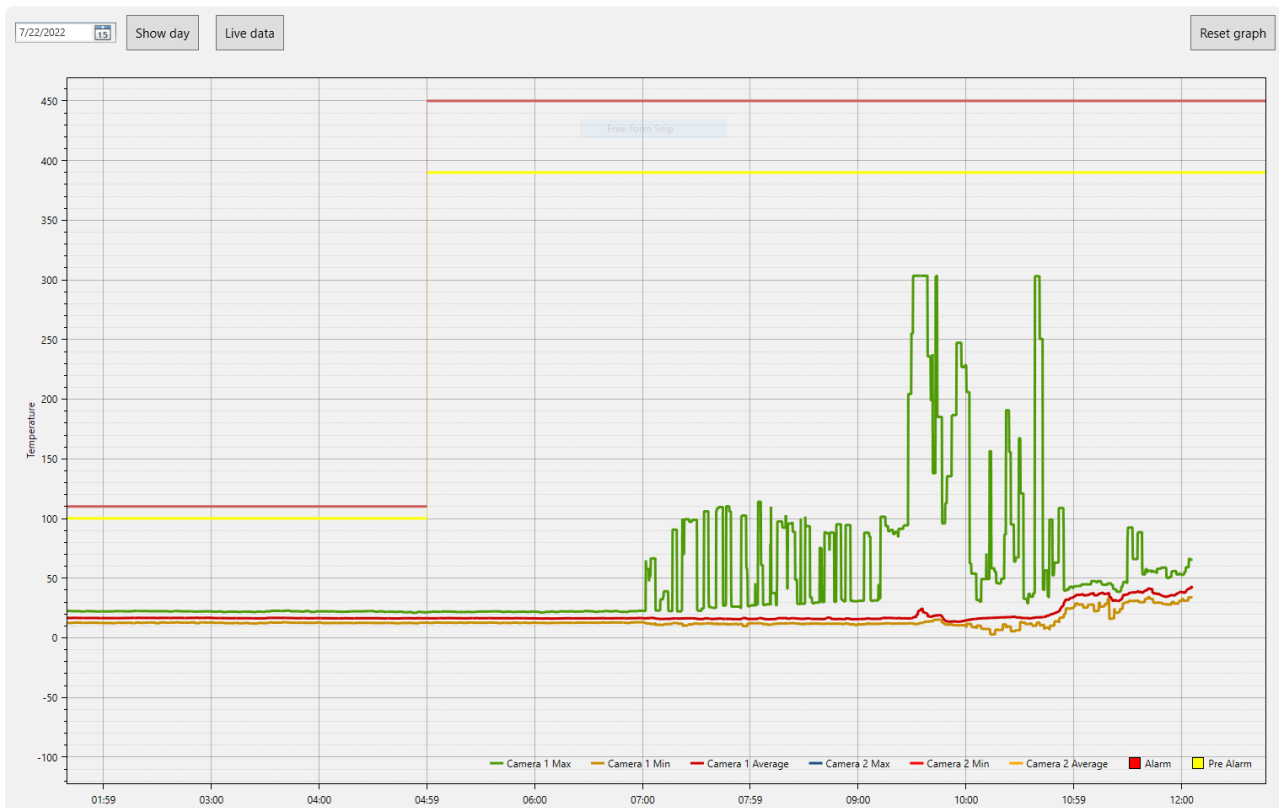
Begrep	Beskrivelse
Kontaminert papiravfall	Papiravfall som har blitt tilsølt med stoff som kan medføre selvoppvarming, f.eks. linolje.
Lokale sikkerhetsproblemer	Lokale sikkerhetsproblemer kan finnes i en tilstand, i en hendelse eller i forbindelsen mellom hendelser på en tidslinje. De lokale sikkerhetsproblemene vil kunne observeres der hendelsesforløpet kunne ha blitt endret eller avbrutt, der kontrollen over situasjonen svekkes eller blir fraværende eller der hendelsesforløpet fravek fra det som var forsvarlig eller forventet.
Objektplan	På forhånd utarbeidet informasjon av brannvesenet om og beskrivelse av enkeltobjekt eller enkeltområde som skal kunne benyttes ved utarbeidelse av aksjonsplaner, innsatsplaner og taktiske planer for særskilte brannobjekter.
Orienteringsplan	Inneholder informasjon som er nyttig for brannvesenet ved innsats og er noe som utarbeides i forbindelse med etablering av brannkonseptet og oppdateres jevnlig ved behov.
Passivt brannsikringstiltak	Teknisk tiltak som skal ha en dimensjonert funksjon for å bevare bæreevne, danne barriere eller hindre spredning av brann eller røyk.
Preakseptert ytelse	Ytelse angitt av myndighet i veiledning til byggt teknisk forskrift, og som vil oppfylle, eller bidra til å oppfylle, ett eller flere funksjonskrav i forskriften. MERKNAD: Preaksepterte ytelser angir minimum som er nødvendig for å oppfylle forskriftens krav.
Risikoklasse – byggt teknisk forskrift	Kategori av byggverk, eller ulike bruksområder i et byggverk, ut fra den trussel en brann kan innebære for skade på liv og helse.
Seksjoneringsvegg	Innvendig vegg mellom brannseksjoner med tilstrekkelig brannmotstand til å hindre at en brann kan spre seg.
Situasjonsforståelse	En kjede av informasjonsbehandling på tre nivåer. Det første nivået er hvilken informasjon av omgivelsen som personen oppfatter. Det neste nivået er hvordan personen tolker denne informasjonen. Det tredje nivået er hvordan personen vurderer hva som vil kunne skje videre.
STEP-metodikk	Sequentially Timed Event Plotting (STEP) er en metodikk som anvendes for å etablere et detaljert hendelsesforløp (Hendrick og Benner, 1987).
Stjernesikta	Større sorteringsmaskin som sorterer papiret i fire ulike fraksjoner
Særskilt brannobjekt	Byggverk, opplag, områder, tunneler, virksomheter m.m. hvor brann kan medføre tap av mange liv eller store skader på helse, miljø eller materielle verdier (fra §13 i brann- og eksplosjonsvernloven).
Ytelse – byggt teknisk forskrift	Teknisk, bruks- eller miljømessig kvalitet, kapasitet eller egenskap ved byggverk, bygningsdel, installasjon eller utearealer. En ytelse er en tolking og konkretisering av funksjonskrav og er angitt kvantitativt eller kvalitativt.

Vedlegg 2: Forenklet STEP-diagram

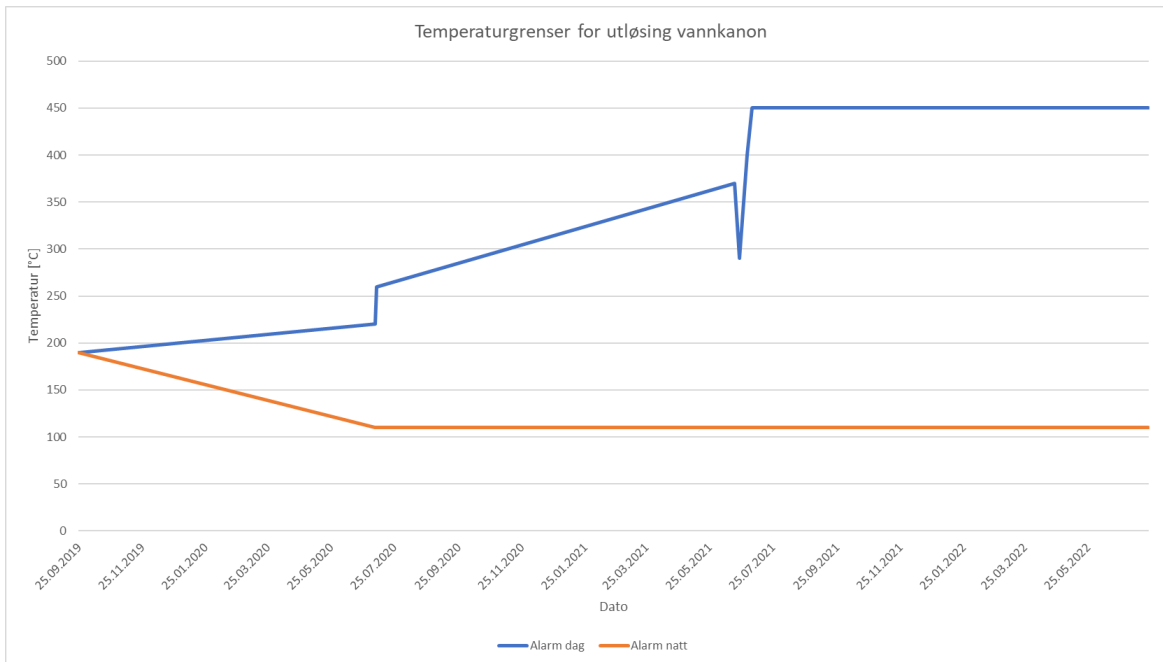
Figuren nedenfor viser et forenklet STEP-diagram av hendelsesforløpet. For detaljert beskrivelse, se kapittel 3. Gule trekkanter angir en overordnet beskrivelse av lokale sikkerhetsproblemer og barriereanalyse. For beskrivelse av disse, se kapittel 4.2.



Vedlegg 3: Temperaturdiagram for IR-kamera til vannkanonen



Figur V-1. Temperaturdiagram på branndagen fra IR-kamera som tilhørte vannkanonen. Gul strek angir nivå for aktivering av foralarm/varsel. Rød strek angir nivå for alarm og aktivering av vannkanonen. Grønn strek angir maksimale temperaturer som ble registrert.



Figur V-2. Graf som viser hvordan temperaturgrense for automatisk aktivering av vannkanon for henholdsvis dag og natt. Temperaturgrensene har blitt endret fra oppstart i 2019 og frem til brannen oppstod i 2022. Data er hentet fra logg til vannkanon.